Architektur der Geodateninfrastruktur Deutschland - Vorgaben der GDI-DE zur Bereitstellung von Downloaddiensten

23. März 2026, zuletzt geändert am 23. März 2026

▾ **Mehr Informationen über dieses Dokument**

Aktuelle Version:
1.0

Veröffentlichungsdatum:
23. März 2026

Letzte Änderung:
23. März 2026

Diese Fassung:
https://gdi-de.github.io/arch-gdi-de-vg-dls/

Letzte publizierte Fassung:
https://gdi-de.github.io/arch-gdi-de-vg-dls/

Letzter Entwurf:
https://gdi-de.github.io/arch-gdi-de-vg-dls/

Verlauf:
Commit-Historie

Redaktion:
Armin Retterath

Autor/innen:

Martin Arimont (Bundesanstalt für Landwirtschaft und Ernährung)
Sven Böhme (Bundesamt für Kartographie und Geodäsie)
Thomas Bentler (Koordinierungsstelle GDI-DE)
Aljosa Cekic (Landesamt für Geoinformation und Landentwicklung Baden-Württemberg)
Ilka Enzweiler (Bezirksregierung Köln - Geobasis NRW)
Angelika Ettwein (Landesamt für Geoinformation und Landentwicklung Baden-Württemberg)
Marco Hohmann (Umweltbundesamt)
Michael Ialongo (Landesamt für Digitalisierung, Breitband und Vermessung)
Antje Knorr (Landesvermessung und Geobasisinformation Brandenburg)
Martin Leistner (Bundesanstalt für Geowissenschaften und Rohstoffe)
Mathias Lücker (Landesbetrieb Geoinformation und Vermessung Hamburg)
Dajana Noack (Landesvermessung und Geobasisinformation Brandenburg)
Peter Ohlraun (Landesamt für Digitalisierung, Breitband und Vermessung)
Andreas Rockstroh (Hessisches Landesamt für Bodenmanagement und Geoinformation)
Verena Sarwas (Bundesamt für Naturschutz)
Michael Schott (Senatsverwaltung für Stadtentwicklung und Wohnen Berlin)
Peter Stickl (Landesamt für Geobasisinformation Sachsen)
Dirk Thalheim (Bundesamt für Kartographie und Geodäsie)
Holger Thunig (Landesamt für Geoinformation und Landentwicklung Baden-Württemberg)
Bartholomeus Tümmler (Bundesamt für Naturschutz)
Jakob Tworek (IT NRW)

Ralf Ziebarth (Bundesanstalt für Geowissenschaften und Rohstoffe)

Feedback:
GitHub gdi-de/arch-gdi-de-vg-dls (pull requests, new issue, open issues)

GDI-DE 2020-2026, lizensiert unter CC0.

Zusammenfassung

Die Geodateninfrastruktur Deutschland (GDI-DE) hat das Ziel, Geodaten von Bund, Ländern und Kommunen für Wirtschaft, Wissenschaft, Verwaltung und Bürger interoperabel und zukunftsfähig bereitzustellen. Dabei wird auf offene Standards und genormte Schnittstellen gesetzt. Diese bilden auch die Grundvoraussetzung für die Integration von Geodaten in E-Governmentprozesse und Applikationen. Innerhalb der GDI-DE erfolgt der standardisierte Zugriff auf die verteilten Geodaten in der Regel über sogenannte **Downloaddienste**. Der Begriff selbst stammt aus dem europäischen Kontext (INSPIRE [*INSPIRE Directive*]) und hat sich seit 2007 etabliert. Im internationalen Kontext wird von **Data Access Services** gesprochen.

Inhaltsverzeichnis

Zusammenfassung

1. Anwendungsbereich

2. Hinweise zum Dokument

3. Hinweise zur grundlegenden Architektur
3.1 Typen von Downloaddiensten
3.2 Hinweise zu den Funktionsprinzipien
3.2.1 WxS
3.2.2 INSPIRE
3.2.3 OGC API
3.3 Integration in Geodateninfrastrukturen
3.3.1 Auffinden und Nutzen von Diensten
3.3.2 Beziehung zwischen Daten, Diensten und deren Metadaten
3.4 Downloadalternativen für unterschiedliche Arten von Geodaten

4. Anforderungen
4.1 Allgemein
4.1.1 Verfügbarkeit
4.1.2 Sprache
4.1.3 Zeichenkodierung von textbasierten Rückgabewerten
4.1.4 Koordinatenreferenzsysteme
4.1.5 Datenmodelle
4.1.6 Anforderungen an IT-Komponenten für die Bereitstellung von Diensten
4.2 Web Feature Service (WFS)
4.2.1 Art der Bereitstellung
4.2.2 Persistenz / Identität
4.2.3 Objektartennamen / Identifikatoren
4.2.4 Einschränkung der Objektzahl
4.2.5 Metadaten in Capabilities- und ISO-Dokumenten
4.3 INSPIRE ATOM-Feed

4.3.1 Art der Bereitstellung
4.3.2 Multi-Part Datensätze
4.4 OGC API - Features
4.4.1 Art der Bereitstellung
4.4.2 Persistenz / Identität
4.4.3 Koordinatenreferenzsysteme
4.4.4 Objektartennamen / Identifikatoren
4.4.5 Metadaten
4.5 Web Coverage Service (WCS)
4.5.1 Allgemeines
4.5.2 Extensions
4.5.3 Daten-Service-Kopplung
4.5.4 Schlüsselwörter
4.5.5 Ausgabeformate
4.5.6 Koordinatenreferenzsysteme
4.5.7 CoverageID
4.5.8 Coverage Subtype
4.5.9 Sonstiges
4.6 SensorThings API
4.6.1 Art der Bereitstellung
4.6.2 Persistenz / Identität
4.6.3 Koordinatenreferenzsysteme
4.6.4 Objektartennamen / Identifikatoren
4.6.5 Metadaten (properties Objekt)

5. Erläuterungen und Hinweise
5.1 Allgemein
5.1.1 Architektur und Dienste des OGC
5.2 Web Feature Service
5.3 INSPIRE ATOM-Feeds
5.3.1 Persistenz / Identität
5.3.2 Objektartennamen / Identifikatoren
5.3.3 Programmatische Erstellung von ATOM-Feeds
5.3.4 Bereitstellen einer HTML-Darstellung für die Anzeige im Browser
5.4 OGC API Features
5.4.1 Ausgestaltung der HTML-Varianten

A. Referenzen
A.1 Normen und Spezifikationen
A.2 Weiterführende Informationen

§ 1. Anwendungsbereich

Das vorliegende Dokument beinhaltet Anforderungen und Empfehlungen, die für eine interoperable Bereitstellung von Downloaddiensten innerhalb Deutschlands notwendig sind bzw. eine solche verbessern. Dabei wird eine größtmögliche Interoperabilität mit INSPIRE gewährleistet. Viele der hier definierten Vorgaben basieren auf den, insbesondere im Rahmen der Umsetzung von INSPIRE, gesammelten Erfahrungen der vergangenen Jahre. Um eine nahtlose Integration von INSPIRE und GDI-DE zu ermöglichen, gelten die hier aufgeführten Anforderungen und Empfehlungen auch für die INSPIRE-Downloaddienste.

Sie bauen auf den internationalen Standards und Normen des W3C, des OGC, sowie der ISO auf. Anforderungen aus diesen Standards und Normen, die für alle Downloaddienste ohnehin verpflichtend sind, werden im vorliegenden Dokument nicht wiederholt aufgeführt.

> HINWEIS: Abgrenzung zu den INSPIRE-Downloadiensten
>
> Für INSPIRE-Downloaddienste gelten in der Regel zusätzliche Anforderungen aus INSPIRE-Durchführungsbestimmungen, die nicht Bestandteil des vorliegenden Dokumentes sind. GDI-DE Downloadienste sind zwar kompatibel zu INSPIRE, müssen aber nicht alle Anforderungen der EU-Gesetzgebung erfüllen.

§ 2. Hinweise zum Dokument

Das vorliegende Dokument ist Bestandteil der Architektur der Geodateninfrastruktur Deutschland [*GDI-DE Architekturdokument / Technik 4.0.1*] und gliedert sich in ein Kapitel zu Anforderungen an die Bereitstellung von Downloaddiensten und ein Kapitel mit Erläuterungen und Hintergrundinformationen. Diese Aufteilung dient dazu, einerseits einen prägnanten Überblick über Implementierungsanforderungen zu geben und andererseits Hintergrundinformationen und Begründungen für Interessierte vorzuhalten.

§ 3. Hinweise zur grundlegenden Architektur

§ 3.1 Typen von Downloaddiensten

Liste der Dienste mit zugehörigen Normen und Spezifikationen

- WFS 1.1.0 (Web Feature Service) [*OGC WFS 1.1.0*]
- WFS 2.0.0 (Web Feature Service) [*ISO 19142:2010*][*OGC WFS 2.0.0*]
- OAF (OGC API - Features) [*ISO 19168:1:2020*][*OGC API - Features-Part 1*]
- WCS 2.0.1 (Web Coverage Service) [*OGC WCS 2.0.1*]
- WCS 2.1 (Web Coverage Service) [*OGC WCS 2.1*]
- INSPIRE ATOM-Feed [*INS VO Netzdienste*][*INS TG Download Services*]
- OGC SensorThings API [*OGC SensorThings API Part 1*]

§ 3.2 Hinweise zu den Funktionsprinzipien

§ 3.2.1 WxS

WxS steht stellvertretend für die allgemein bekannten und weltweit verbreiteten OGC-Spezifikationen für den Austausch von und Zugriff auf Geodaten. Die Entwicklung dieser Spezifikationen begann schon Mitte der 90er Jahre und sie bilden heute noch die Basis für den

Betrieb der meisten Geodateninfrastrukturen. Prinzipiell handelt es sich um spezielle Webservices mit XML-Binding. Eine Verallgemeinerung der maschinenlesbaren Service-Beschreibung findet sich in der OWS Common Spezifikation [*OGC OWS Common*]. Bei der Nutzung dieser Dienste wird grundsätzlich zunächst ein sogennantes OGC-Capabilities-Dokument abgefragt. Dieses beinhaltet unter anderem Metadaten über den Dienstprovider, eine Liste der Operationen sowie Informationen über die vom Dienst bereitgestellten Daten. Mithilfe der maschinenlesbaren Beschreibung lässt sich die Informationsquelle in andere IT-Systeme integrieren.

§ 3.2.2 INSPIRE

Bei der Erarbeitung der EU INSPIRE-Richtlinie hat man die Standard OGC Architektur für den Aufbau von Geodateninfrastrukturen als Vorbild verwendet. Die Richtlinie selbst und die zugehörigen Rechtsverordnungen referenzieren jedoch nicht direkt konkrete OGC-Spezifikationen, sondern sprechen von sogenannten Download- und Darstellungsdiensten. Es wird gefordert, dass Geodaten über Downloaddienste herunterladbar sein müssen. Die Downloaddienste müssen dabei mindestens folgende Operationen unterstützen, um den Anforderungen der EU zu genügen:

- Get Download Service Metadata
- Get Spatial Dataset
- Describe Spatial Dataset
- Link Download Service

Grundsätzlich entsprechen diese abstrakten Operationen konkret definierten Funktionen spezieller WxS. In den europaweit abgestimmten sogenannten Technical Guidance Dokumenten sind Informationen publiziert, wie man INSPIRE-konforme Downloaddienste mithilfe von WxS bzw. anderen Technologien umsetzen kann. In diesem Kontext haben sich in den letzten zwölf Jahren, neben den WxS, die sogenannten INSPIRE ATOM-Feeds etabliert.

§ 3.2.3 OGC API

Das OGC hat Ende 2019 begonnen seine Architektur neu auszurichten. Die speziellen WxS mit ihrem XML-Binding wurden als nicht mehr zeitgemäß erachtet und sollen sukzessive durch moderne REST APIs ersetzt werden. Die erste Spezifikation aus dieser neuen Reihe ist die im Jahr 2020 publizierte ISO19168:1. Sie definiert ein REST-Interface für den Zugriff auf Vektordaten und bietet eine moderne Alternative zur WFS-Schnittstelle. Allgemeine Anforderungen für diese REST-Interfaces sind in der OGC-API Common Spezifikation [*OGC-API Common - Part 1: Core*] definiert.

§ 3.3 Integration in Geodateninfrastrukturen

§ 3.3.1 Auffinden und Nutzen von Diensten

In einer Geodateninfrastruktur verfügen Dienste in der Regel über eine Selbstbeschreibung der

möglichen Operationen, sowie des zur Verfügung gestellten Contents (Daten). Um beispielsweise Downloaddienste nutzen zu können, benötigt man die URL auf die Selbstbeschreibung des jeweiligen Dienstes. Die aktuelle GDI-Architektur basiert darauf, dass sowohl die Daten als auch die Dienste jeweils mit standardisierten Metadaten (aktuelles Encoding [*ISO 19139:2007*]) beschrieben sind. Diese werden in Katalogen gesammelt und bis auf die europäische Ebene aggregiert. Der Zugriff auf die Kataloge der verschiedenen Verwaltungsebenen erfolgt über eine einheitliche Schnittstelle, den OGC Catalog Service [*OGC CAT 2.0.2*]. Der typische Prozess, um die Zugriffsadresse eines Dienstes zu erhalten, geht in der Regel von den Datensatz-Metadaten aus. Jeder Datensatz wird dabei über eine möglichst persistente URI identifiziert (Datensatzidentifikator). Diese URI wird vom Datenanbieter festgelegt und ist Bestandteil der Metadaten zum Datensatz.

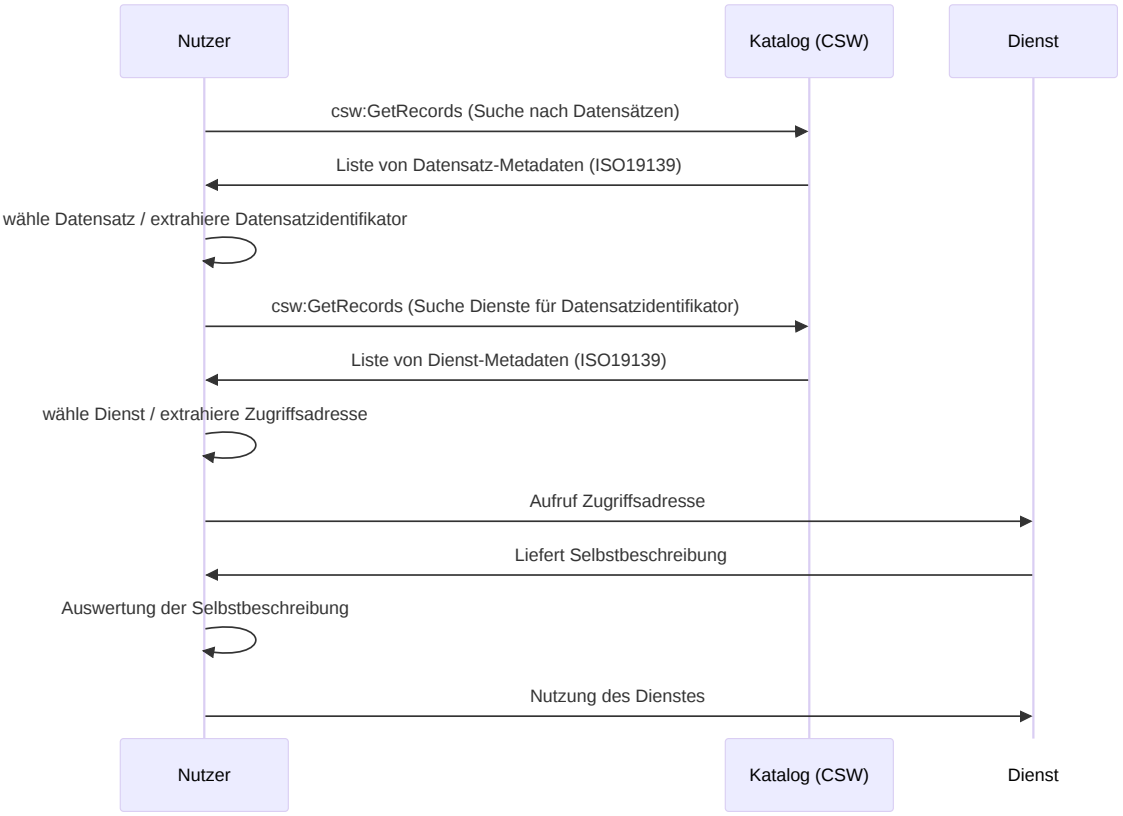

Abbildung1 Sequenzdiagramm für das Suchen nach Diensten

§ 3.3.2 Beziehung zwischen Daten, Diensten und deren Metadaten

Da ein Dienst den Zugriff auf mehrere Datensätze ermöglicht, ist es zusätzlich notwendig, die eindeutige Zuordnung zwischen den vom Dienst bereitgestellten Content und den jeweiligen Datensätzen in der Selbstbeschreibung (Capabilities-Dokument) des Dienstes zu hinterlegen. Die Art und Weise wie dies zu erfolgen hat, wurde von den Arbeitsgruppen auf europäischer Ebene zur Umsetzung von INSPIRE festgelegt. Die Beziehungen der einzelnen Ressourcen untereinander ist nicht trivial und wird durch das folgende Diagramm verdeutlicht.

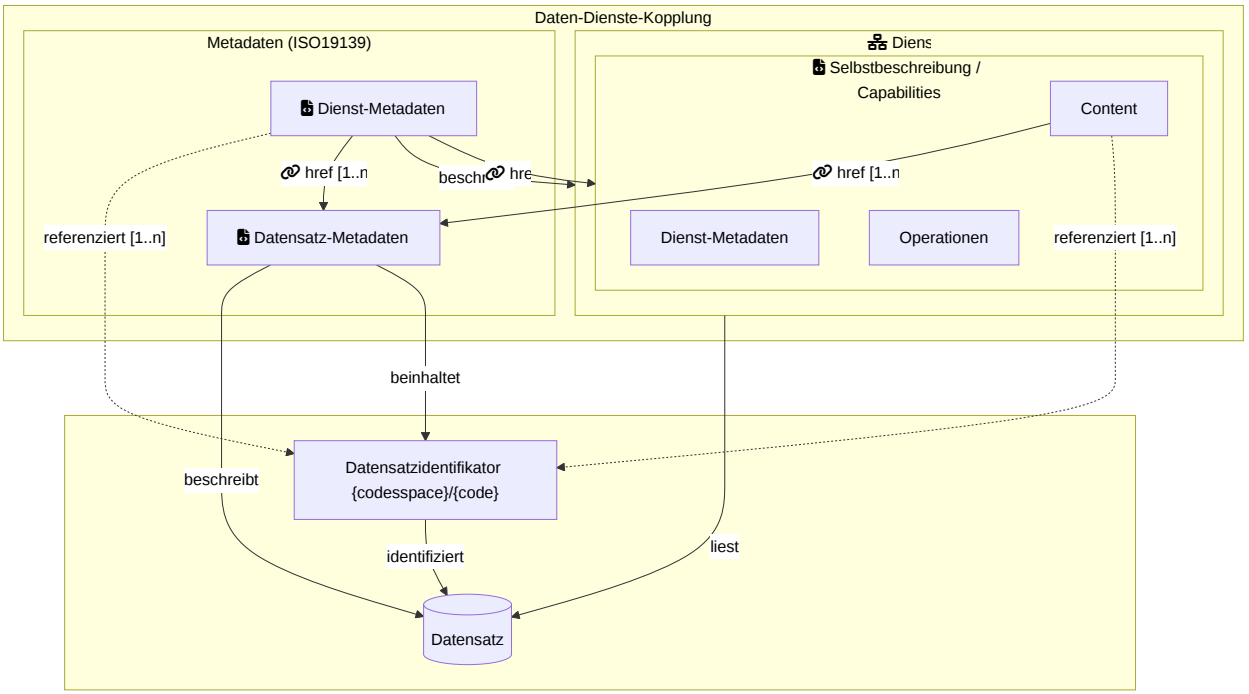

Abbildung2 Beziehungen zwischen Datensätzen, Metadaten und Diensten

Es besteht eine wechselseitige Abhängigkeit zwischen den Metadatenquellen: Metadaten zum Dienst finden sich sowohl in den Selbstbeschreibungen der Dienste, als auch in den zugehörigen ISO19139-Dokumenten. Bei der Umsetzung von INSPIRE wird das Problem derart gelöst, dass man entweder den Mindestumfang an Metadaten in den Selbstbeschreibungen ergänzt oder dort einen Link auf den jeweiligen ISO19139 Dienst-Metadatensatz angibt.

§ 3.4 Downloadalternativen für unterschiedliche Arten von Geodaten

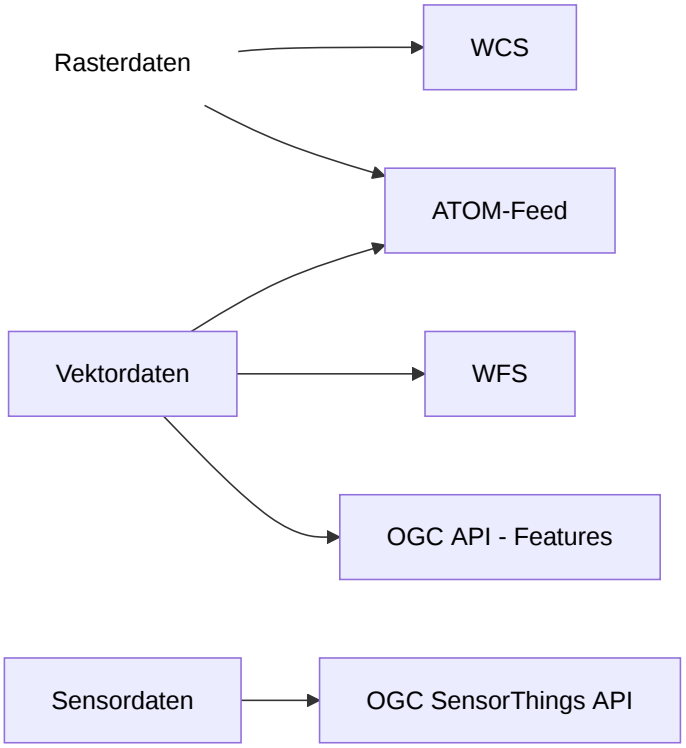

Abbildung3 Typen von Downloaddiensten

§ 4. Anforderungen

Neben den explizit als nicht-normativ gekennzeichneten Abschnitten sind auch alle Diagramme, Beispiele und Hinweise in diesem Dokument nicht normativ. Alle anderen Angaben sind normativ.

Die Schlüsselwörter *DÜRFEN*, *KANN*, *KÖNNEN*, *MUSS*, *MÜSSEN*, *SOLL* und *SOLLEN* in diesem Dokument sind gemäß BCP 14 [*RFC2119*] [*RFC8174*] und unter Berücksichtigung von 2119de zu interpretieren, wenn und nur wenn sie wie hier gezeigt durchgehend groß geschrieben wurden.

§ 4.1 Allgemein

§ 4.1.1 Verfügbarkeit

Erläuterung

Im Rahmen der Umsetzung der INSPIRE-Richtlinie wurde eine Rechtsverordnung [INS VO Netzdienste] erlassen, die eine Verfügbarkeit von 99% für die Netzdienste der europäischen Geodateninfrastruktur vorgibt. Erst mit einer hohen Verfügbarkeit können die Ziele einer GDI erreicht werden. Die Nutzer sollen direkt über das Internet auf die verteilten Geodaten zugreifen, womit die Notwendigkeit des Vorhaltens von Sekundärdaten (offline) in den meisten Fällen entfallen kann. Die für INSPIRE geltende Anforderung wird für die GDI-DE als Empfehlung übernommen.

§ *4.1.1.1 Empfehlung*

> Die Downloaddienste *SOLLEN* eine Verfügbarkeit von mindestens 99% gewährleisten.

§ 4.1.2 Sprache

Erläuterung

Die Rückgaben auf Anfragen an die Downloaddienste werden grundsätzlich in deutscher Sprache ausgegeben. Sollen weitere Sprachen bereitgestellt werden, ist der von INSPIRE vorgesehene, zusätzliche Parameter LANGUAGE zu nutzen.

§ *4.1.2.1 Empfehlung*

> In den Responses auf die Anfragen an die Downloaddienste *SOLL* Deutsch verwendet werden, wenn die Spezifikation nichts anderes vorsieht.

§ *4.1.2.2 Empfehlung*

> Werden weitere Sprachen angeboten, so *SOLL* dies analog zu den Handlungsempfehlungen für INSPIRE-Downloaddienste [*GDI-DE HE INS Downloaddienste*] erfolgen.

§ 4.1.3 Zeichenkodierung von textbasierten Rückgabewerten

Erläuterung

Bei der Verwendung unterschiedlicher Werkzeuge für die Nutzung von Downloaddiensten ist es notwendig, sich auf eine einheitliche Zeichenkodierung zu einigen.

§ *4.1.3.1 Anforderung*

> Textbasierte Rückgabewerte *MÜSSEN* UTF-8 kodiert sein.

§ 4.1.4 Koordinatenreferenzsysteme

Erläuterung

Geodaten lassen sich nur dann miteinander kombinieren, wenn sie in einem einheitlichen

Koordinatenreferenzsystem (CRS) vorliegen. Die meisten Downloaddienste bieten die Möglichkeit, Daten in verschiedenen CRS abzufragen. Die Transformation erfolgt dabei oft serverseitig und der Aufwand für den Nutzer wird reduziert. Die Koordinatenreferenzsysteme selbst haben in der Regel einen spezifischen räumlichen Bezug oder Kontext.

EPSG-Code	**Bezeichnung**	**räumlicher Kontext**
4326	WGS 84 - WGS84 - World Geodetic System 1984, used in GPS	Global
3857	WGS 84 / Pseudo-Mercator for web mapping- WGS84 - World Geodetic System 1984	Global
25832	ETRS89 / UTM Zone 32N - ETRS89 - European Terrestrial Reference System 1989	Europäisch
25833	ETRS89 / UTM Zone 33N - ETRS89 - European Terrestrial Reference System 1989	Europäisch
3035	ETRS89-extended / LAEA Europe - ETRS89 LAEA - European Terrestrial Reference System 1989	Europäisch
4258	ETRS89 - ETRS89 - European Terrestrial Reference System 1989	Europäisch

Im Hinblick auf eine internationale Interoperabilität ist es eigentlich sinnvoll, ein globales CRS festzulegen, das alle Downloaddienste unterstützen müssen. Leider geht eine Transformation zwischen zwei verschiedenen CRS in einigen Fällen mit der Verschlechterung der Lagegenauigkeit einher. Unter diesen Umständen kann es notwendig sein, die Daten nur in dem System anzubieten, in dem sie auch erfasst bzw. verwaltet werden. Die Verantwortung für einen Genauigkeitsverlust durch eine Transformation übernimmt in diesem Fall der Nutzer. Da es aus den genannten Gründen nicht möglich ist, ein globales CRS zu fordern, wird an dieser Stelle nur eine abgestufte Liste von Empfehlungen aufgeführt.

§ *4.1.4.1 Empfehlung*

> Zur Einhaltung internationaler Interoperabilität *SOLLEN* Download-Dienste Anfragen im folgenden Koordinatenreferenzsystem unterstützen: EPSG:4326.

> HINWEIS: CRS bei GeoJSON Ausgaben
>
> Bei Ausgabe des Formats GeoJSON ist zu beachten, dass die GeoJSON-Spezifikation [*RFC7946*] eine spezielles Koordinatenreferenzsystem (CRS84) vorgibt. Da sich dieses System nur in der Achsreihenfolge vom EPSG:4326 unterscheidet, wird es hier nicht explizit aufgeführt.

§ *4.1.4.2 Empfehlung*

> Download-Dienste, die Daten für einen deutschlandweiten Kontext bereitstellen, *SOLLEN* zusätzlich die Koordinatenreferenzsysteme EPSG:25832 und EPSG:25833 unterstützen.

§ *4.1.4.3 Empfehlung*

> Download-Dienste, die Daten für einen europäischen Kontext bereitstellen, *SOLLEN* zusätzlich die Koordinatenreferenzsysteme EPSG:4258 und EPSG:3035 unterstützen.

§ *4.1.4.4 Empfehlung*

> Um eine möglichst breite Nutzbarkeit zu gewährleisten, *SOLLEN* Anfragen auch für das folgende Koordinatenreferenzsystem möglich sein: EPSG:3857.

§ **4.1.5 Datenmodelle**

§ *4.1.5.1 Empfehlung*

> Bei der Bereitstellung von Daten über einen Downloaddienst *SOLLEN* möglichst Datenmodelle ohne Verwendung von Relationen und Hierarchien angeboten werden (Simple Featuretypes).

§ **4.1.6 Anforderungen an IT-Komponenten für die Bereitstellung von Diensten**

§ *4.1.6.1 Verwendung von CORS-Headern*

Erläuterung

Die Nutzung von standardisierten Diensten in Webapplikationen erfolgt größtenteils unter Zuhilfenahme von JavaScript-Bibliotheken, wie z.B. OpenLayers oder Leaflet. Diese Bibliotheken ermöglichen eine einfache Integration der Dienste in Webanwendungen. Die Datenquellen werden dabei in der Regel direkt vom Browser des jeweiligen Nutzers angefragt (verteilte Architektur auf Basis des HTTP). In manchen Fällen ist es dabei notwendig, dass die Webanwendung die verteilten Server direkt anfragen muss (z. B. Abruf von Metadaten, Capabilities-Dokumenten oder geometrischen Objekten). Aufgrund der Same-Origin Policy - einer Sicherheitseinstellung von Browsern - wird das Aufrufen von verteilten Ressourcen grundsätzlich verhindert. Abhilfe schafft hier die Empfehlung des W3C zum Cross-Origin Resource Sharing (CORS).

§ Empfehlung

> Der HTTP-Header (serverseitig) *SOLL* bei den jeweils bereitgestellten Operationen zusätzlich folgenden Eintrag enthalten: Access-Control-Allow-Origin: *

§ *4.1.6.2 HTTP-Methoden*

§ Empfehlung

> Aufgrund möglicher Längenbeschränkungen der URL bei der Verwendung der HTTP GET Methode, *SOLLEN* die Serverkomponenten der betroffenen Schnittstellen auch HTTP POST unterstützen.

§ *4.1.6.3 Absicherung*

Erläuterung

Soll ein Downloaddienst nur einem ausgewählten Nutzerkreis zur Verfügung gestellt werden, so sollte dieser zur Übermittlung der Authentifizierungsinformationen mindestens das Standardverfahren für HTTP unterstützen.

§ Empfehlung

> Zur Absicherung von Downloaddiensten *SOLL* mindestens das Standardverfahren zur Authentifizierung von HTTP ('Basic' HTTP Authentication Scheme [*rfc7617*] und HTTP Digest Access Authentication [*rfc7616*]) angeboten werden.

§ Empfehlung

> Bei erhöhten Sicherheitsanforderungen *SOLL* das OAuth 2.0 Authorization Framework [*rfc6749*] verwendet werden.

§ 4.2 Web Feature Service (WFS)

§ **4.2.1 Art der Bereitstellung**

Erläuterung

Es gibt zwei häufig verwendete Versionen des WFS-Standards mit unterschiedlichem Verbreitungsgrad: WFS Version 1.1.0 [*OGC WFS 1.1.0*] und WFS Version 2.0.0 [*iso-19142-2010*]. Die meisten Softwarekomponenten, die über eine WFS-Schnittstelle verfügen, unterstützen auch die neuere WFS-Version 2.0.0. Ein Vorteil der neueren Version ist der native Support für Paging. Mithilfe dieser Funktion lassen sich auch sehr umfangreiche Datensätze automatisiert herunterladen. Manche Softwarekomponenten bieten diese Funktion auch schon bei der WFS Version 1.1.0 an.

§ *4.2.1.1 Empfehlung*

> Wird ein Downloaddienst auf Basis von WFS angeboten, so *SOLL* dieser die Version 2.0.0, 1.1.0 oder beide Versionen unterstützen.

§ 4.2.2 Persistenz / Identität

Erläuterung

Bei einer SOA (service-oriented architecture) ist es systemrelevant, dass die Datenquellen dauerhaft referenzierbar sind. Im Falle von Downloaddiensten auf Basis von WFS gibt es für jeden Service eine URL, über die weitere Informationen zum Dienst in Form von Capabilities-Dokumenten verfügbar gemacht werden. Diese Capabilities-Dokumente beinhalten zum einen die Zugriffsadressen (URLs) zu den jeweiligen technischen Operationen (DescribeFeatureType, GetFeature etc.), zum anderen enthalten sie Metadaten über den Inhalt, welcher über den Dienst publiziert wird (Schema des FeatureTypes, Liste des FeatureTypes, etc.).

Downloaddienste können über die URL zum Capabilities-Dokument in Geschäftsprozesse und Applikationen eingebunden werden. Die Anwendung kommuniziert selbständig über das Netzwerk mit der jeweiligen Datenquelle und erhält als Antwort die benötigten Informationen bzw. Objekte.

Die eindeutige Referenzierung des Contents (FeatureType) erfolgt dabei durch eine Kombination der URL des Servers mit dem `<Name>` - Element des jeweiligen FeatureType. Dienst-URL und `<Name>` von FeatureTypes sollen nach Veröffentlichung eines Dienstes nicht mehr verändert werden. Die Änderung des Wertes hätte zur Folge, dass alle abhängigen Prozesse und Applikationen angepasst werden müssten. Für den Betrieb und die Funktionsfähigkeit einer Geodateninfrastruktur (GDI) ist die Persistenz dieser Identifikatoren von hoher Bedeutung.

Um die Nutzer in die Lage zu versetzen, sich über Änderungen von verteilten Diensten zu informieren, sehen die zugrundeliegenden Spezifikationen den optionalen Parameter UPDATESEQUENCE bei einem GetCapabilities Request vor, dessen Unterstützung aus dem zuvor genannten Grund empfohlen wird.

§ *4.2.2.1 Empfehlung*

> Der UPDATESEQUENCE Parameter der GetCapabilities Operation *SOLL* unterstützt werden.

§ *4.2.2.2 Empfehlung*

> Der Wert des UPDATESEQUENCE Parameters *SOLL* als String in Form eines ISO 8601:2004 Zeitstempels - CCYY-MM-DDThh:mm:ss.sssZ - implementiert werden.

§ 4.2.3 Objektartennamen / Identifikatoren

Erläuterung

Das FeatureType `<Name>` - Element beim WFS ist ein Identifikator, der grundsätzlich von Software genutzt wird (Maschine-Maschine-Kommunikation). Um Fehler beim Auslesen eines Capabilities-Dokumentes auszuschließen, sollten sich diese Identifikatoren nur aus Zeichen zusammensetzen, deren Verwendung in unterschiedlichen Programmiersprachen unbedenklich ist. Außerdem sollte die Zahl der verwendeten Zeichen nicht zu groß sein, da es sonst bei Clients, die Datenanfragen nur über HTTP GET umsetzen, zu Fehlern bei der Übertragung der Anfragen kommen kann.

§ *4.2.3.1 Anforderung*

> FeatureType-Namen *MÜSSEN* innerhalb eines Dienstes eindeutig sein und folgendem regulären Ausdruck entsprechen: [0-9a-zA-Z\.\-_:+]

§ *4.2.3.2 Empfehlung*

> Die Länge der Zeichenkette des FeatureType-Namens bzw. -Identifikators *SOLL* möglichst kurz sein.

§ 4.2.4 Einschränkung der Objektzahl

§ *4.2.4.1 Anforderung*

> Werden umfangreiche Daten publiziert, die sich nicht mit einem einzelnen Request herunterladen lassen, so *MUSS* die WFS-Schnittstelle Paging unterstützen.

§ *4.2.4.2 Empfehlung*

Zur Vermeidung von Überlastungen von Client und Server soll die maximal auslieferbare Zahl von Objekten mit einem Request serverseitig beschränkt werden. Die Obergrenze ist dabei abhängig

von der Leistungsfähigkeit des Servers und der Komplexität der Objekte.

> HINWEIS: Hinweis
>
> Bei einfachen Objekten, wie z.B. Flurstücken, sind 100.000 Objekte pro Request in der Regel kein Problem.

§ *4.2.4.3 Empfehlung*

> Die Information über die maximale Zahl der abfragbaren Objekte eines WFS *SOLL* im Capabilities-Dokument in Form eines Constraints angegeben werden.

> BEISPIEL 1: Angabe des Constraints bei Beschränkung der Objektzahl
>
> ```
> ...
> <ows:Constraint name="CountDefault">
>   <ows:NoValues/>
>   <ows:DefaultValue>1000</ows:DefaultValue>
> </ows:Constraint>
> ...
> ```

§ 4.2.5 Metadaten in Capabilities- und ISO-Dokumenten

Bei den Metadaten des Dienstes (Capabilities-Dokument) wird zwischen Service Level und Content Level unterschieden. Die Service Level Informationen beziehen sich auf Informationen zum Dienst und zum Dienstanbieter, die Content Level Informationen beschreiben die bereitgestellten FeatureTypes. Zusätzlich zu den Metadaten in den Capabilities-Dokumenten des Dienstes ist ein ISO 19139-Dokument zu erstellen und im Internet zu publizieren. Das Mapping zwischen den Elementen des Capabilities-Dokumentes und des ISO-Dokumentes wird im Folgenden dargelegt.

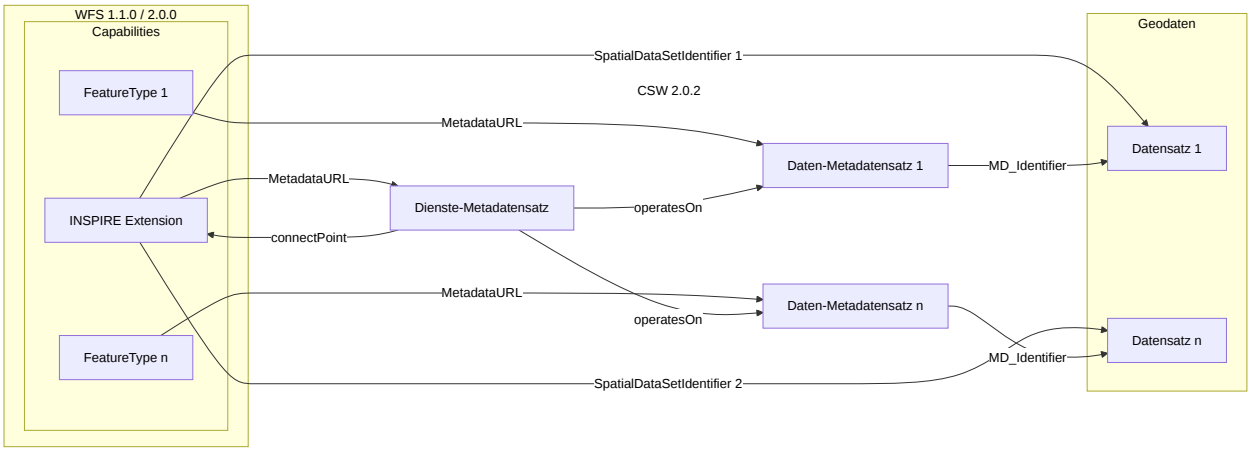

Abbildung4 Daten-Service-Kopplung 2

§ *4.2.5.1 Service Level Metadaten*

Erläuterung

Die Metadaten im Service Level der Capabilities beschreiben den kompletten Dienst, nicht die Datenquellen des Dienstes.

§ Anforderung

> Für die bereitzustellenden Service-Metadatenelemente in den Capabilities- und jeweiligen ISO-Dokumenten gilt die nachfolgende Tabelle.

Grau unterlegte Felder sind verpflichtend.

WFS (1.1.0 / 2.0.0)	**Erläuterung**	**ISO19139 XPATH**
`/wfs:WFS_Capabilities/ ows:ServiceIdentification/ ows:Title`	Titel des Dienstes	`/gmd:MD_Metadata/gmd:identificationInfo/ srv:SV_ServiceIdentification/gmd:citation/ gmd:CI_Citation/gmd:title/gco:CharacterString`
`/wfs:WFS_Capabilities/ ows:ServiceIdentification/ ows:Abstract`	Beschreibung des Dienstes	`/gmd:MD_Metadata/gmd:identificationInfo/ srv:SV_ServiceIdentification/gmd:citation/ gmd:CI_Citation/gmd:abstract/ gco:CharacterString`
`/wfs:WFS_Capabilities/ ows:ServiceIdentification/ ows:Keywords`	Liste der Schlüsselwörter	`/gmd:MD_Metadata/gmd:identificationInfo/ srv:SV_ServiceIdentification/ gmd:descriptiveKeywords/gmd:MD_Keywords`
`/wfs:WFS_Capabilities/ ows:ServiceIdentification/ ows:Fees`	Angaben zu Nutzungseinschränkungen und Nutzungsbedingungen (Kosten, Gebühren, Lizenzen, Quellenangabe, etc.)	`/gmd:MD_Metadata/gmd:identificationInfo/ srv:SV_ServiceIdentification/ gmd:resourceConstraints/ gmd:MD_LegalConstraints[gmd:useConstraints/ gmd:MD_RestrictionCode/ @codeListValue="otherRestrictions"]/ gmd:otherConstraints/gmx:Anchor/text()`
`/wfs:WFS_Capabilities/ ows:ServiceIdentification/ ows:AccessConstraints`	Angaben zu Einschränkungen des öffentlichen Zugangs	`/gmd:MD_Metadata/gmd:identificationInfo/ srv:SV_ServiceIdentification/ gmd:resourceConstraints/ gmd:MD_LegalConstraints[gmd:accessConstraints gmd:MD_RestrictionCode/ @codeListValue="otherRestrictions"]/ gmd:otherConstraints/gmx:Anchor/text()`
`/wfs:WFS_Capabilities/ ows:ServiceProvider/ ows:ProviderName`	Kontaktorganisation	`/gmd:MD_Metadata/gmd:identificationInfo/ srv:SV_ServiceIdentification/ gmd:pointOfContact/gmd:CI_ResponsibleParty/ gmd:organisationName/gco:CharacterString`
`/wfs:WFS_Capabilities/ ows:ServiceProvider/ ows:ProviderSite/ @xlink:href`	Link zur Webseite des Diensteanbieters	`/gmd:MD_Metadata/gmd:identificationInfo/ srv:SV_ServiceIdentification/ gmd:pointOfContact/gmd:CI_ResponsibleParty/ gmd:contactInfo/gmd:CI_Contact/ gmd:onlineResource/gmd:CI_OnlineResource/ gmd:linkage/gmd:URL`

WFS (1.1.0 / 2.0.0)	Erläuterung	ISO19139 XPATH
/wfs:WFS_Capabilities/ ows:ServiceProvider/ ows:ServiceContact/ ows:IndividualName	Kontaktperson	/gmd:MD_Metadata/gmd:identificationInfo/ srv:SV_ServiceIdentification/ gmd:pointOfContact/gmd:CI_ResponsibleParty/ gmd:individualName/gco:CharacterString
/wfs:WFS_Capabilities/ ows:ServiceProvider/ ows:ServiceContact/ ows:PositionName	Position der Kontaktperson	/gmd:MD_Metadata/gmd:contact/ gmd:CI_ResponsibleParty/gmd:positionName/ gco:CharacterString
/wfs:WFS_Capabilities/ ows:ServiceProvider/ ows:ServiceContact/ ows:ContactInfo/ ows:Address/ows:City	Ort	/gmd:MD_Metadata/gmd:identificationInfo/ srv:SV_ServiceIdentification/ gmd:pointOfContact/gmd:CI_ResponsibleParty/ gmd:contactInfo/gmd:CI_Contact/gmd:address/ gmd:CI_Address/gmd:city/gco:CharacterString
/wfs:WFS_Capabilities/ ows:ServiceProvider/ ows:ServiceContact/ ows:ContactInfo/ ows:Address/ ows:DeliveryPoint	Straße und Hausnummer	/gmd:MD_Metadata/gmd:identificationInfo/ srv:SV_ServiceIdentification/ gmd:pointOfContact/gmd:CI_ResponsibleParty/ gmd:contactInfo/gmd:CI_Contact/gmd:address/ gmd:CI_Address/gmd:deliveryPoint/ gco:CharacterString
/wfs:WFS_Capabilities/ ows:ServiceProvider/ ows:ServiceContact/ ows:ContactInfo/ ows:Address/ ows:AdministrativeArea	Bundesland der postalischen Kontaktadresse. Angaben erfolgen per ISO3166-2Code (Bsp.: "DE-RP") zur Unterstützung automatischer Auswertungen.	/gmd:MD_Metadata/gmd:identificationInfo/ srv:SV_ServiceIdentification/ gmd:pointOfContact/gmd:CI_ResponsibleParty/ gmd:contactInfo/gmd:CI_Contact/gmd:address/ gmd:CI_Address/gmd:administrativeArea/ gco:CharacterString
/wfs:WFS_Capabilities/ ows:ServiceProvider/ ows:ServiceContact/ ows:ContactInfo/ ows:Address/ows:PostalCode	Postleitzahl	/gmd:MD_Metadata/gmd:identificationInfo/ srv:SV_ServiceIdentification/ gmd:pointOfContact/gmd:CI_ResponsibleParty/ gmd:contactInfo/gmd:CI_Contact/gmd:address/ gmd:CI_Address/gmd:postalCode/ gco:CharacterString
/wfs:WFS_Capabilities/ ows:ServiceProvider/ ows:ServiceContact/ ows:ContactInfo/ ows:Address/ows:Country	Staat, Angaben erfolgen per ISO3166-1 Code ("DE")	/gmd:MD_Metadata/gmd:identificationInfo/ srv:SV_ServiceIdentification/ gmd:pointOfContact/gmd:CI_ResponsibleParty/ gmd:contactInfo/gmd:CI_Contact/gmd:address/ gmd:CI_Address/gmd:country/gco:CharacterStrin
/wfs:WFS_Capabilities/ ows:ServiceProvider/ ows:ServiceContact/ ows:ContactInfo/ ows:Address/ ows:ElectronicMailAddress	E-Mailadresse der Kontaktorganisation	/gmd:MD_Metadata/gmd:identificationInfo/ srv:SV_ServiceIdentification/ gmd:pointOfContact/gmd:CI_ResponsibleParty/ gmd:contactInfo/gmd:CI_Contact/gmd:address/ gmd:CI_Address/gmd:electronicMailAddress/ gco:CharacterString
/wfs:WFS_Capabilities/ ows:ServiceProvider/ ows:ServiceContact/ ows:ContactInfo/ ows:OnlineResource/ @xlink:href	Homepage des Datenbereitstellers	

WFS (1.1.0 / 2.0.0)	Erläuterung	ISO19139 XPATH
/wfs:WFS_Capabilities/ ows:ServiceProvider/ ows:ServiceContact/ ows:ContactInfo/ows:Phone/ ows:Voice	Telefonnummer der Kontaktorganisation	/gmd:MD_Metadata/gmd:identificationInfo/ srv:SV_ServiceIdentification/ gmd:pointOfContact/gmd:CI_ResponsibleParty/ gmd:contactInfo/gmd:CI_Contact/gmd:phone/ gmd:CI_Telephone/gmd:voice/gco:CharacterStrin
/wfs:WFS_Capabilities/ ows:ServiceProvider/ ows:ServiceContact/ ows:ContactInfo/ows:Phone/ ows:Facsimile	Faxnummer der Kontaktorganisation	

§ *4.2.5.2 Verlinkung des Dienst-Metadatensatzes im Capabilities-Dokument*

Erläuterung

Die notwendige Verlinkung eines Service-Metadatensatzes im Capabilities-Dokument erfolgt auf dem zur Umsetzung von INSPIRE gewählten Weg über die Nutzung einer Extension. Die Erweiterung kann über die Angabe von zusätzlichen Namensräumen oder die Verlinkung eines Schemas im Header des XML erfolgen. Da nicht sichergestellt werden kann, dass das Schema dauerhaft auf Seiten der EU gehostet wird, soll der Weg über die Angabe der notwendigen Namensräume verwendet werden.

§ Empfehlung

> Zur Erweiterung der Capabilities-Dokumente mit den notwendigen Informationen *SOLL* der Header um folgende Namensräume ergänzt werden: **xmlns:inspire_common="http://inspire.ec.europa.eu/schemas/common/1.0"**, **xmlns:inspire_dls="http://inspire.ec.europa.eu/schemas/inspire_dls/1.0"**

§ Anforderung

> Im Capabilities-Dokument ist ein Dienst-Metadatensatz zu verlinken. Die Verlinkung *MUSS* entsprechend den INSPIRE-Vorgaben erfolgen (siehe [*GDI-DE HE INS Downloaddienste*]). Es ist dabei freigestellt, ob der Link direkt auf einen Metadatensatz verweist oder es sich um einen GetRecordById-Request handelt. Wichtig ist nur, dass der richtige MimeType angegeben wird.

BEISPIEL 2: Die Verlinkung zum Dienst-Metadatensatz sowie die Angabe der SpatialDataSetIdentifier erfolgt im ows:ExtendedCapabilities Element

```
...
<ows:ExtendedCapabilities>
  <inspire_dls:ExtendedCapabilities>
    <inspire_common:MetadataUrl xsi:type="inspire_common:resourceLocatorType">
      <inspire_common:URL>
        https://www.geoportal.rlp.de/mapbender/php/mod_featuretypeISOMetadata.php?SERVICE
      </inspire_common:URL>
      <inspire_common:MediaType>application/vnd.iso.19139+xml</inspire_common:MediaType>
    </inspire_common:MetadataUrl>
  </inspire_dls:ExtendedCapabilities>
</ows:ExtendedCapabilities>
...
```

§ Empfehlung

Je nach Dokumententyp *SOLL* als MediaType entweder **application/vnd.ogc.csw.GetRecordByIdResponse_xml** oder **application/vnd.iso.19139+xml** angegeben werden.

§ *4.2.5.3 Content Level Metadaten im Capabilities-Dokument*

§ Anforderung

Für die bereitzustellenden Content (FeatureType)-Metadatenelemente in den Capabilities-Dokumenten gilt nachfolgende Tabelle.

Grau unterlegte Felder sind verpflichtend.

WFS (1.1.0 / 2.0.0)	**Erläuterung**
`/wfs:WFS_Capabilities/FeatureTypeList/FeatureType/Title`	Titel des FeatureTypes
`/wfs:WFS_Capabilities/FeatureTypeList/FeatureType/Abstract`	Beschreibung des FeatureTypes
`/wfs:WFS_Capabilities/FeatureTypeList/FeatureType/MetadataURL/@xlink:href`	Link zu einem ISO19139-kodierten Metadatensatz der Datengrundlage dieses FeatureTypes. (Hinweis: Die genaue Umsetzung der Daten-Dienste-Kopplung wird in einem eigenen Abschnitt erläutert.)

§ *4.2.5.4 Daten-Dienste-Kopplung*

Erläuterungen

Die Daten-Dienste-Kopplung erfolgt in den Capabilities-Dokumenten über die Angabe eines oder mehrerer MetadataURL-Einträge je FeatureType. Jeder MetadataURL-Eintrag verlinkt auf die Metadaten des zugehörigen Datensatzes, der durch den jeweiligen FeatureType bereitgestellt wird. Um den Nutzern das „Information Retrieval“ über die Kataloge der Geodateninfrastrukturen zu erleichtern, soll des Weiteren der von INSPIRE vorgesehene Ansatz Verwendung finden (siehe [*GDI-DE HE INS Downloaddienste*]). Dieser legt fest, dass für jeden FeatureType des WFS in den Capabilities-Dokumenten zusätzlich die Ressourcenidentifikatoren der Datensätze angegeben werden. Im Gegensatz zum WMS erfolgt die Angabe der Identifikatoren nicht am FeatureType, sondern im Extensionbereich für den Dienst. Die Angabe der Identifikatoren erfolgt getrennt nach Namensraum (Codespace) und Code. Der gesamte Ressourcenidentifikator entspricht dem von INSPIRE geforderten Unique Resource Identifier (URI) des Geodatensatzes, der über die jeweiligen FeatureTypes bereitgestellt wird (siehe auch [*INS TG Metadata 2.0.1*]).

§ Anforderung

Stellt ein Downloaddienst Daten bereit, für die über das Internet erreichbare, standardisierte Metadatensätze existieren, so *MÜSSEN* diese über eine Daten-Dienste-Kopplung in den jeweiligen FeatureType-Metadaten des Capabilities-Dokuments referenziert werden. Die Kopplung wird über das xlink:href Attribut der MetadataURL-Elemente realisiert.

BEISPIEL 3: Die Verlinkung zu Daten-Metadatensätzen

```
...
<FeatureType>
  <Name>ave:Flurstueck</Name>
  <Title>Flurstueck</Title>
  ...
  <MetadataURL xlink:href="https://www.geoportal.rlp.de/mapbender/php/mod_dataISOMetadata
  <MetadataURL xlink:href="https://www.geoportal.rlp.de/mapbender/php/mod_dataISOMetadata
  ...
</FeatureType>
...
```

§ Anforderung

Die Angabe der Ressourcen- bzw. Datensatzidentifikatoren *MUSS* im Extensionbereich des Capabilities-Dokumentes erfolgen.

BEISPIEL 4: Angabe der Datensatzidentifikatoren

```
...
<ows:ExtendedCapabilities>
  <inspire_dls:ExtendedCapabilities>
    ...
    <inspire_dls:SpatialDataSetIdentifier>
      <inspire_common:Code>30cc0a9a-cbad-66e3-68a5-7b75544814d8</inspire_common:Code>
      <inspire_common:Namespace>https://registry.gdi-de.org/id/de.rp.vermkv/</inspire_com
    </inspire_dls:SpatialDataSetIdentifier>
    <inspire_dls:SpatialDataSetIdentifier>
      <inspire_common:Code>5e410c1e-8f71-c62c-2cd4-4344e790e623</inspire_common:Code>
      <inspire_common:Namespace>https://registry.gdi-de.org/id/de.rp.vermkv/</inspire_com
    </inspire_dls:SpatialDataSetIdentifier>
    ...
  </inspire_dls:ExtendedCapabilities>
</ows:ExtendedCapabilities>
...
```

§ Empfehlung

> Stellt ein Downloaddienst Daten bereit, für die noch keine standardisierten Metadaten existieren, so sollen diese erstellt und über das Internet verfügbar gemacht werden.

§ Anforderung

> Die zur Umsetzung der Daten-Dienste-Kopplung genutzten MetadataURL-Elemente *MÜSSEN* entweder auf valide ISO19139-Dokumente oder GetRecordById-Requests von Katalogdiensten verweisen.

§ *4.2.5.5 Ausgabeformate*

Erläuterungen

Das Standardausgabeformat bei WFS ist normalerweise GML. Da die meisten Serverkomponenten in der Lage sind weitere Ausgabeformate bereitzustellen, ist es sinnvoll, auch zusätzliche, insbesondere weit verbreitete, Datenformate anzubieten.

§ Empfehlung

> Neben diversen GML-Varianten *SOLLEN* Downloaddienste auf Basis von WFS auch in der Lage sein, folgende weitere Datenformate bereitzustellen:

- **GeoJSON** [*RFC7946*], Mimetype application/geo+json
- **GeoPackage** [*OGC GeoPackage*], Mimetype application/geopackage+sqlite3
- **CSV** [*rfc4180*], Mimetype text/csv

§ 4.3 INSPIRE ATOM-Feed

§ 4.3.1 Art der Bereitstellung

Erläuterung

Der Weg zur Bereitstellung von Geodaten über INSPIRE ATOM-Feeds wurde bei der Umsetzung von INSPIRE als Möglichkeit für den einfachen Download von vordefinierten Datensätzen (oder vordefinierten Teilen eines Datensatzes) entwickelt. Eine Option zur Abfrage von Dateninhalten oder dem Auswählen von benutzerdefinierten Teilmengen von Datensätzen ist nicht gegeben.

Ein Grund für die Verwendung des Atom-Standards [*RFC4287*] war die Möglichkeit der direkten Interpretation der Feeds durch verschiedene Browser. Die Feeds können direkt durch die Nutzer der Daten abonniert werden. Der Nutzer kann sich somit über die Aktualisierung der Daten automatisiert informieren lassen. Das von der damaligen INSPIRE Initial Operating Capability Task Force (IOC-TF) vorgeschlagene Verfahren zur Bereitstellung von Geodaten mittels ATOM-Feeds basiert auf einer zweistufigen Lösung, die die gesetzlichen Anforderungen der Durchführungsbestimmungen zu den Netzdiensten [*INS VO Netzdienste*] erfüllt.

Die INSPIRE-Richtlinie sieht grundsätzlich die Bereitstellung von Geodaten über Downloaddienste vor. Eine für diese Dienste geforderte Operation ist die Beschreibung des Dienstes selbst (Get Download Service Metadata).

Im Fall von OGC Diensten, wie beispielsweise WMS oder WFS, handelt es sich dabei um das Capabilities-Dokument. Im Fall des INSPIRE ATOM-Ansatzes ist hierzu die Bereitstellung eines so genannten Service Feeds vorgesehen. Für jeden Datensatz, den ein solcher INSPIRE Atom Download Service zur Verfügung stellt, enthält der Service Feed einen Eintrag (`<entry>` - Element), welcher auf ein zweites sogenanntes Dataset Feed verlinkt. Für den Aufbau der beiden Feeds gibt das Technical Guidance Dokument [*INS TG Download Services*] konkrete Vorgaben.

Da sich die Art und Weise, Geodaten über dieses Verfahren bereitzustellen, in den letzten Jahren europaweit etabliert hat, und auch einige Softwareprodukte die ATOM-Feeds automatisch generieren können, ist es sinnvoll, das Verfahren auch in Deutschland einzusetzen. Eine Alternative zu INSPIRE ATOM-Feeds bieten in Zukunft möglicherweise STAC [*STAC*] bzw. OGC API Records [*OGC API Records - Part 1: Core*].

Im Kontext von INSPIRE wird bei der Bereitstellung von ATOM-Feeds eine OpenSearch-Schnittstelle erwartet. Diese kann bei einer Nutzung im rein deutschen Kontext entfallen, da diesbezüglich keine gesetzliche Anforderung existiert.

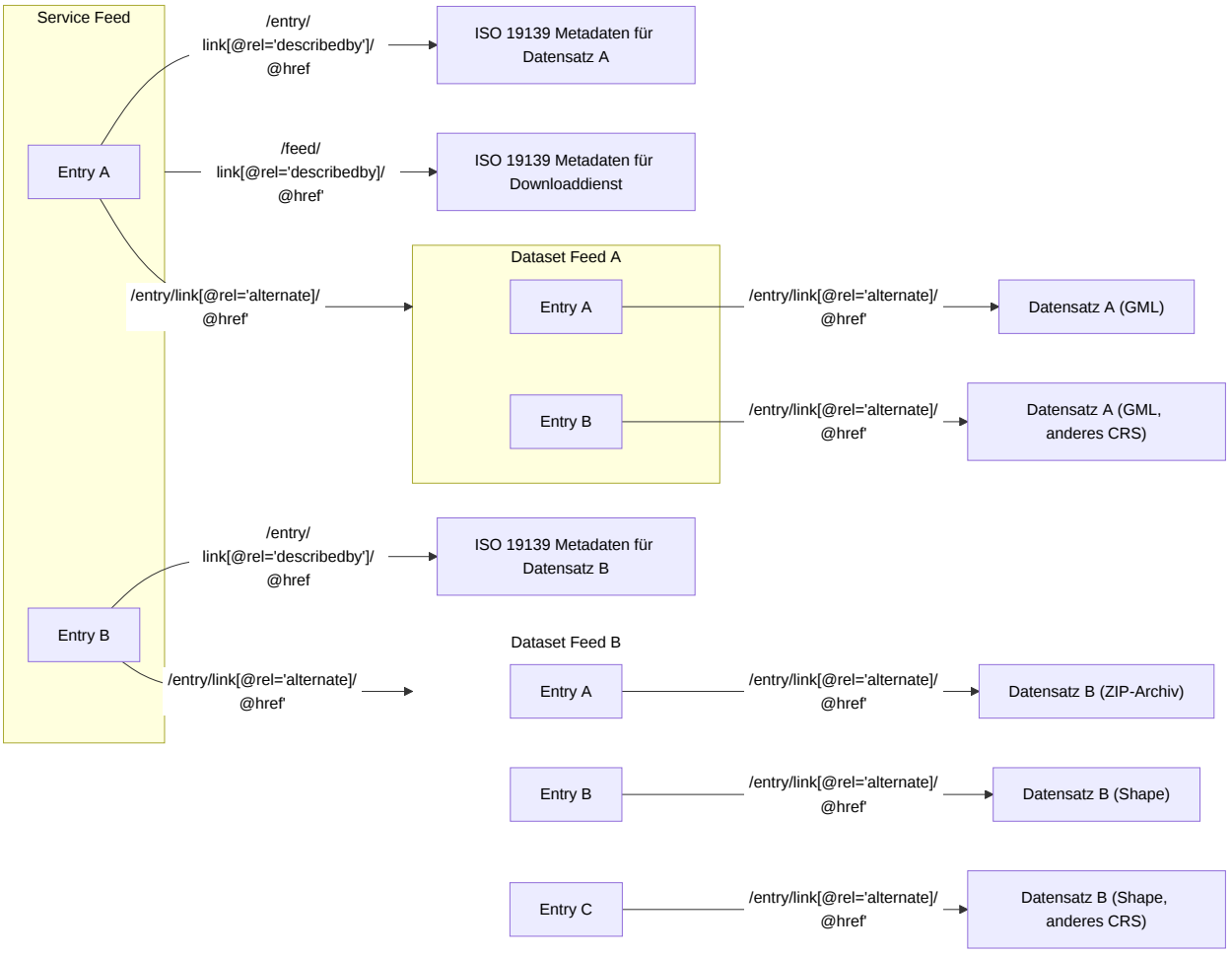

Abbildung5 Aufbau INSPIRE ATOM-Feeds

§ *4.3.1.1 ATOM-Feed zum Dienst (Service Feed)*

Erläuterung

Das Service-Feed-Dokument entspricht dem Capabilities-Dokument eines OGC-Dienstes (siehe auch [*OGC OWS Common*]). Die Identifizierung der Inhalte des ATOM-Feeds kann der nachfolgenden Tabelle entnommen werden. Die Abkürzungen TG Req. und TG Rec. stehen für die Requirements und Recommendations aus dem Technical Guidance Dokument. Die verpflichtenden Anforderungen sind grau hervorgehoben.

ATOM Service Feed Elemente	**Level (Feed/ Entry)**	**Erläuterung**
`/feed/title`	Feed	Titel des Feeds (TG Req. 5)
`/feed/subtitle`	Feed	Kurzbeschreibung für das Feed (TG Rec. 1)
`/feed/link[@rel="describedby"]`	Feed	Link auf den jeweiligen Service-Metadatensatz der über einen Discovery Service veröffentlicht werden muss. Die URL kann als GetRecordById-Request (HTTP/ GET) oder als direkter Link auf ein

ATOM Service Feed Elemente	Level (Feed/ Entry)	Erläuterung
		ISO 19139-Metadaten-Dokument angegeben werden. (TG Req. 6)
/feed/link[@rel="self"]	Feed	URL auf das Service Feed - Selbstreferenz (TG Req. 7)
/feed/id	Feed	Identisch mit /feed/ link[@rel="self"] (TG Req. 9)
/feed/link[@rel="alternate"]	Feed	URLs zu weiteren Beschreibungen, wenn vorhanden. (z.B. HTML Repräsentation oder andere Sprache) (TG Rec. 2)
/feed/link[@rel="search"]	Feed	Link auf ein OpenSearch Description Dokument (TG Req. 8)
/feed/rights	Feed	Informationen zu Nutzungsbedingungen und Zugangsbeschränkungen. Vergleichbar mit accessConstraints / fees. (TG Req. 10)
/feed/updated	Feed	Datum der Erstellung oder letzten Aktualisierung des Feeds (TG Req. 11)
/feed/author;/feed/author/name;/feed/author/email	Feed	Angabe von Kontaktinformationen der für den Dienst verantwortlichen Organisation (TG Req. 12)
/feed/entry/title	Entry	Titel des Datensatzes (TG Req. 18)
/feed/entry/ inspire_dls:spatial_dataset_identifier_code;/feed/ entry/ inspire_dls:spatial_dataset_identifier_namespace	Entry	Angabe des Resourcen-Identifikators des Geodatensatzes. Der Identifikator setzt sich zusammen aus einem Code und dem korrespondierenden Namensraum. (TG Req. 13)
/feed/entry/link[@rel="describedby"]	Entry	Link auf den jeweiligen Daten-Metadatensatz zum <entry> Element. Die URL kann als GetRecordById-Request (HTTP/ GET) oder als direkter Link auf ein ISO 19139-Metadaten-Dokument angegeben werden. Vergleichbar mit MetadataURL in OWS Capabilities Dokumenten. (TG Req. 14)
/feed/entry/link[@rel="alternate"]	Entry	Link auf den Dataset Feed. Attribut „type" muss „application/ atom+xml" sein. (TG Req. 15)
/feed/entry/link[@rel="related"]	Entry	Im Fall einer „hybriden" Implementierung des

ATOM Service Feed Elemente	Level (Feed/ Entry)	Erläuterung
		Direktzugriffs-Downloaddienst muss hier der Link auf den GetCapabilities Aufruf des zugehörigen WFS angegeben werden. Das type-Attribut muss application/xml sein. (TG Req. 16)
/feed/entry/id	Entry	Identisch mit /feed/ link[@rel="self"] (TG Req. 17)
/feed/entry/title	Entry	Titel des Datensatzes (TG Req. 18)
/feed/entry/updated	Entry	(TG Req. 19)
/feed/entry/rights	Entry	Informationen zu Nutzungsbedingungen und Zugangsbeschränkungen. Vergleichbar mit accessConstraints / fees. (TG Rec. 3). Sofern diese Informationen für alle entries gleich sind reicht der Eintrag auf feed Ebene.
/feed/entry/author	Entry	Angabe von Kontaktinformationen der für den Dienst verantwortlichen Organisation (TG Rec. 4). Wird sonst vererbt.
/feed/entry/summary	Entry	(TG Rec. 5)
/feed/entry/georss:polygon|point	Entry	(TG Rec. 6, 7)
/feed/entry/category	Entry	(TG Req. 20)
/feed/|/feed/entry/link[rel="self"]/@hreflang	Entry	(TG Req. 36, 37, 38)

§ *4.3.1.2 ATOM-Feed zum Datensatz (Dataset Feed)*

Erläuterung

Das Dataset-Feed-Konzept erlaubt es, mehrere <entry> - Elemente anzugeben. Damit können auch verschiedene Repräsentationen eines Datensatzes direkt zur Verfügung gestellt werden (unterschiedliche CRS, Datenformate). Ferner kann z. B. ein besonders großer Datensatz in verschiedene Einzelteile aufgesplittet bereitgestellt werden. Die verschiedenen Repräsentationen der Datensätze werden als eigene <entry> - Elemente modelliert. Der direkte Zugriff auf die Datensätze erfolgt über URLs, die über eine Liste von <link> - Elementen abgebildet werden. Die Repräsentationen und Teile müssen für diesen Zweck über URLs erreichbar sein (siehe auch TG Req. 26 und 27).

ATOM Dataset Feed Elemente	Level (Feed/ Entry)	Erläuterung
/feed/title	Feed	Titel des Feeds (TG Req. 21)
/feed/subtitle	Feed	Kurzbeschreibung für das Feed (TG Rec. 8)
/feed/ link[@rel="describedby"]	Feed	Über diesen Link soll eine Beschreibung der Datensätze verfügbar gemacht werden. Für INSPIRE konforme Datensätze soll die INSPIRE Registry verlinkt werden

ATOM Dataset Feed Elemente	Level (Feed/ Entry)	Erläuterung
		(Beispiel im TG vorhanden). (TG Req. 28)
/feed/link[@rel="up"]	Feed	URL auf das zugehörige Service Feed - soll Rückwärtsnavigation ermöglichen. (TG Rec. 9)
/feed/id	Feed	Identisch mit /feed/link[@rel="self"] (TG Req. 22)
/feed/rights	Feed	Informationen zu Nutzungsbedingungen und Zugangsbeschränkungen. Vergleichbar mit accessConstraints / fees. (TG Req. 23)
/feed/updated	Feed	Datum der Erstellung oder letzten Aktualisierung des Feeds (TG Req. 24)
/feed/author;/feed/author/name;/feed/author/email	Feed	Angabe von Kontaktinformationen der für den Dienst verantwortlichen Organisation (TG Req. 25)
/feed/entry/title	Entry	Titel der Repräsentation des Datensatzes - wie beim Service Feed (TG Req. 18)
/feed/entry/link[@rel="alternate"|@rel="section"]	Entry	Fall der Bereitstellung eines Datensatzes über einen einzelnen Link hat das Attribut rel den Wert „alternate". Im Falle der Bereitstellung über Teile wird der Wert„section" vorgegeben. Weitere Vorgaben für Attribute (optional, mandatory, conditional): 1. (o) - „length" - wenn möglich soll die Dateigröße mit angegeben werden (in 8bits ~1 byte), 2. (m) -„type" - valider Medientype gemäß INSPIRE media-type register - http://inspire.ec.europa.eu/media-types (siehe TG Req. 34). Ansonsten Anwendung von http://www.ietf.org/rfc/rfc2046.txt?number=2046 - IANA media-types, 3. (m) - „hreflang" - Angabe des Codes für die Sprache des Datensatzes, 4. (o) - bbox - gem. georss:box, 5. (o) - time - Zeitangabe gem. ISO8601 (TG Req. 29, 30, 31; TG Req. 32, TG Rec. 10, TG Rec. 11)
1. /feed/entry/content oder 2. /feed/entry/link[@rel="alternate"]	Entry	Wenn mehrere physikalische Dateien bereitgestellt werden, soll eine zusätzliche Beschreibung angegeben werden. Die Beschreibung kann intern (1.) oder extern (2.) erfolgen (siehe Beispiel). (TG Req. 33)
/feed/entry/id	Entry	Identisch mit /feed/link[@rel="self"] (TG Req. 17)
/feed/entry/updated	Entry	(TG Req. 19)
/feed/entry/georss:polygon|point	Entry	Alle Vorgaben des Service Feeds gelten auch für das Dataset Feed
/feed/entry/category	Entry	Jedes <entry> - Element soll ein <Category> - Element beinhalten das die Angabe des Koordinatenreferenzsystems enthält. (TG Req. 35)

§ 4.3.2 Multi-Part Datensätze

Erläuterung

Datensätze können bei Bedarf auch in mehreren Einzelteilen bereitgestellt werden.

§ *4.3.2.1 Anforderung*

> Werden Datensätze in mehreren einzelnen Teilen über ein ATOM Dataset Feed abgegeben, so *MÜSSEN* die Referenzen als `href` Attribute in `<link>` - Elementen angegeben werden. Diese Elemente werden durch das Attribut `rel="section"` identifiziert.

§ *4.3.2.2 Empfehlung*

> Falls hilfreich, sind die einzelnen Teile räumlich über das Attribut `bbox` mit der Angabe ihres geographischen Extents im Format "min_lat min_lon max_lat max_lon" zu differenzieren.

> BEISPIEL 5: Multi-Part Datensätze
>
> Beispiel aus Rheinland-Pfalz

```
<entry>
  <title>Bundesstraßen - Objektart: Bundesstrassen (Bundesstrassen) - generiert über WFS
  <content>Datensatz wird in  in 7 einzelnen Teilen ausgeliefert.</content>
  <link rel="section" href="http://lbm-geo.rlp.de/cgi-bin/mapserv?map=/home/planer/wfs/st
  <link rel="section" href="http://lbm-geo.rlp.de/cgi-bin/mapserv?map=/home/planer/wfs/st
  <link rel="section" href="http://lbm-geo.rlp.de/cgi-bin/mapserv?map=/home/planer/wfs/st
  <link rel="section" href="http://lbm-geo.rlp.de/cgi-bin/mapserv?map=/home/planer/wfs/st
  <link rel="section" href="http://lbm-geo.rlp.de/cgi-bin/mapserv?map=/home/planer/wfs/st
  <link rel="section" href="http://lbm-geo.rlp.de/cgi-bin/mapserv?map=/home/planer/wfs/st
  <link rel="section" href="http://lbm-geo.rlp.de/cgi-bin/mapserv?map=/home/planer/wfs/st
  <id>https://www.geoportal.rlp.de/mapbender/php/mod_inspireDownloadFeed.php?id=d4e949a9-
  <rights>none</rights>
  <updated>2024-05-22T09:26:07+02:00</updated>
  <georss:polygon>48.9046 4.7111 51.0212 4.7111 51.0212 9.80596 48.9046 9.80596 48.9046 4
<category term="http://www.opengis.net/def/crs/EPSG/31466" label="EPSG/0/31466"/>
</entry>
```

§ 4.4 OGC API - Features

§ 4.4.1 Art der Bereitstellung

Erläuterung

In den [*OGC Web API Guidelines*] sind grundsätzliche Leitfäden für die Umsetzung schnittstellenorientierter Geodatendienste beschrieben. Aus einer ganzen Reihe an OGC APIs wurde der Features-Standard im Jahr 2019 veröffentlicht und zuletzt 2022 geändert [*OGC API - Features-Part 1*]. Dabei handelt es sich um eine komplette Überarbeitung des OGC Web Feature Service (WFS), weshalb dieser zunächst auch unter der Bezeichnung „WFS 3.0“ bekannt war. OGC API Features setzt auf die Nutzung gängiger Web-Standards wie beispielsweise REST (Representational State Transfer) mit dem Ziel den Zugriff auf Vektordaten zu vereinfachen und diese in beliebige Webanwendungen zu integrieren.

Anders als der WFS ist ein Downloaddienst auf OGC API - Feature Basis nicht an starre XML-Strukturen gebunden, da für diesen kein Encoding verpflichtend ist (HTML und GeoJSON werden lediglich empfohlen). Zudem lassen sich Datensätze durch HTTP content negotiation in verschiedenen Repräsentationen/Rückgabeformaten abfragen und mittels „Paging“ seitenweise anzeigen, ohne den Dienst in einen GIS-Client einbinden zu müssen.

Die Bereitstellung der Daten erfolgt über eine vorgegebene Pfadstruktur. Das API-Wurzelelement, die „Landing Page“, muss Verlinkungen zu mindestens den Konformitätsangaben (`/conformance`), Objektgruppierungen (`/collections`) und einer API Definition (`/api`) aufweisen.

Ein technischer Ansatz für die Umsetzung der in den INSPIRE-Durchführungsbestimmungen für Netzdienste [*INS VO Netzdienste*] festgelegten Anforderungen auf der Grundlage des OGC-Standards API - Features ist unter [*INS GP OGC API - Features*] beschrieben.

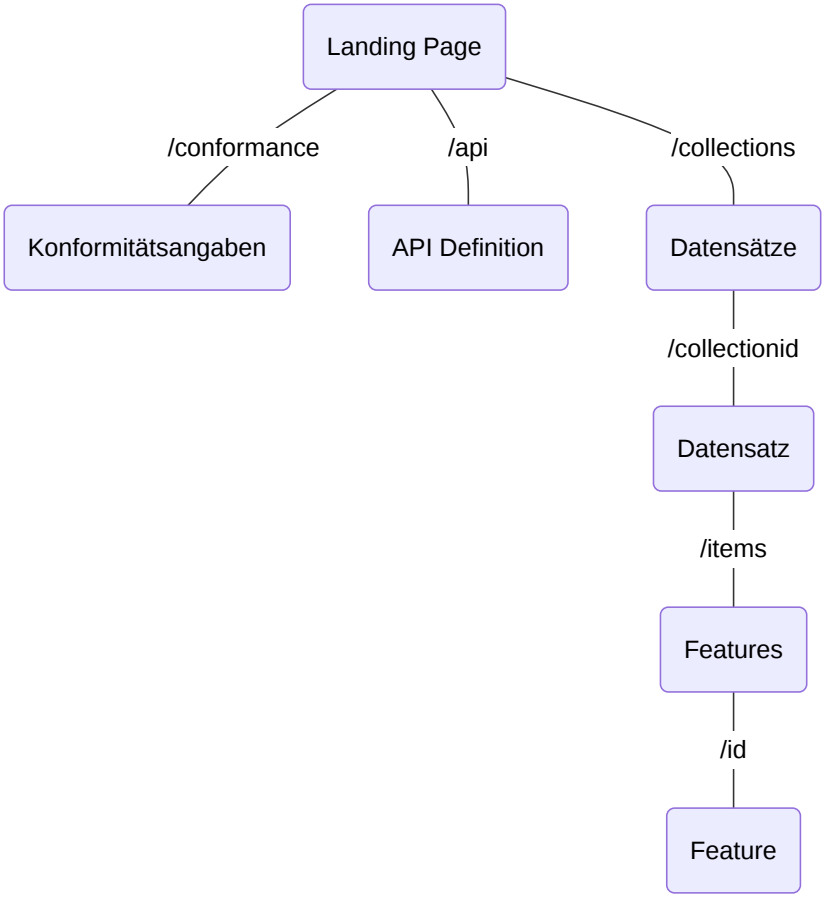

Abbildung6 OGC API - Features URLs

§ 4.4.2 Persistenz / Identität

Erläuterung

Grundsätzlich verfolgen die OGC API-Standards einen modernisierten RESTful Ansatz, sodass mit OGC API - Features Vektordaten direkt über eine URL abgefragt werden können. Der Zugriff auf Geodaten erfolgt mittels der oben genannte Pfadhierarchie. Somit sind Objektsammlungen (`collections`) und deren Features (`items`) referenzierbar, solange Sie den Pfad und die ID der Ressource kennen.

§ 4.4.3 Koordinatenreferenzsysteme

Erläuterung

Wird ein Downloaddienst über OGC API - Features bereitgestellt, ist zu beachten, dass der Standard [*OGC API - Features-Part 1*] bereits die Unterstützung für die zwei folgenden Referenzsysteme definiert:

- WGS 84 longitude, latitude
- WGS 84 longitude, latitude, ellipsoidal height

§ 4.4.4 Objektartennamen / Identifikatoren

Erläuterung

Damit Ressourcen direkt über eine URL abgerufen werden können, setzt dies Identifikatoren voraus, die sowohl für die Datensätze (`collections`) als auch deren Einzelobjekte (`items`) eindeutig sind. Requests erfolgen über folgenden Pfad: `/collections/{collectionId}/items/{featureId}`.

Nachfolgend wird dies am API-Beispiel Verwaltungsgrenzen in Brandenburg und Berlin veranschaulicht. Mit dem Beispiel-Request sollen die Verwaltungsgrenzen des Kreises Potsdam abgefragt werden. Hierzu wird zuerst aus den Datensätzen (`collections`) die entsprechende eindeutige ID (`collectionId`) für die Kreise ("krs") und im Weiteren dann aus den Einzelobjekten der Kreise (`items`) die eindeutige ID (`featureId`) der Stadt Potsdam ("krs_417") referenziert.

> BEISPIEL 6: Beispiel-Request bis auf Feature-Ebene
>
> ```
> https://ogc-api.geobasis-bb.de/datasets/vg/collections/krs/items/krs_417
> ```

§ 4.4.5 Metadaten

Erläuterung

Grundsätzlich gibt es im OGC Standard keine Vorgaben für die Kopplung einzelner Ressourcen mit Metadatenbeschreibungen, das heißt diese stellen lediglich eine Empfehlung dar. Im Zuge des Good-Practice-Projektes "INSPIRE download services based on OGC API - Features" [*INS GP OGC API - Features*] wurde die Empfehlung schließlich als Anforderung formuliert. Dementsprechend müssen Feature Collections bei INSPIRE-Umsetzungen einen Link zum Metadatensatz für den Datensatz enthalten. Metadatenangaben für Feature Collections sollen laut Spezifikation im Link-Parameter `rel` als `describedby` angegeben werden. Außerdem soll ein weiterer Link-Parameter `type` als `application/xml` gesetzt werden.

BEISPIEL 7: Angabe der Metadaten


```
{
  "links": [
    {
      "rel": "describedby",
      "type": "application/xml",
      "title": "Metadaten zum Datensatz",
      "href": "https://apps.geoportal.nrw.de/csw/service?Service=CSW&Version=2.0.2&Reques
    }
  ]
}
```


Bei diesem vereinfachten Ansatz ergeben sich unter anderem folgende Probleme:

- Datensatz-Metadaten lassen sich nur auf der Ebene der **collections** verknüpfen - einzelne Objektarten bzw. FeatureTypes sind nicht auflösbar.
- Der Wert des Attributes **rel** - **describedby** ist mehrdeutig besetzt. Grundsätzlich sieht der Standard hierüber eine Verlinkung des Datenmodells vor.

Eine Umsetzung des von der INSPIRE-Arbeitsgruppe vorgeschlagenen technischen Ansatzes ist nicht kompatibel zu den Vorgaben bei den anderen Downloaddiensten. Für Deutschland wird daher eine eigene Lösung vorgeschlagen, die auch in die Diskussion auf europäischer Ebene eingebracht wird (INSPIRE-MIF OAF - Github Ticket 93).

§ *4.4.5.1 Service Level Metadaten*

Erläuterung

Bei den WxS wird der Service-Metadatensatz im Capabilities-Dokument verlinkt. Bei der OGC API Features Schnittstelle gibt es kein einzelnes Capabilities-Dokument, vielmehr sind die Informationen auf zwei verschiedene Endpunkte verteilt (**Landing page** und **collections**).

§ Anforderung

Die json-Variante der Landing page eines OGC API Features Dienstes, *MUSS* einen Link auf einen entprechenden ISO19139 Dienst-Metadatensatz enthalten. Die Angabe des Links erfolgt dabei entsprechend des nachfolgenden Beispiels, wobei das Attribut **title** frei wählbar ist.

BEISPIEL 8: JSON-Ausschnitt


```
{
  "links": [
    {
      "rel": "service-desc",
      "type": "application/vnd.iso.19139+xml",
      "title": "ISO19139 Service Metadata for API",
      "href": "https://www.geoportal.rlp.de/mapbender/php/mod_featuretypeISOMetadata.php?
    }
  ]
}
```


§ *4.4.5.2 Dataset Level Metadaten*

Erläuterung

Bei den WxS werden die Datensatz-Metadaten ebenfalls im Capabilities-Dokument auf Ebene der jeweiligen Ressourcen (FeatureType/Coverage) verlinkt. Bei der OGC API Features Schnittstelle entpricht diese Informationsebene weitestgehend der Response für den Pfad **collections**. In der json-Variante gibt es ein Array collections das der FeatureType- bzw. Coverage-List der WxS entspricht.

§ Anforderung

Die json-Variante der Response auf den **collections**-Pfad eines OGC API Features Dienstes, *MÜSSEN* pro collection ein oder mehrere Links auf verknüpfte ISO19139 Daten-Metadatensätze angegeben werden. Die Angabe der Links erfolgt dabei entsprechend des nachfolgenden Beispiels, wobei das Attribut **title** frei wählbar ist.

BEISPIEL 9: JSON-Ausschnitt


```
{
  "links": [
    {
      "rel": "data-desc",
      "type": "application/vnd.iso.19139+xml",
      "title": "Coupled dataset metadata for featuretype *Flurstueck*",
      "href": "https://www.geoportal.rlp.de/mapbender/php/mod_dataISOMetadata.php?outputF
    }
  ]
}
```


§ 4.5 Web Coverage Service (WCS)

§ 4.5.1 Allgemeines

Erläuterung

Mit dem OGC Web Coverage Service (WCS) wird ein Standard definiert, um Coverage Daten (z.B. Satellitenbilder oder digitale Geländemodelle) webbasiert zugänglich zu machen. Im Gegensatz zu anderen OGC-Webdiensten, wie dem Web Mapping Service (WMS), ermöglicht ein WCS Zugriff zu Coverage-Daten in Formen, die für die client-seitige Verarbeitung nutzbar sind. Es werden also keine gerenderten Kartenbilder bereitgestellt, sondern die originären Daten inklusive detaillierten Beschreibungen.

Im WCS-Standard ist eine reiche Syntax für Anfragen auf multidimensionale Daten und deren Metadaten definiert. Damit können Clients spezifische Bereiche von räumlichen/ multidimensionalen Daten anfordern, die als "Coverage" bezeichnet werden. Ein Coverage kann eine zweidimensionale oder mehrdimensionale Abbildung eines Gebiets sein.

Der WCS 2.0.1 besteht aus einer Core-Spezifikation und weiteren optionalen Erweiterungen:

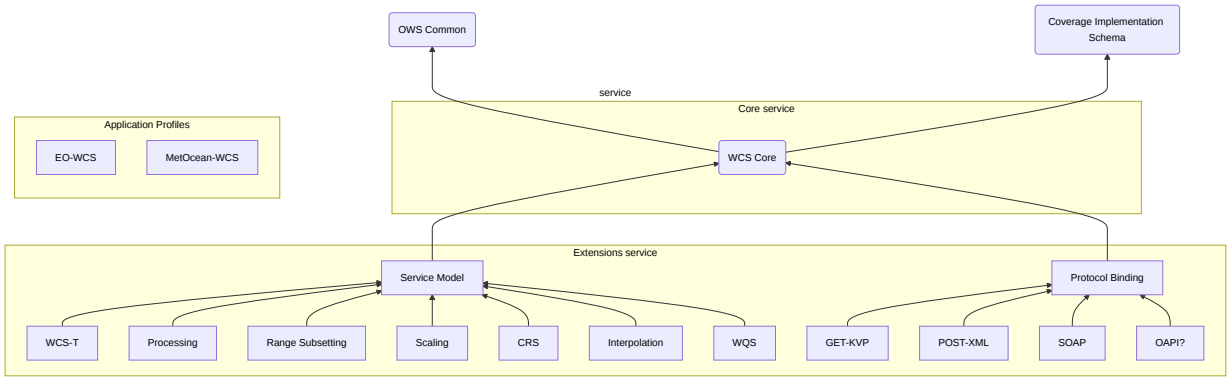

Abbildung7 WCS Core + Extensions - Service

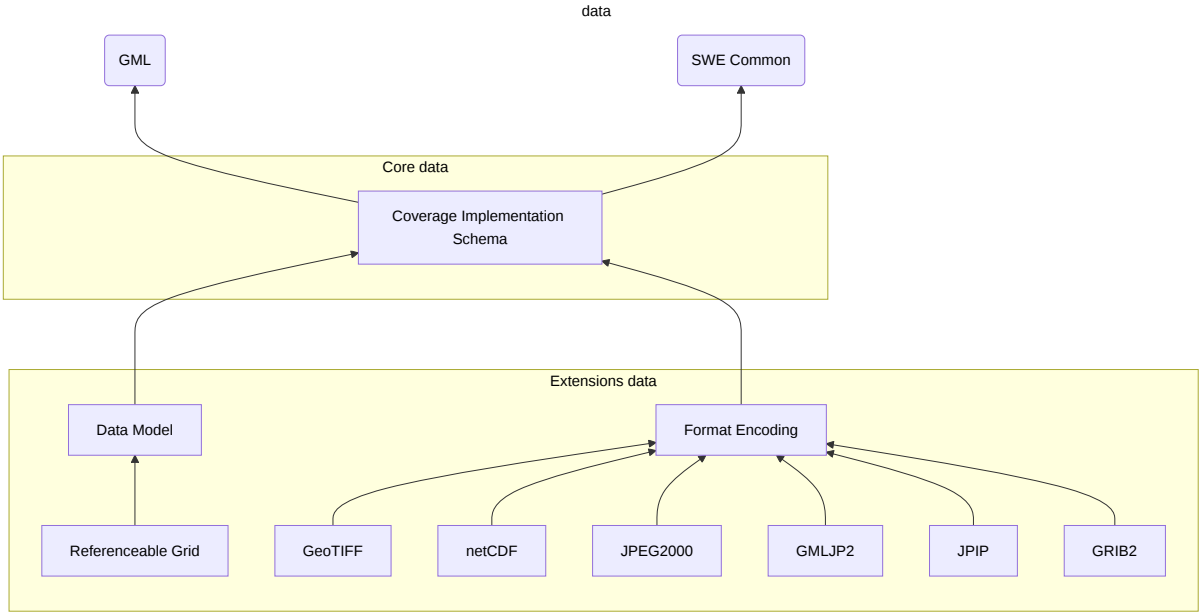

Abbildung8 Coverage Datenmodell: Coverage Implementation Schema mit Erweiterungen

Die aktuelle WCS-Version in OGC ist 2.1. Sie ist funktional identisch mit der Vorgängerversion 2.0.1, erlaubt aber zusätzlich die General Grid Coverage, welche in OGC CIS 1.1 eingeführt wurde.

§ *4.5.1.1 Anforderung*

> Der Web Coverage Service muss mindestens WCS 2 Core mit KVP-Binding unterstützen. ([*INSPIRE TG Web Coverage Services*] Anforderungen 1-2)

> BEISPIEL 10: XML-Ausschnitt
>
> ```
> <ows:Profil>http://www.opengis.net/spec/WCS/2.0/conf/core</ows:Profil>
> <ows:Profil>http://www.opengis.net/spec/WCS_protocol-binding_get-kvp/1.0.1</ows:Profil>
> ```

§ *4.5.1.2 Empfehlung*

> Der Web Coverage Service *SOLL* WCS 2 Core mit KVP-Binding unterstützen.

§ *4.5.1.3 Empfehlung*

> Neben der Unterstützung des WCS 2, *SOLL* für zweidimensionale Coverages mit maximal drei Farbkanälen auch ein WCS der Version 1.x.x angeboten werden. Dies erhöht die Interoperabilität zu älteren Clients.

§ **4.5.2 Extensions**

Erläuterung

Der WCS 2.0.1 beinhaltet eine große Anzahl an optionalen Erweiterungen (vgl. Abbildung7 und Abbildung8)

§ *4.5.2.1 Empfehlung*

> Um WCS-Daten möglichst flexibel direkt nutzen zu können, *SOLLEN* weiterhin folgende Extensions unterstützt werden:

- CRS-Erweiterung, Version 1.0.0
- Skalierungserweiterung, Version 1.0.0
- Interpolationserweiterung, Version 1.0.0
- Erweiterung für Bereichsuntergruppen, Version 1.0.0

BEISPIEL 11: XML-Ausschnitt

```
<ows:Profil>http://www.opengis.net/spec/WCS_service-extension_crs/1.0/conf/crs</ows:Profi
<ows:Profil>http://www.opengis.net/spec/WCS_service-extension_crs/1.0/conf/crs-gridded-cc
<ows:Profil>http://www.opengis.net/spec/WCS_service-extension_scaling/1.0/conf/scaling</c
<ows:Profil>http://www.opengis.net/spec/WCS_service-extension_interpolation/1.0/conf/inte
<ows:Profil>http://www.opengis.net/spec/WCS_service-extension_range-subsetting/1.0/conf/r
```

§ 4.5.3 Daten-Service-Kopplung

§ *4.5.3.1 Anforderung*

Im Capabilities-Dokument *MÜSSEN* ein Dienst- und alle verwendeten Datensatz-Metadatensätze verlinkt werden. Die Verlinkung *MUSS* entsprechend der INSPIRE-Vorgaben erfolgen.

BEISPIEL 12: Die Verlinkung zum Dienst-Metadatensatz sowie die Angabe der SpatialDataSetIdentifier erfolgt im ows:ExtendedCapabilities Element

```
...
<ows:ExtendedCapabilities>
  <inspire_dls:ExtendedCapabilities
  xmlns:inspire_dls="http://inspire.ec.europa.eu/schemas/inspire_dls/1.0">
    <inspire_common:MetadataUrl>
    <inspire_common:URL>https://metadaten.geoportal-
    bw.de/geonetwork/srv/ger/csw?Service=CSW&Request=GetRecordById&Version=2.0.2&a
    mp;id=938b32b1-ea44-4890-b2d7-
    09a6bd6df811&outputSchema=http://www.isotc211.org/2005/gmd&elementSetName=full
    </inspire_common:URL>
    </inspire_common:MetadataUrl>
    <inspire_common:SupportedLanguages>
    <inspire_common:DefaultLanguage>
    <inspire_common:Language>ger</inspire_common:Language>
    </inspire_common:DefaultLanguage>
    </inspire_common:SupportedLanguages>
    <inspire_common:ResponseLanguage>
    <inspire_common:Language>ger</inspire_common:Language>
    </inspire_common:ResponseLanguage>
    <inspire_dls:SpatialDataSetIdentifier>
    <inspire_common:Code>http://www.lgl-bw.de/dce8d89b-a38b-471a-9167-
    95bb9d20b1c6</inspire_common:Code>
    <inspire_common:Namespace>http://lgl-bw.de</inspire_common:Namespace>
    </inspire_dls:SpatialDataSetIdentifier>
  </inspire_dls:ExtendedCapabilities>
</ows:ExtendedCapabilities>
...
```

BEISPIEL 13: Die Verlinkung zu den Datensatz-Metadatensätzen erfolgt im ows:Metadata-Element der jeweiligen Coverages

```
...
<ows:Metadata xlink:href="https://metadaten.geoportal-bw.de/geonetwork/srv/ger/csw?Servic
...
```

§ 4.5.4 Schlüsselwörter

§ *4.5.4.1 Empfehlung*

Im Capabilities-Dokument *SOLLEN* folgende Schlüsselwörter enthalten sein:

```
<Keyword>WCS 2.0</Keyword>
<Keyword>download</Keyword>
<Keyword>Downloadservice</Keyword>
<Keyword>infoCoverageAccessService</Keyword>
```

§ 4.5.5 Ausgabeformate

Erläuterung

In den INSPIRE-TG-WCS werden keine konkreten Spezifizierungen bzgl. Ausgabeformate gemacht. GML ist bereits als Teil des WCS-Core inkludiert. Sofern kein Output-Format bei der GetCoverage-Anfrage spezifiziert wird, wird das Range-Set ausgeliefert. In den konkreten INSPIRE Daten-Spezifikationen oder Profilen werden zum Teil weitere Conformance-Requirements bzgl. Ausgabeformate definiert. Das Ausgabeformat, wenn nicht anders spezifiziert, ist das "native Format", also das Format, in dem die Coverages gespeichert ist.

§ *4.5.5.1 Empfehlung*

> Als Ausgabeformat *SOLL* der WCS das Format GeoTIFF (image/tiff) ausliefern, wenn sich die zugrundeliegenden Daten damit abbilden lassen.

§ *4.5.5.2 Empfehlung*

> Für das Format GeoTIFF *DÜRFEN* zusätzlich die Erweiterungen GEOTIFF:COMPRESSION=compression sowie GEOTIFF:JPEG_QUALITY=1-100 angeboten werden.

§ *4.5.5.3 Empfehlung*

> Das native Format der Datengrundlage, die über den WCS angeboten wird, *KANN* in der DescribeCoverage-Datei angegeben werden.

§ 4.5.6 Koordinatenreferenzsysteme

§ *4.5.6.1 Anforderung*

> Angaben zu den unterstützten Koordinatenreferenzsystemen *MÜSSEN* in der opengis.net-Notation angegeben werden.

BEISPIEL 14: Angabe der CRS

```
...
http://www.opengis.net/def/crs/EPSG/0/4326
http://www.opengis.net/def/crs/EPSG/0/25832
http://www.opengis.net/def/crs/EPSG/0/3857
...
```

§ 4.5.7 CoverageID

Erläuterung

Die CoverageID beim WCS ist ein Identifikator, der grundsätzlich von Software genutzt wird (Maschine-Maschine-Kommunikation). Um Fehler beim Auslesen eines Capabilities-Dokumentes auszuschließen, sollten sich diese Identifikatoren nur aus Zeichen zusammensetzen, deren Verwendung in unterschiedlichen Programmiersprachen unbedenklich ist. Außerdem sollte die Zahl der verwendeten Zeichen nicht zu groß sein, da es sonst bei Clients, die Kartenanfragen nur über HTTP GET umsetzen, zu Fehlern bei der Übertragung der Anfragen kommen kann.

Innerhalb eines Dienstes darf die gleiche CoverageID nicht mehrfach vorkommen, da diese ansonsten vom Client nicht mehr unterschieden werden kann. Der Namespacename wird durch Underscore _ oder Doppelpunkt : vom eigentlichen Coverage-Namen abgetrennt. In der Praxis hat sich gezeigt, dass bei der Nutzung von Identifikatoren, die nicht mit einem Buchstaben beginnen, Probleme auftreten können.

§ *4.5.7.1 Anforderung*

CoverageIDs *MÜSSEN* innerhalb eines Dienstes eindeutig sein und folgendem regulären Ausdruck entsprechen: [a-zA-Z_][0-9a-zA-Z_\-\.]*

§ *4.5.7.2 Empfehlung*

Die Länge der Zeichenkette des CoverageID *SOLL* so kurz wie möglich sein.

§ 4.5.8 Coverage Subtype

§ *4.5.8.1 Anforderung*

Der WCS *MUSS* mindestens den CoverageSubtype RectifiedGridCoverage unterstützen.

§ 4.5.9 Sonstiges

§ *4.5.9.1 Interpolationsmethoden*

§ Empfehlung

Bei der Skalierung von Rasterdaten *SOLLEN* folgende Interpolationsmethoden angeboten werden:

- http://www.opengis.net/def/interpolation/OGC/1/nearest-neighbor
- http://www.opengis.net/def/interpolation/OGC/1/linear
- http://www.opengis.net/def/interpolation/OGC/1/cubic
- http://www.opengis.net/def/interpolation/OGC/1/quadratic

§ *4.5.9.2 Räumliche Aufteilung*

§ Empfehlung

Besteht ein Datensatz aus mehreren Einzeldateien (z.B. GeoTIFFs/Kacheln) sollten diese in einem virtuellen Coverage (RectifiedGridCoverage) bereitgestellt werden.

HINWEIS: Übergreifende Bereiche

Die Abfrage übergreifender Bereiche ist nur möglich, wenn alle Einzeldateien über ein Coverage abgegeben werden. Hierfür können Methoden wie z.B. Image Mosaic oder Virtual Raster Tables (VRT) als Datengrundlage für den Dienst verwendet werden.

§ 4.6 SensorThings API

§ 4.6.1 Art der Bereitstellung

Erläuterung

Durch das OGC wurde die SensorThings API (STA) Spezifikation in den Versionen 1.0 und 1.1 veröffentlicht. Die Spezifikation besteht aus zwei Teilen: einem zu "Sensing" (Version 1.1 und 1.0), in dem Methoden zum Verwalten und Abrufen von Observations (Beobachtungen) sowie Metadaten beschrieben sind, und einem zu "Tasking" (bisher nur Version 1.0), in dem Methoden für die Parametrierung von IoT-Geräten standardisiert werden.

Der "Sensing"-Teil wurde auf der Grundlage des OGC/ISO "Observation and Measurement" (O&M) Modells entwickelt. Der Kern dieses Modells ist eine Beobachtung ("Observation"), die ein Ergebnis ("result") erzeugt, dessen Wert die Schätzung einer Eigenschaft des Beobachtungsziels ("FeatureOfInterest") ist. Eine "Observation"-Instanz wird durch ihren Ereigniszeitpunkt ("resultTime" und "phenonmenonTime"), "FeatureOfInterest", "ObservedProperty" und das verwendete Verfahren ("Sensor") klassifiziert. Darüber hinaus werden auch "Things" in der SensorThings-API modelliert, die nach der ITU-T-Definition wie folgt beschrieben werden: „ein Objekt der physischen Welt (physische Dinge) oder der Informationswelt (virtuelle Dinge), das identifiziert und in Kommunikationsnetze integriert werden kann“.

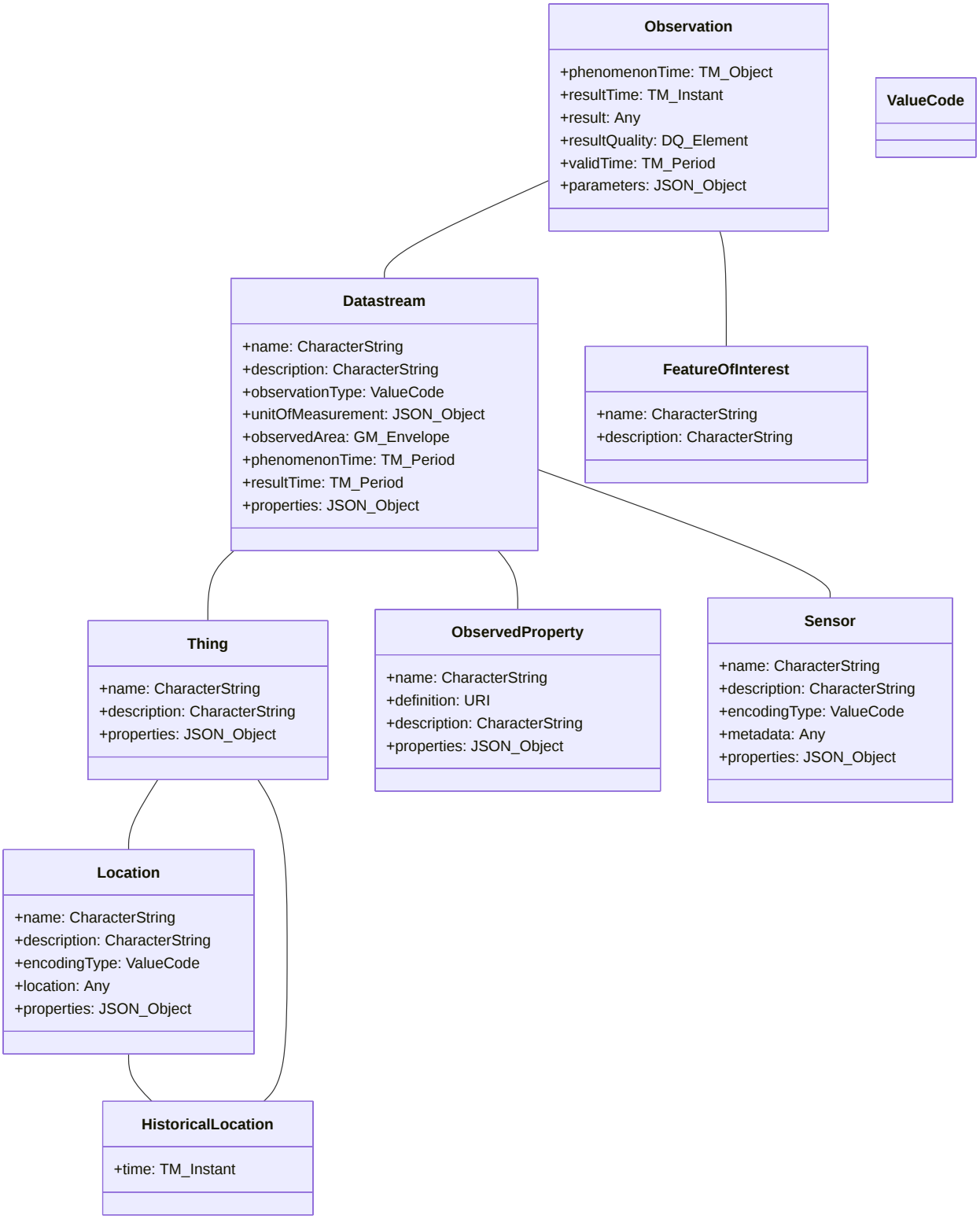

Abbildung9 Sensing Entitäten

§ *4.6.1.1 Empfehlung*

> Die STA *SOLL* die Version 1.1 unterstützen. Eine wichtige Neuerung ist die Möglichkeit, für jede Entität ein properties Objekt zu definieren, in dem weitere Informationen, wie z.B. Links auf Metadaten, hinterlegt werden können. In der Version 1.0 ist dies nur für die Entität Thing möglich.

§ 4.6.2 Persistenz / Identität

Erläuterung

Wie zuvor schon an verschiedenen Stellen erläutert, ist es in einer Geodateninfrastruktur (GDI) systemrelevant, dass die Datenquellen dauerhaft referenzierbar sind. Im Falle der STA handelt es sich um einen RESTful Ansatz, d.h. alle Entitäten sind über eine URI referenzierbar und aufrufbar. Die eindeutige Referenzierung erfolgt dabei durch eine Kombination der URI der entsprechenden Entität (z.B. Datastream) mit der @iot.id des jeweiligen Objekts. Beispiel: https://sta.host.de/v1.1/Datastreams({@iot.id})

§ 4.6.3 Koordinatenreferenzsysteme

Erläuterung

Bei der Bereitstellung der STA ist zu beachten, dass sich der Standard (OGC SensorThings API Part 1: Sensing Version 1.1) bei der Angabe von Koordinaten nur auf das verwendete Encoding (hier GeoJSON) bezieht. Die GeoJSON Spezifikation (The GeoJSON Format) wiederum erlaubt nur die Verwendung von WGS84/urn:ogc:def:crs:OGC::CRS84 (Länge/Breite) Koordinaten.

§ 4.6.4 Objektartennamen / Identifikatoren

Erläuterung

Alle Entitäten besitzen das Attribut @iot.id, das vom Typ Integer oder UUID sein kann und als primärer Identifikator verwendet wird. Zusätzlich besitzt jede Entität ein Attribut name, das jedoch eher die Funktion eines Titels hat. Da der name über Filterabfragen verwendet werden kann, sollten hier keine Sonderzeichen verwendet werden, die zu Problemen bei der URL-Auflösung führen. Für den Betrieb und die Funktionsfähigkeit einer GDI ist die Persistenz dieser Identifikatoren von großer Bedeutung.

§ *4.6.4.1 Empfehlung*

> Das Attribut name *SOLL* innerhalb der API eindeutig sein und folgendem regulären Ausdruck entsprechen: [0-9a-zA-Z\.\-_:].

§ 4.6.5 Metadaten (properties Objekt)

Erläuterung

Weder über den OGC Standard noch aus INSPIRE-Spezifikationen gibt es Vorgaben zur Kopplung einzelner Entitäten mit Metadatenbeschreibungen. Die folgenden Empfehlungen bieten Vorschläge, wie Metadaten im Datenmodell integriert werden können. Die STA ab Version 1.1

bietet die Möglichkeit, für alle Entitäten ein frei konfigurierbares properties Objekt zu definieren. Es kann verwendet werden, um Links zu Metadaten in einem Metadatenkatalog bereitzustellen, OpenData-Kategorien zu benennen oder Informationen über den Zeitpunkt der letzten Aktualisierung zu transportieren. Auch Informationen über Datenaggregationen können hier abgelegt werden. Beispiel (https://iot.hamburg.de/v1.0/Datastreams(15864)):

BEISPIEL 15: Angabe von weiteren Informationen im properties Objekt


```
"properties": {
  "topic": "Transport und Verkehr",
  "metadata": "https://registry.gdi-de.org/id/de.hh/03957ed9-5fc4-48a5-997e-e46c8c207c8f"
  "layerName": "Anzahl_Kfz_Zaehlstelle_1-Tag",
  "ownerData": "Freie und Hansestadt Hamburg",
  "serviceName": "HH_STA_AutomatisierteVerkehrsmengenerfassung",
  "resultNature": "processed",
  "infoLastUpdate": "2021-09-16T07:40:44.566Z",
  "mediaMonitored": "transport",
  "statisticalUnit": "count",
  "aggregateDuration": "P1D",
  "aggregateSource.Datastream@iot.id": 15794,
  "aggregateSource.Datastream@iot.navigationLink": "https://iot.hamburg.de/v1.1/Datastrea
}
```


§ *4.6.5.1 Empfehlung*

Die folgenden empfohlenen Angaben *SOLLEN* im properties Objekt eines Datastreams hinterlegt werden.

§ *4.6.5.2 Empfehlung*

Über das Attribut topic *SOLLEN* Kategorien (z.B. OpenData) zugeordnet werden.

§ *4.6.5.3 Empfehlung*

Das Attribut metadata *SOLL* den Aufruf eines API ISO Metadatendokumentes einer Datensatzbeschreibung enthalten.

§ *4.6.5.4 Empfehlung*

Das Attribut license *KANN* die Angabe einer Lizenz enthalten, die die Nutzung der Daten dieses Datastreams regelt.

§ *4.6.5.5 Empfehlung*

> Über die Attribute layerName und serviceName *KÖNNEN* weitere Untergliederungen definiert werden.

§ *4.6.5.6 Empfehlung*

> Im Attribut resultNature *SOLL* angegeben werden, ob es sich um Primärdaten, prozessierte Daten oder simulierte Daten handelt. Hierfür sind folgende Schlagworte vorgesehen: primary, processed, simulated.

§ *4.6.5.7 Empfehlung*

> Im Attribut infoLastUpdate *SOLL* der Zeitpunkt der letzten Aktualisierung dieser Entität in Form eines ISO 8601:2004 Zeitstempels - CCYY-MM-DDThh:mm:ss.sssZ - angegeben werden.

§ *4.6.5.8 Empfehlung*

> Wenn es sich bei den Daten um Aggregate handelt, *KÖNNEN* über die Attribute aggregateDuration (Aggregationszeitraum) aggregateSource.Datastream@iot.id (ID des Datastreams der Quelldaten), aggregateSource.Datastream@iot.navigationLink (Link auf den Datastream der Quelldaten) sowie aggregationType (Art der Aggregation) weitere Angaben hierzu hinterlegt werden.

§ 5. Erläuterungen und Hinweise

Dieser Abschnitt ist nicht normativ.

§ 5.1 Allgemein

§ 5.1.1 Architektur und Dienste des OGC

Geodateninfrastrukturen basieren zum großen Teil auf den Standards des OGC. Um einen ersten Einblick in die Funktionsweise dieser Standards und der zugehörigen Architektur zu erhalten, stellte das OGC zwischen 2015 und Juni 2025 eine e-Learning Plattform zur Verfügung. Dort werden alle Diensttypen, bis auf die speziell für Europa entwickelten INSPIRE ATOM-Feeds,

eingehend beschrieben (da das Original-Repo archiviert und die zugehörige Github-Page abgeschaltet wurde, gibt es jetzt einen Fork im Repo der GDI-DE):

- Web Feature Service
- OGC API - Features
- Web Coverage Service
- Sensor Observation Service
- OGC Sensor Things API

Das OGC nutzt zur Versionierung seiner Standards das Schema **{major_release_number}.{minor_release_number}.{corrigendum_number}**. Standards, die sich nur in der **minor_release_number** unterscheiden, sollten rückwärts kompatibel sein. Das bedeutet für den WCS, dass der WCS 2.1 kompatibel zu einem WCS 2.0.1 sein muss. Ein Client, der WCS 2.0.1 unterstützt, kann dementsprechend auch einen WCS 2.1 nutzen.

§ 5.2 Web Feature Service

WFS ist schon seit vielen Jahren etabliert. In manchen Fällen, kann es jedoch zu Problemen kommen, wenn Client und Server die Spezifikation unterschiedlich interpretieren (nicht abschließend):

- **WFS 2.0.0:** Teilweiser Wechsel des Parameternamens von *typename* zu *typenames*
- **WFS 2.0.0:** StoredQuery GetFeatureById - typenames-Parameter nicht vorgesehen
- **verschiedene WFS-Versionen:** Unterschiedliche Interpretation der Achsreihenfolge bei ausgewählten CRS (Weitere Informationen)

§ 5.3 INSPIRE ATOM-Feeds

§ 5.3.1 Persistenz / Identität

Bei dem Einsatz von Atom-Feeds erfolgt der Zugriff auf die Daten durch die im Atom-Feed bereit gestellten Verweise. Der Atom-Feed selbst muss nicht persistent sein. Die Adresse sollte aus einem INSPIRE Suchdienst z.B. über eine CSW-Schnittstelle ermittelt werden können.

§ 5.3.2 Objektartennamen / Identifikatoren

Dataset-Feeds können auf Datensätze aus vielen Objektarten verweisen. Folglich ist keine direkte Identifikation einer Objektart aus Dataset-Feeds möglich.

§ 5.3.3 Programmatische Erstellung von ATOM-Feeds

§ *5.3.3.1 Auf Basis von ISO-Metadaten*

Für die Bereitstellung von Downloaddiensten über das ATOM Verfahren werden mindestens zwei Feeds, ein Service- Metadatensatz sowie direkte Links auf im Web verfügbare Datenquellen benötigt. Die Dokumente können entweder manuell erzeugt oder mit Hilfe von Software erstellt werden. Die benötigte Information ist grundsätzlich Bestandteil der Metadaten zum Datensatz. Aus diesem Grund bietet es sich an, die XML-Dokumente dynamisch aus den Informationen des Metadatensatzes erzeugen zu lassen. Bei einer Änderung der Metadaten müssen jedoch die Feeds sowie der Service-Metadatensatz angepasst werden. Es ist sinnvoll diese Arbeitsschritte beispielsweise durch Skripte zu automatisieren.

§ *5.3.3.2 Auf Basis bestehender Dienste (WMS/WFS) und Metadaten*

Verfügt man über Infrastrukturen, in denen die Informationen zur Daten-Dienste-Metadatenkopplung schon vorliegen, kann man bestehende WMS und WFS nutzen, um die Downloadlinks in den ATOM-Feeds dynamisch zu erzeugen. Die beschreibenden Elemente der Feeds erhält man aus dem - an die Layer und FeatureTypes gekoppelten - Metadatensatz und die Downloadlinks kann man anhand der Service-Metadaten generieren. Die Vorteile dieses Verfahrens sind, dass bestehende Service-Infrastrukturen (z. B. einfache WMS und WFS) für die Abgabe der Daten verwendet werden können und dass es überflüssig wird Kopien von Datensätzen auf Webservern abzulegen. Für den Endnutzer ist es egal, ob er einen Downloadlink zu einem statisch auf einem Webserver abgelegten Datensatz oder einen GetFeature bzw. GetMap Request erhält.

§ **5.3.4 Bereitstellen einer HTML-Darstellung für die Anzeige im Browser**

Wird der ATOM-Feed in einem Feed-Reader dargestellt, so erfolgt die Darstellung auf Basis der Einstellungen des Feed-Readers. Wenn der ATOM-Feed in einem Web Browser angezeigt werden soll, so ist hilfreich, eine HTML-Darstellung zu erzeugen. Diese kann über die Referenzierung eines XSL-Stylesheets in der XML-Datei erzeugt werden. Das Referenzierte Stylesheet beinhaltet die Logik zur Erzeugung der HTML-Darstellung.

BEISPIEL 16: Beispiel aus BGR Atom Service Feed

```
<?xml version="1.0" encoding="UTF-8"?>
<?xml-stylesheet type="text/xsl" href="./gdi_bgr_atomservice.xsl"?>
<feed ...>
  <!-- ... -->
</feed>
```

BEISPIEL 17: Beispiel aus referenziertem XSL-Dokument

```
<?xml version="1.0" encoding="UTF-8"?>
<!DOCTYPE catelog [<!ATTLIST xsl:stylesheet id ID #REQUIRED>]>
<xsl:stylesheet id="stylesheet" version="1.0"
xmlns:xsl="http://www.w3.org/1999/XSL/Transform"
xmlns:atom="http://www.w3.org/2005/Atom" exclude-result-
prefixes="atom">
  <xsl:template match="/">
    <html>
      <!-- -->
    </html>
  </xsl:template>
</xsl:stylesheet>
```

§ 5.4 OGC API Features

§ 5.4.1 Ausgestaltung der HTML-Varianten

Für die Gestaltung der HTML-Varianten von OGC API Features Endpunkten gibt es in der Spezifikation selbst keine Vorgaben. Manche Softwareprodukte, die OGC API Features Schnittstellen anbieten, erlauben eine - meist sehr beschränkte - Konfiguration dieser Seiten. Um den Umfang dieses Dokumentes nicht zu sprengen, veweisen wir auf das OGC API Features Testbed von Geonovum. Dort stehen verschiedene OpenSource Softwarekomponenten zur Bereitstellung von OGC API Features Schnittstellen zur Verfügung und können miteinander verglichen werden.

Geonovum hat auch eine Übersichtsseite erstellt, die die Konfigurationsmöglichkeiten für die HTML-Oberflächen der im Testbed eingestellten Serverkomponenten dokumentiert: Hinweise zu Konfigurationsmöglichkeiten für die HTML-Oberflächen

Zur besseren Orientierung der Nutzenden wird empfohlen, für OGC API Features-Endpunkte eine HTML-Landingpage bereitzustellen. Eine solche Seite kann den Einstieg erleichtern und die Sichtbarkeit des Dienstes deutlich erhöhen, insbesondere für Nutzerinnen und Nutzer, die nicht primär mit den JSON-Schnittstellen arbeiten. Folgende Aspekte können dabei berücksichtigt werden:

- Integration einer einfachen Kartendarstellung (z. B. mit Leaflet oder OpenLayers), um die Daten direkt visuell zu erfassen.
- Navigationsmöglichkeiten zu Collections, Items, Abfragen und Metadaten, damit ein strukturierter Zugang zu den bereitgestellten Informationen möglich ist.
- Verweise auf Metadaten, analog zu den in JSON vorgesehenen Vorgaben, um die Nachvollziehbarkeit und Dokumentation der Datengrundlagen zu sichern.

Mit der HTML-Landingpage können Betreiber den praktischen Nutzen ihrer Dienste steigern, ohne die Interoperabilität einzuschränken. Die Empfehlungen sind nicht verpflichtend, orientieren sich jedoch an bewährten Beispielen und unterstützen die Harmonisierung von Nutzererfahrungen in der GDI-DE. Als Referenzen für gute Praxis können bestehende Beispielimplementierungen dienen, u. a. aus Hamburg [*GDI-DE BP OGC API*]. Diese zeigen, wie durch die Kombination aus technischer Schnittstelle und nutzerfreundlicher HTML-Ausgabe der

Zugang zu Geodaten erleichtert werden kann.

§ A. Referenzen

§ A.1 Normen und Spezifikationen

[GDI-DE Architekturdokument / Technik 4.0.1]
Architektur der GDI-DE – Technik V. 4.0.1 (06/2025). AK Architektur GDI-DE. LG GDI-DE. 2025. Beschlossen. URL: https://www.gdi-de.org/download/Architektur_GDI-DE_Technik.pdf

[GDI-DE HE INS Downloaddienste]
Handlungsempfehlungen für die Bereitstellung von INSPIRE-konformen Downloadiensten (INSPIRE Download Services) - Version 1.3.0 (03/2016). AK Geodienste GDI-DE. GDI-DE. 2016. Publiziert.

[INS GP OGC API - Features]
Setting up an INSPIRE Download service based on the OGC API-Features standard (Version 1.0 - 05.02.2021). INSPIRE MIG-T. EU. 2021. Best Practice. URL: https://github.com/INSPIRE-MIF/gp-ogc-api-features/blob/master/spec/oapif-inspire-download.md

[INS TG Download Services]
Technical Guidance for the implementation of INSPIRE Download Services. INSPIRE MIG-T. EU. 2013. Withdrawn. URL: https://github.com/INSPIRE-MIF/technical-guidelines/tree/main/services/download-atom-wfs

[INS TG Metadata 2.0.1]
INSPIRE Metadata Implementing Rules: Guidance for the implementation of INSPIRE dataset and service metadata based on ISO/TS 19139:2007 (Version 2.0.1 - 02.03.2017). INSPIRE MIG-T. EU. 2017. Withdrawn.

[INS TG Web Coverage Services]
Technical Guidance for the implementation of INSPIRE Download Services using Web Coverage Services (WCS). Temporary MIG subgroup for action MIWP-7b. INSPIRE Maintenance and Implementation Group (MIG). 2016. Version 1.0. URL: https://knowledge-base.inspire.ec.europa.eu/publications/technical-guidance-implementation-inspire-download-services-using-web-coverage-services-wcs_en

[INS VO Netzdienste]
Verordnung (EG) Nr. 976/2009 der Kommission vom 19. Oktober 2009 zur Durchführung der Richtlinie 2007/2/EG des Europäischen Parlaments und des Rates hinsichtlich der Netzdienste (es existiert noch ein Amendment). EU KOM. EU. 2009. In Force. URL: http://eur-lex.europa.eu/LexUriServ/LexUriServ.do?uri=OJ:L:2009:274:0009:0018:DE:PDF

[ISO 19139:2007]
ISO19139 - Geographic information - Metadata - XML schema implementation. ISO. ISO. 2007. In Force. URL: https://www.iso.org/iso/catalogue_detail.htm?csnumber=32557

[ISO 19142:2010]
ISO 19142 - Geographic information – Web Feature Service. ISO. ISO. 2016. In Force. URL: https://www.iso.org/standard/42136.html

[ISO 19168:1:2020]
ISO19168 - Geographic information – Geospatial API for features – Part 1: Core. ISO. ISO. 2016. In Force. URL: https://www.iso.org/standard/32586.html

[iso-19142-2010]
Geographic information -- Web Feature Service. ISO/TC 211. ISO. 2010. International Standard. URL: https://www.iso.org/standard/42136.html

[OGC API - Features-Part 1]
OGC API - Features - Part 1: Core. OGC. OGC. 2022. IS. URL: https://docs.ogc.org/is/17-069r4/17-069r4.html

[OGC API Records - Part 1: Core]
OGC API - Records - Part 1: Core. OGC. OGC. 2025. IS. URL: https://docs.ogc.org/is/20-004r1/20-004r1.html

[OGC CAT 2.0.2]
OpenGIS Catalogue Services Specification - 07-006r1. OGC. OGC. 2007. IS.

[OGC GeoPackage]
OGC® GeoPackage Encoding Standard. OGC. OGC. 2024. IS. URL: http://www.geopackage.org/spec/

[OGC OWS Common]
OWS Common Specs. OGC. OGC. 2011. IS. URL: https://www.ogc.org/publications/standard/common/

[OGC SensorThings API Part 1]
OGC SensorThings API Part 1: Sensing Version 1.1. OGC. OGC. 2021. IS. URL: https://docs.ogc.org/is/18-088/18-088.html

[OGC WCS 2.0.1]
OGC WCS 2.0 Interface Standard- Core: Corrigendum. OGC. OGC. 2012. IS. URL: https://portal.ogc.org/files/09-110r4

[OGC WCS 2.1]
OGC Web Coverage Service (WCS) 2.1 Interface Standard - Core. OGC. OGC. 2017. IS. URL: https://docs.ogc.org/is/17-089r1/17-089r1.html

[OGC Web API Guidelines]
OGC Web API Guidelines (2021). Matheus A., Terpstra F. and Masó J. 2021. URL: https://github.com/opengeospatial/OGC-Web-API-Guidelines

[OGC WFS 1.1.0]
OpenGIS Web Feature Service (WFS) Implementation Specification - 04-094. OGC. OGC. 2005. IS. URL: https://portal.ogc.org/files/?artifact_id=8339

[OGC WFS 2.0.0]
OpenGIS Web Feature Service 2.0 Interface Standard (also ISO 19142) - 09-025r1. OGC. OGC. 2010. IS. URL: https://portal.ogc.org/files/?artifact_id=39967

[OGC-API Common - Part 1: Core]
OGC_API Common - Part 1: Core. OGC. OGC. 2023. OGC Standard. URL: https://www.ogc.org/standards/ogcapi-common/

[RFC2119]
Key words for use in RFCs to Indicate Requirement Levels. S. Bradner. IETF. March 1997. Best Current Practice. URL: https://www.rfc-editor.org/info/rfc2119/

[rfc4180]
Common Format and MIME Type for Comma-Separated Values (CSV) Files. Y. Shafranovich. IETF. October 2005. Informational. URL: https://www.rfc-editor.org/info/rfc4180/

[RFC4287]
The Atom Syndication Format - rfc4287. Network Working Group. Network Working Group. 2005. Proposed Standard. URL: https://datatracker.ietf.org/doc/html/rfc4287

[rfc6749]
The OAuth 2.0 Authorization Framework. D. Hardt, Ed. IETF. October 2012. Proposed Standard. URL: https://www.rfc-editor.org/info/rfc6749/

[rfc7616]
HTTP Digest Access Authentication. R. Shekh-Yusef, Ed.; D. Ahrens; S. Bremer. IETF. September 2015. Proposed Standard. URL: https://httpwg.org/specs/rfc7616.html

[rfc7617]

The 'Basic' HTTP Authentication Scheme. J. Reschke. IETF. September 2015. Proposed Standard. URL: https://httpwg.org/specs/rfc7617.html

[RFC7946]
The GeoJSON Format - rfc7946. OGC. OGC. 2016. RFC - Proposed Standard. URL: https://www.rfc-editor.org/rfc/rfc7946

[RFC8174]
Ambiguity of Uppercase vs Lowercase in RFC 2119 Key Words. B. Leiba. IETF. May 2017. Best Current Practice. URL: https://www.rfc-editor.org/info/rfc8174/

[STAC]
SpatioTemporal Asset Catalogs. STAC Community. STAC Community. 2024. Draft. URL: https://stacspec.org/en/about/stac-spec/

§ A.2 Weiterführende Informationen

[GDI-DE BP OGC API]
GDI-DE Architektur Good Practice – OGC API Umsetzung in der Urban Data Platform Hamburg. AK Architektur GDI-DE. 2025. URL: https://wiki.gdi-de.org/x/BgAEU

[INSPIRE Directive]
EU INSPIRE-Directive. European Commission. 2007. URL: https://eur-lex.europa.eu/legal-content/DE/TXT/HTML/?uri=CELEX:32007L0002

↑