

GEODATENDIENSTE im Internet



**Ein
Leitfaden**

Ein praktischer Leitfaden für den Aufbau und den Betrieb webbasierter Geodatendienste

Vorwort

Liebe Leserinnen und Leser,

im Jahr 2006 wurde die erste Auflage der hier vorliegenden Broschüre mit dem Titel „GEO-Dienste im Internet – ein Leitfaden“ veröffentlicht. Damit sollte den öffentlichen Einrichtungen von Bund, Ländern und Kommunen eine Art „Kochbuch“ für die Anwendung webbasierter Geo-Technologien in die Hand gegeben werden. Dieses Ziel wurde erreicht. Der Leitfaden wird seit vielen Jahren stark nachgefragt, nicht nur von Behörden und anderen öffentlichen Geodatenhaltern, sondern auch von Bildungseinrichtungen und Studenten. Die logische Konsequenz: die Broschüre wird nunmehr zum dritten Mal aufgelegt.

Unsere Broschüre mit vielen grundlegenden Basisinformationen für die Bereitstellung von Geodaten mittels webbasierter Standardtechnologien ist auch ein Wegbegleiter der europäischen INSPIRE-Richtlinie. Diese für alle Mitgliedsstaaten der Europäischen Union verbindliche Richtlinie gibt es seit 2007. Sie schreibt allen öffentlichen Einrichtungen in Deutschland vor, schrittweise ihre Geodaten über die in der Broschüre beschriebenen Technologien bereit zu stellen. Der Leitfaden ist ein wichtiger Baustein für die Unterstützung der von der INSPIRE-Richtlinie betroffenen geodatenhaltenden Stellen. Dies sind immerhin über 600 öffentliche Einrichtungen. Dazu gehören neben Bundes- und Landesbehörden auch viele kommunale Einrichtungen. Gerade diese Zielgruppe wird sich freuen, dass die Broschüre aufgelegt und nunmehr vollständig überarbeitet wurde.

Ich danke den Autoren dieser Schrift, die eine Arbeitsgruppe des Bundesländer Netzwerks „Geodateninfrastruktur Deutschland (GDI-DE)“ mit viel Aufwand und einem tiefen Interesse am Thema neu erstellt hat. Ohne dieses Engagement wäre die Neuauflage nicht in dieser Qualität möglich gewesen. Die Leserschaft kann sich darüber freuen. Sie kann außerdem die Weiterentwicklung dieses Heftes unterstützen. Deshalb liebe Leserinnen und Leser: Falls Ihnen an der Broschüre etwas auffällt, seien es Ergänzungen oder auch Verbesserungen, teilen Sie es dem Redaktionsteam (support@gdi-de.org) mit. Damit werden auch Sie Teil dieser Erfolgsgeschichte. Wir freuen uns, wenn Sie den Leitfaden lesen, nutzen und weitergeben. Er ist weiterhin kostenfrei als Druckexemplar beziehbar und selbstverständlich ebenso kostenfrei als Download verfügbar (siehe Impressum).

Dr. Friedrich Löper

Vorsitz Lenkungsgremium GDI-DE



Inhalt

1. Einleitung	6
1.1. Ziele der Broschüre	6
1.2. Motivation	7
2. Geodatendienste	9
2.1. Einführung	9
2.1.1. Dienste im Internet	9
2.1.2. Grundlagen der Geodatenmodellierung	10
2.1.3. Geodateninfrastrukturen	12
2.1.4. Standards und Normen	14
2.2. Webbasierte Geodatendienste	18
2.2.1. Darstellungsdienste	18
2.2.2. Downloaddienste	23
2.2.3. Suchdienste	27
2.2.4. Weitere Geodatendienste	28
3. Bereitstellung von Geodatendiensten	33
3.1. Einführung	33
3.2. Planung	35
3.3. Datenhaltung	37
3.3.1. Dezentrale Datenhaltung	37
3.3.2. Zentrale Datenhaltung	39
3.3.3. Mischformen	41
3.3.4. Datenhaltung für Metadaten	42
3.3.5. Datenhaltung für Geodaten	48
3.4. Aufbau von Geodatendiensten	49
3.4.1. Darstellungsdienste	50
3.4.2. Downloaddienste	52
3.4.3. Suchdienste	53
3.4.4. Weitere Geodatendienste	54
3.5. Nutzung von Geodatendiensten	55
3.5.1. Geodatenrecherche	55
3.5.2. Geodatenvisualisierung und -analyse	57
3.5.3. Geodatenbearbeitung	61

3.5.4. Geodatenvertrieb	62
3.5.5. Integration mit dem E-Government	64
3.5.6. Weitergehende Anforderungen an Dienste	65
4. Ausblick	71
4.1. Technologische Trends	71
4.2. Semantische Interoperabilität	71
4.3. INSPIRE Umsetzung	73
Anhang	
Literaturverzeichnis	74
Wichtige Links	75
Abkürzungsverzeichnis	76
Abbildungsverzeichnis	78
Impressum	79

1. Einleitung

Einer Studie der TU Dresden zufolge haben über die Hälfte der Informationen in Wikipedia einen Georaumbezug [Hahmann & Burghardt, 2012]. Daten mit einer Ortsangabe – sei es eine Adresse, eine Flurstücksnummer, ein Flusskilometer oder eine geografische Koordinate (kurz „Geodaten“) – sind somit wichtige Komponenten bei vielen Entscheidungen. Die Bereitstellung von Geodaten über das Internet auf Basis von Geodatendiensten gewinnt dabei immer mehr an Bedeutung.

1.1. Ziele der Broschüre

Der nunmehr in der 3. aktualisierten Auflage vorliegende „Leitfaden für den Aufbau und den Betrieb webbasierter Geodatendienste“ liefert IT-Verantwortlichen, Entscheidern und Koordinatoren in der öffentlichen Verwaltung, aber auch Personen bzw. Institutionen 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 Geodaten 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 abholbereit für Fachverwaltungen, Wirtschaft oder Bürger 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, welche auf Bundes-, Landes- und kommunaler Ebene entstehen, ist am 15. Mai 2007 die Europäische Richtlinie 2007/2/EG *Infrastructure for SPatial InfoRmation in Europe* (INSPIRE) zum Aufbau einer Europäischen Geodateninfrastruktur in Kraft getreten. Inhaltlich wurden 34 Themenfelder, u. a. Geographische Namen, Adressen, Verkehrsnetze und Schutzgebiete identifiziert, die den

sog. Anhängen (Annexe) I bis III zugeordnet sind. Alle Stellen in Deutschland, die in öffentlichem Auftrag handeln, sind verpflichtet, ihre Geodaten, die 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 der GDI-DE Webseite (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. Einführung

2.1.1. Dienste im Internet

Das Internet und dessen Dienste (Services) sind heute grundlegender Bestandteil unseres Alltags. Es ist 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. 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.

Neben dem E-Government hat inzwischen auch das Open Government starke Einflüsse 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-Tech-

nologien ermöglicht werden soll. Ein Schwerpunkt liegt im Aufbau von „GovData“, dem Datenportal für Deutschland, das freien Zugang zu Verwaltungsdaten aller Ebenen in offenen Formaten ermöglichen soll [IT-Planungsrat, 2014]. Ein Großteil dieser Daten sind Geodaten. Deren Beschreibung erfolgt mit Metadaten, in denen INSPIRE-Metadatenstrukturen berücksichtigt werden. GovData steht zum Zeitpunkt der Drucklegung unmittelbar davor, in den Regelbetrieb überzugehen.

2.1.2. Grundlagen der Geodatenmodellierung

Die Bedeutung von Geodaten nahm in den vergangenen Jahren in den öffentlichen Verwaltungen stark zu. Mit Geodaten können Informationen der realen Welt, sogenannte Sachdaten, mit der Lage und Ausdehnung des Objektes im Raum, auch als Geometriedaten bezeichnet, 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 (Geometrie) und Informationen wie Baumart, Alter, Höhe, Pflegezustand usw. (Sachdaten).

Geodaten können in einem *Geographischen Informationssystem* (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 z. B. 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 z. B. 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.

Element	Vektordarstellung	Rasterdarstellung	Beispiel Rasterdarstellung
Punkt	x,y-Koordinate 	Pixel	Pegelmessstelle 
Linie	x,y-Koordinatenfolge 	Pixel	Fluss 
Fläche	geschlossene x,y-Koordinatenfolge 	Pixel	See 
3D-Punkt	x,y,z-Koordinatengitter 	Pixel	Schattenrelief 

Abbildung 1: Gegenüberstellung von Raster- und Vektordaten in Anlehnung an Bill (2003)

Die erstellten Datensätze bzw. 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 (Modellierung, Geometrie, Topologie, Semantik etc.) der Geodaten für die einzelnen Themen.

Die Integration von Geodaten in einzelne Fachverfahren erfolgt dabei durch die Zusammenführung von Internet-Technik und GIS-Funktionalitäten auf der Basis von Geodatendiensten.

2.1.3. Geodateninfrastrukturen

Werden Geodatendienste und die dazugehörigen Geodaten strukturiert und systematisch koordiniert sowie verwaltungsebenen- und fachübergreifend angeboten, wird dies als *Geodateninfrastruktur* (GDI) bezeichnet. Eine GDI besteht im Kern aus Geodaten (Kap. 2.1.2 Grundlagen der Geodatenmodellierung) einschließlich Metadaten zu deren Beschreibung (Kap. 2.2.3 Suchdienste, 3.3.4 Datenhaltung für Metadaten und 3.5.1 Geodatenrecherche), Geodatendiensten (Kap. 2.2 Webbasierte Geodatendienste) und Netzen. Sie wird von einer Vielzahl von Akteuren betrieben, die auf der Grundlage von Rechtsnormen, technischen Standards und Normen (Kap. 2.1.4 Standards und Normen) sowie Vereinbarungen über Zugang und Nutzung agieren. Koordinierungs- und Überwachungsmechanismen, die von verschiedenen Organisationen wahrgenommen werden, gewährleisten die Funktionsfähigkeit der Geodateninfrastruktur.

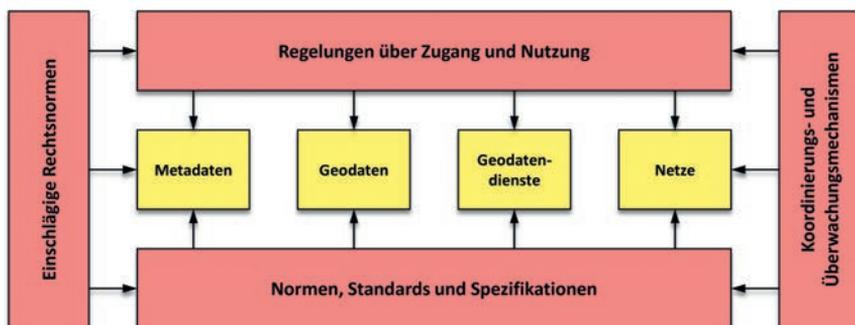


Abbildung 2: Komponenten und Rahmenbedingungen einer Geodateninfrastruktur aus „Architektur der GDI-DE – Ziele und Grundlagen“

Das Europäische Parlament verabschiedete zum Aufbau einer europäischen GDI die INSPIRE-Richtlinie (INfrastructure for SPatial InfoRmation in the European Community). Diese wurde von den Mitgliedsstaaten in nationales Recht umgesetzt, in Deutschland in der Regel in den Vermessungs- und Geoinformationsgesetzen des Bundes und der Länder. Die GDI Deutschland (GDI-DE) wird in Kooperation von Bund, Ländern und Kommunen finanziert und betrieben. Die GDI-Initiativen der Länder wiederum unterstützen die GDI-Aktivitäten der Kommunen und sind untereinander und mit der GDI-DE vernetzt.



Abbildung 3: GDI-Hierarchie in Deutschland aus „Architektur der GDI-DE – Ziele und Grundlagen“

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 Content 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 oder weniger intensiv in die jeweiligen E-Government-Infrastrukturen (z. B. zentrale Plattformen, Content Management Systeme, IT-Sicherheitsmechanismen etc.) 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 erschließt. So bieten manche Geoportale den geo-

datenhaltenden Stellen die Dienstleistung an, Geodatendienste zu registrieren, diese mit INSPIRE-Metadaten anzureichern und daraus INSPIRE-Downloaddienste zu generieren oder eigene Kartenapplikationen zu entwickeln, um diese in externe Websites zu integrieren.

Eine Liste mit Hyperlinks zu Geoportalen befindet sich im Anhang „Wichtige Links“.

2.1.4. Standards und Normen

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 Abstimmungsgremium. Ein Standard wird nicht offiziell national oder international herausgegeben, wie dies bei Normen der Fall ist. Einen regulären Ablauf der Entstehung wie in der Normung gibt es nicht.

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 Austausch und die Bereitstellung von Geodaten und zugehörigen Diensten über ein Netzwerk zu erstellen. Die Fähigkeit, Daten auf Basis von Standards und Normen medienbruchfrei über Systemgrenzen hinweg auszutauschen, wird auch als *Interoperabilität* bezeichnet.

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.

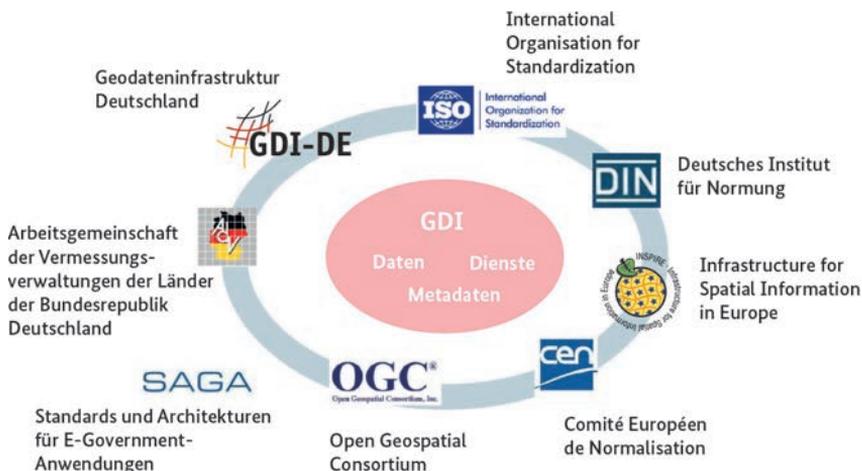


Abbildung 4: Überblick über Standardisierungs- und Normungsgremien

Im Standardisierungsumfeld sind weitere nationale Organisationen tätig. Eine zentrale Stelle nimmt die IT-Steuerung des Bundes durch das *Bundesministerium des Innern* (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 publizieren ebenfalls für ihre Verwaltungen verbindliche E-Government-Standards, 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 *Koordi-*

nierungsstelle für IT-Standards (KoSIT) unterstützt. Die KoSIT koordiniert die Entwicklung und den Betrieb von IT-Standards für den Datenaustausch in der öffentlichen Verwaltung (XÖV-Standards).

Die Normen und Standards von ISO und OGC werden kontinuierlich weiterentwickelt, so dass mit der Zeit, ähnlich wie bei weit verbreiteter Software, unterschiedliche Versionen genutzt werden. Zudem enthalten viele Standards Gestaltungsfreiräume. Dadurch erhöhen sich die Einsatzmöglichkeiten der Standards. Gleichermäßen 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, die Interoperabilität zu verbessern.

Ein weiteres Problem besteht bei Anwendungsfällen, für die noch keine einsatzreifen Spezifikationen existieren.

Innerhalb der *Geodateninfrastruktur Deutschland* (GDI-DE) 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.

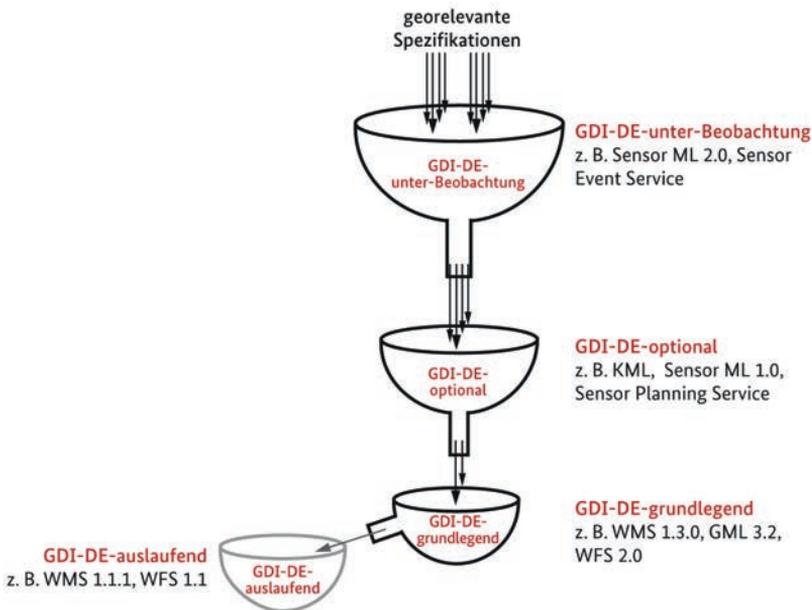


Abbildung 5: Kategorisierung von Standards anhand ihres Reifegrads

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.

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 Be-

rücksichtigung 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 (www.gdi-de.org) veröffentlicht.

2.2. Webbasierte Geodatendienste

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

2.2.1. Darstellungsdienste

Darstellungsdienste dienen einer netzgebundenen Kartenpräsentation von Geodaten in Form eines Bildes, wobei auf zwei Standards des OGC zurückgegriffen wird. Darstellungsdienste helfen, eine Orientierung im Raum sowie eine Navigation von Nutzern in Geoportalen zu unterstützen und werden hierfür zur Hintergrunddarstellung eingesetzt.

Web Map Service

Der OGC-*Web Map Service* (WMS) ist 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.

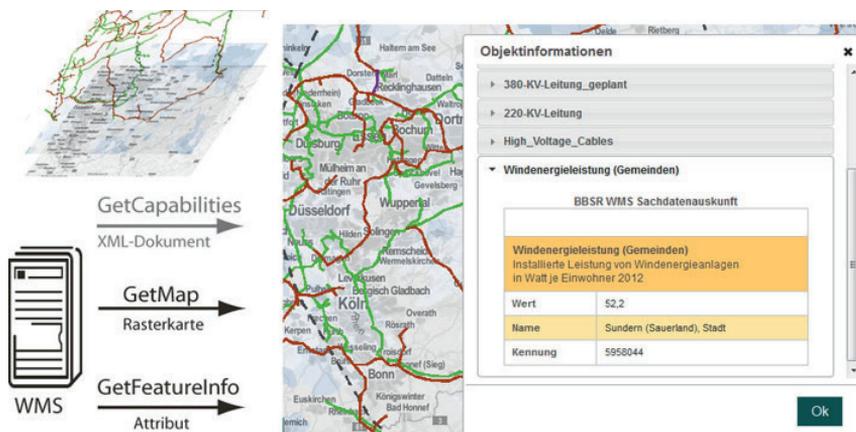


Abbildung 6: Web Map Service (WMS)

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-Dokumentes, 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-Dokumentes 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 *GetMap*-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&LAYER_S=adv_alk&STYLES=,&CRS=EPSG:25832&BBOX=456923.872,559010.9.300,457508.413,5590671.583&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 jpg

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“ [Geschäftsstelle Geodateninfrastruktur Bayern, 2014] verwiesen sowie auf die Spezifikationen der jeweiligen OGC-Standards (siehe Anhang „Wichtige Links“).

- Die optionale *GetFeatureInfo*-Operation dient dazu, festgelegte Sachinformationen, so genannte Attribute, einzelner Geobjekte (engl. features) zu einer mittels Parametern übergebenen Kartenposition abzufragen.

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. Dadurch ist es möglich, ohne einen eigenen Darstellungsdienst aufbauen zu müssen, fachbezogene Darstellungen in eigenen Systemen einzusetzen. Mit einer Operation *GetLegendGraphic* wird eine Legende im angefragten Stil ausgegeben.

Web Map Tile Service

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 Maßstabsebenen berechnet, zu einem Kachelset (Tile Set) zusammengesetzt und sind direkt performant über das Filesystem ansprechbar. Wie bei einem WMS können die Operationen des Dienstes über Schlüssel-Wert-Paare (key-value-pairs) und HTTP GET oder POST aufgerufen werden, zusätzlich wird eine RESTful-Schnittstelle zur Nutzung eines WMTS angeboten. Pro Darstellung und Koordinatenreferenzsystem müssen die Kacheln jeweils gespeichert werden, wodurch ein größerer Speicherbedarf notwendig sein kann. Ein Nutzer hat entgegen dem WMS keine Möglichkeit, die Kartenpräsentation während der Laufzeit individuell zu bestimmen. Moderne Geoportale und GIS bieten eine Schnittstelle, um WMTS-Dienste einzubinden.

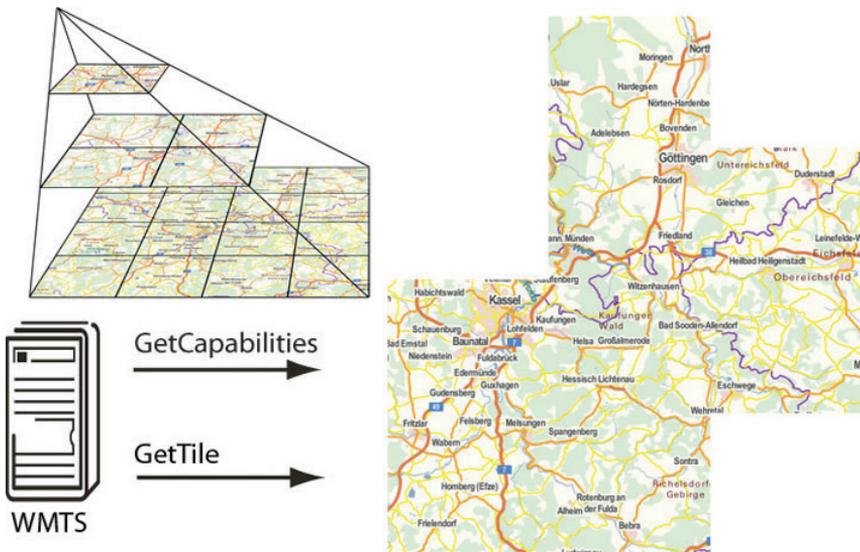


Abbildung 7: Web Map Tile Service (WMTS)

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 ebenfalls optional und dient ebenfalls einer Ausgabe von festgelegten Sachinformationen zu einer angegebenen Kartenposition.

INSPIRE Darstellungsdienste

Die INSPIRE-Richtlinie stellt weitergehende Anforderungen an sogenannte INSPIRE Darstellungsdienste (engl. View Services), die sich mit den OGC-Standards WMS und WMTS technisch umsetzen lassen. Die Darstel-

lungsdienste 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.

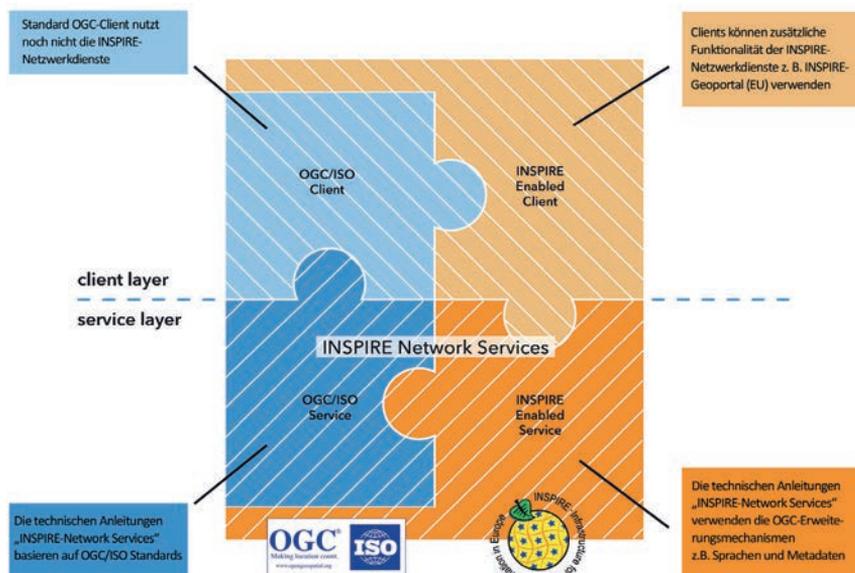


Abbildung 8: INSPIRE Network Services und OGC-Geodatendienste

2.2.2. Downloaddienste

Web Feature Service

Die Funktionalität eines WMS beschränkt sich auf die graphische Darstellung von Geodaten in Form von statischen Karten oder Bildern. Dem Nutzer eines WMS-Dienstes steht somit nur so viel Information zur Verfügung, wie er visuell aus der Kartendarstellung ableiten kann. Für Anwendungen, die über eine reine Kartendarstellung hinausgehen, reicht dieser Informationsgehalt nicht aus. Mit dem *Web Feature Service* (WFS) besteht die Möglichkeit, auf die zugrunde liegenden Objekte zuzugreifen,

also auf die Daten selbst. Ein WFS bezieht sich ausschließlich auf Vektordaten. Diese Daten kann der Nutzer visualisieren, analysieren oder in anderer Form weiterverarbeiten. Neben einem lesenden Zugriff (*simple WFS* und *basic WFS*) ist optional auch ein schreibender Zugriff (*transactional WFS* bzw. *locking WFS*) möglich, d. h. Daten können sofort eingefügt, bearbeitet und entfernt werden.

Ein voll ausgebauter, standardkonformer WFS 2.0 bietet verschiedene Operationen, mit deren Hilfe man geographische Objekte einfügen, aktualisieren, löschen, abfragen und finden kann.

Ein *simple WFS* unterstützt die folgenden Operationen:

- Der *GetCapabilities*-Request liefert Eigenschaften über den Dienst zurück (siehe WMS in 2.2.1 Darstellungsdienste).
- Die *DescribeFeatureType*-Antwort beschreibt die Struktur (Datenmodell) des Objekttyps (FeatureType).
- Mit der *GetFeature*-Anfrage werden Features (Objekte) eines Datensatzes angefordert.
- Die *ListStoredQueries*-Anfrage 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 werden in einem *basic WFS* durch den *GetPropertyValues*-Request ergänzt, welcher Attributwerte einzelner Feature Instanzen abfragt.

Ein *transactional WFS* 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 2.2.1 genannten Beispielanfragen an einen WMS entnommen werden. Weitere Details finden sich in der aktuellen WFS-Spezifikation des OGC.

Als Abfragesprache für die verschiedenen Anfragen an einen WFS dient der Filter Encoding Standard 2.0. Dieser erlaubt es beispielsweise die *Get-Feature*-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. 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 sehr weit verbreitet.



Abbildung 9: Web Feature Service (WFS)

Web Coverage Service

Ein *Web Coverage Service* (WCS) liefert Geodaten, die Phänomene mit räumlicher 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*, *DescribeCoverage* und *GetCoverage*.

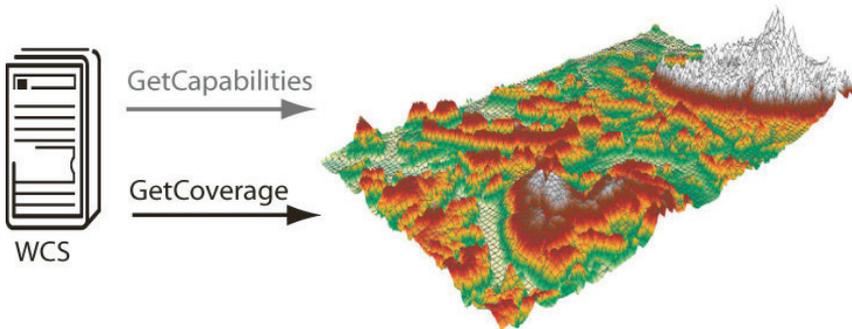


Abbildung 10: Web Coverage Service (WCS)

INSPIRE Downloaddienste

Die Technical Guidance for the implementation of INSPIRE Download Services [Initial Operating Capability Task Force, 2013] sieht derzeit zwei Varianten zur Bereitstellung von INSPIRE Downloaddiensten vor:

- Ein einfacher INSPIRE Downloaddienst stellt vordefinierte Datensätze bereit („pre-defined dataset download service“). Die vordefinierten Datensätze können vom Nutzer nur in vollem Umfang, d. h. ohne individuelle Auswahlmöglichkeit, heruntergeladen werden. Technisch wird der einfache INSPIRE Downloaddiensten über einen WFS 2.0 oder einen ATOM-Feed bereitgestellt.
- Ein Direktzugriffs-Download Service („direct access download service“) erlaubt Nutzer-gesteuerte Abfragen und stellt somit eine vollwertige Datenaustauschnittstelle im Sinne einer SOA dar. Technisch wird der Direktzugriffs-Download Service im Falle der Bereitstellung von Vektordaten über einen WFS 2.0 (Filter Encoding 2.0) bereitgestellt. Für die Bereitstellung von Rasterdaten und Sensordaten gibt es derzeit noch keine Empfehlungen auf europäischer Ebene, entsprechende Ergänzungen des Technical Guidance Dokumentes befinden sich jedoch in der Vorbereitung.

Bei der Verwendung von OGC-Standards (wie dem WFS) ist eine Erweiterung des Dienstes ähnlich wie bei den Darstellungsdiensten notwendig, um die Anforderungen aus der INSPIRE-Verordnung zu Netzdiensten [Europäische Kommission, 2009] an INSPIRE Download Services zu erfüllen (Bsp. Mehrsprachigkeit).

2.2.3. Suchdienste

Catalog Service for the Web

Der *Catalog Service for the Web* (CSW) erfüllt innerhalb einer GDI eine zentrale Aufgabe, da er bei der Publikation und Vernetzung von Metadaten im Web als Such- und Sammeldienst fungiert. Es handelt es sich um eine standardisierte Schnittstelle, die Datenbeschreibungen in Form von Metadaten ausgibt. Über eine *GetCapabilities*-Anfrage werden die Eigenschaften der Katalogschnittstelle ausgegeben, per *GetRecordById* können gezielt einzelne Metadaten anhand des eindeutigen Identifikators angesprochen werden. Ein *GetRecordsRequest* ermöglicht mit einer Anfrage die Ausgabe mehrerer Daten. Aufgrund der Komplexität ist es sinnvoll, für die Kommunikation mit einem CSW auf eine webbasierte Suchoberfläche zurückzugreifen. Dem Nutzer wird so eine Recherche in den Geodatenkatalogen ermöglicht, auch wenn nur limitierte Kenntnisse zu den Geodaten vorliegen. Im Geodatenkatalog.de der GDI-DE sind die CSW-Schnittstellen verschiedener Kataloge von Bund, Ländern und Kommunen eingebunden, so dass z. B. eine bundeslandübergreifende Recherche (verteilte Suche) möglich ist.

Das *Harvesting* (wörtl. ernten) stellt eine Grundfunktionalität dar. Hierbei werden Daten aus den einzelnen Katalogen in das anfragende System überführt. Maßgebend hierfür sind der Metadatensatz-Identifikator und das hinterlegte Datum der letzten Änderung am Metadatensatz. Hierdurch wird auch gewährleistet, dass der Datensatz im anfragenden Katalog aktualisiert wird. Die Metadaten dürfen nur im originären System geändert werden. Über eine Filterfunktion können thematische, räumliche und zeitliche Selektionen erfolgen.

Als einziger Katalogdienst in Deutschland muss der CSW des Geodatenkatalog.de die Anforderungen an einen Suchdienst im Sinne von INSPIRE erfüllen. Für alle angeschlossenen Kataloge der GDI-DE ist es ausreichend, wenn die enthaltenen Metadaten die relevanten ISO-Standards, unter Berücksichtigung der GDI-DE Konventionen, einhalten.

Was suchen Sie? Wo suchen Sie?

Umweltgerechtigkeit Integrierte Mehrfachbelastung Umwelt (Umweltatlas)

Bewertung der Integrierten Umweltbelastung innerhalb des Modellvorhabens "Umweltgerechtigkeit im Land Berlin".

Thematik: health
 Schlüsselwörter: Human health and safety, Gesundheit, Soziales, Umwelt, Karten, Geodaten, Berlin, Umweltgerechtigkeit, Kernindikator, LOR, Themenfeld, Umweltbelastung, Modellvorhaben, Wohnumfeldbedingung, Bewertung, Monitoring Soziale Stadtentwicklung, Sozialer Status, Indikatoren, Bevölkerung, Gesundheit, Lebensweltlich orientierte Räume, Planungsraum, Planungsraume, FLR, Luft, Lärm, Biot Klima, Gesamtbewertung, integrierend, Bewertungsindex, Arbeitslosigkeit, Dynamik, Strasse

Sprache: Deutsch
 Durchschnittliche Bewertung: ★★★★★
 Anbieter: Senatsverwaltung für Stadtentwicklung und Umwelt Berlin

Details	Kontakt	Beschränkungen	Kommentare
Status			
Datum der Erstellung:	2015-03-30		
Datenqualität:	- Strategische Lärmkarten 2012, SenStadtUm IX C - Daten zur Luftbelastung 2009, SenStadtUm IX C - Umweltatlas: Karten des Klimamodells, Ausgabe 2009, SenStadtUm III D - Stadtentwicklungsplan (SIEP) Klima 2011, SenStadtUm I A - Versorgungsanalyse für die städtische Versorgung mit Grünflächen (MAG), Stand 2012, SenStadtUm IC		
Zusatzinformation			
Maßstab:	50000		
Identifikator:	43eb585e-419e-32b2-92c1-7dc0e4475ed8		
Referenzsystem:	EPSG:25833		

Abbildung 11: Darstellung von Suchergebnissen des Geodatenkatalog.de im Geoportal.de

2.2.4. Weitere Geodatendienste

Auf alle in diesem Leitfaden beschriebenen Geodatendienste greift man über die URL des Dienstes mit den entsprechenden Key-Value Paaren zu. Beispielanfragen sind in Kapitel [2.2.1 Darstellungsdienst](#) enthalten. Detaillierte Anfrageparameter für die hier beschriebenen Dienste entnehmen Sie bitte der OGC-Spezifikation des jeweiligen Dienstes (siehe Anhang „Wichtige Links“).

Web Feature Service Gazetteer

Der *Web Feature Service Gazetteer* (WFS-G) oder kurz *Gazetteer Service* lehnt sich in seiner Funktion an den Web Feature Service an. Ein WFS-G schafft den Zugang zu raumbezogenen Daten über geographische Namensverzeichnisse (engl. 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.

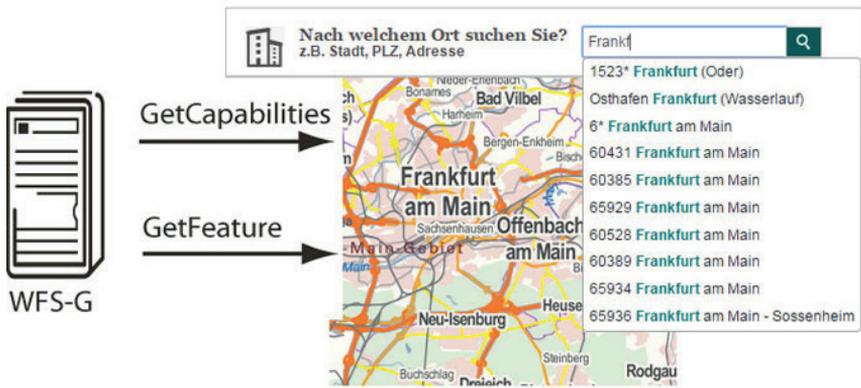


Abbildung 12: Web Feature Service Gazetteer (WFS-G)

Anfangs wurde der WFS-G nur für digitale Namensverzeichnisse mit Punktkoordinaten eingesetzt. Mehr und mehr werden nun auch Objekte mit Linien- oder Flächengeometrien abgebildet. 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.

Web Coordinate Transformation Service

Der *Web Coordinate Transformation Service* (WCTS) ist ein Webservice, der auf Grundlage von festgelegten Transformationsparametern Koordinaten zwischen Referenzsystemen umrechnet, z. B. von der Universalen-Transversalen-Mercator-Projektion in die Gauß-Krüger-Projektion. Notwendig ist dieser Service, da oftmals Geodaten aus verschiedenen Quellen zusammengeführt werden müssen. Die Umrechnung erfolgt zur Laufzeit der Anfrage. Dadurch können Geodaten in Geodateninfrastrukturen in ihren originären Referenzsystemen gehalten werden. Ausschlaggebend für eine Haltung der Daten in mehreren Referenzsystemen sind ansonsten besondere Anforderungen an die notwendige Genauigkeit und Performanz.

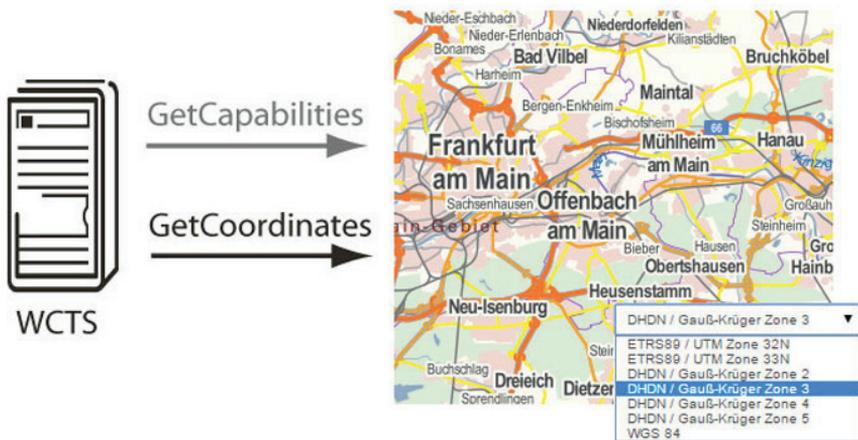


Abbildung 13: Web Coordinate Transformation Service (WCTS)

Web Terrain Service

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. Derzeit liegt die Spezifikation des WTS als Entwurf beim OGC vor.

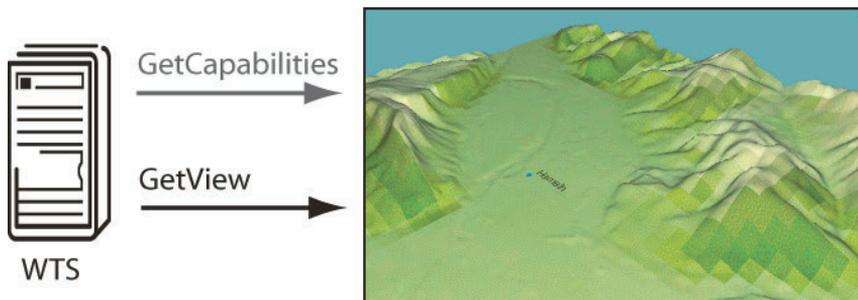


Abbildung 14: Web Terrain Service (WTS)

Web Processing Service

Ein *Web Processing Service* (WPS) ist eine Möglichkeit, Rechenprozesse, die üblicherweise in GIS bekannt sind, mittels Internettechnologien als Geodienst 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 Geodienst 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.

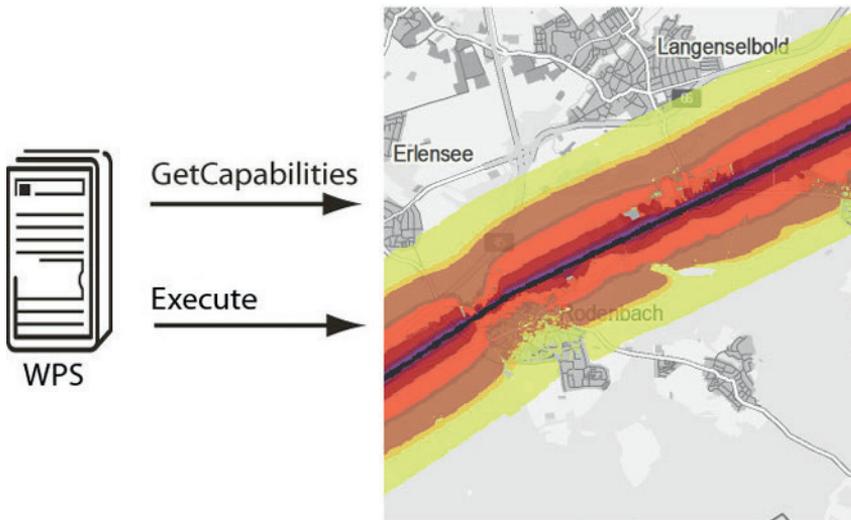


Abbildung 15: Web Processing Service (WPS)

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

Sensor Observation Service

Der *Sensor Observation Service* (SOS) ist ein Geodatendienst zur Abfrage von Echtzeit-Sensordaten und Sensordatenzeitreihen. Die Sensordaten umfassen Beschreibungen der Sensoren sowie deren Messwerte. Die Beschreibung der Sensoren wird in der *Sensor Model Language* (SensorML) kodiert, während die eigentlichen Messwerte in dem *Observations & Measurements* (O&M) Format ausgetauscht werden. Der Webservice sowie beide Datei-Formate sind offene OGC-Standards. Der SOS kann sowohl In-situ- als auch Fernerkundungsdaten zur Verfügung stellen.

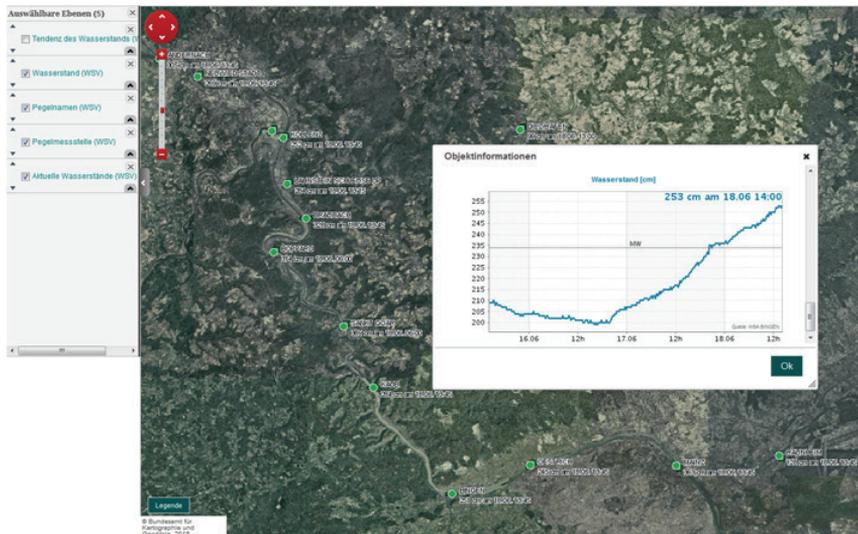


Abbildung 16: Sensor Observation Service (SOS)

3. Bereitstellung von Geodatendiensten

Im folgenden Kapitel werden Hinweise zum praktischen Vorgehen beim Aufbau und Betrieb einzelner Geodatendienste gegeben. Dabei werden im Wesentlichen Geodatendienste aufgegriffen, die bereits im Abschnitt 2.2 des Leitfadens im Hinblick auf Funktionalität und Einsatzmöglichkeiten beschrieben wurden.¹

Geodatendienste erfüllen keinen Selbstzweck, sie sind vielmehr das Fundament für die automatisierte Beantwortung raumbezogener Fragestellungen, wie sie u.a. im Rahmen amtlicher Fachverfahren auftreten, z. B.: „Wie hoch ist der Bodenrichtwert in einem bestimmten Areal?“ oder „Wo liegen Schutzgebiete, die einem bestimmten Nutzungszweck entgegenstehen?“. Im Abschnitt 3.5 werden deshalb Aspekte der Einbettung der Dienste in technische Betriebsumgebungen, übergreifende *Geodateninfrastrukturen* (GDI) und *E-Government*-Anwendungen aufgegriffen.

3.1. Einführung

„Wie kann ich meine Geodaten über Dienste im Inter- oder Intranet bereitstellen und welche Dinge müssen dabei berücksichtigt werden?“ Dies ist eine häufig gestellte Frage, die sich im Zusammenhang mit dem Aufbau und Betrieb von Geodatendiensten ergibt. Die Motivation zum Aufbau von Geodatendiensten kann vielfältig sein, etwa

- organisatorische und rechtliche Vorgaben, wie z.B. INSPIRE (*Infrastructure for Spatial Information in Europe*, rechtskräftige EU-Richtlinie), die Geodatenzugangsgesetze des Bundes und der Länder, welche der Umsetzung der INSPIRE Richtlinie dienen und die Verwaltungsvereinbarung GDI-DE (*Geodateninfrastruktur Deutschland*) zwischen dem Bund und den Ländern.
- geschäftliche Anforderungen, wie die Verbesserung von Verwaltungsverfahren, effiziente Bearbeitung von fachlichen Aufgaben-

¹ Hinweis: Die in diesem Leitfaden genannten Kosten und Zeitaufwände sind nicht verbindlich. Sie ergeben sich aus Erfahrungen sowie Schätzungen und sollen nur einen groben Eindruck über Kosten und Zeitaufwand vermitteln.

stellungen, Steigerung des Geodatenvertriebs oder schlicht die Reduzierung der Heterogenität von Produkt- und Datenlandschaften.

- allgemeine politische Zielsetzungen, wie die Steigerung der Transparenz des Verwaltungshandelns, der Bürgerfreundlichkeit und Bürgerbeteiligung, der Verbesserung der Wirtschaftsförderung oder generell der Attraktivität einer Region.

Vor der Implementierung eines Geodatendienstes ist es somit sinnvoll, sich Klarheit über den Zweck des Dienstes und seine eventuelle Rolle im Sinne übergeordneter Ziele und/oder Architekturen und Infrastrukturen der Organisation zu verschaffen. Mit einem vorausschauenden Konzept können neu aufkommende Aufgaben, wie die Ergänzung weiterer Dienste (vgl. Abschnitt 3.4) oder die Unterstützung von E-Government-Anforderungen (vgl. Abschnitt 3.5) berücksichtigt werden.

Dienste bilden die Grundlage für die Entwicklung von Anwendungen in *serviceorientierten Architekturen* (SOA), indem sie einen einheitlichen Zugriff auf verteilt vorliegende Ressourcen (Daten und Funktionalitäten) ermöglichen. Die Dienste können untereinander in Interaktion treten, zu prozessualen Mehrwertdiensten kombiniert („orchestriert“) und auf Basis standardisierter Schnittstellen und Protokolle in Anwendungen und Fachverfahren integriert werden. Eine derartige offene „Dienstelandschaft“ kann schrittweise angepasst und erweitert werden. Der dienstorientierte Ansatz bildet somit den Rahmen, um hinsichtlich sich wandelnder gesetzlicher, organisatorischer und technischer Bedingungen eine hohe Flexibilität und Agilität zu sichern.

Eine wichtige Anforderung an einen Dienst ist dessen Interoperabilität. Nur ein Dienst, der interoperabel betrieben wird, lässt sich ohne großen Aufwand in andere Fachverfahren, beispielsweise anderer Behörden oder Wirtschaftsunternehmen, integrieren. Seitens der GDI-DE werden hierzu entsprechende Standards empfohlen (vgl. Abschnitt 2.1). Weitere Erläuterungen zum Aufbau interoperabler Dienste und Anwendungen im Kontext einer deutschlandweiten Geodateninfrastruktur enthält das Dokument „Architektur der GDI-DE – Technik“ sowie die Handlungsempfehlungen des AK Geodienste. Ob ein implementierter Dienst diese Vorgaben und Empfehlungen einhält, kann mit der GDI-DE Testsuite (testsuite.gdi-de.org) geprüft werden.

3.2. Planung

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; ggf. auch über den klassischen Geo-Anwendungsbereich hinaus, wie z. B. eine Einbettung in eine übergreifende SOA-Plattform?
- Welche Inhalte und Schnittstellen müssen entsprechend bereitgestellt werden?
- Welche funktionalen Anforderungen bestehen an den Dienst, z. B. Sachdatenabfrage, benutzerdefinierbare Legende und Editierbarkeit?
- Welche organisatorischen und rechtlichen Rahmenbedingungen sind zu beachten?
- Welche nichtfunktionalen Anforderungen bestehen an den Dienst, z. B. Verfügbarkeit, Performance, Sicherheit und Skalierbarkeit?
- Welche technischen Voraussetzungen und Anforderungen sind zu beachten, wie beispielsweise zugrunde liegende Geodatenbank und Datenmodell, ggf. separat anzubindenden Sachdatenbanken aus Fachverfahren, GIS-Software, Geodaten-Server-Software und unterstützte Schnittstellen (WMS, WFS, etc.)?
- Welche formalen Rahmenbedingungen sind zu beachten, wie z. B. Sicherheitsrichtlinien, Datenschutz, Nutzungsrechte und Copyrights?
- Sind lizenzrechtliche Fragen für Daten Dritter zu klären?

Darüber hinaus sind weitere Fragen, die klassischen Aufgaben des Projektmanagements aller IT-Projekte, zu klären:

- Welche finanziellen und personellen Ressourcen stehen zur Verfügung?
- Welches Know-how wird benötigt?
- Welche Schulungsmaßnahmen sind notwendig?
- Welche Software und Hardware sind erforderlich?
- Wie werden Softwaretests und -abnahmen durchgeführt?
- Wie werden Betrieb und Wartung gesichert?

Hilfestellung bieten dabei Vorgehensmodelle, wie beispielsweise das V-Modell (<http://www.v-modell-xt.de>) und die umfangreich vorhandene Fachliteratur zu diesem Thema.

Kosten

Internetanwendungen laufen meist auf virtuellen Servern, die von kommunalen, Landes- oder Bundesrechenzentren bzw. von privaten *Internet Service Providern* (ISP) betrieben werden. Die Anschaffungskosten für die Hardware werden in der Regel auf die Betriebskosten angerechnet. In Abhängigkeit von den einzuhaltenden gesetzlichen Bestimmungen und der Ausfallsicherheit variieren die Kosten sehr stark. So können private ISP einfache virtuelle Server schon für unter 100 Euro pro Monat anbieten. Der Betrieb von Servern in einem Landesnetz, in dem bestimmte Sicherheitskriterien eingehalten werden müssen, kann mit mehreren 1000 Euro pro Monat zu Buche schlagen.

Die Softwarekosten können sich zwischen 0 Euro bei Open-Source-Produkten und mehreren 10.000 Euro, z. B. bei Lizenzkosten für ein kommerzielles Produkt; ggf. zzgl. Lizenzkosten für eine Datenbank, bewegen. Der Zeitaufwand (Personalkosten) ist stark von der Komplexität der Anwendung hinsichtlich Daten und Funktionalität sowie eventuellen Skalierungsmaßnahmen für eine gute Performanz abhängig.

3.3. Datenhaltung

Grundlage für die Entwicklung und Bereitstellung von Geodatendiensten sind die Daten – wie Metadaten und Geodaten – mit oder ohne Sachdaten. Sie werden in der Regel in Datenbanken, teilweise aber auch in Dateisystemen gehalten. In diesem Leitfaden sind Aufbau und Pflege von Geodatenbanken nicht Gegenstand der Betrachtung. Dennoch sollen hier die grundlegenden Möglichkeiten zentraler und dezentraler Datenhaltung erläutert werden. Dies ist im Kontext dieses Dokuments sowohl für die Verwaltung von Metadaten als auch von Sekundärgeodaten relevant, auf deren Grundlage Geodatendienste aufgesetzt werden.

Für die Bereitstellung von Diensten, die Sekundärzwecken dienen – also nicht der Bearbeitung der primären Fachaufgabe – *wird dringend empfohlen, eine Trennung von den primären Produktionssystemen einzurichten*. Zu groß ist die Gefahr von negativen Wechselwirkungen des Produktionsbetriebs im jeweiligen Verfahren und der Nutzung durch die (teilweise) unbekanntem Nutzer und Anwendungen für beide Seiten. Sinnvoll ist dagegen die Implementierung eines Sekundärdatenbestandes für den Dienst. Dieser Sekundärbestand muss regelmäßig möglichst automatisch aus dem Primärverfahren aktualisiert werden. Dadurch kann ggf. auch gewährleistet werden, dass vorhandene sensible Teildatenbereiche aus dem Primärsystem für die Übertragung gefiltert und öffentlichen Nutzern des Dienstes erst gar nicht zugänglich gemacht werden.

Der Aufbau von Sekundärdatenbeständen kann mit erheblichem finanziellem Mehraufwand für Hardware und Software-Lizenzen verbunden sein. Die Notwendigkeit zur Kostenoptimierung legt es daher nahe, die Sekundärdaten übergreifend in einem zentralen System zusammenzuführen. Durch diese Zentralisierung der Sekundärdatenbestände können Synergien bei der Hard- und Softwarebeschaffung, Wartung und der Umsetzung von nichtfunktionalen Anforderungen der Anwender und Anwendungen wie Service Levels, Performance (Load Balancing) oder IT-Sicherheit ausgeschöpft werden. Dem gegenüber steht ein erhöhter Abstimmungsbedarf und damit einhergehend ein gewisser Verlust an Flexibilität. Beide Architekturen haben daher ihre Berechtigung und sollen im Folgenden gegenüber gestellt werden.

3.3.1. Dezentrale Datenhaltung

Die dezentrale Datenhaltung ist gekennzeichnet durch die Existenz vieler separater Datenbestände an unterschiedlichen Stellen. Obwohl in jüngster

Zeit (auch) in der öffentlichen Verwaltung ein zunehmender Trend zur Konsolidierung von IT-Landschaften in zentralen Service Centern zu beobachten ist, erfolgt die Haltung von behördlichen Daten häufig dezentral, z. B. in der jeweils fachlichen Zuständigkeit einer Behörde. Selbst bei räumlicher Zusammenführung der Datenbestände an zentraler Stelle, wie in einem Rechenzentrum oder einem Service Center werden die Daten logisch getrennt verwaltet. D. h. Datenbestände werden in eigenständigen Datenbanken und auf eigenständigen Servern der jeweiligen Fachverfahren oder Behörden gehalten. Ein Datenaustausch mit anderen Datenbanken erfolgt häufig durch Export-Import-Mechanismen oder bestenfalls durch *Replikation*, also Integration auf technisch „niedrigem“ Niveau, siehe Abbildung 17.

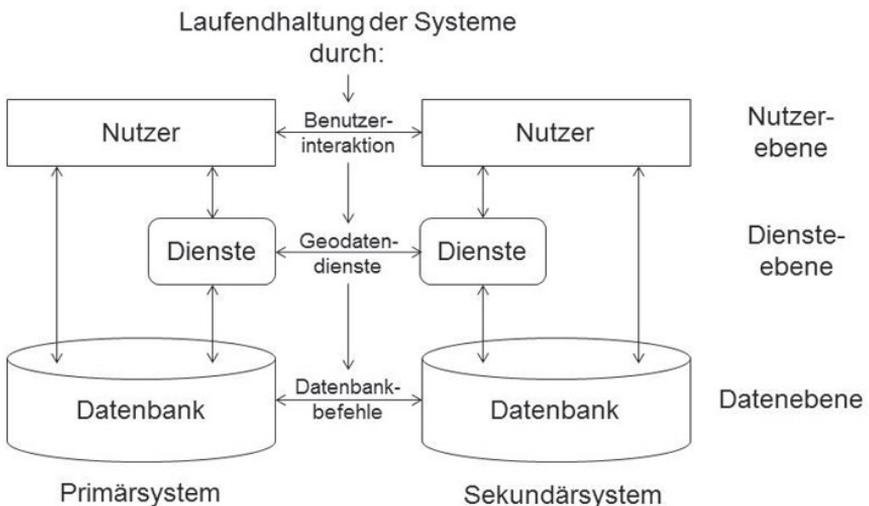


Abbildung 17: Integrationsmöglichkeiten auf unterschiedlichem Niveau

Die Überwindung der logischen Trennung von Systemen und Datenbeständen bei gleichzeitiger Integration einer Business-Logik bzw. von Prozessen zu ermöglichen war Ausgangspunkt für die Entwicklung des *serviceorientierten Paradigma* in der IT. Eine Dienste-Architektur mit dezentraler Datenhaltung ist somit gekennzeichnet durch räumlich und/oder logisch getrennte Datenbestände, auf deren Basis Dienste aufgesetzt werden, die sich durch Einhaltung von Standards miteinander verknüpfen und kombinieren lassen (vgl. Abbildung 18). Voraussetzung hierfür ist die *Interoperabilität* der Dienste.

Register (z. B. Metadateninformationssysteme) ermöglichen dem Nutzer die Quellen der verschiedenen Dienste zu ermitteln. Für eine dezentrale Datenhaltung ist ein Eintrag in ein Register erforderlich. Der Aufbau oder die Nutzung einer Geodatendienste erzeugenden IT-Struktur ist für jeden Anbieter erforderlich. Sofern diese Technologie bereits vorhanden ist (z. B. für interne Zwecke) ist der Aufwand zur Erzeugung externer Geodatendienste nicht mehr allzu groß. Werden Geodatendienste noch nicht angeboten, sind Investitionen in Personal und IT-Technik unumgänglich.

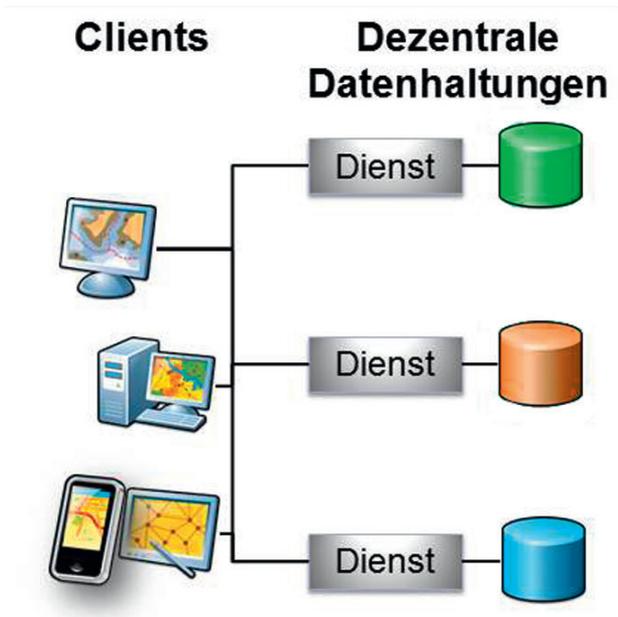


Abbildung 18: Dienste-Architektur mit dezentraler Datenhaltung

3.3.2. Zentrale Datenhaltung

Im Unterschied zur dezentralen Datenhaltung werden bei zentraler Datenhaltung sämtliche Daten in einer Datenbank gehalten. Alle Dienste werden über einen (einzigen) Dienste-Server aus dieser Datenbank heraus erzeugt (vgl. Abbildung 19). Es besteht eine 1:1-Beziehung zwischen Datenbank, Dienste-Server und ggf. auch den darauf aufsetzenden Applikationsservern für beispielsweise Geodatenkataloge, Kartenviewer und weitere Anwendungen. Zuständig für Betrieb, Wartung und Pflege der Datenbank und des Dienste-Servers ist eine zentrale Stelle, in der Regel ein Rechen- oder Service-Zentrum. Die Konfiguration der Dienste wird durch die Fach-

verantwortlichen vorgegeben und entweder durch die zentrale Stelle oder durch die Fachstelle über einen Online-Zugriff auf den Dienste-Server umgesetzt.

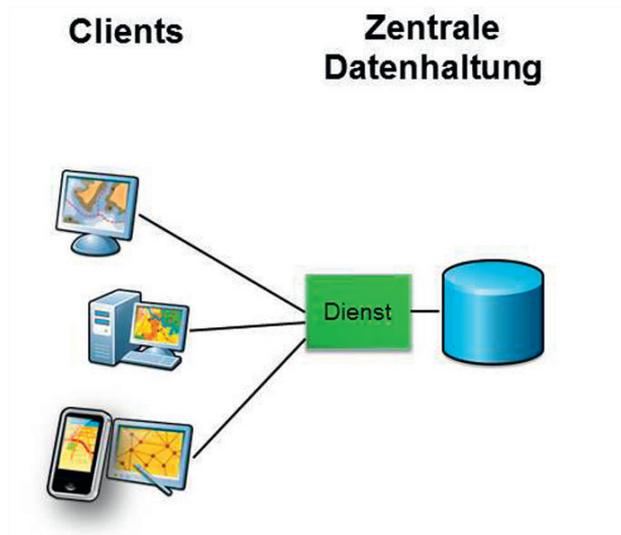


Abbildung 19: Dienste-Architektur für zentrale Datenhaltung

Zentrale Datenbanken können sowohl für die Datenerfassung als auch für die Auskunft aufgesetzt werden. Die in Abschnitt 3.3 einleitend beschriebene Trennung von Primär- und Sekundärdatenbanken, d. h. Erfassung und Pflege gegenüber Auskunft und Analyse, wird für zentrale Datenbanken gleichermaßen dringend empfohlen.

Wie Abbildung 19 bereits andeutet, blendet die zentrale Datenhaltung die verteilten Datenbanken der Datenerzeuger völlig aus. Der automatische Abgleich verschiedenartiger Datenbanken lässt sich technisch kaum – oder nur mit erhöhten administrativen Aufwand – realisieren. Gerade in Zeiten der Big Data (z.B. hochauflösende Luftbilder) ist es kaum mehr möglich, eine zentrale Datenbank im Betrieb aktuell zu halten. Demgegenüber sind die klaren Vorteile hervorzuheben. Aus Nutzersicht gibt es einen Anbieter für alles. Die Datenerzeuger müssen nicht in die Geodatendienste erzeugende IT-Technik und Knowhow investieren.

3.3.3. Mischformen

Als Mischform werden Lösungen bezeichnet, die durch Kombination von dezentralen Primärdaten- und zentraler Sekundärdatenhaltung gekennzeichnet sind. Während die Erfassung und Pflege sowie die Bearbeitung der primären Fachaufgaben dezentral erfolgt, wird für die Bereitstellung von Auskunft- und Analysefunktionalität über Dienste ein zentraler Datenbestand aufgebaut. Die Übernahme der dezentralen Datenbestände in die zentrale Datenbank kann dabei über Schnittstellen oder auch über automatisierte Verfahren erfolgen.

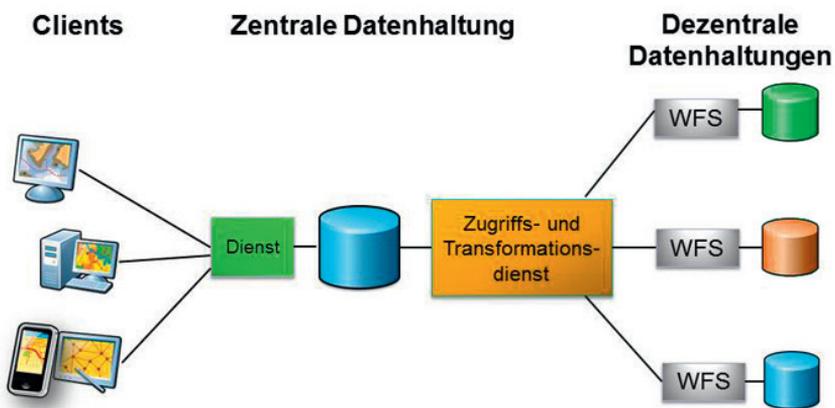


Abbildung 20: Gemischte Datenhaltung

Die Konfiguration der Dienste wird wie bei zentraler Datenhaltung durch die Fachverantwortlichen vorgegeben und in der Regel durch die zentrale Stelle umgesetzt. Diese Lösung eignet sich immer dann, wenn die dezentralen Stellen aufgrund schlechter Netzanbindung oder sicherheitstechnischer Abschottungen keinen geeigneten Online-Zugriff auf die zentrale Datenbank einrichten können.

Die Mischform erfordert den höchsten technischen Aufwand. Das einfache Zusammenfassen mehrerer dezentraler Geodatendienste und direktes Publizieren als zentralen Geodatendienst ist bei einer hohen Anzahl verteilter Geodatenbestände gegenwärtig nicht realisierbar (zu hohe Anforderungen an die Verfügbarkeit). Wie Abbildung 20 andeutet, sind noch weitere Schritte erforderlich, z.B. das Puffern (caching) der dezentralen Geodatenbestände in der zentralen Datenbank. So wird eine Art zeitlich versetzter (z.B. monatlicher) Sekundärdatenbestand in der zentralen Da-

tenhaltung erzeugt. Die in Abbildung 20 dargestellte Konfiguration enthält eine weitere Möglichkeit. Die Datenerzeuger stellen WFS zur Verfügung. Die zentrale Datenhaltung holt mittels Transformationsdiensten die Geodaten ab und erzeugt einen harmonisierten zentralen Datenbestand. Dieser Datenbestand bildet dann die Grundlage für einen zentralen Dienst.

3.3.4. Datenhaltung für Metadaten

Der nachfolgende Abschnitt enthält Hinweise zum Aufbau von Metadatenbeständen sowie deren Erfassung und Pflege. 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 Abschnitten 3.4.3 und 4.1 eingegangen. Die Nutzung von Metadaten über entsprechende Anwendungen ist Thema in Abschnitt 3.5.1.

Metadaten sind Daten über Daten oder Dienste und beschreiben die generellen Eigenschaften der Datensätze oder Dienste, logisch vergleichbar der Beschreibung von Produkten in einem Versandkatalog. Informationen zur Aktualität (Fortführungsstand) der Daten, Maßstabsgrundlage, zuständiger Ansprechpartner, Fachthema, Koordinatenreferenzsystem etc. sind solche Metadaten. Sie werden von Anwendern benötigt, um Informationen zur Eignung der Daten bzw. Dienste für den geplanten Einsatzzweck zu erhalten oder gezielt in Geodatenkatalogen nach Daten und Diensten mit bestimmten Inhalten und Eigenschaften zu suchen.

Neben den in den Metadaten enthaltenen Informationen über die Qualität der Daten sollten auch Angaben über den Bestellvorgang und die Abgabebedingungen enthalten sein, die den Vertrieb der Daten erleichtern. Dazu müssen in den Metadaten u. a. Angaben über Bezugsquellen und Entgelte enthalten sein. Im besten Fall enthält der Metadatenatz den Link zum Datenbezug selbst oder zu der entsprechenden Vertriebsstelle.

Das Vorhandensein von Metadaten über Geodaten und Geodatendienste verbessert und erleichtert die Suche nach bestimmten Datensätzen entscheidend. Allerdings empfinden viele Stellen die Erfassung von Metadaten als lästige Pflichtaufgabe, insbesondere dort, wo Daten kostenfrei oder zu sehr geringen Gebühren abgegeben werden. Das Bewusstsein, dass die gegenseitige Metadatenbereitstellung und Nutzung letztlich zum Vorteil aller Geodaten verarbeitenden Stellen und auch für die eigenen Fachaufgaben förderlich ist, muss noch gestärkt werden. Hinzu kommt, dass für

die Geodaten, die unter die EU-Richtlinie INSPIRE fallen, Metadaten verpflichtend bereitgestellt werden müssen.

Bei der Erfassung sollte daher darauf geachtet werden, dass möglichst viele Informationen aus den vorhandenen Geodatenbanken automatisch ausgelesen werden können.

Datenpflegeanwendungen für Metadaten sind sowohl als Open-Source-Produkte als auch als proprietäre Software auf dem Markt verfügbar. Bei einigen GIS-Produkten sind solche Anwendungen als integraler Bestandteil erhältlich und im Preis inbegriffen, teilweise aber auch als Zusatzmodul kostenpflichtig zu lizenzieren. Häufig erfüllen diese in GIS-Produkten enthaltenen Module nur proprietäre Anforderungen, so dass z. B. für die Metadatenerfassung, -führung und -bereitstellung gemäß den Anforderungen von INSPIRE oder GDI-DE noch Anpassungsarbeiten notwendig sind, die zu zusätzlichen Kosten führen.

Professionelle Anwendungen bieten zur Erleichterung der Metadatenerfassung „Schablonen“ (Templates) als teilweise vorausgefüllte Vorlagen für das Editieren mehrerer ähnlicher Datensätze an (vgl. Abbildung 21). Des Weiteren enthalten sie ein automatisiertes Qualitätsmanagement. Sie sollten auf das jeweils zu Grunde liegende Profil angepasst werden. Unter einem Profil wird in diesem Zusammenhang die Vereinbarung von Festlegungen verstanden, welche die in den Normen und Standards enthaltenen Freiheitsgrade konkretisieren, so dass innerhalb einer Geodateninfrastruktur ein hohes Maß an Interoperabilität erreicht wird und den Nutzern gleichartige Dienste zur Verfügung gestellt werden können.

Die Auswahl der Datenbank zur Speicherung der Metadaten ist abhängig von der Menge der zu haltenden Daten und von der Anzahl der Erfasser. Prinzipiell kann jede Datenbank verwendet werden, denn das Datenvolumen ist – besonders im Vergleich zu den tatsächlichen Geodaten – gering und besteht aus rein alphanumerischen Informationen, d. h. es müssen keine speicherintensiven Daten wie Geometrien oder Bilder in der Datenbank gehalten werden. Größtenteils werden relationale Datenbanken verwendet.

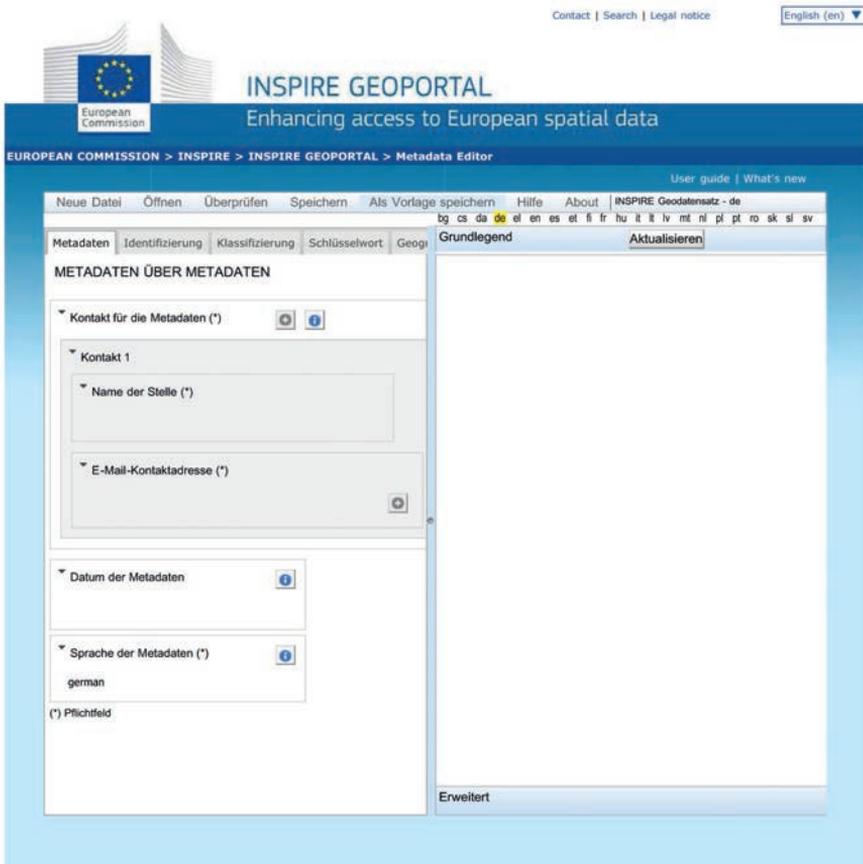


Abbildung 21: INSPIRE Metadateneditor

Bei der dezentralen Datenhaltung werden die Metadaten jeweils über eigene Datenbanken – in der Regel dort, wo die Geodaten erzeugt und verwaltet werden – gehalten und bereitgestellt. Die Datenbank kann dann ohne Abstimmung mit anderen Stellen auf eigene Belange angepasst werden. Diese Architektur eignet sich also immer dann, wenn Wert auf Eigenständigkeit bei Software, Technologie und Datenmodell gelegt wird.

Werden Metadaten dezentral erfasst und über Dienste bereitgestellt und sollen diese Dienste dem Anwender z. B. über einen Geodatenkatalog zur Recherche angeboten werden (vgl. Abschnitt 3.5.1), so wird eine „Broker-Software“ benötigt. In dieser werden die verschiedenen Dienste registriert. Bei einer Anfrage führt der Broker eine verteilte Suche über die angebu-

denen Dienste durch. Alternativ besteht die Möglichkeit, dass der Broker die verteilten Dienste in regelmäßigen Abständen abrufen und sämtliche zurückgelieferten Metadaten einsammelt und speichert. Er kann diese anschließend mit höherer Performanz bei Anfragen bereitstellen. Dieses Verfahren wird *Harvesting* genannt. Es führt zu einer zentralen Datenhaltung im Sinne eines Sekundärdatenbestandes.

Nach diesem Prinzip funktioniert auch der Prototyp des europäischen Geodatenkatalogs für INSPIRE. Er repliziert die Inhalte der Kataloge der Mitgliedstaaten. Diese wiederum fragen jeweils die Kataloge der Regionen – in Deutschland der Bundesländer – ab und diese schließlich die lokale Ebene – in Deutschland die Kommunen. Somit muss nicht jeder Dienst einzeln beim INSPIRE-Katalog registriert werden und trotzdem werden die Metadaten für die Suche über ganz Europa zugänglich (vgl. Abb. 22).

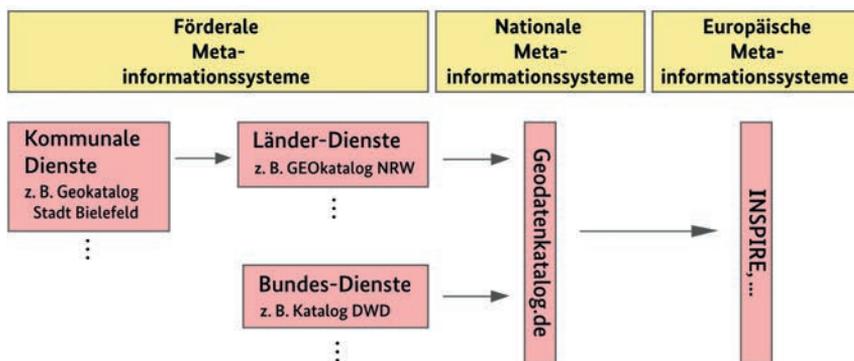


Abbildung 22: Kataloginfrastruktur

Da im Fall einer zentralen Metadatenhaltung die Daten von mehreren Stellen aus auf einer zentralen Datenbank gepflegt werden, ist eine Web-Anwendung für Internet und/oder Intranet am sinnvollsten. Die Erfasser der Metadaten aus den verschiedenen Organisationsteilen (Fachbehörden) nutzen in diesem Fall die Erfassungsoberfläche des Systems via Intranet oder ggf. Internet. Aufgrund der erforderlichen Schreibrechte dürfen nur autorisierte Personen diese Erfassungsoberfläche nutzen. Entsprechende Schutzmaßnahmen, wie passwortgeschützter Zugang oder 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 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 berechtigte Administratoren.

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

- die Abstimmung von Begrifflichkeiten, Schreibweisen, Schlagworten etc.,
- die Abstimmung von Zuständigkeiten, wie z. B. keine Beschreibung von Geobasisdatendiensten durch Fachstellen, auch wenn diese Stellen Dienste zur Hintergrund Visualisierung auf Basis von separaten Sekundärdatenbeständen bereitstellen,
- gemeinsames Verständnis der Inhalte der verschiedenen Metadaten-Felder.

Tabelle 1 informiert über die Erfordernisse an Hardware, wie sie für die Metadatenerfassung und -haltung benötigt werden:

**Tabelle 1:
Hardwareanforderungen für die Metadatenerfassung und -haltung**

	Hardware	Anforderung
Recherche	PC	Web-Browser
Erfassung	PC	Web-Browser, in der Regel mit Scripting, Session Management (Cookies) und teilweise durch Java-Web-Technologie oder Vergleichbares.
Datenhaltung (Datenbank)	Server	Ein aktuelles Hardwaremodell mit geringer Leistung ist in der Regel ausreichend; falls bereits vorhanden sollten die Daten in zentralen Datenspeichersystemen mit eingelagert werden (z. B. SAN) um Anforderungen an Archivierung (Backup) und Verfügbarkeit zu gewährleisten.
Applikationsserver (Broker)	Server	Kann von der Leistungsanforderung in der Regel mit Datenbankrechner zusammengelegt sein, sollte aber möglichst logisch getrennt laufen (Virtuelle Maschine) oder besser auf eigenem (einfachem) Server betrieben werden; nur bei sehr großen Organisationen mit vielen Daten ggf. stärkerer Server oder Skalierung mit Load Balancing.
Web-Server	Server	Ein aktuelles Hardwaremodell mit durchschnittlicher Leistung ist in der Regel ausreichend; häufig kann ein für andere Zwecke bereits vorhandener Web-Server mitgenutzt werden.
alternativ dezentrale Variante	Leistungsfähiger PC für Anwendung, Datenbank, sowie ggf. Applikations- und Web-Server	Für wenige Metadaten, Datenpflege durch eine oder wenige Personen.

Ergänzend 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.

Kosten

Die Kosten für Beschaffung und Verwendung von Softwarepaketen werden oft falsch kalkuliert. Neben den hohen Anschaffungskosten für proprietäre Software fallen meist jährliche – nicht unerhebliche – Lizenzkosten an. Kosten für spezielle Anwendungsentwicklungen, Anpassungsarbeiten und Erweiterungen sind ebenfalls zu berücksichtigen. Moderne Software erfordert ebenso oft spezielle Eigenschaften der Hardware. Die Nutzung einer vorhandenen IT-Infrastruktur ist unter Umständen nicht möglich, so dass auch hier kostenintensive Erweiterungen zwingend notwendig werden. Der Zeitaufwand ist schwer einzugrenzen.

Oft wird vergessen, die Kosten für den laufenden Betrieb bei der (Haushalts-) Planung mit zu berücksichtigen. Besonders beim Betrieb in einem Rechenzentrum, eventuell mit mehreren Plattformen (Entwicklung, Test, Produktion) und entsprechender Betreuung hinsichtlich Datensicherung, Verfügbarkeit, Sicherheit etc. ist mit Kosten zu rechnen. Zur Finanzierung muss daher ein geeignetes Geschäftsmodell gefunden werden, etwa durch Umlage auf die nutzenden Behörden oder zentrale Finanzierung.

3.3.5. Datenhaltung für Geodaten

Der Aufbau von primären Geodatenbanken und GI-Systemen ist hier nicht Gegenstand der Betrachtung. Kosten und Aufwand sind dort stark abhängig von den fachlichen Anforderungen und reichen von wenigen tausend bis zu dreistelligen Millionenbeträgen. Generelle Empfehlungen oder Einschätzungen können daher nicht gegeben werden. Als Sonderfall wird die Entwicklung von Fachsystemen mit Erfassungs- und Pflegefunktionen auf Basis von Diensten in Abschnitt 3.5.3 behandelt.

Die Architekturen für die Erfassung und Pflege von Geodaten können jeweils analog zur beschriebenen Architektur für Metadaten aufgesetzt werden (Abschnitt 3.3.4). Grundsätzlich stellt die Datenverwaltung für Geoda-

ten im Gegensatz zu der von Metadaten aber erheblich höhere Ansprüche an die Datenbank, die Hardware und die Netzwerk-Bandbreite zur Kommunikation. Anforderungen an die Qualitätssicherung, den Datenschutz und Zugriffsrechte sind nicht mit denen bei Metadaten vergleichbar. Aus Sicht der Verfasser ist auch aus historischen Gründen im Bereich der Geodaten die dezentrale Architektur erheblich weiter verbreitet.

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

- Datenbank-Lizenz,
- Geodienst-Produkt-Lizenz,
- Schnittstellen für die Datenübernahme,
- Entwicklungskosten,
- Betriebskosten,
- Skalierung in Abhängigkeit von der Nutzungsintensität (von wenigen Klicks pro Tag bis mehreren Millionen pro Monat),
- Dauer: ca. zwei Wochen bis mehrere Monate.

Im Fall einer dezentralen Bereitstellung von Geodatendiensten (Abschnitt 3.4.1 und Abschnitt 3.4.2) 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.

3.4. Aufbau von Geodatendiensten

Im Abschnitt 2.2 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 (Abschnitt 3.4.1 bis 3.4.4).

3.4.1. Darstellungsdienste

Unter Darstellungsdiensten werden hier *Web Map Service* (WMS) und *Web Map Tile Service* (WMTS) (vgl. Abschnitt 2.2.1) verstanden, die Kartenebenen, sogenannte Layer, als Bilder in Formaten wie JPG, GIF oder PNG bereitstellen. 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, so gibt es die Möglichkeiten:

- gescannte Karten wie Luft- oder Satellitenbilder aus lokal bereitgestellten Dateien zu beziehen oder
- die Rasterdaten von einem WCS zu erhalten (vgl. Abschnitt 2.2.2).

Soll ein WMS/WMTS Kartenbilder auf zugrunde liegenden Vektordaten abgeben, gibt es die Optionen die Vektordaten:

- aus einer lokal bereitgestellten Datei,
- aus einer Datenbank oder
- von einem WFS zu beziehen (vgl. Abschnitt 2.2.2).

Im Fall, dass neben der Darstellung durch den WMS/WMTS auch die Weitergabe von Vektorobjekten direkt geplant ist, ist der Einsatz eines WFS als Datenquelle sinnvoll. Ist lediglich die Visualisierung und ggf. eine Sachdatenauskunft gefordert, reicht ein WMS/WMTS mit lokaler Datenhaltung aus.

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 manipuliert 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 angeforderter Koordinatenreferenzsystem zu transformieren. Werden über WMS ab-

gegebene Karten nachträglich transformiert, entsteht dabei allerdings ein Verlust der graphischen Qualität. Leider ist häufig die Genauigkeit der 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 vorliegen (als Datenquelle dient dabei in der Regel ein WMS). Die spezielle hierarchische Kacheldatenstruktur hat jedoch zur Konsequenz, dass hier ein voreingestelltes Koordinatenreferenzsystem fest in den Daten verankert und keine On-the-fly-Koordinatentransformation möglich ist. Soll ein weiteres Koordinatenreferenzsystem genutzt werden, so ist ein kompletter 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 alleine 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 wird unter <http://www.opengeospatial.org/> oder <http://www.geoinformatik.uni-rostock.de> bereitgestellt. 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 die Beantwortung der Kartenanfragen, ist das Design von Darstellungsdiensten eine Kernfunktionalität der Produkte. Über diese 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.

Für die Kommunikation zwischen Web-Server und Anwendung können unterschiedliche Technologien, bspw. über C++-, Perl-, PHP- oder Python-Funktionen, über das *Common Gateway Interface* (CGI) bzw. das *Web Server Gateway Interface* (WSGI) oder Java Servlets bzw. Java Server Pages zum Einsatz kommen. Letztere benötigen eine Servlet-Container-Umgebung.

Zur Gewährleistung der Interoperabilität von WMS im Rahmen der GDI-DE muss das Applikationsprofil WMS-DE eingehalten werden, dessen aktuelle Version der „Architektur der Geodateninfrastruktur Deutschland“ (www.gdi-de.org) zu entnehmen ist.

3.4.2. Downloaddienste

Als Downloaddienste werden hier Geodatendienste bezeichnet, über die Geodaten bezogen werden können.

Mit WFS-Diensten können Vektordaten bereitgestellt werden. Im Vergleich zum WMS hat dies den Vorteil, dass der Client tatsächlich die Geodaten erhält und mit ihnen arbeiten kann.

Das Editieren der ausgelieferten Geoobjekte wird durch Einsatz des WFS-T-Standards (vgl. Abschnitt 2.2.2) ermöglicht. Der WFS-T ist eine „transaktionale“ Erweiterung des WFS und unterstützt das Speichern von Geoobjekten. Sowohl die Abfrage als auch die Manipulation von Geodaten erfolgt mittels des Filter Encoding Standards.

Für Anwendungsfälle, bei denen der Nutzer keine weiteren Filtermöglichkeiten benötigt bzw. nicht in der Lage ist solche durch eine Client-Anwendung zu formulieren, eröffnet ein WFS seit der Version 2.0 außerdem die Option vordefinierte Datensätze über einen bereits formulierten Filter (vgl. Abschnitt 2.2.2) anzubieten.

Zu beachten ist, dass übertragende 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 beim WMS ist die Datenmenge in der Regel erheblich umfangreicher. Viele Software-Produkte zum Betrieb eines WFS ermöglichen heutzutage die Bereitstellung eines Datensatzes in mehreren Datenformaten. Das erlaubt Client-Anwendungen parallel zur GML-konformen Kommunikation beispielsweise die Abfrage großer Datenvolumen auch in schlankeren Formaten (wie z. B. GeoJSON).

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

Dienste nach dem WCS-Standard werden hier ebenfalls als Downloaddienste bezeichnet. WCS sind bisher im Internet kaum verfügbar. Sie dienen der Bereitstellung von multitemporalen oder multispektralen Rasterdaten, wie z. B. Ausbreitungsszenarien von Feuer und Ölteppichen oder für verschiedene Spektralkanäle einer Satellitenaufnahme.

Außerdem können sowohl Vektor- als auch Rasterdaten als vordefinierte Geodatensätze über ATOM-Feeds bereitgestellt werden. Diese Alternative kommt besonders dann in Frage, wenn mit möglichst geringem Aufwand Geodatensätze GDI-DE- und INSPIRE-konform zum Download bereitgestellt werden sollen (vgl. Abschnitt 2.2.2).

3.4.3. 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 Suchdiensten an zentraler Stelle. Für die Implementierung von Suchdiensten wird die Nutzung des CSW-Standards (vgl. Abschnitt 2.2.3) empfohlen.

Suchdienste ermöglichen die Recherche nach Datenbeständen und Diensten über beschreibende Eigenschaften und Schlagworte. Diese Eigenschaften werden in Form von Metadaten erfasst und über Suchdienste für Recherche-Anwendungen verfügbar gemacht.

Im Vergleich zum Aufbau von Darstellungs- und Downloaddiensten ist die Bereitstellung von Suchdiensten softwaretechnisch eng mit der Erfassung, also dem Aufbau von Metadatenbanken bzw. -informationssystemen verbunden (vgl. Abschnitt 3.3.4). Der Metadatenkatalog stellt die Verbindung zwischen den Recherche-Anwendungen und der Metadatenbank her. Er nimmt die Anfrage der Recherche-Anwendung in Form eines CSW-Requests (Anfrage) entgegen und wandelt ihn in eine Datenbankanfrage um. Die Datenbank selektiert die angefragten Daten und schickt sie an den Metadatenkatalog zurück. Dieser wandelt das Ergebnis wieder zurück in eine CSW-Response (Antwort). Die Anzahl der zurückgelieferten Metadatenfel-

der eines Metadatensatzes hängt dabei vom ausgewählten ElementSetName ab, wobei hier zwischen Brief, Summary und Full unterschieden wird.

3.4.4. Weitere Geodatendienste

Neben den in Abschnitt 3.4.1 bis 3.4.3 erläuterten Geodatendiensten entsteht ein zunehmender Bedarf an Geodatendiensten, welche die Funktionalität eines GIS nutzen und Ergebnisse zu verschiedenen räumlichen Fragestellungen liefern. Dazu zählen bspw. Geokodierungsdienste für Adressen, Flurstücke, Straßen- oder Flusskilometer, Geographische Namen, etc. oder Routingdienste, Distanzberechnungen und Nachbarschaftsabfragen. Derartige Dienste werden teilweise in Anwendungen zur Nutzung der Geodatendienste (vgl. Abschnitt 3.5) mit verwendet und unterstützen Geschäftsprozesse im Rahmen von E-Government- und E-Business-Anwendungen. Durch solche Dienste können Medienbrüche (vgl. Abschnitt 2.1.1) in E-Government- und E-Business-Verfahren 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, so dass 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 *Web Processing Services* (WPS) werden die klassischen GIS-Funktionalitäten als Dienste verfügbar gemacht, so dass 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 bisherige eingeschränkte Nutzergruppe der GIS-Experten hinaus verfügbar gemacht.

3.5. Nutzung von Geodatendiensten

In Abschnitt 3.4 wurde der Aufbau von Geodatendiensten 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 ebenfalls die Standards unterstützen. In diesem Kapitel wird nun beschrieben, wie sich die Dienste in unterschiedlichen Anwendungen und Verfahren nutzen lassen und wie solche Lösungen aufgesetzt werden. Durch die verpflichtende Bereitstellung von Geodatendiensten im Rahmen der Geodateninfrastrukturen ergeben sich vielfältige Nutzungsmöglichkeiten, die teilweise individuell je nach Nutzer und Geschäftsprozess verschiedene Vorteile bringen.

Übergreifend über alle Arten von Geodatendiensten gibt es häufig 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, die der Datenhaltung zugrunde liegen. Hierdurch kann eine höhere Datenaktualität zugesichert werden.

3.5.1. Geodatenrecherche

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

Zur Nutzung der Metadaten für die Recherche durch die Endanwender greifen Recherche-Anwendungen über Such- bzw. Katalogdienste auf die Metadaten zu. Entscheidend ist dabei immer, dass der Katalogdienst standardisiert mit der Anwendung kommuniziert.

Was suchen Sie? Bsp.: Wasser, Schutzgebiete

Wo suchen Sie? Bsp.: Ort, Gebiet, Fluss, Berg

Raumbezug über Karte einschränken



Gebiet
Nord :
West :
Ost :
Süd :

[Karte zurücksetzen](#)

Suchen

Abbildung 23: Suche im Geoportal.de

Aufgabe der Kataloganwendung ist es (vgl. Abbildung 23):

- dem Benutzer Eingabemaschinen für seine Suchangaben (z. B. Schlagworte) bereitzustellen,
- die eingegebenen Suchparameter entgegenzunehmen,
- sie in eine standardkonforme Anfrage (CSW-Request) für die angebotenen Suchdienste umzuwandeln,
- die Ergebnisse der Suchdienste entgegen zu nehmen,
- diese in eine Ergebnisseite (HTML) umzuwandeln und
- an den Browser des Benutzers zu schicken.

Die Kataloganwendung fungiert somit als Broker, der eine verteilte Suche durchführt.

Gängige Kataloganwendungen stellen verschiedene Suchmöglichkeiten zur Verfügung, beispielsweise eine Schlagwortsuche oder die Möglichkeit, die Recherche zusätzlich um räumliche, zeitliche oder thematische Kriterien zu ergänzen (vgl. Abbildung 23).

Software für Recherche-Anwendungen steht sowohl in Form von proprietären als auch in Form von Open-Source basierten Produkten zur Verfügung. In der Regel bestehen enge Verzahnungen mit der Software für die Metadatenhaltung und für die Bereitstellung von Katalogdiensten.

Der Aufwand für den Aufbau einer „Geo-Suche“ variiert stark, je nach verwendeter Software-Lösung und vorhandenen Systemkomponenten. Für die Planung der Kosten und Hardware-Konfiguration wird auf Abschnitt 3.3.4 verwiesen.

3.5.2. Geodatenvisualisierung und -analyse

Geodatendienste können von den gängigen GIS-Client-Produkten direkt genutzt werden. Viele Anwender verfügen aber über kein solches Produkt und benötigen auch nicht deren 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.

Nachdem ein Endanwender über eine Recherche-Anwendung einen geeigneten Geodatendienst identifiziert hat, besteht die Anforderung, diesen als Karte zu visualisieren. Folgende Aufgaben übernehmen dabei Geodatenviewer:

- dem Benutzer über eine Web-Oberfläche geographische Funktionen, wie z. B. Zoom, Pan, Flächen- und Distanzmessung, Ein- und Ausblenden sowie Hinzuladen und Entfernen von Kartenebenen, Wechsel des Koordinatenreferenzsystems und Sachdatenabfrage bereitzustellen,
- die durch Ausführen der Funktion durch den Benutzer ausgelöste Anfrage entgegenzunehmen,
- in eine standardkonforme Anfrage (Request) an die angebotenen Geodatendienste umzuwandeln,
- die Ergebnisse der Dienste entgegenzunehmen,

- diese in eine Ergebnisseite (HTML) umzuwandeln und
- an den Browser des Benutzers zu schicken.

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, die aus mehreren Kartenebenen bestehen, angefordert. 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* (vgl. Abschnitt 3.4.4), die in den Viewer eingebunden sind, genutzt.

Keinen Einfluss haben die Geodatenviewer auf die tatsächliche Funktionalität, 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 in dem 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 einfach 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 Funktionen 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 [Andrae et al., 2011].

Die meisten Dienstanbieter beschränken die Bereitstellung von Kartenebenen auf bestimmte Maßstabsbereiche. So werden Liegenschaftskarten oft nur bis 1:5.000 angeboten, weil in kleineren Maßstäben ohnehin nichts mehr erkennbar wäre. 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 folgende Maßstabsreihe als praktikabel erwiesen:

Tabelle 2: Maßstabsbereiche für Kartenvisualisierung (Vorschlag)

Kartenbezeichnung	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

Viele Geodatenviewer-Produkte besitzen Funktionen für das Ausdrucken von Karten. Ein maßstabstreu Drucken ist aufgrund der Bildauflösung bei WMS Diensten und benutzerindividuellen Druckern und Einstellungen nahezu unmöglich.

Geodatenviewer sind meist dazu in der Lage auch geschützte Dienste anzubieten. Benutzername und Passwort werden vom Viewer entgegen genommen, 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 zurückgeliefert.

Auf eine Beschreibung weiterer Funktionen von Geodatenviewern wird hier verzichtet. Die Produkte erhalten einen immer größeren Funktionsumfang, so dass man eher von browserbasierten Clients sprechen kann. Vor einer Produktentscheidung sollten deshalb die fachlichen Anforderungen intensiv geprüft werden.

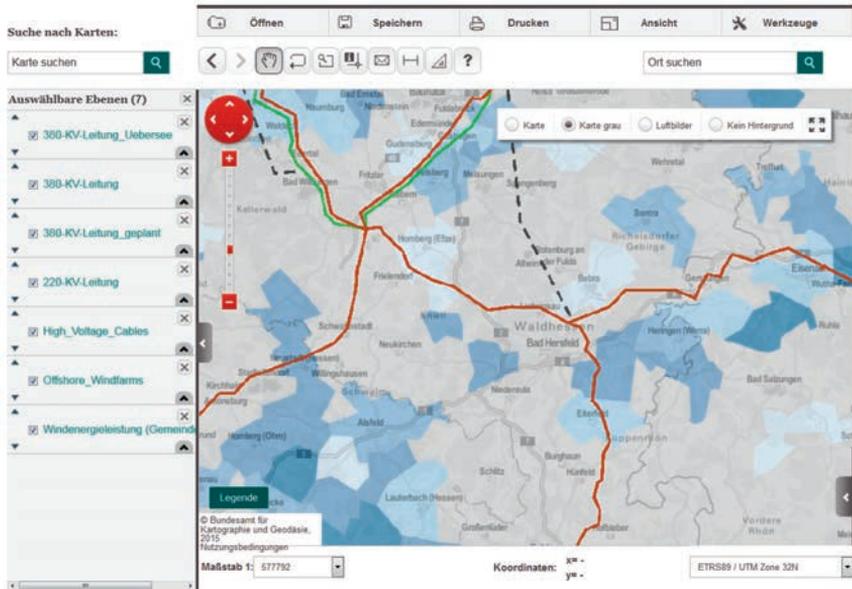


Abbildung 24: Viewer Geoportal.de

Die Anzahl an Kartenabrufen, die ein Geodatenviewer verarbeiten muss, kann erheblich sein. Boris Hessen beispielsweise (www.boris.hessen.de), das als Kartenzusammenstellung im Geoportal Hessen (www.geoportal.hessen.de) läuft, verzeichnete über drei Millionen Kartenabrufe in 2014. 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 (vgl. Abschnitt 3.5.6). Dies kann auch große Auswirkung auf den Kostenrahmen haben.

Tabelle 3 informiert über Hardware-Erfordernisse für die Entwicklung von Anwendungen zur Geodatenvisualisierung und -analyse:

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.

3.5.3. Geodatenbearbeitung

Die Bearbeitung von Geodaten erfolgt traditionell mit leistungsstarken GIS-Werkzeugen in Client-Server- oder Desktop-Architekturen. Solche Lösungen sind meistens 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 Organisation 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 einfachen GI-Systemen ist die Erweiterung von webbasierten Geodatenviewern zu Daten-Erfassungswerkzeugen. Dazu sind zwei Wege denkbar:

- 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 (vgl. Abschnitt 2.2.2) ist ein internationaler Standard verfügbar, auf dessen Basis sich Anwendungen zur Erfassung und Bearbeitung von Geodaten in serviceorientierter Architektur realisieren lassen. Einige Hersteller und Open-Source-Initiativen von Geoprodukten haben bereits Erfassungsfunktionen auf Basis des WFS-T implementiert.

3.5.4. Geodatenvertrieb

Insbesondere für professionelle Anwender hat der Bezug von Geodaten zur Weiterverarbeitung in eigenen GI-Systemen eine große Bedeutung. Der Bezug der Daten ist oft mit Lizenzgebühren oder zumindest Bereitstellungsgebühren verbunden. Daher werden entsprechende Vertriebssysteme mit einer Shop-Funktionalität benötigt. Viele Erfahrungen in diesem Bereich liegen bei den Kataster- und Vermessungsverwaltungen vor, weil diese u. a. entgeltpflichtige Geobasisdaten vertreiben. Geofachdaten werden häufig kostenfrei bereitgestellt. 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 entgegengerechnet 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. Dadurch ist es möglich, unabhängig von Öffnungszeiten der Verwaltung und direkt in Shop-Systemen einen Geodienst zu bestellen.

Zur Unterstützung der Vertriebsanwendungen können die bisher beschriebenen Dienste genutzt werden. Bezahlfunktionen 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.

In diesem Leitfaden wird die Bereitstellung von Geodatendiensten propagiert. Bisher werden Geodatendienste meist von der geodatenhaltenden Stelle mit eigenen Mitteln und Möglichkeiten bereitgestellt. Andere nutzen die Geodatendienste kostenfrei, insbesondere andere Behörden der eigenen Gebietskörperschaft. Soweit die Bereitstellung der Dienste nicht gesetzlich vorgeschrieben ist und hierfür entsprechende Mittel aus dem Haushalt bereitgestellt werden, erfolgt die Finanzierung aus eigenen Mitteln der Behörde. Dies ist – insbesondere vor dem Hintergrund steigender Anforderungen an die Service Levels – vielfach auf Dauer nicht durchzuhalten. Als Lösung dieser „Kostenfalle“ (der Anbieter zahlt und hat auch noch den Ärger, wenn der Dienst einmal nicht funktioniert) bieten sich verschiedene Konzepte an:

1. *Kostenpflichtige Bereitstellung der Geodatendienste* (und Anwendungen); Beispiel: Bayernviewer Plus, in dem Liegenschaftskarten nur als Bestandteil des kostenpflichtigen Bayernviewer Plus verfügbar sind. Die Kostenpflicht kann durch pauschale Abrechnungsmodelle vereinfacht werden.

2. **Interne Verrechnung:** zwischen Diensteanbieter und Dienstnutzer (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 BKG, das Geodatendienste mit Geobasisdaten kostenfrei für Bundesbehörden bereitstellt, entwickelt und betrieben. Diese Stelle wird aus zentralen Mitteln finanziert bzw. erhält ein eigenes Budget. Diesen Weg beschreiten einige Gebietskörperschaften vor dem Hintergrund der Gemeinschaftsaufgabe INSPIRE.

Suchdienste von INSPIRE dürfen nur kostenfrei angeboten werden. Für die kostenpflichtige Bereitstellung von Darstellungsdiensten gilt die Maßgabe, dass die erzielten Einnahmen zur Führung der Geodaten verwendet werden. Diese Liste erhebt keinen Anspruch auf Vollständigkeit. Es gilt einen Kompromiss zu finden, die Anbieter mit den Kosten nicht alleine zu lassen und zu verhindern, dass die Potentiale aufgrund fehlender Verrechnungsmodelle nicht ausgeschöpft 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 kostenlosen 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, mit denen eine rechtssichere Nutzung und Bereitstellung erfolgen kann. Den Mehrwerten durch die breite Nutzung, der Schaffung neuer wirtschaftlicher Felder für Unternehmen und den Einsparungen im Vertrieb stehen dabei kalkulierbare Einnahmeverluste der Verwaltung und Befürchtungen hinsichtlich der Nachhaltigkeit und Qualität der Bereitstellung gegenüber, die sich bisher aber nicht bestätigt haben.

3.5.5. Integration mit dem E-Government

Geodateninfrastrukturen stellen 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. Häufig werden Geodatendienste eingesetzt, um die Geo-

daten, 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. Beispiele für die Integration von Geodatendiensten stellt die Bereitstellung kommunaler Bauleitplanungsdaten über Darstellungsdienste dar. So kann eine digitale Planauskunft in einer Verwaltung eingeführt werden und der Verwaltungsprozess der analogen Planauskunft entfallen. Häufig werden Geodatendienste in Apps oder Geoportalen eingesetzt, um dem Bürger mittels einer Meldefunktion 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 Geoanwendungen andere Dienste des E-Government nutzen. Dies bietet sich beispielsweise an für:

- Autorisierungsdienste für die Anmeldung bei passwortgeschützten Geoanwendungen 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.

3.5.6. Weitergehende Anforderungen an Dienste

Service Level

Geodatendienste werden bisher 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 fachlicher

Eignung auch 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 vereinbart (*Service-Level-Agreement* (SLA)) und bei Nicht-Einhaltung drohen vereinbarte Sanktionen bzw. Strafen.

Die INSPIRE-Richtlinie schreibt Service Level für die Bereitstellung von Geodatendiensten vor, damit die Funktionsweise der 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 Leveln können auch die Reaktionszeit und Zeiten zur Wiederherstellung eine Rolle spielen. Beispielsweise kann gefordert sein, dass die 8,76 Stunden Ausfall bei 99,9% Verfügbarkeit 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) wird diesen Anforderungen begegnet.

Verfügbarkeit

Zur Erreichung von hoher Verfügbarkeit bzw. Hochverfügbarkeit einer Anwendung können unterschiedliche Maßnahmen erforderlich sein, je nachdem wie hoch die Verfügbarkeitsanforderung ist. Diese wird üblicherweise bezogen auf ein Kalenderjahr (24x7) angegeben. 99,9% Verfügbarkeit bedeutet, dass ein System maximal 8,76 Std. pro Jahr ausfallen darf. INSPIRE fordert, dass die Verfügbarkeit von 99 % pro Jahr eingehalten wird, wobei angekündigte Wartungszeiten von maximal 10 h/Monat nicht berücksichtigt werden müssen.

Die Maßnahmen zur Erreichung bestimmter Verfügbarkeiten reichen von einfachen Maßnahmen wie RAID-Systeme (*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 in den allermeisten Fällen ausreichend.

Kapazität

Unter Kapazität wird verstanden, wie viele Nutzer zeitgleich einen Geodienst nutzen können. Hierzu gibt es verschiedene Anforderungen und Vorgaben, die notwendig sind, damit ein Geodienst von verschiedenen Nutzern innerhalb der Geodateninfrastrukturen zuverlässig eingesetzt werden können. Anforderungen nach 20 oder mehr zeitgleichen Nutzern pro Sekunde werden z. B. durch die INSPIRE-Richtlinie vorgegeben und sind teilweise notwendig, damit ein Geodienst in Geoportalen, Fachverfahren oder E-Government-Anwendungen eingesetzt werden kann.

Performanz

Performanz ist – gerade bei Geodatendiensten – ein sehr wichtiges Thema. Die im Internet verfügbaren Geodatendienste und Geoportale haben die Erwartungshaltungen der Anwender in die Höhe getrieben. 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. Um dies zu erreichen, kann es erforderlich sein, die Lösung zu skalieren. Dies kann auf unterschiedliche Weise erfolgen. So können etwa Datenbank-, Dienste-, Applikations- und Web-Server auf verschiedene Server-Maschinen verteilt werden. Für jeden dieser Bereiche kann die Last durch einen Load Balancer auf mehrere Maschinen verteilt werden, sofern die Software dies zulässt. Darüber hinaus sollten aber vor allem die Tuning-Möglichkeiten im Bereich der Geodatenbanken ausgeschöpft werden. Hier können Maßnahmen wie der Aufbau intelligenter Indizes, Pyramidenbildung bei Rasterdaten oder vorprozessierte Kacheln (WMTS) ergriffen werden. Je nach GIS-Produkt und Datenbank gibt es relativ große, systemimmanente Performanzunterschiede. Oft sind weitere „Tuning-Maßnahmen“ möglich. Hinweise gibt die jeweilige Administrationsdokumentation.

Auf Folgendes sollte im Hinblick auf Performanz geachtet werden:

- Skalierbarkeit und Belastbarkeit der Geo-Web-Service-Komponente
- Optimale Einrichtung der Datenhaltungskomponenten
 - Datenbankoptimierung
 - Anlegen von räumlichen Indizes
 - Nutzung von datenbankinternen Funktionen

- Skalierbarkeit der Datenbank
 - Ggf. auf Zugriffsgeschwindigkeit optimiertes Datenmodell
 - Rasterdaten
 - Vermeidung von Kompression
 - Vorhalten unterschiedlicher Auflösungsstufen
- Netzwerk
- Schnelle Verbindung zwischen Web-Server und Datenhaltungskomponente
 - Ermittlung der benötigten Bandbreite des Internetzugangs

IT-Sicherheit und Urheberrechte

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, auch antworten. Es besteht grundsätzlich die Möglichkeit, z. B. über ein einfaches Script, den kompletten Datenbestand des Dienstes auszulesen und ggf. weiterzuverarbeiten.

In diesem Zusammenhang sind die urheberrechtlichen Aspekte relevant. Diese zu beleuchten, würde den Rahmen des Leitfadens übersteigen. Es sei jedoch bemerkt, dass sich im Rahmen der Implementierung diverse Möglichkeiten ergeben, Copyrightvermerke entweder innerhalb der Daten selbst wie bspw. digitale Wasserzeichen innerhalb der Rasterdaten oder über die GetCapabilities-Anfrage des Geodatendienstes weiterzugeben. Eine standardisierte Vorgehensweise ist noch nicht verabschiedet. Das Aufbringen solcher Vermerke kann die Performanz eines Geodatendienstes wesentlich beeinträchtigen.

Die hier 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 erste 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 Sicherungssys-

teme werden dabei als weitere Dienste vor den Geo-Dienst geschaltet und der Zugriff auf die Geodaten erfolgt erst nach erfolgreicher Anmeldung und Prüfung der Berechtigungen.

Will man den Zugriff auf die zur Verfügung gestellten Dienste beschränken, so geschieht dies am einfachsten durch Festlegen der Zugriffsberechtigungen auf die IP-Adresse des Web-Servers oder durch einen vorgeschalteten Security Proxy. Hier können z. B. gewisse IP-Adressbereiche gesperrt bzw. freigeschaltet werden. Häufig werden einfache IT-Verfahren, wie z. B. eine http-Basic-Authentifizierung, eingesetzt, da viele Clients nur sehr einfache Absicherungsverfahren unterstützen.

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, soll hier nur auf Informationen an anderen Stellen verwiesen werden. Weitere Hinweise zur IT-Sicherheit geben unter anderem das IT-Grundschutz-Handbuch sowie die Vorhaben der Koordinierungsstelle für IT-Standards (KoSIT).

Weitere Anforderungen an die Bereitstellung von Geodatendiensten stellt der Schutz *kritischer Infrastrukturen* (KRITIS) dar, da Geodatendienste auch zur Verwendung im Katastrophenschutz, aber auch der generellen Verwaltungsarbeit durch den Aufbau der Geodateninfrastrukturen, bieten. Hierdurch ist es unter Umständen notwendig, geeignete Schutzmaßnahmen (z. B. Notstromversorgung) aufzubauen. Weitere Hinweise sind beim *Bundesamt für Bevölkerungsschutz und Katastrophenhilfe* (BBK) oder *Bundesamt für Sicherheit in der Informationstechnik* (BSI) erhältlich.

Datenschutz

Durch die zunehmende Verfügbarkeit, Auflösung und Genauigkeit von Geodaten treten zunehmend Fragen zum Datenschutz auf. Problematisch ist, dass durch die Überlagerung von Informationen neue Qualitäten erreicht werden können, die auf Persönlichkeitsrechte wirken, von einem Anbieter jedoch nicht immer erkannt werden können. Grundsätzlich sind die geltenden Datenschutzregelungen auch bei der Bereitstellung von Geodatendiensten zu beachten. In bestimmten Fällen (z. B. Eigentümerinformationen von 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. IT-Sicherheit, Anonymisierung) sein.

Barrierefreiheit

Das Gleichstellungsgesetz fordert Diskriminierungsfreiheit; das gilt auch hinsichtlich der Nutzung von Internet-Angeboten öffentlicher Stellen. Konkretisiert wird das Gleichstellungsgesetz durch die *Barrierefreie Informationstechnik-Verordnung* (BITV). Auswirkungen auf Geodatendienste ergeben sich daraus kaum, Internet-Anwendungen müssen sich aber an die Vorgaben der BITV halten. Es gilt, Anforderungen wie die Vermeidung von blinkenden Elementen, skalierbare Schriftgrößen, Erreichbarkeit aller Funktionen über die Tabulator-Taste, Beschreibung aller Graphiken mit Alt-Tags etc. zu erfüllen.

Zum Thema Barrierefreiheit gibt es umfangreiche Hinweise und Literatur im Internet. Für die Prüfung von Web-Anwendungen auf Barrierefreiheit stehen verschiedene kostenpflichtige und kostenlose Tools zur Verfügung (www.einfach-fuer-alle.de). Verschiedene Institutionen haben sich auf die Prüfung der Barrierefreiheit von Webseiten spezialisiert (<http://www.bik-online.info/>).

4. Ausblick

4.1. 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 einer *Service Oriented Architecture* (SOA), dessen Grundgedanke es ist, die Hauptfunktionalität sowie rechenintensive Prozesse über die Web-Server Schicht bereitzustellen und die Technik des Client 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, das wachsende Datenvolumen performant bereitzustellen. 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 der Service Oriented Architecture (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 *Resources Oriented Architecture* (ROA). Welches der beiden Architekturkonzepte sich durchsetzt oder ob beide Konzepte nebeneinander bestehen, ist bei Drucklegung des Leitfadens noch nicht abzusehen.

4.2. Semantische Interoperabilität

Mit der Errichtung von Geodateninfrastrukturen (GDI) 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 Meta-

daten beschreiben diese Daten in einer für Menschen lesbaren Form. Es ist zudem vorgesehen, die INSPIRE-relevanten Datensätze in einheitlichen Datenmodellen bereitzustellen. Dennoch ist die Semantik, also die genaue Bedeutung verschiedener Daten, für den Computer in der Regel nicht nachvollziehbar. Das schränkt die automatisierten Such- und Analyseprozesse ein. Einerseits lassen sich ähnliche Daten nicht immer in dasselbe Datenmodell überführen. Andererseits beeinflussen auch Eigenschaften wie Genauigkeit, Maßeinheit, Sprache, etc. die Bedeutung von Datensätzen. Für die Interpretation dieser Eigenschaften wird heute nach wie vor häufig der Mensch benötigt.

Parallel zu GDI haben sich in den letzten Jahren *Linked Data* Technologien entwickelt. 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 URI identifiziert. Dadurch entsteht ein Netz an Begriffen und Daten inklusive ihrer logischen Beziehungen, welches durch den Computer interpretiert werden kann. Die Kodierung der Triple erfolgt dabei mit Hilfe des *Ressource Description Framework* (RDF). In einigen Disziplinen hat sich Linked Data bereits für den semantisch interoperablen Austausch von Daten etabliert, etwa in der Bioinformatik oder in den digitalen Geisteswissenschaften. Im Bereich der Geoinformatik befasst sich die Forschung seit einigen Jahren ebenfalls mit diesem Thema. 2013 publizierte der Britische Ordnance Survey seine ersten Geodatensätze als Linked Data.

Das Prinzip und die entwickelten Technologien von Linked Data unterscheiden sich grundlegend von den klassischen Architekturmodellen der Geodateninfrastrukturen. So kann ein traditionelles GIS derzeit beispielsweise kein Linked Data verarbeiten. Forschungsergebnisse zeigen jedoch, dass die Nutzung von Linked-Data-Prinzipien innerhalb von GDI ein hohes Potential hat, die Lücke der noch fehlenden semantischen Interoperabilität bei der gemeinsamen Nutzung von Geodaten zu schließen [Janowicz et al., 2010].

4.3. INSPIRE Umsetzung

Die im Jahre 2007 verabschiedete INSPIRE-Richtlinie führte zu einem Innovationsschub bei der Bereitstellung von Geodatendiensten. Dabei ist der Prozess noch lange nicht abgeschlossen. Die Richtlinie sieht vor, dass bis 2020 alle Geodatenätze, die unter die Themen der Richtlinie fallen, in harmonisierten Geodatenmodellen bereitzustellen sind und über standardisierte Darstellungs- und Downloaddienste zugänglich sind (siehe auch 4.2). Das alles soll zu einer Verbesserung in der Nutzbarkeit führen. Auch über 2020 hinaus ist damit zu rechnen, dass INSPIRE fortgeschrieben wird.

Die Umsetzung der Richtlinie auf kommunaler, Landes- und Bundesebene führt zudem dazu, dass sich der Aufbau und die Nutzung von Geodatendiensten mehr und mehr in Verwaltungshandeln und privatwirtschaftliche Prozesse integriert. Dadurch werden Strukturen aufgebaut, die die Bereitstellung weiterer Geodaten als Dienst stark vereinfachen, auch von solchen, die nicht INSPIRE-relevant sind. Damit wird die Vielfalt der Daten erhöht und weitere Anwendungsszenarien entstehen. Durch die Gewöhnung an die Technik werden zudem Vorbehalte abgebaut. All diese Faktoren führen dazu, dass in absehbarer Zeit die analoge Karte als Hilfsmittel für Planungen und Entscheidungen in Wirtschaft und Verwaltung von digitalen Geodatendiensten abgelöst werden wird. Geodateninfrastrukturen spielen daher eine große Rolle im Aufbau von E-Government-Prozessen.

Literaturverzeichnis

Andrae, C., Graul, C., Over, M. & Zipf, A.: **Web Portrayal Services**; Wichmann, Berlin, 2011.

Europäische Kommission: Verordnung G (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; 2009, Internet: <http://eur-lex.europa.eu/legal-content/DE/TXT/PDF/?uri=CELEX:02009R0976-20101228&from=EN>, besucht 08/2015

Geschäftsstelle Geodateninfrastruktur Bayern: **Nutzung von Geodaten-diensten - Leitfaden**; 2014, Internet: http://www.gdi.bayern.de/file/pdf/978/2014-10-21_Leitfaden_Nutzung_Geodatendienste.pdf, besucht 08/2015.

Hahmann, S. & Burghardt, D.: **Forschungsergebnisse zur Frage: Haben 80% aller Informationen einen Raumbezug?** In: gis.SCIENCE 3/2012, S. 101-108.

Initial Operating Capability Task Force: **Technical Guidance for the implementation of INSPIRE Download Services**; Version 3.1, 2013, Internet: http://inspire.ec.europa.eu/documents/Network_Services/Technical_Guidance_Download_Services_v3.1.pdf, besucht 08/2015

IT-Planungsrat: **Open Government; 2014**, Internet: http://www.it-planungsrat.de/DE/Projekte/Steuerungsprojekte/Steuerungsprojekte_NEGS/OpenGovernment/opengovernment_node.html, besucht 04/2015.

Janowicz, K., Schade, S., Bröring, A., Keßler, C., Maué, P., & Stasch, C.: **Semantic enablement for spatial data infrastructures**. In: Transactions in GIS, 14(2), 2010, S. 111-129.

Koordinierungsstelle Geodateninfrastruktur Deutschland: **Grenzen aufheben mit INSPIRE**; GDI-DE Webseite, Internet: <http://www.geoportal.de/DE/GDI-DE/INSPIRE/inspire.html>, besucht 06/2015.

Koordinierungsstelle Geodateninfrastruktur Deutschland (AK Architektur): **Architektur der GDI-DE – Technik, Version 3.1.0**; 2014, Internet: http://www.geoportal.de/SharedDocs/Downloads/DE/GDI-DE/GDI-DE_Architektur_Version_3_1_Technik.html, besucht 08/2015.

Wichtige Links

OGC-Standards

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

GovData, das Datenportal für Deutschland

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

GDI-DE – Geodateninfrastruktur Deutschland

www.gdi-de.org

KoSIT – Koordinierungsstelle für IT-Standards

http://www.it-planungsrat.de/DE/Organisation/KoSIT/KoSIT_node.html

INSPIRE

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

Geoportale

INSPIRE Geoportal

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

Geoportal Deutschland

<http://www.geoportal.de>

Weitere Portale aus Bund, Ländern und Kommunen sowie dem Ausland

http://www.geoportal.de/DE/Geoportal/Service/Viewer-und-Portale/viewer-und-portale_node.html?lang=de

Abkürzungsverzeichnis

BITV	Barrierefreie Informationstechnik-Verordnung
BKG	Bundesamt für Kartographie und Geodäsie
BMI	Bundesministerium des Inneren
BSI	Bundesamt für Sicherheit in der Informationstechnik
C++	Programmiersprache
CAD	Computer Aided Design
CEN	Comité Européen de Normalisation
CGI	Common Gateway Interface
CSW	Catalogue Service Web
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
ITU	International Telecommunication Union
JPEG	Joint Photographic Experts Group
KoSIT	Koordinierungsstelle für IT-Standards
MB	Megabyte
OGC	Open Geospatial Consortium
O&M	Observation & Measurement

Perl	Programmiersprache
PHP	Hypertext Preprocessor, ursprünglich Personal Home Page Tools
PNG	Portable Network Graphics
RAID	Redundant Array of Independent Disks
REST	Representational State Transfer
ROA	Ressourcenorientierte Architektur
SAGA	Standards und Architekturen für E-Government-Anwendungen
SAML	Security Assertion Markup Language
SAN	Storage Area Network
SE	Symbol Encoding Scheme
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, Dateiformat zur Speicherung von Bilddaten
W3C	World Wide Web Consortium
WCS	Web Coverage Service
WCTS	Web Coordinate Transformation 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
WSGI	Web Server Gateway Interface
WTS	Web Terrain Service
XML	Extensible Markup Language
XÖV	XML in der öffentlichen Verwaltung

Abbildungsverzeichnis

Abbildung 1:	Gegenüberstellung von Raster- und Vektordaten in Anlehnung an Bill (2003)	11
Abbildung 2:	Komponenten und Rahmenbedingungen einer Geodateninfrastruktur aus „Architektur der GDI-DE – Ziele und Grundlagen“	12
Abbildung 3:	GDI-Hierarchie in Deutschland aus „Architektur der GDI-DE – Ziele und Grundlagen“	13
Abbildung 4:	Überblick über Standardisierungs- und Normungsgremien	15
Abbildung 5:	Kategorisierung von Standards anhand ihres Reifegrads	17
Abbildung 6:	Web Map Service (WMS)	19
Abbildung 7:	Web Map Tile Service (WMTS)	22
Abbildung 8:	INSPIRE Network Services und OGC-Geodaten-dienste	23
Abbildung 9:	Web Feature Service (WFS)	25
Abbildung 10:	Web Coverage Service (WCS)	26
Abbildung 11:	Darstellung von Suchergebnissen des Geodaten-katalog.de im Geoportal.de	28
Abbildung 12:	Web Feature Service Gazetteer (WFS-G)	29
Abbildung 13:	Web Coordinate Transformation Service (WCTS)	30
Abbildung 14:	Web Terrain Service (WTS)	30
Abbildung 15:	Web Processing Service (WPS)	31
Abbildung 16:	Sensor Observation Service (SOS)	32
Abbildung 17:	Integrationsmöglichkeiten auf unterschiedlichem Niveau	38
Abbildung 18:	Dienste-Architektur mit dezentraler Daten-haltung	39
Abbildung 19:	Dienste-Architektur für zentrale Datenhaltung	40
Abbildung 20:	Gemischte Datenhaltung	41
Abbildung 21:	INSPIRE Metadateneditor	44
Abbildung 22:	Kataloginfrastruktur	45
Abbildung 23:	Suche im Geoportal.de	56
Abbildung 24:	Viewer Geoportal.de	60

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 Leitfaden 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 6333-446
E-Mail: support@gdi-de.org
Internet: www.gdi-de.org | www.geoportal.de | wiki.gdi-de.org
Twitter: www.twitter.com/gdi_de

In Zusammenarbeit mit:

Landesamt für Geoinformation und Landentwicklung Baden-Württemberg (LGL), Hessisches Landesamt für Bodenmanagement und Geoinformation (HVBG), Landesamt für Vermessung und Geoinformation Sachsen-Anhalt (LVerGeo), Bundesamt für Kartographie und Geodäsie (BKG)

Unser besonderer Dank gilt:

Achim Dombert (LVerGeo), Matthias Döttger (HVBG), Johannes Föll (LGL), Dr. Andreas Illert (BKG), Birgit Kohlenbach (LVerGeo), Dr. Erhard Proß (BKG) und den Mitgliedern des GDI-DE Arbeitskreises AK Geodienste

Abbildungsnachweis:

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

Copyright:

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

3. vollständig überarbeitete Auflage September 2015, 5000 Exemplare

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