

MASTERARBEIT
im online-gestützten weiterbildenden
Master-Fernstudiengang Geoinformationssysteme



**Entwicklung und Anwendung von Downloaddiensten
im Kontext der europäischen Geodateninfrastruktur INSPIRE**

Eingereicht durch:
Dipl.-Ing. (FH) Jürgen Weichand
Geboren am 23.04.1982 in Bad Mergentheim

Hochschule Anhalt
Fachbereich Architektur, Facility Management und Geoinformation
Institut für Geoinformation und Vermessung

Erstprüfer: Prof. Dr.-Ing. Holger Baumann
(Hochschule Anhalt)
Zweitprüfer: Dipl.-Ing. Andreas von Dömming
(Koordinierungsstelle GDI-DE)

Oberschleißheim, im Januar 2013

Bibliografische Beschreibung

Weichand, Jürgen: Entwicklung und Anwendung von Downloaddiensten im Kontext der europäischen Geodateninfrastruktur INSPIRE

Hochschule Anhalt, Fachbereich Architektur, Facility Management und Geoinformation, Institut für Geoinformation und Vermessung, Masterarbeit, Januar 2013

99 Seiten, 51 Tabellen, 51 Abbildungen, 1 Anlage

Zusammenfassung

Der Zeitplan der europäischen Geodateninfrastruktur INSPIRE sieht die Bereitstellung von Downloaddiensten ab dem Jahr 2012 vor. Downloaddienste übertragen originäre, unpräsentierte Geodaten. Die heruntergeladenen Geodaten können – im Gegensatz zu den über einen Darstellungsdienst bereitgestellten Präsentationsgrafiken – individuell analysiert, verarbeitet und präsentiert werden.

Die vorliegende Arbeit erörtert die rechtlichen Vorgaben und technischen Empfehlungen zu INSPIRE-Downloaddiensten sowie die hierfür verwendeten Normen und Standards. Die aktuellen Technical Guidance basieren auf den Standards Atom (GeoRSS) und WFS 2.0. Anhand von Beispielimplementierungen werden unterschiedliche Bereitstellungsprozesse, Bereitstellungsverfahren und Softwarelösungen evaluiert.

In einem weiteren Teil der Arbeit werden die Anwendungsmöglichkeiten von INSPIRE-Downloaddiensten untersucht. Aufgrund der speziellen Semantik des INSPIRE-Atom-Profil ist eine Nutzung bestehender GeoRSS-Clients nur eingeschränkt möglich. Ferner wird WFS 2.0 noch von sehr wenigen Desktop-GIS unterstützt. Aus diesem Grund wurde im Rahmen dieser Arbeit das freie Quantum GIS (QGIS) durch Plugins erweitert, die eine Nutzung von Pre-defined Atom-, Pre-defined WFS- und Direct WFS-Downloaddiensten ermöglichen.

Eidesstattliche Erklärung

Hiermit erkläre ich, dass die von mir eingereichte Masterarbeit selbstständig unter Benutzung der angegebenen Literatur sowie Hinweisen der Betreuer angefertigt wurde.

Bezüglich der Masterarbeit wird der Hochschule Anhalt, insbesondere dem Institut für Geoinformation und Vermessung, ein einfaches Nutzungsrecht eingeräumt.

Jürgen Weichand

Danksagung

Mein besonderer Dank gilt Herrn Professor Holger Baumann vom Institut für Geoinformation und Vermessung für die Betreuung und Unterstützung während dieser Masterarbeit.

Herrn Andreas von Dömming von der Koordinierungsstelle GDI-DE danke ich für die Übernahme des Zweitgutachtens.

Ferner möchte ich mich bei meinen Kolleginnen und Kollegen von der Bayerischen Vermessungsverwaltung, der Geschäftsstelle GDI-BY und des Arbeitskreises Geodienste (GDI-DE) für die fachlichen Impulse bedanken.

Mein herzlicher Dank gilt meiner Freundin Andrea Landmann für ihre immerwährende Unterstützung und für den Rückhalt in den vergangenen zweieinhalb Jahren.

Inhaltsverzeichnis

Bibliografische Beschreibung	ii
Eidesstattliche Erklärung	iii
Danksagung	iv
Inhaltsverzeichnis	v
Abbildungsverzeichnis	ix
Tabellenverzeichnis	xi
Beispielverzeichnis	xiii
Abkürzungsverzeichnis	xv
1. Einleitung	1
1.1 Aufgabenstellung und Ziel der Arbeit	2
1.2 Inhalt und Struktur der Arbeit	2
1.3 Persönliche Ziele	3
2. INSPIRE-Grundlagen	4
2.1 INSPIRE-Dokumentenhierarchie	5
2.2 Stand der Durchführungsbestimmungen	6
3. Rechtliche Vorgaben zu INSPIRE-Downloaddiensten	7
3.1 Durchführungsbestimmung Netzdienste	8
3.2 Durchführungsbestimmung Interoperabilität	10
3.3 INSPIRE-konforme/ -interoperable Downloaddienste	10
4. Normen und Standards	12
4.1 Atom Syndication Format (GeoRSS)	12
4.1.1 Aufbau eines Atom-Feeds	13
4.1.2 GeoRSS	15
4.2 OpenSearch	17
4.2.1 OpenSearch-Beschreibungsdatei	17
4.2.2 OpenSearch-Anfrage	18
4.3 OpenGIS Web Feature Service - ISO 19142	19
4.3.1 Operationen	20
4.3.2 Abfragemöglichkeiten (Queries)	20
4.3.3 Konformitätsklassen	21
4.3.4 Anfragen (Requests)	22
4.3.4.1 GetCapabilities-Anfrage	22

4.3.4.2	DescribeFeatureType-Anfrage	22
4.3.4.3	GetPropertyValue-Anfrage	23
4.3.4.4	GetFeature-Anfrage	24
4.3.4.5	ListStoredQueries-Anfrage	25
4.3.4.6	DescribeStoredQueries-Anfrage	26
4.3.5	Koordinatensystemdefinitionen	27
4.4	OpenGIS Filter Encoding Standard - ISO 19143.....	29
4.4.1	Vergleichsoperatoren.....	29
4.4.2	Räumliche Operatoren.....	30
4.4.3	Zeitliche Operatoren	32
4.4.4	Logische Operatoren	33
4.4.5	Konformitätsklassen	34
4.5	OpenGIS Geography Markup Language - ISO 19136.....	34
5.	Technische Empfehlungen zu INSPIRE-Downloaddiensten	36
5.1	INSPIRE-Atom-Profil: Pre-defined Atom	37
5.1.1	Partitionierung der Geodatenarchive	38
5.1.2	OpenSearch-Schnittstelle	39
5.1.2.1	Get Download Service Metadata-Anfrage	40
5.1.2.2	Describe Spatial Dataset-Anfrage	40
5.1.2.3	Get Spatial Dataset-Anfrage	41
5.1.2.4	Link Service Metadata-Anfrage	42
5.2	INSPIRE-WFS-Profile: Pre-defined WFS und Direct WFS	42
5.2.1	Mehrsprachigkeit	43
5.2.2	Umsetzung der INSPIRE-Metadatenelemente.....	43
5.2.3	Daten-Service-Kopplung.....	44
5.2.4	Anforderungen der Umsetzungsvariante Pre-defined WFS.....	46
5.2.5	Anforderungen der Umsetzungsvariante Direct WFS.....	47
5.2.6	Paradigma Geodatensatz	48
6.	Entwicklung von INSPIRE-Downloaddiensten	49
6.1	Implementierung von Pre-defined Atom-Downloaddiensten.....	49
6.1.1	Benötigte Metadaten-Elemente	49
6.1.2	Bereitstellungsprozesse.....	49
6.1.2.1	Bereitstellung der Atom-Feeds aus internem Metadatenmodell.....	50

6.1.2.2	Bereitstellung der Atom-Feeds aus ISO-konformen Metadaten.....	51
6.1.2.3	Fassade für bestehende OGC-Dienste	52
6.1.3	Bereitstellungsverfahren für Atom-Feeds.....	53
6.1.3.1	Entwicklung von XSL-Transformationen.....	53
6.1.3.2	Entwicklung von ETL-Prozessen.....	54
6.1.3.3	Entwicklung von Utility-Programmen	55
6.1.4	Entwicklung der OpenSearch-Schnittstelle	56
6.1.5	Pre-defined Atom-Serverprodukte	57
6.1.5.1	Mapbender 2.....	57
6.1.5.2	GeoNetwork	58
6.1.6	Beispielimplementierung.....	59
6.2	Implementierung von Pre-defined WFS- und Direct WFS-Downloaddiensten	61
6.2.1	Einfache und komplexe Feature-Modelle	61
6.2.1.1	Gegenüberstellung einfache und komplexe Feature-Modelle	61
6.2.1.2	Auswirkung auf die Bereitstellung von INSPIRE-Downloaddiensten	62
6.2.2	Bereitstellung von Geodaten in einfachen Feature-Modellen	62
6.2.3	Bereitstellung von Geodaten in komplexen Feature-Modellen	64
6.2.4	Bereitstellung von Geodaten in ETRS 89.....	65
6.2.4.1	Transformationsverfahren	65
6.2.4.2	Integration der Datumstransformation	66
6.2.5	WFS 2.0 Serverprodukte	66
6.2.6	Beispielimplementierung.....	68
6.2.6.1	INSPIRE-konforme Capabilities	70
6.2.6.2	INSPIRE-konforme Stored Query.....	71
6.2.6.3	INSPIRE-konforme Dienste-Metadaten.....	72
6.2.7	Konformität der Testumgebung	74
7.	Anwendung von INSPIRE-Downloaddiensten.....	75
7.1	Client-Interoperabilität.....	75
7.1.1	Clients für Pre-defined- Atom-Downloaddienste	75
7.1.1.1	Nutzung von INSPIRE-Atom-Feeds in bestehender Software	75
7.1.1.2	Spezialisierte Pre-defined Atom-Clients	76
7.1.2	Clients für Pre-defined- und Direct WFS-Downloaddienste	78
7.2	Client-Entwicklung	80

7.2.1	Plattform QGIS	80
7.2.2	QGIS-Plugin Entwicklung (PyQt)	81
7.2.3	QGIS INSPIRE Atom Client-Plugin	83
7.2.3.1	Funktionsweise	84
7.2.3.2	Projektstruktur	85
7.2.3.3	Entwicklungsperspektiven	86
7.2.4	QGIS WFS 2.0 Client-Plugin	86
7.2.4.1	Funktionsweise	87
7.2.4.2	Projektstruktur	88
7.2.4.3	Entwicklungsperspektiven	89
7.2.5	Metadaten-Viewer (ISO 19139)	90
7.3	Weitere Anwendungsmöglichkeiten von INSPIRE-Downloaddiensten	91
7.3.1	Aktualisierung von lokalen Datenarchiven über Pre-defined Atom	91
7.3.2	Echtzeitanwendung von Pre-defined WFS	92
8.	Zusammenfassung und Ausblick	95
8.1	Zusammenfassung	95
8.2	Weiterer Evaluierungsbedarf	98
8.3	Ausblick	99
	Quellenverzeichnis	xvii
	Anlage A: CD-ROM zur Masterarbeit	xxvi

Abbildungsverzeichnis

Abb. 1.1: Präsentationsgrafiken Digitales Geländemodell [Eigene Darstellung]	1
Abb. 1.2: geoinformatik blog – <i>weichand.de</i> [Screenshot]	3
Abb. 2.1: INSPIRE-Themen aus Anhang I, II, III [Fichtinger 2012]	5
Abb. 2.2: INSPIRE-Dokumentenstruktur [Hogrebe 2011]	6
Abb. 2.3: Stand der Durchführungsbestimmungen [Hogrebe 2011]	6
Abb. 3.1: INSPIRE-Netzdienste-Architektur [INSPIRE NSA]	7
Abb. 3.2: Zeitplan INSPIRE-Downloaddienste [GDI-DE DLS]	11
Abb. 4.1: heise online Newsticker – <i>heise.de/newsticker</i> [Screenshot]	13
Abb. 4.2: GeoRSS Simple Beispiel: Stadien in München - <i>bayernatlas.de</i> [Screenshot]	16
Abb. 4.3: OpenSearch-Autovervollständigung im Webbrowser Firefox [Screenshot]	17
Abb. 4.4: Abfrage von Geoobjekten über einen Web Feature Service [WEI 2011 WFS]	19
Abb. 4.5: Koordinatensystemdefinition EPSG:31468 (DHDN GK4) [EPSG]	27
Abb. 4.6: Übersicht Vergleichsoperatoren [OGC FES]	30
Abb. 4.7: Übersicht räumliche Operatoren [OGC FES]	31
Abb. 4.8: Übersicht zeitliche Operatoren [OGC FES]	32
Abb. 4.9: Übersicht logische Operatoren [OGC FES]	33
Abb. 4.10: Übersicht Simple Features [OGC SFS]	35
Abb. 5.1: Umsetzungsvarianten der Technical Guidance 3.0 [Eigene Darstellung]	36
Abb. 5.2: INSPIRE-Atom-Profil [INSPIRE TG-DLS]	38
Abb. 5.3: Räumliche Partitionierung DOK, DTK 25 sowie DGM 25 [Eigene Darstellung]	39
Abb. 5.4: Unterschiedliche Varianten eines Geodatensatzes [INSPIRE TG-DLS]	40
Abb. 5.5: INSPIRE-Erweiterung der OGC-Standards [INSPIRE TG-VS]	42
Abb. 5.6: Referenzen zwischen Geodaten, Diensten und Metadaten [GDI-DE DLS]	46
Abb. 6.1: Bereitstellung von ISO-konformen Metadaten in der BVV [WEI 2010]	50
Abb. 6.2: Bereitstellung von Pre-defined Atom-Feeds in der BVV [Eigene Darstellung]	51
Abb. 6.3: Pre-defined Atom aus ISO-konformen Metadaten [Eigene Darstellung]	52
Abb. 6.4: Pre-defined Atom-Erstellung über XSLT [Eigene Darstellung]	54
Abb. 6.5: ETL-Prozess [GeoKettle]	54
Abb. 6.6: Graphische Benutzeroberfläche GeoKettle [Screenshot]	55
Abb. 6.7: Funktionsweise OpenSearch-Schnittstelle der BVV [Eigene Darstellung]	57
Abb. 6.8: Mapbender 2 - Konfiguration Pre-defined Atom [Retterath 2012]	58
Abb. 6.9: Import von Geodaten in deegree 3 [deegree inspireNode]	65
Abb. 6.10: GeoServer 2.2 Reprojection Console [Screenshot]	66

Abb. 6.11: Webbasierte Administration GeoServer 2.2 [Screenshot]	69
Abb. 6.12: Metadaten-Administration – <i>geoportal.bayern.de</i> [Screenshot].....	72
Abb. 6.13: Metadaten-Detailansicht – <i>geoportal.bayern.de</i> [Screenshot]	73
Abb. 7.1: Pre-defined Atom „Verwaltungsgrenzen Bayern“ – <i>maps.google.de</i> [Screenshot]	76
Abb. 7.2: Pre-defined Atom „Verwaltungsgrenzen Bayern“ – <i>geoportal.rlp.de</i> [Screenshot].	77
Abb. 7.3: DGM 200 (BVV) – Pseudofarben-Rasterbild [Eigene Darstellung]	81
Abb. 7.4: QGIS Plugin Builder [Screenshot]	82
Abb. 7.5: QGIS-Python-Erweiterungsinstallation [Screenshot]	83
Abb. 7.6: QGIS INSPIRE Atom Client – Datensatz-Selektion [Screenshot].....	84
Abb. 7.7: QGIS INSPIRE Atom Client – Datensatz-Import [Screenshot]	85
Abb. 7.8: QGIS WFS 2.0 Client – Adhoc Query (Minimum Spatial Filter) [Screenshot]	87
Abb. 7.9: QGIS WFS 2.0 Client – Stored Query [Screenshot]	88
Abb. 7.10: Spiegelung an der Winkelhalbierenden [Eigene Darstellung].....	89
Abb. 7.11: QGIS INSPIRE Atom Client – Metadaten-Viewer [Screenshot].....	90
Abb. 7.12: XSLT von ISO 19139 XML nach (X)HTML [Eigene Darstellung]	91
Abb. 7.13: Nachrichten-Aggregator – <i>geoportal.bayern.de</i> [Screenshot].....	91
Abb. 7.14: Gemeindefläche Oberschleißheim – <i>bayernatlas.de</i> [Screenshot]	94
Abb. 8.1: Veröffentliche QGIS-Plugins – <i>plugins.qgis.org</i> [Screenshot].....	98

Tabellenverzeichnis

Tab. 2.1: Aufbau der INSPIRE-Richtlinie [INSPIRE RL]	4
Tab. 2.2: Übersicht INSPIRE-Dokumente	5
Tab. 3.1: INSPIRE-Netzdienste [INSPIRE RL]	8
Tab. 3.2: Downloaddienst-Operationen [INSPIRE DB-ND]	9
Tab. 3.3: Definition der Downloaddienst-Operationen [INSPIRE DB-ND].....	9
Tab. 3.4: Konformitätszustände INSPIRE-Downloaddienste [INSPIRE TG-DLS].....	10
Tab. 3.5: Zeitplan INSPIRE-Downloaddienste (Anhang I)	11
Tab. 4.1: Attribute des Atom-Feed Container-Elements [1..1]	13
Tab. 4.2: Attribute des Atom-Feed Entry-Elements [1..n]	14
Tab. 4.3: GeoRSS Encoding-Varianten [GeoRSS].....	15
Tab. 4.4: WFS 1.0, 1.1 und 2.0 Versionsabhängigkeiten	19
Tab. 4.5: Operationen in WFS 2.0 [OGC WFS].....	20
Tab. 4.6: Parameter Adhoc Query (vgl. Table 8 [OGC WFS])	20
Tab. 4.7: Parameter Stored Query (vgl. Table 10 [OGC-WFS])	21
Tab. 4.8: Konformitätsklassen WFS 2.0 [OGC WFS]	21
Tab. 4.9: Parameter GetCapabilties-Anfrage (vgl. Kapitel 8 [OGC WFS])	22
Tab. 4.10: Parameter DescribeFeatureType-Anfrage (vgl. Table 15 [OGC-WFS])	23
Tab. 4.11: Parameter GetPropertyValue-Anfrage (vgl. Table 16 [OGC-WFS])	23
Tab. 4.12: GetFeature-Anfrage (vgl. Table 17 [OGC-WFS]).....	24
Tab. 4.13: Parameter ListStoredQueries-Anfrage (vgl. Table 20 [OGC-WFS]).....	26
Tab. 4.14: Parameter DescribeStoredQueries-Anfrage (vgl. Table 21 [OGC-WFS])	26
Tab. 4.15: Achsenreihenfolge von Koordinatensystemen [EPSG].....	28
Tab. 4.16: Versionsabhängigkeiten Filter Encoding	29
Tab. 4.17: Konformitätsklassen Filter Encoding Standard [OGC FES]	34
Tab. 5.1: Umsetzungsvarianten der Technical Guidance 3.0 [INSPIRE TG-DLS, S. 24 ff.]..	36
Tab. 5.2: Komponenten Pre-defined Atom-Downloaddienste.....	39
Tab. 5.3: Parameter Describe Spatial Dataset-Anfrage.....	41
Tab. 5.4: Parameter Get Spatial Dataset-Anfrage	41
Tab. 5.5: Geforderte Konformitätsklassen Pre-defined WFS.....	46
Tab. 5.6: Download von Geodatensätzen über Pre-defined WFS (Möglichkeit 1)	47
Tab. 5.7: Download von Geodatensätzen über Pre-defined WFS (Möglichkeit 2)	47
Tab. 5.8: Geforderte Konformitätsklassen Direct WFS.....	48
Tab. 5.9: Paradigma Geodatensatz	48

Tab. 6.1: Zuordnungstabelle Atom-Feed / ISO-Metadaten Elemente	51
Tab. 6.2: Spatial-ETL Software [FME; GeoKettle]	55
Tab. 6.3: Beispielimplementierungen Pre-defined Atom-Downloaddienste	60
Tab. 6.4: Gegenüberstellung Feature-Modelle [OGC GML SF; Schneider et al. 2011].....	61
Tab. 6.5: Realisierungsvarianten INSPIRE-konformer WFS.....	62
Tab. 6.6: Vergleich Datenhaltungsmodi deegree 3	64
Tab. 6.7: Vergleich WFS 2.0 Serverprodukte	67
Tab. 6.8: FeatureTypes der Testumgebung	68
Tab. 6.9: Systemumgebung der Testumgebung	69
Tab. 6.10: Prüfprotokoll INSPIRE-konforme Downloaddienste.....	74
Tab. 7.1: Vergleich Pre-defined Atom-Clients	77
Tab. 7.2: WFS-Unterstützung in Desktop-GIS.....	79
Tab. 7.3: Veröffentlichte Plugins	80
Tab. 7.4: QGIS Python-Plugin Projektstruktur [QGIS PyQGIS]	82
Tab. 7.5: Projektstruktur: INSPIRE Atom Client	85
Tab. 7.6: Projektstruktur: WFS 2.0 Client	88
Tab. 8.1: Empfohlene Umsetzungsvarianten	96
Tab. 8.2: Zukunftsstrategie: Bereitstellung von INSPIRE-Downloaddiensten	97

Beispielverzeichnis

Beispiel 4.1: Atom-Feed heise online Newsticker [heise]	12
Beispiel 4.2: GeoRSS Simple Beispiel: Stadien in München	16
Beispiel 4.3: OpenSearch-Beschreibungsdatei Wikipedia (vereinfacht) [Wikipedia OS]	17
Beispiel 4.4: OpenSearch-Anfrage Wikipedia-Enzyklopädie [Wikipedia OS]	18
Beispiel 4.5: OpenSearch-Antwort Wikipedia [Wikipedia OS].....	18
Beispiel 4.6: GetCapabilities-Anfrage.....	22
Beispiel 4.7: DescribeFeatureType-Anfrage (ohne typeName Einschränkung)	23
Beispiel 4.8: DescribeFeatureType-Anfrage (typeName=bvv:gmd_ex)	23
Beispiel 4.9: GetPropertyValue-Anfrage – Adhoc Query (Attributfilter Gemeindeschlüssel) .	24
Beispiel 4.10: GetPropertyValue-Anfrage – Stored Query (Parameter Gemeindeschlüssel)	24
Beispiel 4.11: GetFeature-Anfrage – Adhoc Query (Attributfilter Gemeindeschlüssel)	25
Beispiel 4.12: GetFeature-Anfrage – Stored Query (Parameter Gemeindeschlüssel)	25
Beispiel 4.13: ListStoredQuery-Anfrage	26
Beispiel 4.14: DescribeStoredQueries-Anfrage	26
Beispiel 4.15: GetRepositoryItem-Anfrage EPSG-Registry	28
Beispiel 4.16: URN-Referenz „urn:ogc:def:crs:EPSG::31468“ → Hochwert/Rechtswert	29
Beispiel 4.17: EPSG-Referenz „EPSG:31468“ → Rechtswert/Hochwert	29
Beispiel 4.18: Attributfilter für Selektion eines Landkreises	30
Beispiel 4.19: Umkreissuche nach Gemeinden im Radius von 2000m.....	31
Beispiel 4.20: Suche eines Gemeindeobjekts über das Entstehungsdatum („beginn“)	32
Beispiel 4.21: Attributfilter mit Or-Verknüpfung.....	33
Beispiel 4.22: GML-Beispiel Regattastrecke Oberschleißheim.....	35
Beispiel 5.1: Service-Feed – Digitales Geländemodell 200m	40
Beispiel 5.2: OpenSearch-Beschreibungsdatei – Digitales Geländemodell 200m	40
Beispiel 5.3: Describe Spatial Dataset – Digitales Geländemodell 200m Gitterweite.....	41
Beispiel 5.4: Get Spatial Dataset – Digitales Geländemodell 200m.....	41
Beispiel 5.5: Angaben zur Mehrsprachigkeit in den Capabilities	43
Beispiel 5.6: Umsetzung der INSPIRE-Metadatenelemente – Szenario 1	44
Beispiel 5.7: SpatialDataSetIdentifier in der ExtendedCapabilities-Sektion	45
Beispiel 5.8: MetadataURL in der FeatureType-Sektion.....	45
Beispiel 6.1: Pre-defined Atom-Fassade für WFS 1.1	52
Beispiel 6.2: Pre-defined Atom-Fassade für WMS 1.1.1	53
Beispiel 6.3: Erstellung von Atom-Feeds über die Java-Bibliothek GeoRSS-ROME	56

Beispiel 6.4: Service-Feed „Naturschutzgebiete“ (Mapbender 2) [Geoportal RLP]	58
Beispiel 6.5: Dataset-Feed „Naturschutzgebiete“ (Mapbender 2) [Geoportal RLP].....	58
Beispiel 6.6: Rasterisierung von Vektordaten mit GDAL (ESRI Shapefile / GeoTIFF)	59
Beispiel 6.7: Datumstransformation von Rasterdaten mit GDAL	59
Beispiel 6.8: Import von gmd_ex.shp in die PostGIS-Datenbank „verwaltungsgrenzen“.....	62
Beispiel 6.9: GetFeature-Anfrage für die Abfrage eines Gemeindeobjektes.....	63
Beispiel 6.10: UrlRewriteFilter Redirect-Regel	70
Beispiel 6.11: INSPIRE-konformes Capabilities-Dokument.....	70
Beispiel 6.12: Stored Query zur Abfrage von mehreren FeatureTypes	71
Beispiel 6.13: Stored Query zur Abfrage aller FeatureTypes.....	72
Beispiel 6.14: Abruf der Metadaten über die CSW-Schnittstelle des Geoportals Bayern.....	73
Beispiel 6.15: Ansicht der Metadaten im Geoportal Bayern (vgl. Abb. 6.13).....	73
Beispiel 7.1: Google Maps – Atom-Feed „Stadien in München“ (vgl. 4.1.2).....	76
Beispiel 7.2: Google Maps – Pre-defined Atom Verwaltungsgrenzen (vgl. 6.1.6, Abb. 7.1)..	76
Beispiel 7.3: QGIS Python-Konsole – Abfrage der Layereigenschaften	81
Beispiel 7.4: Stored Query GetFeature-Anfrage „Umkreissuche nach Gemeinden“	93
Beispiel 7.5: Stored Query-Definition „Umkreissuche nach Gemeinden“	93
Beispiel 7.6: Stored Query URL-Template „Umkreissuche nach Gemeinden“.....	94

Abkürzungsverzeichnis

AdV	Arbeitsgemeinschaft der Vermessungsverwaltungen der Länder der Bundesrepublik Deutschland
API	Application Programming Interface
ASF	Atom Syndication Format
BeTA 2007	Bundeseinheitliche Transformation für ATKIS
BLOB	Binary Large Object
BVV	Bayerische Vermessungsverwaltung
CC BY	Creative Commons Namensnennung
CMS	Content Management System
CRS	Coordinate Reference System
CSW	Catalogue Service for the Web
DE9IM	Dimensionally Extended 9-Intersection Model
DHDN	Deutsches Hauptdreiecksnetz
DS	Discovery Service
DLS	Download Service
ebRIM	Electronic Business Registry Information Model
ETL	Extract, Transform, Load
ETRS 89	Europäisches Terrestrisches Referenzsystem 1989
EPSG	European Petroleum Survey Group Geodesy
FES	Filter Encoding Standard
GDAL	Geospatial Data Abstraction Library
GDI	Geodateninfrastruktur
GML	Geography Markup Language
GPL	GNU General Public License
HTTP	Hypertext Transfer Protocol
HTML	Hypertext Markup Language
ISO	International Organization for Standardization
IETF	Internet Engineering Task Force

INSPIRE	Infrastructure for Spatial Information in the European Community
JSON	JavaScript Object Notation
KVP	Key Value Pair
NTv2	NTv2 National Transformation Version 2
OGC	Open Geospatial Consortium
OGR	OGR Simple Feature Library
OWS	OGC Web Services
QGIS	Quantum GIS
RFC	Request for Comments
RSS	Really Simple Syndication
SFS	Simple Feature Specification
SOA	Serviceorientierte Architektur
SRS	Spatial Reference System
SQL	Structured Query Language
TIFF	Tagged Image File Format
TG	Technical Guidance
URL	Uniform Resource Locator
URN	Uniform Resource Name
VS	View Service
WGS 84	World Geodetic System 1984
WCS	Web Coverage Service
WFS	Web Feature Service
WMS	Web Map Service
XML	Extensible Markup Language
XSD	XML Schema Definition
XSLT	Extensible Stylesheet Language Transformation

1. Einleitung

Mit der INSPIRE-Richtlinie (**I**nfrastructure for **S**patial **I**nformation in the **E**uropean **C**ommunity) vom 14. März 2007 [INSPIRE RL] hat die Europäische Kommission den Auftrag zur Schaffung einer Geodateninfrastruktur in der Europäischen Gemeinschaft erteilt. INSPIRE stützt sich dabei auf die von den Mitgliedstaaten eingerichteten und verwalteten Geodateninfrastrukturen (vgl. Artikel 1 Abs. 2 INSPIRE-Richtlinie).

Obwohl die INSPIRE-Richtlinie von der Generaldirektion Umwelt der Europäischen Kommission zur Erfüllung von Berichtspflichten im Umweltbereich initiiert wurde, wird sie aufgrund der Fülle an Geodatenthemen als Chance für den gesamten europäischen Geoinformationsmarkt verstanden [Fichtinger 2012].

Eine Geodateninfrastruktur im Kontext von INSPIRE besteht aus Metadaten, Geodatensätzen und Geodatendiensten, Netzdiensten und -technologien, Vereinbarungen über die gemeinsame Nutzung sowie Koordinierungs- und Überwachungsmechanismen, -prozessen und -verfahren (vgl. Artikel 3 INSPIRE-Richtlinie).

Standardisierte Netzdienste und harmonisierte Datenmodelle schaffen die Voraussetzung für den interoperablen Zugriff auf die im Rahmen der Geodateninfrastruktur bereitgestellten Daten. Der Zugriff auf die Geodaten erfolgt serviceorientiert über Darstellungs- oder Downloaddienste (vgl. Artikel 11 INSPIRE-Richtlinie).

Darstellungsdienste ermöglichen den dynamischen Abruf von aus Geodaten abgeleiteten Präsentationsgrafiken (Visualisierungen). Diese Rasterbilder können in unterschiedlichen geographischen Ausdehnungen, Bildgrößen, Bildformaten und Koordinatenreferenzsystemen angefordert werden. Derselbe Geodatensatz kann in Verbindung mit unterschiedlichen Darstellungsregeln variantenreich präsentiert werden (vgl. Abb. 1.1).

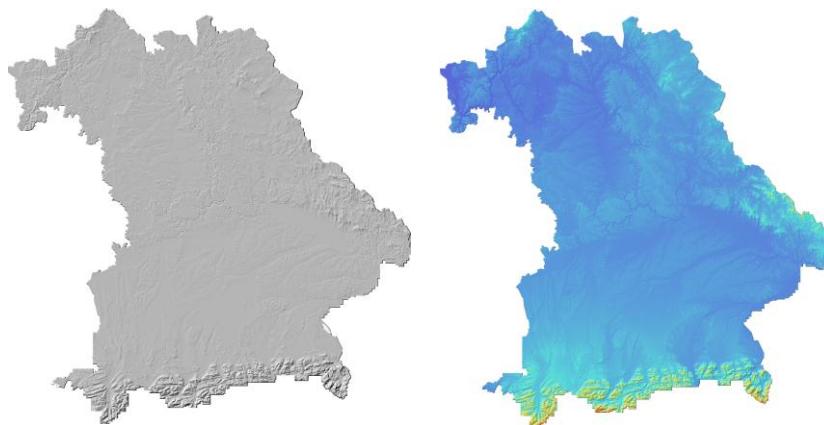


Abb. 1.1: Präsentationsgrafiken Digitales Geländemodell¹ [Eigene Darstellung]

Downloaddienste übertragen originäre, unpräsentierte Geodaten. Die heruntergeladenen Geodaten können – im Gegensatz zu den über einen Darstellungsdienst bereitgestellten Präsentationsgrafiken – individuell analysiert, verarbeitet und präsentiert werden.

¹ Datenquelle: Bayerische Vermessungsverwaltung – www.geodaten.bayern.de

1.1 Aufgabenstellung und Ziel der Arbeit

Im Rahmen dieser Arbeit sollen die rechtlichen Vorgaben und technischen Empfehlungen zu INSPIRE-Downloaddiensten erläutert und die für die Implementierung notwendigen Normen und Standards betrachtet werden.

Weiterhin ist die Beantwortung folgender Kernfragen Ziel dieser Arbeit:

1. Können INSPIRE-Downloaddienste – gemäß den rechtlichen Vorgaben und den technischen Empfehlungen – mit existierenden Softwarelösungen realisiert werden?
2. Welche Strategie sollten Datenanbieter bei der Bereitstellung von INSPIRE-Downloaddiensten verfolgen?
3. Können INSPIRE-Downloaddienste in bestehenden Softwarelösungen genutzt werden?

Die Bereitstellung INSPIRE-konformer Daten (INSPIRE-Datenspezifikationen) und damit verbundene Datenmodelltransformationen sind nicht Bestandteil dieser Arbeit. Der rechtlich verbindliche INSPIRE-Zeitplan sieht für bestehende Geodatensätze (Anhang I/II der INSPIRE-Richtlinie) die Bereitstellung von INSPIRE-konformen Downloaddiensten – unabhängig vom verwendeten Datenmodell – bis Ende 2012 vor. Die Bereitstellung der entsprechenden Downloaddienste mit harmonisierten Daten erfolgt bis Ende 2017 bzw. 2020 (vgl. Kapitel 3.2).

1.2 Inhalt und Struktur der Arbeit

In Kapitel 2 werden zunächst die Grundlagen und Ziele von INSPIRE erläutert. Neben der Richtlinie sind Durchführungsbestimmungen hinsichtlich ihrer rechtlich bindenden Vorgaben zu beachten. Die aus der Richtlinie und den Durchführungsbestimmungen resultierenden Vorgaben zu INSPIRE-Downloaddiensten werden in Kapitel 3 herausgearbeitet.

Im Kapitel 4 werden die für die praktische Umsetzung notwendigen Normen und Standards betrachtet. Der Schwerpunkt wird auf die Fähigkeiten des neuen Web Feature Service (WFS) 2.0 gelegt.

In der Technical Guidance zu den INSPIRE-Downloaddiensten werden die Umsetzungsvarianten „Pre-defined Atom“, „Pre-defined WFS“ und „Direct WFS“ vorgeschlagen. Die technischen Empfehlungen werden in Kapitel 5 erörtert.

In Kapitel 6 werden prototypische Implementierungen dieser Umsetzungsvarianten vorgestellt. Hierfür werden unterschiedliche Bereitstellungsprozesse und -verfahren betrachtet. Des Weiteren werden verfügbare Serverprodukte hinsichtlich ihrer Eignung untersucht.

Der Erfolg von INSPIRE wird letztlich am entstehenden Nutzen gemessen. In Kapitel 7 werden daher die praktischen Anwendungsmöglichkeiten der INSPIRE-Downloaddienste analysiert. Im Schwerpunkt werden klassische Desktop-Geoinformationssysteme hinsichtlich ihrer Interoperabilität zu INSPIRE-Downloaddiensten untersucht.

1.3 Persönliche Ziele

Der direkte Bezug zur beruflichen Tätigkeit in der Bayerischen Vermessungsverwaltung (BVV) soll genutzt werden, um die Masterarbeit mit Erfahrungen aus der Praxis aufzuwerten. Im Umkehrschluss sollen aktuelle Ergebnisse unmittelbar in die berufliche Arbeit einfließen. Dies gilt insbesondere bei der Implementierung von INSPIRE-Downloaddiensten für die BVV sowie für die Mitwirkung in Arbeitskreisen auf nationaler (GDI-DE) und landesweiter Ebene (GDI-BY).

Weiterhin soll während der Bearbeitung der Masterarbeit der Dialog zu anderen Bereitstellern und Nutzern von Downloaddiensten gesucht werden. Hierfür werden aktuelle Zwischenergebnisse auf dem Blog [weichand.de \[WEI\]](http://weichand.de) veröffentlicht und zur Diskussion gestellt.

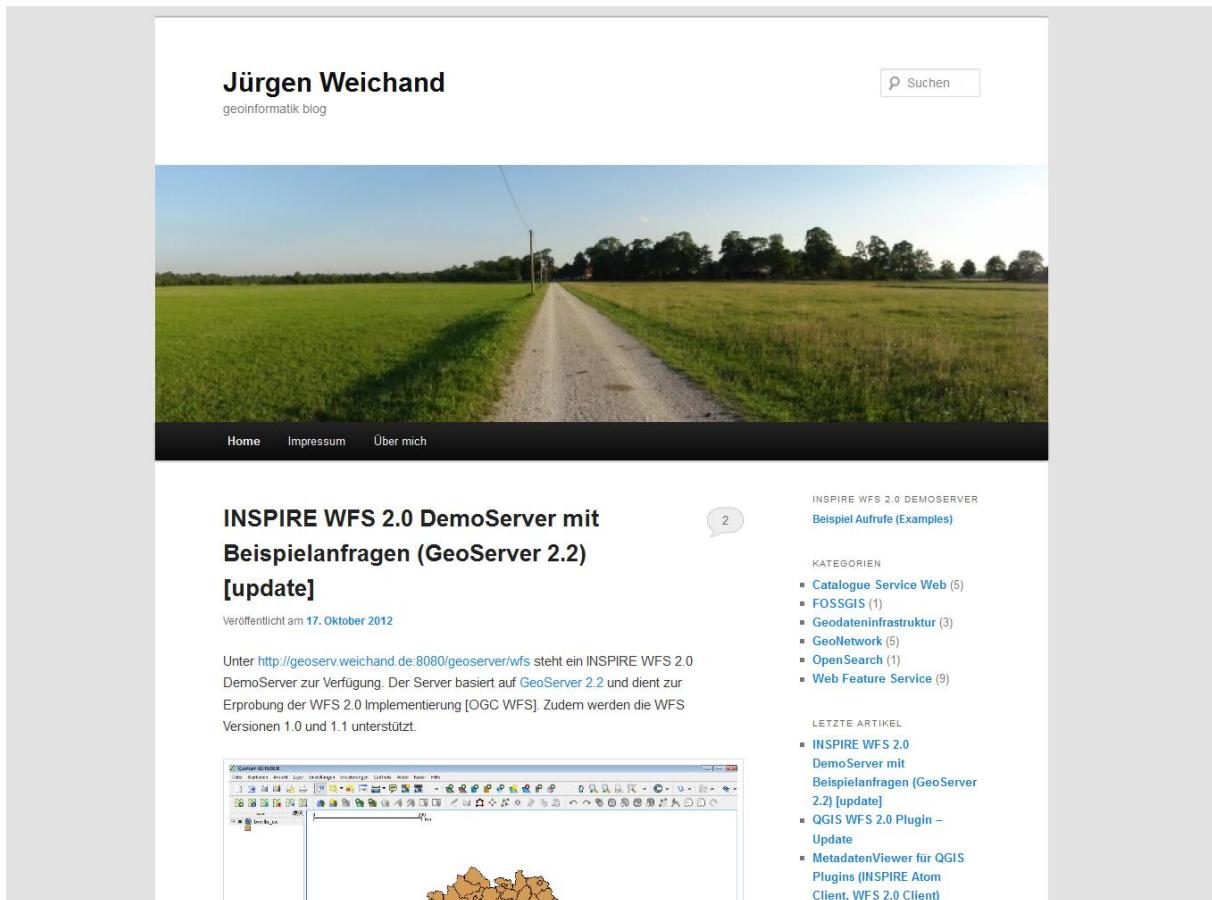


Abb. 1.2: geoinformatik blog – weichand.de [Screenshot]

Die aus der Masterarbeit entstandenen Ergebnisse sollen interessierten Personen frei zur Verfügung gestellt werden. Dies gilt neben der schriftlichen Ausarbeitung auch für die im Rahmen der Arbeit entwickelten Beispiele und Quantum GIS-Erweiterungen (Plugins).

2. INSPIRE-Grundlagen

Die Richtlinie 2007/2/EG „zur Schaffung einer Geodateninfrastruktur in der Europäischen Gemeinschaft (INSPIRE)“ [INSPIRE RL] ist am 15. Mai 2007 in Kraft getreten.

Ziel der Richtlinie ist u. a. die Vereinfachung von Berichtspflichten der EU-Mitgliedsstaaten gegenüber der Europäischen Kommission und der Europäischen Umweltagentur durch eine harmonisierte Bereitstellung von Geodaten [Fichtinger 2012].

Tab. 2.1: Aufbau der INSPIRE-Richtlinie [INSPIRE RL]

Kap. 1	Allgemeine Bestimmungen
Kap. 2	Metadaten
Kap. 3	Interoperabilität von Geodatensätzen und –diensten
Kap. 4	Netzdienste
Kap. 5	Gemeinsame Nutzung von Daten
Kap. 6	Koordinierung und ergänzende Maßnahmen
Kap. 7	Schlussbestimmungen

Für die Umsetzung von INSPIRE werden in sieben Kapiteln (vgl. Tab. 2.1) Vorgaben auf Grundlage folgender Rahmenbedingungen definiert [Seifert 2006, S. 5]:

- „Geodaten sollen nur einmal erfasst und nur dort gepflegt werden, wo dies am effektivsten erfolgen kann.“
- „Es soll möglich sein, Geodaten aus verschiedenen Quellen über ganz Europa nahtlos zu kombinieren und sie vielen Nutzern und Anwendungen zur Verfügung zu stellen.“
- „Es sollen Geodaten, die von einem bestimmten Ressort oder Ebene oder Verwaltungsebene erfasst worden sind, allen anderen Ressorts und Verwaltungsebenen zur Verfügung gestellt werden.“
- „Geodaten, die für ein effektives Verwaltungshandeln erforderlich sind, sollten für Konditionen verfügbar sein, die eine breite Verfügbarkeit und Anwendung nicht behindern dürfen.“
- „Es soll die Suche nach Geodaten einfach möglich sein, um die Brauchbarkeit für bestimmte Anwendungen überprüfen zu können. Außerdem soll für den Anwender erkennbar sein, welche Bedingungen an eine Nutzung geknüpft sind.“

Weiterhin sind in den drei Anhängen (Annex I-III) zur INSPIRE-Richtlinie 34 Themen benannt, für die Geodaten über Geodatendienste bereitgestellt werden sollen (vgl. Abb. 2.1). Für die Themen aus Anhang I liegen bereits harmonisierte Datenmodelle vor. Die Datenmodelle für Anhang II und Anhang III befinden sich in der Review-Phase.

Anhang I	Anhang III
Koordinatenreferenzsysteme	Statistische Einheiten
Geografische Gittersysteme	Gebäude
Geografische Bezeichnungen	Boden
Verwaltungseinheiten	Bodennutzung
Adressen	Gesundheit und Sicherheit
Flurstücke/Grundstücke (Katasterparzellen)	Versorgungswirtschaft und staatliche Dienste
Verkehrsnetze	Umweltüberwachung
Gewässernetz	Produktions- und Industrieanlagen
Schutzgebiete	Landwirtschaftliche Anlagen und Aquakulturanlagen
	Verteilung der Bevölkerung - Demografie
	Bewirtschaftungsgebiete/ Schutzgebiete/ ge- regelte Gebiete und Berichterstattungseinh.
	Gebiete mit naturbedingten Risiken
	Atmosphärische Bedingungen
	Meteorologisch-geografische Kennwerte
	Ozeanografisch-geografische Kennwerte
	Meeresregionen
	Biogeografische Regionen
	Lebensräume und Biotope
	Verteilung der Arten
	Energiequellen
	Mineralische Bodenschätz

Abb. 2.1: INSPIRE-Themen aus Anhang I, II, III [Fichtinger 2012]

2.1 INSPIRE-Dokumentenhierarchie

Die INSPIRE-Richtlinie wird durch eine umfangreiche Anzahl von Dokumenten ergänzt. Hierzu zählen Durchführungsbestimmungen, Umsetzungsanleitungen sowie Handlungsempfehlungen der Koordinierungsstellen.

Tab. 2.2: Übersicht INSPIRE-Dokumente

Deutsche Bezeichnung	Englische Bezeichnung	Verfügbare Sprache(n)	Rechtliche Auswirkung
INSPIRE-Richtlinie	INSPIRE Directive	u. a. deutsch	bindend
Durchführungs-bestimmungen	Implementing Rules	u. a. deutsch	bindend
Umsetzungsanleitungen	Technical Guidance	englisch	nicht bindend

Anmerkung: Im weiteren Verlauf der Arbeit wird auf die offiziellen Begriffe INSPIRE-Richtlinie, Durchführungsbestimmungen und Technical Guidance zurückgegriffen (vgl. Tab. 2.2).

Mittels Durchführungsbestimmungen werden die Vorgaben der Richtlinie konkretisiert (vgl. Abb. 2.2). Diese Rechtsverordnungen sind rechtlich bindend und definieren das zu erreichende Ziel. Die Durchführungsbestimmungen sind abstrakt gehalten und referenzieren keine technischen Standards.

Mögliche technische Realisierungen werden in den Technical Guidances beschrieben. Diese Umsetzungsanleitungen sind keine Rechtsverordnungen und somit rechtlich nicht bindend. Sie besitzen jedoch einen hohen praktischen Stellenwert und sind für das Erreichen der angestrebten Interoperabilität zwingend erforderlich.

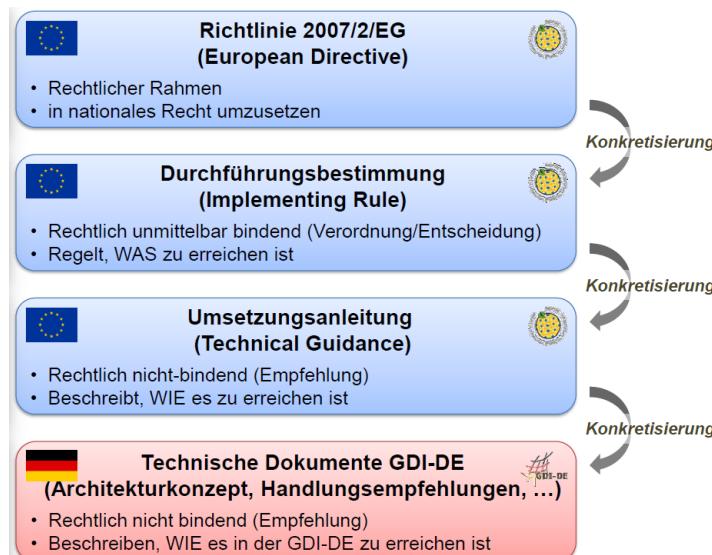


Abb. 2.2: INSPIRE-Dokumentenstruktur [Hogrebe 2011]

2.2 Stand der Durchführungsbestimmungen

In Abbildung 2.3 sind die fünf Durchführungsbestimmungen und deren aktuelle Status dargestellt. Die Durchführungsbestimmungen „Interoperabilität von Geodatensätzen/-diensten“ und „Netzdienste“ sind noch nicht vollständig in Kraft getreten. Neben den Datenspezifikationen für die Anhänge II/III fehlen außerdem die Vorgaben für „Dienste zum Abrufen von Geodatendiensten“.



Abb. 2.3: Stand der Durchführungsbestimmungen [Hogrebe 2011]

3. Rechtliche Vorgaben zu INSPIRE-Downloaddiensten

In Artikel 11 der INSPIRE-Richtlinie wird für die zu schaffende Geodateninfrastruktur eine serviceorientierte Architektur (SOA) auf Grundlage von „Suchdiensten“, „Darstellungsdiensten“, „Downloaddiensten“, „Transformationsdiensten“ und „Diensten zum Abruf von Geodatendienste“ vorgegeben (vgl. Tab. 3.1).

Suchdienste ermöglichen die Recherche nach Geodaten und Geodatendiensten über Metadaten. Der Zugriff auf die Geodaten selbst erfolgt über Darstellungs- und Downloaddienste. Transformationsdienste können innerhalb einer Orchestrierung genutzt werden, um von einem Downloaddienst gelieferte, nicht konforme Geodaten in INSPIRE-konforme Geodaten zu überführen.

Die daraus resultierende technische Architektur (vgl. Abb. 3.1) kann in die drei Schichten (engl. Layers) Anwendungen, Dienste und Daten abstrahiert werden.

In einer SOA erfolgt der Datenzugriff einer Anwendung über gekapselte Dienste. Durch die Verwendung von standardisierten Diensten ist der Datenzugriff unabhängig von den eingesetzten Softwarelösungen möglich. Weitere Dienste können einfach in die bestehende Infrastruktur integriert werden.

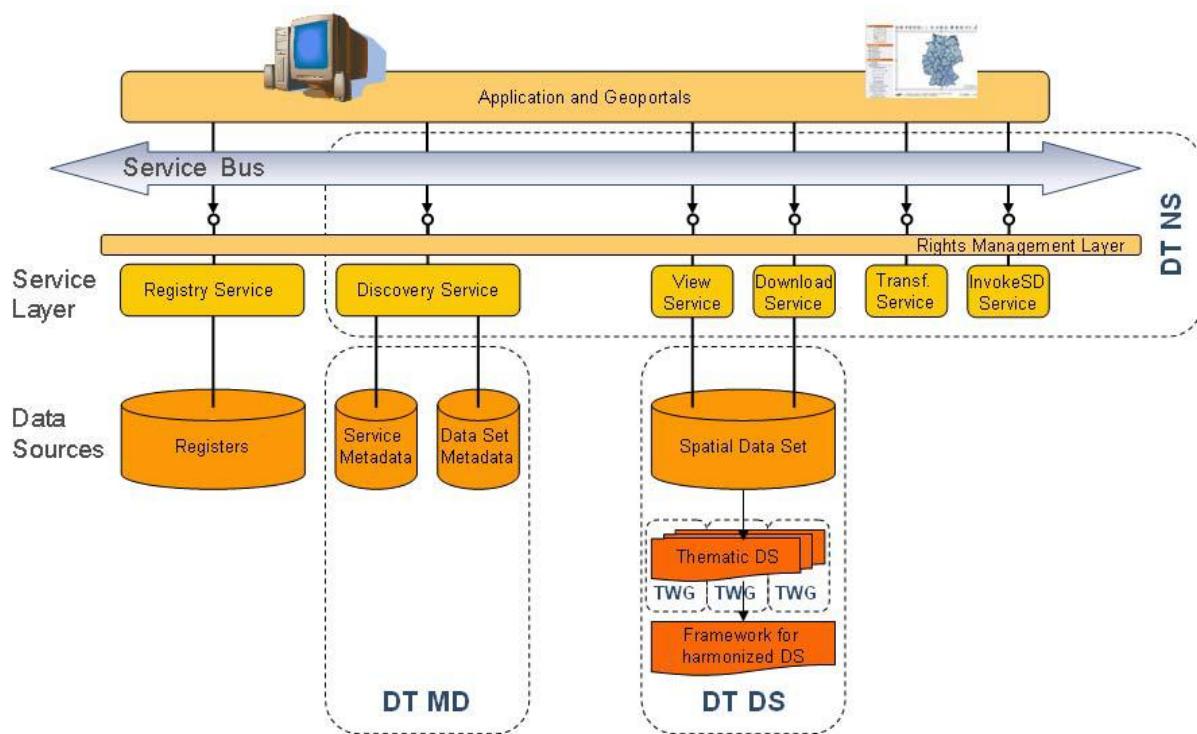


Abb. 3.1: INSPIRE-Netzdienste-Architektur [INSPIRE NSA]

Tab. 3.1: INSPIRE-Netzdienste [INSPIRE RL]

Netzdienst	Definition nach Artikel 11 der INSPIRE-Richtlinie
Suchdienst	„Suchdienste, die es ermöglichen, auf der Grundlage des Inhalts entsprechender Metadaten nach Geodatensätzen und -diensten zu suchen und den Inhalt der Metadaten anzuzeigen.“
Darstellungsdienst	„Darstellungsdienste, die es zumindest ermöglichen, darstellbare Geodatensätze anzuzeigen, in ihnen zu navigieren, sie zu vergrößern/verkleinern, zu verschieben, Daten zu überlagern sowie Informationen aus Legenden und sonstige relevante Inhalte von Metadaten anzuzeigen.“
Downloaddienst	„Download-Dienste, die das Herunterladen von und, wenn durchführbar, den direkten Zugriff auf Kopien vollständiger Geodatensätze oder Teile solcher Sätze ermöglichen.“
Transformationsdienst	„Transformationsdienste zur Umwandlung von Geodatensätzen, um Interoperabilität zu erreichen.“
Dienste zum Abrufen von Geodatendiensten	„Dienste zum Abrufen von Geodatendiensten.“

In den Durchführungsbestimmungen „Netzdienste“ und „Interoperabilität“ werden die rechtlichen Vorgaben zu INSPIRE-Downloaddiensten konkretisiert.

3.1 Durchführungsbestimmung Netzdienste

In der Durchführungsbestimmung hinsichtlich der Netzdienste [INSPIRE DB-ND] werden zwei Arten von Downloaddiensten unterschieden:

- Einfacher Downloaddienst (Pre-defined Dataset Downloadservice)
Ein einfacher Downloaddienst erfüllt die Mindestanforderungen der INSPIRE-Richtlinie und dient dem Herunterladen von vollständigen Geodatensätzen.
- Direktzugriffs-Downloaddienst (Direct Access Downloadservice)
Ein Direktzugriffs-Downloaddienst ermöglicht das Herunterladen von vollständigen Geodatensätzen sowie den direkten Zugriff auf einzelne Teile dieser Geodatensätze.

Weiterhin beschreibt die Durchführungsbestimmung die technische Funktionsweise eines Downloaddienstes. Hierzu werden die folgenden Anforderungen definiert:

- Fristen für die Bereitstellung von Downloaddiensten (Artikel 4- M1)
- Dienstqualitätskriterien hinsichtlich Leistung, Kapazität und Verfügbarkeit (Anhang I)
- Liste der Operationen für einen einfachen Downloaddienst (Anhang IV – Teil A)
- Liste der zusätzlichen Operationen für einen Direktzugriffs-Downloaddienst (Anhang IV – Teil B)

- Mehrsprachigkeit in den Operationen (Anhang IV – Teil A und Teil B)
- Suchkriterien für die Operation „Get Spatial Object“ (Anhang IV – Teil C)

Ein INSPIRE-Downloaddienst stellt für das Herunterladen von vollständigen Geodatensätzen mindestens die Operationen „Get Download Service Metadata“, „Get Spatial Data Set“, „Describe Spatial Data Set“ und „Link Download Service“ zur Verfügung.

Für den direkten Zugriff auf einzelne Geoobjekte (Direktzugriffs-Downloaddienst) werden zusätzlich die Operationen „Get Spatial Object“ und „Describe Spatial Object Type“ angeboten (vgl. Tab. 3.2, Tab. 3.3).

Tab. 3.2: Downloaddienst-Operationen [INSPIRE DB-ND]

Operation	Einfacher Downloaddienst	Direktzugriffs-Downloaddienst
Get Download Service Metadata	x	x
Get Spatial Data Set	x	x
Describe Spatial Data Set	x	x
Link Download Service	x	x
Get Spatial Object		x
Describe Spatial Object Type		x

Tab. 3.3: Definition der Downloaddienst-Operationen [INSPIRE DB-ND]

Operation	Definition nach Anhang 4 – Teil A/B
Get Download Service Metadata	„Bereitstellung aller erforderlichen Informationen zu dem Dienst und den verfügbaren Geodatensätzen sowie Beschreibung der Leistungsmerkmale des Dienstes.“
Get Spatial Data Set	„Die Operation „Get Spatial Data Set“ ermöglicht den Abruf eines Geodatensatzes.“
Describe Spatial Data Set	„Diese Operation liefert die Beschreibung aller in dem Geodatensatz enthaltenen Arten von Geo-Objekten.“
Link Download Service	„Die Operation ermöglicht es einer Behörde oder einem Dritten, einen Downloaddienst für das Herunterladen von Geodatensätzen oder gegebenenfalls von Geo-Objekten über den Downloaddienst des Mitgliedstaats zu definieren, während die Downloadfähigkeit am Standort der Behörde oder des Dritten verbleibt.“
Get Spatial Object	„Ermöglicht den Abruf von Geo-Objekten auf der Grundlage einer Abfrage.“
Describe Spatial Object Type	„Liefert die Beschreibung der spezifizierten Arten von Geo-Objekten.“

Für die Operation „Get Spatial Object“ müssen weiterhin folgende Filterkriterien zur Verfügung stehen (vgl. Anhang IV – Teil C [INSPIRE DB-ND]):

- Eindeutiger Ressourcenbezeichner des Geodatensatzes
- Schlüsselattribute der jeweiligen Datenmodelle, insbesondere der eindeutige Bezeichner des Geoobjekts sowie temporale Filterkriterien
- Geografisches Begrenzungsrechteck
- Geodatenthema nach Anhang I, II, III

3.2 Durchführungsbestimmung Interoperabilität

Die Durchführungsbestimmung hinsichtlich der Interoperabilität von Geodatensätzen und –diensten [INSPIRE DB-IGD] beinhaltet die harmonisierten, konzeptionellen Datenmodelle² als Grundlage der INSPIRE-Datenspezifikationen.

Aktuell stehen die INSPIRE-Datenspezifikationen für die Themen aus Anhang I der Richtlinie zur Verfügung. Die Bereitstellung der Datenmodelle für die Themen aus Anhang II/III wird im Jahr 2013 erwartet.

Ein zu dieser Durchführungsbestimmung konformer Downloaddienst stellt zwangsläufig Daten im INSPIRE-Datenmodell zur Verfügung.

3.3 INSPIRE-konforme/-interoperable Downloaddienste

In der Technical Guidance zu den INSPIRE-Downloaddiensten [INSPIRE TG-DLS, S. 33 f.] befindet sich eine rechtliche Interpretation der Begriffe „konformer Downloaddienst“ und „interoperabler Downloaddienst“. Aus der möglichen Konformität zu den Durchführungsbestimmungen Netzdienste und Interoperabilität werden drei mögliche Konformitätszustände abgeleitet (vgl. Tab. 3.4).

Tab. 3.4: Konformitätszustände INSPIRE-Downloaddienste [INSPIRE TG-DLS]

Konformitätszustand	Beschreibung
Nicht konformer und nicht interoperabler Downloaddienst	Downloaddienst vorhanden Keine Konformität zu der Durchführungsbestimmung Netzdienste Keine Konformität zu der Durchführungsbestimmung Interoperabilität
Konformer, aber nicht interoperabler Downloaddienst	Konformität zu der Durchführungsbestimmung Netzdienste Keine Konformität zu der Durchführungsbestimmung Interoperabilität
Konformer und interoperabler Downloaddienst	Konformität zu der Durchführungsbestimmung Netzdienste Konformität zu der Durchführungsbestimmung Interoperabilität

² vgl. [BILL 2010, S. 345 ff.]

Die für die unterschiedlichen Konformitätszustände geltenden Fristen können dem INSPIRE-Zeitplan für Downloaddienste (vgl. Abb. 3.2) entnommen werden. Für bestehende Daten erfolgt die Bereitstellung von konformen Diensten (dunkelblaue Signatur) vor der Bereitstellung von interoperablen Diensten (grüne Signatur).

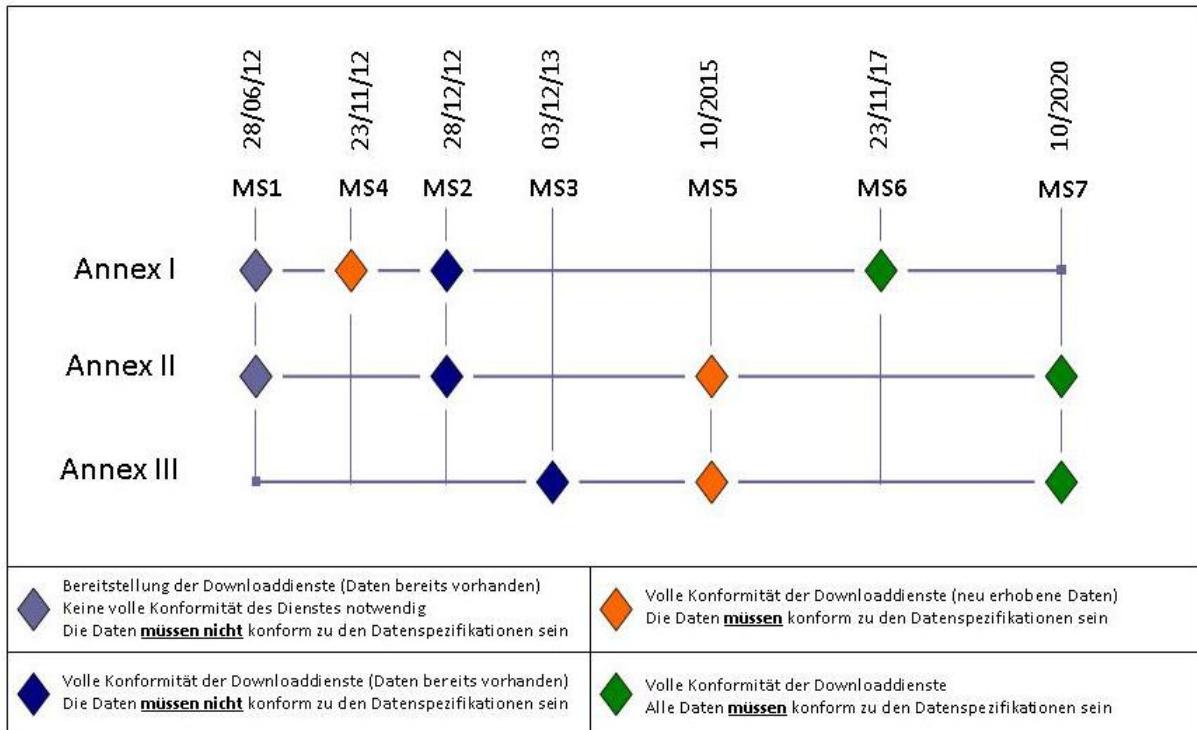


Abb. 3.2: Zeitplan INSPIRE-Downloaddienste [GDI-DE DLS]

Für die Themen aus Anhang I der Richtlinie ergeben sich beispielsweise folgende Stichtage (vgl. Tab. 3.5).

Tab. 3.5: Zeitplan INSPIRE-Downloaddienste (Anhang I)

Nicht konformer und nicht interoperabler Downloaddienst	28.06.2012
Konformer und interoperabler Downloaddienst (neu erhobene Daten)	23.11.2012
Konformer, aber nicht interoperabler Downloaddienst (bestehende Daten)	28.12.2012
Konformer und interoperabler Downloaddienst (bestehende Daten)	23.11.2017

4. Normen und Standards

Die Implementierung von INSPIRE-Downloaddiensten erfolgt auf Basis von Normen der „International Organization for Standardization“ (ISO) sowie Standards des „Open Geospatial Consortium“ (OGC). Ferner wird auf etablierte Web-Standards Bezug genommen.

Die Technical Guidance zu den INSPIRE-Downloaddiensten referenziert folgende Spezifikationen [INSPIRE TG-DLS, S. 15]:

- Atom Syndication Format – RFC 4287 [Atom]
- GeoRSS-Simple [GeoRSS]
- OpenSearch [OpenSearch]
- Web Feature Service (WFS) [ISO 19142; OGC WFS]
- Filter Encoding Standard (FES) [ISO 19143; OGC FES]

4.1 Atom Syndication Format (GeoRSS)

Das Atom Syndication Format (ASF oder Atom-Feed) [Atom] dient dem XML-basierten Austausch von Nachrichten. ASF wurde von der „Internet Engineering Task Force“ (IETF) als standardisierter Nachfolger des Industriestandards RSS vorgeschlagen.

Das folgende Beispiel Atom-Feed dient der Übertragung der heise online Newsticker-Meldungen [heise]:

Beispiel 4.1: Atom-Feed heise online Newsticker [heise]

```
<?xml version="1.0" encoding="utf-8"?>
<feed xmlns="http://www.w3.org/2005/Atom">
    <title>heise online News</title>
    <subtitle>Nachrichten nicht nur aus der Welt der Computer</subtitle>
    <link href="http://www.heise.de/newsticker/" />
    <link rel="self" href="http://www.heise.de/newsticker/heise-atom.xml"/>
    <updated>2012-11-02T15:55:17+01:00</updated>
    <author>
        <name>heise online</name>
    </author>
    <id>http://www.heise.de/newsticker/</id>
    <entry>
        <title>Studie: Kostenlose Apps sind datenhungrig</title>
        <link href="http://www.heise.de/newsticker/meldung/Studie-Kostenlose-Apps-sind-datenhungrig-1742399.html/from/atom10" />
        <id>http://heise.de/-1742399</id>
        <published>2012-11-02T15:55:00+01:00</published>
        <updated>2012-11-02T15:55:17+01:00</updated>
        <summary>Kostenlose Apps wollen häufiger unbegründete Zugriffsrechte auf Daten und Bezahltdienste als kostenpflichtige- es sei denn, [...]
        </summary>
    </entry>
    [...]
</feed>
```

The screenshot shows the homepage of heise online's Newsticker. At the top, there is a banner for 'heise marktplatz' with the text 'MOBILITÄTSPROBLEME? Schnelle Flitzer und Familienwagen finden Sie im heise-marktplatz.' Below the banner, the navigation menu includes 'News', 'Newsticker', '7-Tage-News', 'Archiv', and 'Foren'. To the right of the menu are links for 'RSS', 'News mobil', and 'Newsletter'. A horizontal bar below the menu lists 'Top-Themen' such as 'iPad', 'Windows 8', 'E-Book', 'Datenschutz', 'iPhone 5', 'Android', 'Facebook', 'Curiosity', and 'CleanIT'. The main content area features a list of news items under the heading '7-Tage-News' from 02.11.2012. The news items include: 'Studie: Kostenlose Apps sind datenhungrig', 'Sicherheitsupdates für Ciscos Data Center und Web Conferencing', 'Filesharer soll 1,5 Millionen Dollar für zehn Pornos zahlen', 'Preise für Ideen zum Einsatz des ePerso', 'Rätselraten um Facebook-Zugriff über den Google-Index', 'Windows 8: Installationsmedium unter Windows XP erstellen', 'NSU-Morde: Ermittler rasterten doch', 'Microsoft arbeitet angeblich an eigenem Smartphone', 'ePerso: Alternative Ausweis-App als Open Source', 'KFZ-Bewegungsdaten: Polizei von Minneapolis will mehr Datenschutz', 'Initiative für ARM-Server heise open', 'Vupen prahlt mit Windows-8-Hack', 'Elastic Beanstalk: Amazon heißt Ruby-Entwickler in eigener Cloud willkommen', and 'Mobiles Websurfen legt zu'. To the right of the news list are three advertisements: 'Bis 3,8% p.a.* Zinsen' (CosmosDirekt), 'Trading Signale - ayondo' (ayondo), and 'Männer können sparen!' (Pflegezusatzversicherungen). Below these ads is a section titled 'Top-News' with links to 'Virtuelle Reiseerlebnisse mit Google Earth 7', 'Neue EC-Karten bereiten Handel Verdruss', 'Smartphone-Markt: Android vergrößert Vorsprung', 'Protokoll eines Verbrechens: DigiNotar-Einbruch weitgehend aufgeklärt', and a comment about Google's Preishammer.

Abb. 4.1: heise online Newsticker – heise.de/newsticker [Screenshot]

4.1.1 Aufbau eines Atom-Feeds

Ein Atom-Feed besteht aus einem Container-Element, das eine beliebige Anzahl von Entry-Elementen (Einträgen) enthält. Des Weiteren beinhaltet das Container-Element die Beschreibung des Atom-Feeds (vgl. Tab. 4.1). Die einzelnen Nachrichten bzw. Mitteilungen werden in den Entry-Elementen übertragen (vgl. Tab. 4.2).

Für das XML-basierte Atom Syndication Format existiert kein offizielles XSD-Schema. Eine Validierung der Atom-Feeds ist nur über inoffizielle Schemata von Drittanbietern möglich [Atom XSD]. In folgenden Tabellen sind die in einem Atom-Feed vorhandenen Attribute unter Berücksichtigung ihrer Kardinalität aufgeführt.

Tab. 4.1: Attribute des Atom-Feed Container-Elements [1..1]

Attributname	Kardinalität	Beschreibung
Author	[0..n]	Autor des Feeds
Category	[0..n]	Kategorie
Contributor	[0..n]	Mitwirkender
Entry	[1..n]	Eintrag (vgl. Tab. 4.2)

Generator	[0..1]	Für die Erstellung des Feeds eingesetzte Software
Icon	[0..1]	Vorschaubild
Id	[1..1]	Identifikator
Link	[0..n]	Link
Logo	[0..1]	Logo
Rights	[0..1]	Rechtliche Hinweise (Lizenzen, Nutzungsbedingungen)
Subtitle	[0..1]	Untertitel
Title	[1..1]	Titel
Updated	[1..1]	Datum der letzten Aktualisierung

Tab. 4.2: Attribute des Atom-Feed Entry-Elements [1..n]

Attributname	Kardinalität	Beschreibung
Author	[0..n]	Autor
Category	[0..n]	Kategorie
Content	[0..1]	Inhalt
Contributor	[0..n]	Mitwirkender
Id	[1..1]	Identifikator
Link	[0..n]	Link
Published	[0..1]	Datum der Veröffentlichung
Rights	[0..1]	Rechtliche Hinweise (Lizenzen, Nutzungsbedingungen)
Source	[0..1]	Quellenangabe
Summary	[0..1]	Zusammenfassung
Title	[1..1]	Titel
Updated	[1..1]	Datum der letzten Aktualisierung

Das Atom Syndication Format kann durch beliebige Attribute erweitert werden. Für Erweiterungselemente ist in der XML-Datei ein separater Namensraum (engl. Namespace) vorzusehen.

4.1.2 GeoRSS

GeoRSS [GeoRSS] ist eine Erweiterung zur Übertragung von Punkten, Linien und Polygonen in Nachrichtenfeeds, die sowohl in Atom-Feeds als auch in RSS-Feeds gleichermaßen eingesetzt wird. Für GeoRSS existieren drei unterschiedliche Encoding-Varianten, die sich in ihrem Leistungsumfang und ihrer Komplexität unterscheiden:

Tab. 4.3: GeoRSS Encoding-Varianten [GeoRSS]

GeoRSS Encoding	Beschreibung, Geometrie-Typen, Koordinatenreferenzsystem	Verbreitungsgrad
GeoRSS Simple	Point, Line, Polygon, BOX, Circle Koordinatenreferenzsystem: WGS 84	hoch
GeoRSS W3C ³	Point Koordinatenreferenzsystem: WGS 84	gering - mittel
GeoRSS GML	GML 3.1.1 eingeschränkt auf Point, LineString, Polygon, Envelope, CirclebyCenterpoint Koordinatenreferenzsystem: beliebig	gering - mittel

Für die Implementierung von INSPIRE-Downloaddiensten wird auf das GeoRSS Simple Encoding zurückgegriffen (vgl. 5.1).

Das folgende GeoRSS Simple Beispiel dient zur räumlichen Beschreibung der Münchener Stadien (Olympiastadion, Allianz Arena). Der Atom-Feed kann im BayernAtlas (vgl. Abb. 4.2) [BVV BayernAtlas] oder in Google Maps [Google Maps] visualisiert werden:

³ Deprecated / Überholt

Beispiel 4.2: GeoRSS Simple Beispiel: Stadien in München

```

<?xml version="1.0" encoding="UTF-8"?>
<feed xmlns="http://www.w3.org/2005/Atom"
      xmlns:georss="http://www.georss.org/georss">
    <title>Stadien in München</title>
    <id>http://www.weichand.de/</id>
    <updated>2012-11-02</updated>
    <author>
        <name>Jürgen Weichand</name>
        <email>juergen@weichand.de</email>
    </author>
    <entry>
        <title>Olympiastadion</title>
        <id>1</id>
        <updated>2012-11-02</updated>
        <georss:point>48.173055555556 11.546388888889</georss:point>
    </entry>
    <entry>
        <title>Allianz Arena</title>
        <id>2</id>
        <updated>2012-11-02</updated>
        <georss:point>48.218611111111 11.624444444444</georss:point>
    </entry>
</feed>

```

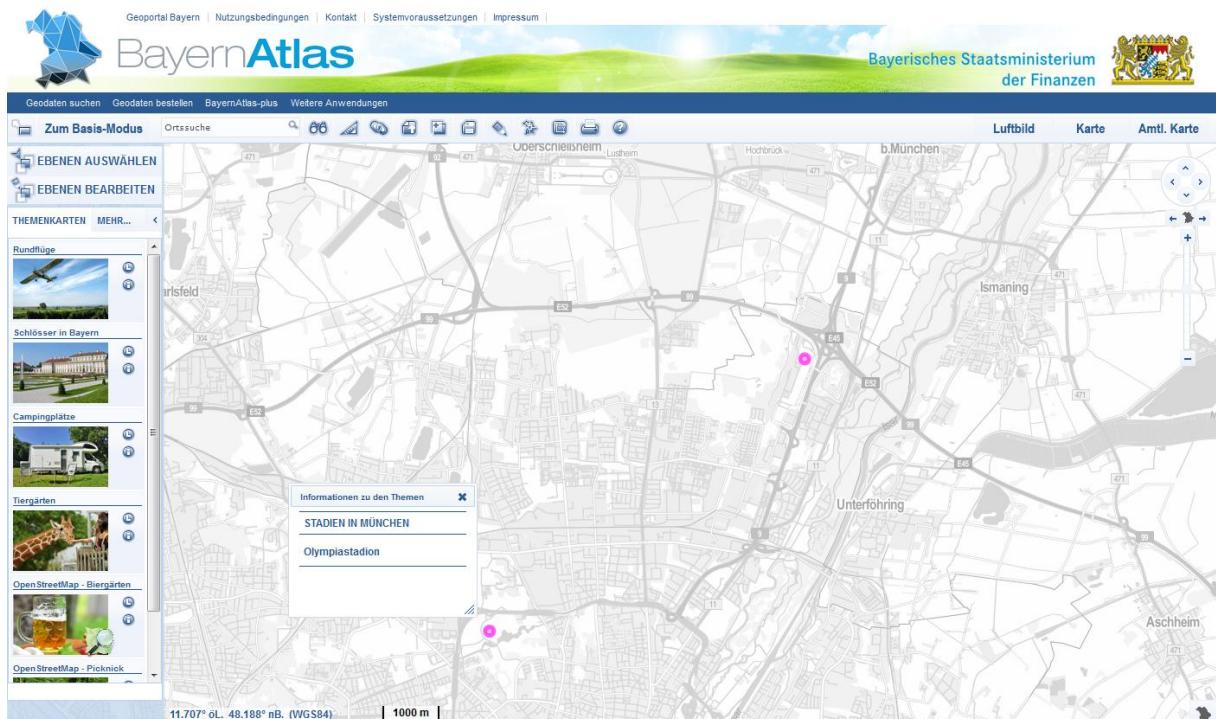


Abb. 4.2: GeoRSS Simple Beispiel: Stadien in München - bayernatlas.de [Screenshot]

4.2 OpenSearch

OpenSearch [OpenSearch] wurde von der Amazon-Tochter A9 als leichtgewichtige Suchschnittstelle entwickelt. Die Schnittstelle wurde insbesondere durch ihre Verwendung bei der Autovervollständigung in Webbrowersn bekannt (vgl. Abb. 4.3), kann jedoch für viele weitere Verwendungszwecke eingesetzt werden.

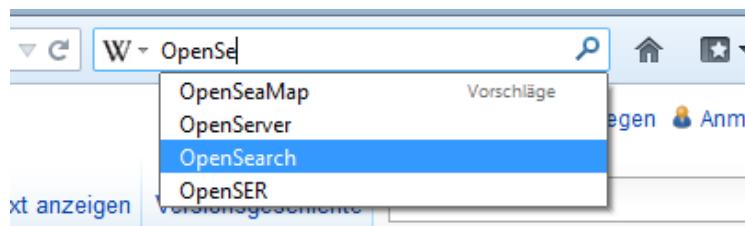


Abb. 4.3: OpenSearch-Autovervollständigung im Webbrowser Firefox [Screenshot]

4.2.1 OpenSearch-Beschreibungsdatei

Die OpenSearch-Beschreibungsdatei (engl. OpenSearch Description Document) stellt die schnittstellenbeschreibenden Metadaten bereit und ist vergleichbar mit dem Capabilities-Dokument von OGC-Webdiensten.

Inhalt der OpenSearch-Beschreibungsdatei:

- Allgemeine Angaben (Titel, Beschreibung)
- Kontaktinformationen
- Informationen über mögliche Suchparameter
- Informationen über mögliche Ausgabeformate
- Informationen für die Autovervollständigung (Webbrowser)

Beispiel 4.3: OpenSearch-Beschreibungsdatei Wikipedia (vereinfacht) [Wikipedia OS]

```
<?xml version="1.0"?>
<OpenSearchDescription
    xmlns="http://a9.com/-/spec/opensearch/1.1/"
    xmlns:moz="http://www.mozilla.org/2006/browser/search/">
    <ShortName>Wikipedia (de)</ShortName>
    <Description>Wikipedia (de)</Description>
    <Image height="16" width="16" type="image/x-icon">
        http://de.wikipedia.org/favicon.ico
    </Image>
    <Url type="text/html" method="get"
        template="http://de.wikipedia.org/w/index.php?
        title=Spezial:Suche&amp;search={searchTerms}" />
    <Url type="application/x-suggestions+json" method="get"
        template="http://de.wikipedia.org/w/api.php?
        action=opensearch&amp;search={searchTerms}&amp;namespace=0" />
    <Url type="application/x-suggestions+xml" method="get"
        template="http://de.wikipedia.org/w/api.php?
        action=opensearch&amp;format=xml&amp;search={searchTerms}
        &amp;namespace=0" />
</OpenSearchDescription>
```

Die Suchanfragen werden auf Grundlage der in der Beschreibungsdatei definierten URL-Templates erstellt. Im Beispiel der Wikipedia-Enzyklopädie werden die Antwortformate HTML, XML und JSON bereitgestellt.

4.2.2 OpenSearch-Anfrage

Innerhalb der URL-Templates werden die zu ersetzenen Platzhalter (Suchparameter) in geschweiften Klammern dokumentiert. Während einer Suchanfrage werden diese Platzhalter durch Suchbegriffe ersetzt. Beispiel 4.4 demonstriert die Suche nach dem Begriff „WMS“ über die OpenSearch-Schnittstelle der Wikipedia-Enzyklopädie [Wikipedia OS].

Beispiel 4.4: OpenSearch-Anfrage Wikipedia-Enzyklopädie [Wikipedia OS]

```
http://de.wikipedia.org/w/api.php  
?action=opensearch&format=xml&search={searchTerms}
```

```
http://de.wikipedia.org/w/api.php  
?action=opensearch&format=xml&search=WMS
```

Die OpenSearch-Schnittstelle liefert als Ergebnis eine Trefferliste in Form eines XML-Dokumentes zurück (vgl. Beispiel 4.5).

Beispiel 4.5: OpenSearch-Antwort Wikipedia [Wikipedia OS]

```
<?xml version="1.0"?>  
<SearchSuggestion version="2.0" xmlns="http://opensearch.org/searchsuggestion2">  
    <Query xml:space="preserve">WMS</Query>  
    <Section>  
        <Item>  
            <Text xml:space="preserve">  
                WMS  
            </Text>  
            <Description xml:space="preserve">  
                WMS bezeichnet:  
            </Description>  
            <Url xml:space="preserve">  
                http://de.wikipedia.org/wiki/WMS  
            </Url>  
        </Item>  
        [...]  
    </Section>  
</SearchSuggestion>
```

4.3 OpenGIS Web Feature Service - ISO 19142

Ein Web Feature Service (WFS) ist ein Webdienst für den Zugriff auf Geoobjekte (engl. Features). Die Geoobjekte können abgefragt und modifiziert werden. Mögliche Datenquellen für die Bereitstellung eines WFS sind Geodatenbanken (z. B. PostGIS, Oracle Spatial) sowie Vektordateien (z. B. GML, ESRI Shapefile) (vgl. Abb. 4.4).



Abb. 4.4: Abfrage von Geoobjekten über einen Web Feature Service [WEI 2011 WFS]

Das OGC hat im November 2010 die WFS Version 2.0 [OGC WFS] verabschiedet, die zur ISO-Norm 19142 [ISO 19142] weiterqualifiziert wurde.

Folgende ISO-Normen und OGC-Standards werden von WFS 2.0 referenziert:

- Geography Markup Language (GML) 3.2 [ISO 19136:2007; OGC GML]
- Filter Encoding Standard (FES) 2.0 [ISO 19143; OGC FES]
- OWS Common 1.1 (OWS) [OGC OWS]

Die älteren WFS Versionen 1.0 und 1.1 referenzieren analog ältere GML-, FES-, OWS- Versionen (vgl. Tab. 4.4).

Tab. 4.4: WFS 1.0, 1.1 und 2.0 Versionsabhängigkeiten

Web Feature Service	OWS Web Service Common	Filter Encoding	Geography Markup Language
WFS 1.0.0	-	FE 1.0.0	GML 2.1.1
WFS 1.1.0	OWS 0.3.0	FE 1.1.0	GML 3.1.1
WFS 2.0.0 (ISO 19142)	OWS 1.1.0	FES 2.0.0 (ISO 19143)	GML 3.2.1 (ISO 19136)

WFS 2.0 wurde im Vergleich zur Vorgängerversion 1.1 in seinem Funktionsumfang erweitert. Zu den Neuerungen zählen die Einführung einer überarbeiteten Version des Filter Encoding Standards sowie Stored Queries und Joins [WEI 2011 WFS].

4.3.1 Operationen

Der WFS 2.0 Standard spezifiziert elf verschiedene Operationen (vgl. Tab. 4.5), die in unterschiedlichen Konformitätsklassen zusammengefasst werden (vgl. 4.3.3).

Tab. 4.5: Operationen in WFS 2.0 [OGC WFS]

GetCapabilities	Abfrage der Dienste-Beschreibung
DescribeFeatureType	Abfrage der Struktur (Schema) von einzelnen FeatureTypes
GetPropertyValues	Abfrage von einzelnen Attributwerten von Features
GetFeature	Abfrage von Features (Instanzen eines FeatureTypes)
GetFeatureWithLock	Abfrage von Features (Instanzen eines FeatureTypes), die gleichzeitig gesperrt werden
LockFeature	Sperre von Features
Transaction	Modifikation von Features (erstellen, modifizieren, löschen)
CreateStoredQuery	Anlegen einer Stored Query
DropStoredQuery	Löschen einer Stored Query
ListStoredQueries	Abfrage einer Liste mit den vorhandenen Stored Queries
DescribeStoredQueries	Abfrage der Struktur einer Stored Query

4.3.2 Abfragemöglichkeiten (Queries)

WFS 2.0 definiert die Abfragemöglichkeiten Adhoc Query (vgl. Tab. 4.6) und Stored Query (vgl. Tab. 4.7). Adhoc Queries ermöglichen Abfragen über durch den Nutzer spezifizierte Filterkriterien (vgl. 4.4). Stored Queries sind serverseitig gespeicherte Abfragen, die in einer Anfrage referenziert werden können. Eine Stored Query kann Template-Parameter („Platzhalter“) enthalten, die bei jeder Anfrage individuell belegt werden können.

Tab. 4.6: Parameter Adhoc Query (vgl. Table 8 [OGC WFS])

TYPENAMES	M	Name der FeatureTypes
ALIASES	O	Zuordnung des FeatureType-Namen zu einem Alias
SRSNAME	O	Wahl des Koordinatenreferenzsystems: 1. Möglichkeit: Angabe EPSG-Code (URN) 2. Möglichkeit: „DefaultCRS“ 3. Möglichkeit: „OtherCRS“ (wenn max. 2 CRS)
Projection clause	O	Siehe Table 6 [OGC WFS] Projektion - vergleichbar mit SQL (SELECT ... FROM)
FILTER	O	Gemäß Filter Encoding Standard 2.0 (ISO 19143)
FILTER_LANGUAGE	O	Gemäß Filter Encoding Standard 2.0 (ISO 19143)

RESOURCE_ID	O	Gemäß Filter Encoding Standard 2.0 (ISO 19143)
BBOX	O	Einschränkung auf BoundingBox
SORTBY	O	SORTBY – vergleichbar mit SQL (SORTBY ... [DESC])

Tab. 4.7: Parameter Stored Query (vgl. Table 10 [OGC-WFS])

STOREDQUERY_ID	M	Identifikator (ID) der Stored Query
storedquery_parameter=value	O	Wert für optionale Platzhalter in der Stored Query

4.3.3 Konformitätsklassen

Die vier Konformitätsklassen Simple WFS, Basic WFS, Transactional WFS und Locking WFS stellen für unterschiedliche Anwendungsfälle geeignete Konstellationen der WFS-Operationen bereit (vgl. Tab. 4.8).

Im Gegensatz zu einem Basic WFS, werden bei einem Simple WFS ausschließlich Abfragen über Stored Queries unterstützt. Die Konformitätsklassen Simple WFS und Basic WFS ermöglichen den lesenden Zugriff auf die Geobjekte. Transactional WFS und Locking WFS ermöglichen zudem das Erstellen, Modifizieren und Löschen von Geoobjekten.

Tab. 4.8: Konformitätsklassen WFS 2.0 [OGC WFS]

Operation	Simple WFS	Basic WFS	Transactional WFS	Locking WFS
GetCapabilities	x	x	x	x
DescribeFeatureType	x	x	x	x
GetPropertyValues		x	x	x
GetFeature	x ⁴	x ⁵	x	x
GetFeatureWithLock				x
LockFeature				x
Transaction			x	x
CreateStoredQuery				
DropStoredQuery				
ListStoredQueries	x	x	x	x
DescribeStoredQueries	x	x	x	x

⁴ GetFeature über Stored Queries (vgl. 4.3.4.4)

⁵ GetFeature über Stored Queries und Adhoc Queries (vgl. 4.3.4.4)

4.3.4 Anfragen (Requests)

In den folgenden Übersichten wird die Funktionsweise der Operationen GetCapabilities, DescribeFeatureType, GetFeature, GetPropertyValue, ListStoredQueries, und DescribeStoredQueries dargestellt. Die Beispiele werden als KVP⁶-GET-Request dokumentiert.

4.3.4.1 GetCapabilities-Anfrage

Die GetCapabilities-Anfrage liefert die Dienste-Beschreibung in Form eines XML-Dokumentes („Capabilities“) mit folgenden Angaben:

- Allgemeine Angaben (Titel, Beschreibung)
- Kontaktinformationen
- Nutzungsbedingungen und Gebühren
- Enthaltene FeatureTypes
- Unterstützte Operationen
- Unterstützte Filter und Filterfunktionen

Der WFS-Leitfaden der GDI-Bayern [GDI-BY WFS] erläutert die Bedeutung und Belegungspflichten der einzelnen Capabilities-Elemente.

Tab. 4.9: Parameter GetCapabilties-Anfrage (vgl. Kapitel 8 [OGC WFS])

SERVICE = WFS	M	Service Typ
ACCEPTVERSIONS = 2.0.0	O	Service Version
REQUEST = GetCapabilties	M	Request

Beispiel 4.6: GetCapabilities-Anfrage

```
http://geoserv.weichand.de:8080/geoserver/wfs  
?service=WFS  
&acceptversions=2.0.0  
&request=GetCapabilities
```

4.3.4.2 DescribeFeatureType-Anfrage

Die DescribeFeatureType-Anfrage liefert das Datenmodell eines oder mehrerer FeatureTypes in Form eines XML-Schemas zurück. Das Schema beschreibt die in den Geoobjekten bereitgestellten Attribute und deren Datentypen. Die Kenntnis über den Aufbau des FeatureTypes ist u. a. für die Definition von Filterkriterien notwendig, die sich auf die Attribute des FeatureTypes beziehen (vgl. 4.4.1).

⁶ KVP – Key Value Pair

Tab. 4.10: Parameter DescribeFeatureType-Anfrage (vgl. Table 15 [OGC-WFS])

SERVICE = WFS	M	Service Typ
VERSION = 2.0.0	M	Service Version
REQUEST = DescribeFeatureType	M	Request
TYPENAME	O	Kommaseparierte Liste mit den Namen der zu beschreibenden FeatureTypes
OUTPUTFORMAT	O	Ausgabeformat der Beschreibung (Default: application/gml+xml version=3.2)

Beispiel 4.7: DescribeFeatureType-Anfrage (ohne typeName Einschränkung)

```
http://geoserv.weichand.de:8080/geoserver/wfs  
?service=WFS  
&version=2.0.0  
&request=DescribeFeatureType
```

→ Schemata aller FeatureTypes

Beispiel 4.8: DescribeFeatureType-Anfrage (typeName=bvv:gmd_ex)

```
http://geoserv.weichand.de:8080/geoserver/wfs  
?service=WFS  
&version=2.0.0  
&request=DescribeFeatureType  
&typeName=bvv:gmd\_ex
```

→ Schema des FeatureType bvv:gmd_ex

4.3.4.3 GetPropertyValue-Anfrage

Die GetPropertyValue-Anfrage dient der Abfrage von einzelnen Attributwerten der Features. Beispielsweise ist die Abfrage des Attributwerts „Bezeichnung“ des FeatureTypes Gemeinde möglich.

Tab. 4.11: Parameter GetPropertyValue-Anfrage (vgl. Table 16 [OGC-WFS])

SERVICE = WFS	M	Service Typ
VERSION = 2.0.0	M	Service Version
REQUEST = GetPropertyValue	M	Request
<i>Adhoc Query</i>		Siehe Tab. 4.6
<i>Stored Query</i>		Siehe Tab. 4.7
VALUEREFERENCE	M	XPath-Angabe zum entsprechenden Wert innerhalb der Struktur des FeatureTypes
RESOLVEPATH	O	Verhaltensweise des Resolve-Parameters (bei Referenzen)

Beispiel 4.9: GetPropertyValue-Anfrage – Adhoc Query (Attributfilter Gemeindeschlüssel)

```
http://geoserv.weichand.de:8080/geoserver/wfs
?service=WFS
&version=2.0.0
&request=GetPropertyValue
&typeName=bvv:gmd_ex
&valueReference=bez_gem
&filter=
<Filter>
<PropertyIsEqualTo>
<ValueReference>sch</ValueReference>
<Literal>09184135</Literal>
</PropertyIsEqualTo>
</Filter>
```

→ Ergebnis: Bezeichnung der Gemeinde Oberschleißheim (Attribut bez_gem)

Beispiel 4.10: GetPropertyValue-Anfrage – Stored Query (Parameter Gemeindeschlüssel)

```
http://geoserv.weichand.de:8080/geoserver/wfs
?service=WFS
&version=2.0.0
&request=GetPropertyValue
&valueReference=bez_gem
&STOREDQUERY_ID=GemeindeByGemeindeschluesselEpsg31468
&gemeindeschluessel=09184135
```

→ Ergebnis: Bezeichnung der Gemeinde Oberschleißheim (Attribut bez_gem)

4.3.4.4 GetFeature-Anfrage

Die GetFeature-Anfrage liefert Features als Instanzen der FeatureTypes zurück. Des Weiteren ist es über den optionalen RESULTTYPE-Parameter „Hits“ möglich, die auf die Anfrage resultierende Trefferanzahl zu ermitteln. Bei einer großen Trefferanzahl kann die Übertragung der vollständigen Treffermenge in mehreren Anfragen, über die optionalen Parameter STARTINDEX und COUNT, erfolgen („Paging“).

Tab. 4.12: GetFeature-Anfrage (vgl. Table 17 [OGC-WFS])

SERVICE = WFS	M	Service Typ
VERSION = 2.0.0	M	Service Version
REQUEST = GetFeature	M	Request
<i>Adhoc Query</i>		Siehe Tab. 4.6
<i>Stored Query</i>		Siehe Tab. 4.7

STARTINDEX	O	Position des Features in der Ergebnisliste für Paging (Default: 1)
COUNT	O	Maximale Anzahl der Features in der Ergebnisliste (Default: -)
OUTPUTFORMAT	O	Ausgabeformat der Ergebnisliste (Default: application/gml+xml version=3.2)
RESULTTYPE	O	Art des Ergebnisses (Default: results; Alternativ: hits)
<i>Standard Resolve Parameters</i>	Siehe Table 6 [OGC-WFS]	

Beispiel 4.11: GetFeature-Anfrage – Adhoc Query (Attributfilter Gemeindeschlüssel)

```
http://geoserv.weichand.de:8080/geoserver/wfs
?service=WFS
&version=2.0.0
&request=GetFeature
&typeName=bvv:gmd_ex
&srsName=EPSG:31468
&filter=
<Filter>
<PropertyIsEqualTo>
<ValueReference>sch</ValueReference>
<Literal>09184135</Literal>
</PropertyIsEqualTo>
</Filter>
```

→ Ergebnis: Gemeinde Oberschleißheim (FeatureType: bvv:gmd_ex)

Beispiel 4.12: GetFeature-Anfrage – Stored Query (Parameter Gemeindeschlüssel)

```
http://geoserv.weichand.de:8080/geoserver/wfs
?service=WFS
&version=2.0.0
&request=GetFeature
&STOREDQUERY_ID=GemeindeByGemeindeschluesselEpsg31468
&gemeindeschluessel=09184135
```

→ Ergebnis: Gemeinde Oberschleißheim (FeatureType: bvv:gmd_ex)

4.3.4.5 ListStoredQueries-Anfrage

Über die ListStoredQueries-Anfrage können alle zur Verfügung gestellten Stored Queries ermittelt werden. Es werden der Identifikator (storedquery_id) und der Titel der Stored Query sowie die Namen der über die Stored Query bereitgestellten FeatureTypes zurückgeliefert.

Tab. 4.13: Parameter ListStoredQueries-Anfrage (vgl. Table 20 [OGC-WFS])

SERVICE = WFS	M	Service Typ
VERSION = 2.0.0	M	Service Version
REQUEST = ListStoredQueries	M	Request

Beispiel 4.13: ListStoredQuery-Anfrage

```
http://geoserv.weichand.de:8080/geoserver/wfs  
?service=WFS  
&version=2.0.0  
&request=ListStoredQueries
```

→ Ergebnis: Liste der bereitgestellten Stored Queries

4.3.4.6 DescribeStoredQueries-Anfrage

Die DescribeStoredQueries-Anfrage liefert den Aufbau der serverseitig gespeicherten Stored Queries zurück. Die zurückgelieferte Beschreibung enthält die Filterdefinition sowie gegebenenfalls spezifizierte Template-Parameter („Platzhalter“) und deren Datentypen.

Tab. 4.14: Parameter DescribeStoredQueries-Anfrage (vgl. Table 21 [OGC-WFS])

SERVICE = WFS	M	Service Typ
VERSION = 2.0.0	M	Service Version
REQUEST = DescribeStoredQueries	M	Request
STOREDQUERY_ID	O	Kommaseparierte Liste mit den Namen der zu beschreibenden Stored Queries

Beispiel 4.14: DescribeStoredQueries-Anfrage

```
http://geoserv.weichand.de:8080/geoserver/wfs  
?service=WFS  
&version=2.0.0  
&request=DescribeStoredQueries  
&storedquery\_id=GemeindeByGemeindeschluesselEpsg31468
```

→ Ergebnis: Aufbau der Stored Query „GemeindeByGemeindeschluesselEpsg31468“

4.3.5 Koordinatensystemdefinitionen

Der WFS-Standard selbst definiert keine Koordinatensysteme. Die Koordinatensystemdefinitionen werden in geeigneten Registern (engl. Registry) geführt und innerhalb der WFS-Anfragen referenziert. Üblicherweise wird hierzu auf die EPSG-Registry [EPSG] Bezug genommen. In WFS 1.1 und WFS 2.0 wird das Koordinatensystem über einen vollständigen Uniform Resource Name (URN) referenziert.

URN-Beispiele nach [Andrae et al. 2011, S. 84 f.; BVV NAS]

urn:ogc:def:crs:EPSG:8.0:31468	(EPSG-Registry mit Versionsangabe)
urn:ogc:def:crs:EPSG::31468	(EPSG-Registry ohne Versionsangabe)
urn:adv:crs:DE_DHDN_3GK4_BY120	(AdV-Registry)

Die Koordinatensystemdefinition enthält folgende Angaben (vgl. Abb. 4.5):

- Code (EPSG::31468)
 - Name (DHDN / 3 grad Gauß-Krüger Zone 4)
 - Projektion (Transversal Mercator)
 - Projektionsparameter (Nullmeridian, Additionskonstante Rechtswert, Additionskonstante Hochwert usw.)
 - Orientierung (Nord, Ost)
 - Achsenreihenfolge (Hochwert, Rechtswert)

ProjectedCRS [DHDN / 3-degree Gauss-Kruger zone 4]		metadata	
Code:	EPSG::31468		
Name:	DHDN / 3-degree Gauss-Kruger zone 4		
Aliases			
Area of Use [Germany - West Germany - 10.5°E to 13.5°E]		metadata	
Base Geodetic CRS [DHDN]		metadata	
Conversion [3-degree Gauss-Kruger zone 4]		metadata	
Code:	EPSG::16264		
Name:	3-degree Gauss-Kruger zone 4		
Aliases			
Operation is Reversible:	yes		
Area of Use [World - N hemisphere - 3-degree CM 012°E]		metadata	
Parameter Values			
Parameter Name	Parameter Value or Parameter File	Unit of Measure	Sign Reversible
Latitude of natural origin	0°	degree	No
Longitude of natural origin	12° E	degree	No
Scale factor at natural origin	1	unity	No
False easting	4500000	metre	No
False northing	0	metre	No
Method [Transverse Mercator]		metadata	
Cartesian CS [Cartesian 2D CS. Axes: northing, easting (X,Y). Orientations: north, east. UoM: m.]		metadata	

Abb. 4.5: Koordinatensystemdefinition EPSG:31468 (DHDN GK4) [EPSG]

Über einen CSW ebRIM Registry Service [OGC CSW ebRIM] ist eine dienstebasierte Abfrage der EPSG-Registry möglich (vgl. Beispiel 4.15).

Beispiel 4.15: GetRepositoryItem-Anfrage EPSG-Registry

```
http://www.epsg-registry.org/indicio/query  
?request=GetRepositoryItem  
&id=urn:ogc:def:crs:EPSG::31468
```

Fehlerquelle Koordinatenachsenreihenfolge:

Innerhalb von WFS-Anfragen/-Antworten wird auf die in der Registry spezifizierte Koordinatenachsenreihenfolge zurückgegriffen. Diese Definition weicht teilweise von der in der Praxis üblichen Achsenreihenfolge ab. Beispielweise ist für Gauß-Krüger Zone 4 (DHDN) die untypische Achsenreihenfolge Hochwert/Rechtswert in der EPSG-Registry (EPSG:31468) vorgesehen.

Die Tabelle 4.15 stellt die Achsenreihenfolge von in Deutschland vorkommenden Koordinatenreferenzsystemen dar.

Tab. 4.15: Achsenreihenfolge von Koordinatensystemen [EPSG]

Name des Koordinatensystem	URN des Koordinatensystem	Achsreihenfolge
WGS 84	urn:ogc:def:crs:EPSG::4326	Breite / Länge
ETRS 89	urn:ogc:def:crs:EPSG::4258	Breite / Länge
UTM 32 Nord (ETRS 89)	urn:ogc:def:crs:EPSG::25832	Rechtswert / Hochwert
Gauß-Krüger Zone 4 (DHDN)	urn:ogc:def:crs:EPSG::31468	Hochwert / Rechtswert
Gauß-Krüger Zone 4 (Pulkovo1942)	urn:ogc:def:crs:EPSG::2398	Hochwert / Rechtswert

Insbesondere ältere WFS-Clients sind meist nicht in der Lage, die korrekte Achsenreihenfolge des Koordinatensystems über die EPSG-Registry zu ermitteln. Des Weiteren können nicht alle Geoinformationssysteme die Achsenreihenfolge Hochwert/Rechtswert korrekt verarbeiten.

Aus diesem Grund unterstützen einige Serverprodukte eine Konvention, nach der für alle Koordinatensysteme die Achsenreihenfolge Rechtswert/Hochwert bzw. Länge/Breite erzwungen werden kann. Hierzu wird das Koordinatensystem nicht über seinen URN „urn:ogc:def:crs:EPSG::31468“, sondern über den veralteten Code „EPSG:31468“ referenziert (vgl. Beispiel 4.16; Beispiel 4.17) [GEOS SRS].

Beispiel 4.16: URN-Referenz „urn:ogc:def:crs:EPSG::31468“ → Hochwert/Rechtswert

```
http://geoserv.weichand.de:8080/geoserver/wfs  
?service=WFS  
&version=2.0.0  
&request=GetFeature  
&typeName=bvv:gmd\_ex  
&count=1  
&srsName=urn:ogc:def:crs:EPSG::31468
```

Beispiel 4.17: EPSG-Referenz „EPSG:31468“ → Rechtswert/Hochwert

```
http://geoserv.weichand.de:8080/geoserver/wfs  
?service=WFS  
&version=2.0.0  
&request=GetFeature  
&typeName=bvv:gmd\_ex  
&count=1  
&srsName=EPSG:31468
```

4.4 OpenGIS Filter Encoding Standard - ISO 19143

Der Filter Encoding Standard dient der Erstellung von XML-basierten Projektions-, Selektions- und Sortierungs-Ausdrücken. Das Konzept ist mit der Funktionsweise von SQL-Abfragen vergleichbar. Für die Erstellung von Filterkriterien stehen Vergleichsoperatoren, räumliche Operatoren, zeitliche Operatoren und logische Operatoren zur Verfügung.

Für WFS 2.0 (ISO 19142) wird die aktuelle Version FES 2.0 (ISO 19143) eingesetzt (vgl. Tab. 4.16).

Tab. 4.16: Versionsabhängigkeiten Filter Encoding

Filter Encoding	OGC Standard
FE 1.0	WFS 1.0 SLD 1.0
FE 1.1	WFS 1.1 CSW 2.0.2 SLD 1.1
FES 2.0	WFS 2.0

4.4.1 Vergleichsoperatoren

Vergleichsoperatoren ermöglichen auf Objekteigenschaften („Attribute“) basierende Filterkriterien. Hierbei erfolgt der Vergleich der Objekteigenschaft („ValueReference“) mit einem Vergleichsausdruck („Literal“).

Folgende Vergleichsoperatoren stehen zur Verfügung:

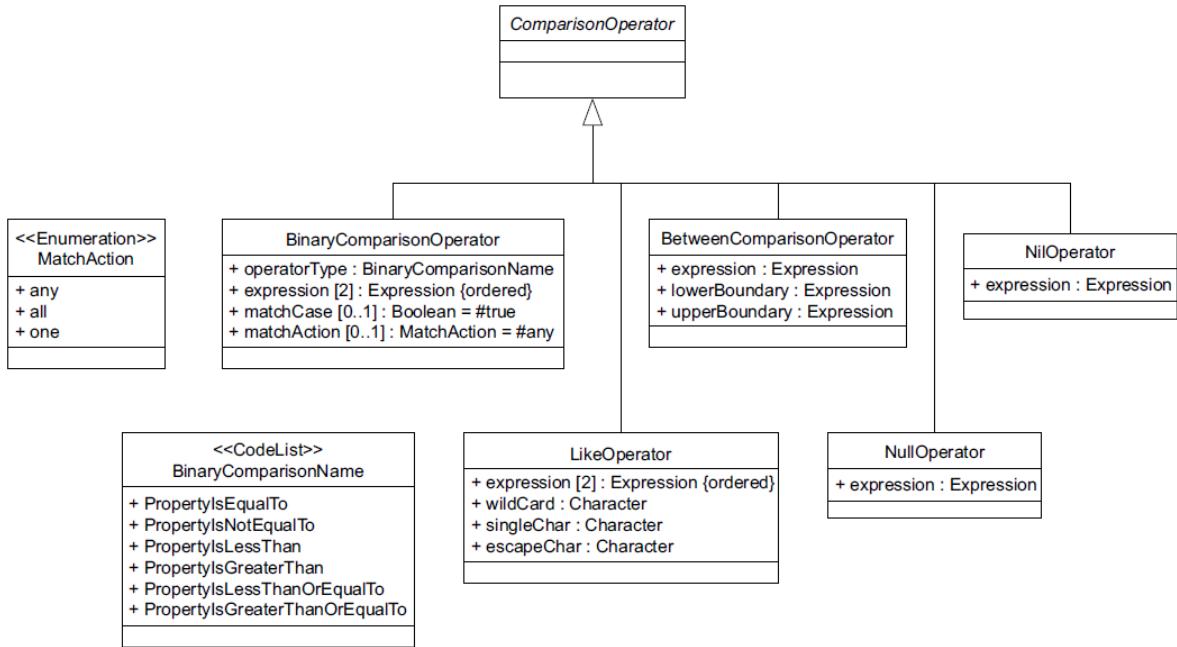


Abb. 4.6: Übersicht Vergleichsoperatoren [OGC FES]

In Beispiel 4.18 wird der Landkreis ermittelt, dessen Attribut „sch“ (amtlicher Gemeindeschlüssel) dem Wert „09184“ (Landkreis München) entspricht.

Beispiel 4.18: Attributfilter für Selektion eines Landkreises

```

<!-- Filter nach FES 2.0 -->
<fes:Filter xmlns:fes="http://www.opengis.net/fes/2.0">
  <fes:PropertyIsEqualTo>
    <!-- Amtlicher Schlüssel -->
    <fes:ValueReference>sch</fes:ValueReference>
    <!-- Landkreis München -->
    <fes:Literal>09184</fes:Literal>
  </fes:PropertyIsEqualTo>
</fes:Filter>
  
```

Resultierende SQL-Where-Klausel:

```
"sch" = '09184'
```

4.4.2 Räumliche Operatoren

Für räumliche Selektionen stehen insgesamt elf Operatoren zur Verfügung. Neben den Operatoren des „Dimensionally Extended 9 Intersection Model“ [Brinkhoff 2008] Equals, Disjoint, Touches, Within, Overlaps, Crosses, Intersects und Contains werden zusätzlich die Operatoren BBOX, DWithin und Beyond angeboten (vgl. Abb. 4.7).

Der BBOX Operator entspricht der Negation des Disjoint Operators und ermittelt alle Geometrien, die sich in beliebiger Form mit einem spezifizierten Begrenzungsrechteck überschneiden.

Über die DWithin bzw. Beyond Operatoren können Objekte selektiert werden, die innerhalb oder außerhalb einer spezifizierten Distanz zur Vergleichsgeometrie liegen („Umkreissuche“).

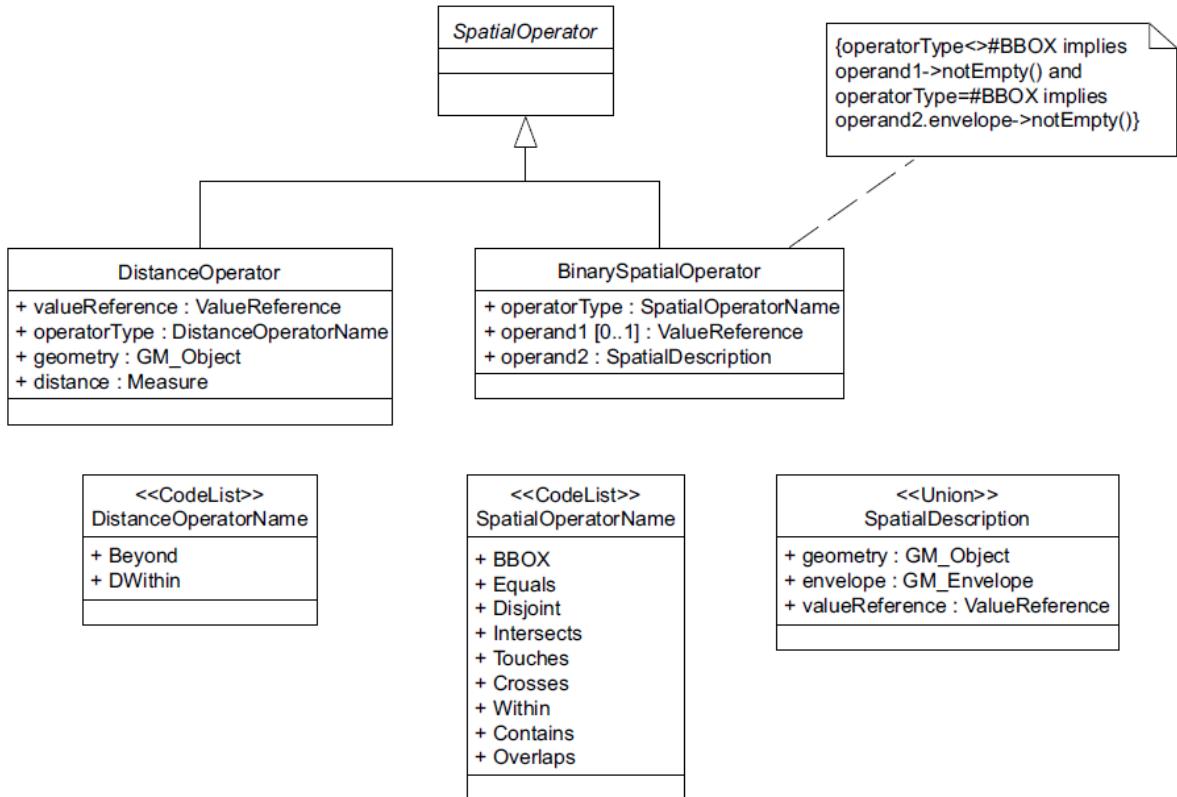


Abb. 4.7: Übersicht räumliche Operatoren [OGC FES]

Beispiel 4.19: Umkreissuche nach Gemeinden im Radius von 2000m

```

<!-- Filter nach FES 2.0 -->
<fes:Filter xmlns:fes="http://www.opengis.net/fes/2.0">
    <!-- Umkreissuche -->
    <fes:DWithin>
        <!-- Räumlicher Bezug -->
        <fes:ValueReference>the_geom</fes:ValueReference>
        <!-- Referenzpunkt -->
        <gml:Point gml:id="P1" srsName="urn:ogc:def:crs:EPSG::31468">
            <gml:pos>5500000 4500000</gml:pos>
        </gml:Point>
        <!-- Distanz -->
        <fes:Distance uom="m">2000</fes:Distance>
    </fes:DWithin>
</fes:Filter>

```

Resultierende SQL-Where-Klausel:

```

ST_DWithin("the_geom", ST_GeomFromText('POINT (4500000 5500000)', 31468), 2000.0)

```

4.4.3 Zeitliche Operatoren

Für eine zeitbezogene Filterung stehen die Operatoren After, Before, Begins, BegunBy, TContains, During, TEquals, TOverlaps, Meets, OverlappedBy, MetBy, EndedBy, AnyInteracts zur Verfügung (vgl. Abb. 4.8). Diese Operatoren können beispielsweise bei einer auf dem AAA-Datenmodell basierenden Historienführung („Lebenszeitintervall: beginnt / endet“ [BVV NAS]) zur Selektion von untergegangenen Objekten eingesetzt werden.

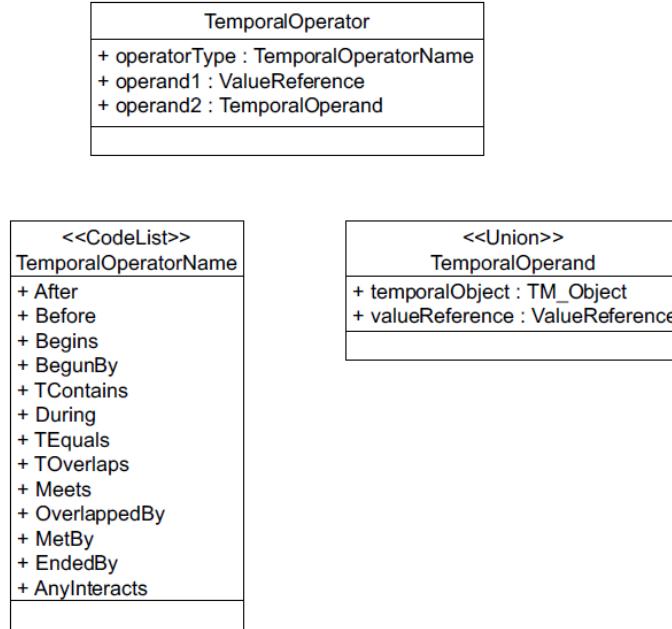


Abb. 4.8: Übersicht zeitliche Operatoren [OGC FES]

Beispiel 4.20: Suche eines Gemeindeobjekts über das Entstehungsdatum („beginn“)

```

<!-- Filter nach FES 2.0 -->
<fes:Filter xmlns:fes="http://www.opengis.net/fes/2.0">
    <fes:During>
        <fes:ValueReference>beginn</fes:ValueReference>
        <fes:Literal>
            <gml:TimePeriod gml:id="tp1">
                <gml:begin>
                    <gml:TimeInstant gml:id="ti1">
                        <gml:timePosition>
                            2012-01-10T17:23:00Z
                        </gml:timePosition>
                    </gml:TimeInstant>
                </gml:begin>
                <gml:end>
                    <gml:TimeInstant gml:id="ti2">
                        <gml:timePosition>
                            2012-01-10T17:24:00Z
                        </gml:timePosition>
                    </gml:TimeInstant>
                </gml:end>
            </gml:TimePeriod>
        </fes:Literal>
    </fes:During>
</fes:Filter>

```

Resultierende SQL-Where-Klausel:

```
"beginn" BETWEEN '2012-01-10T17:23:00Z' AND '2012-01-10T17:24:00Z'
```

4.4.4 Logische Operatoren

Des Weiteren können sämtliche Operatoren über die logischen Operatoren AND, OR oder NOT verknüpft bzw. negiert werden (vgl. Abb. 4.9).

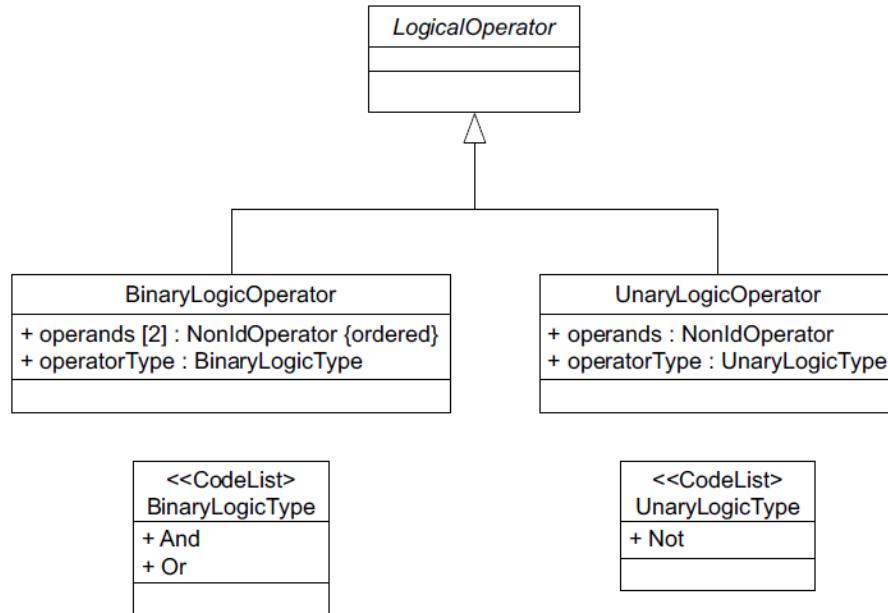


Abb. 4.9: Übersicht logische Operatoren [OGC FES]

Beispiel 4.21: Attributfilter mit Or-Verknüpfung

```

<!-- Filter nach FES 2.0 -->
<fes:Filter xmlns:fes="http://www.opengis.net/fes/2.0">
  <fes:Or>
    <fes:PropertyIsEqualTo>
      <!-- Amtlicher Schlüssel -->
      <fes:ValueReference>sch</fes:ValueReference>
      <!-- Landkreis München -->
      <fes:Literal>09184</fes:Literal>
    </fes:PropertyIsEqualTo>
    <fes:PropertyIsEqualTo>
      <!-- Amtlicher Schlüssel -->
      <fes:ValueReference>sch</fes:ValueReference>
      <!-- Landkreis Würzburg -->
      <fes:Literal>09679</fes:Literal>
    </fes:PropertyIsEqualTo>
  </fes:Or>
</fes:Filter>
  
```

Resultierende SQL-Where-Klausel:

```
("sch" = '09184' OR "sch" = '09679')
```

4.4.5 Konformitätsklassen

Unterschiedliche Untermengen der unterstützten Operatoren werden in Konformitätsklassen zusammengefasst. In folgender Übersicht sind die für die INSPIRE-Umsetzung relevanten Konformitätsklassen aufgeführt (vgl. 5.2)

Tab. 4.17: Konformitätsklassen Filter Encoding Standard [OGC FES]

Konformitätsklasse	Capabilities Angabe	Beschreibung
Resource Identification	ImplementsResourceld	Implementierung des Resourceld Operators zur Auswahl einer spezifischen Ressource
Minimum Standard Filter	ImplementsMinStandardFilter	Implementierung der Vergleichsoperatoren PropertyIsEqualTo, PropertyIsNotEqualTo, PropertyIsLessThan, PropertyIsGreaterThan, PropertyIsLessThanOrEqualTo, PropertyIsGreater ThanOrEqualTo Implementierung der logischen Operatoren
Standard Filter	ImplementsStandardFilter	Implementierung sämtlicher Vergleichsoperatoren und mindestens einer weiteren Funktion
Minimum Spatial Filter	ImplementsMinSpatialFilter	Implementierung des räumlichen BBOX Operators
Spatial Filter	ImplementsSpatialFilter	Implementierung des räumlichen BBOX Operators und mindestens einem weiteren räumlichen Operator
Minimum Temporal Filter	ImplementsMinTemporalFilter	Implementierung des During („während“) Operators
Temporal Filter	ImplementsTemporalFilter	Implementierung des During („während“) Operators und mindestens einem weiteren zeitbezogenen Filter
Minimum XPath	ImplementsMinimumXPath	Implementierung eines minimalen, definierten XPath-Funktionsumfangs

4.5 OpenGIS Geography Markup Language - ISO 19136

Die Geography Markup Language (GML) [OGC GML] dient dem XML-basierten Austausch von Geodaten. Über GML werden u. a. Geoobjekte (engl. Features) und deren Eigenschaften (engl. Properties) transportiert. Das objektorientierte Paradigma sieht die Ableitung von neuen Geoobjektklassen (FeatureTypes) aus der abstrakten Klasse AbstractFeatureType vor.

Im Jahr 2007 wurde GML 3.2.1 als ISO-Norm 19136:2007 [ISO 19136] veröffentlicht. GML 3 wurde im Vergleich zu seinem Vorgänger GML 2, u. a. um die Unterstützung des Geometriemodells der ISO 19107, erweitert. Jedoch steht für GML 3 zusätzlich ein Simple Feature Profil [OGC GML SF] zur Verfügung, mit dem die Geometrietypen auf die der Simple Feature Specification (vgl. Abb. 4.10) [OGC SFS] eingeschränkt werden können.

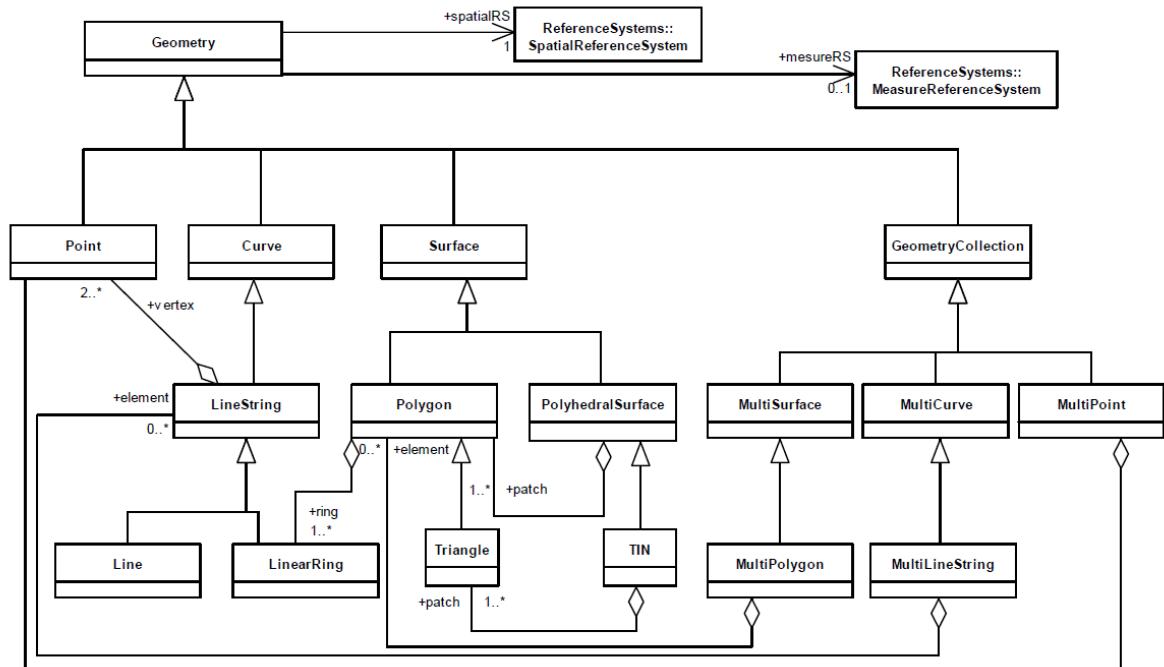


Abb. 4.10: Übersicht Simple Features [OGC SFS]

Das folgende einfache GML-Beispiel dient zur Beschreibung eines Point of Interest („POI“).

Beispiel 4.22: GML-Beispiel Regattastrecke Oberschleißheim

```

<?xml version='1.0' encoding='UTF-8'?>
<wei:Geofeatures xmlns:wei="http://www.weichand.de"
  xmlns:gml="http://www.opengis.net/gml/3.2">
  <gml:featureMember>
    <wei:Geofeature gml:id="wei.1">
      <wei:titel>Regattastrecke Oberschleißheim</wei:titel>
      <wei:description>
        Regattaanlage Olympischen Sommerspiele 1972
      </wei:description>
      <wei:geometry>
        <gml:Point gml:id="p.wei.1"
          srsName="urn:ogc:def:crs:EPSG::4326"
          srsDimension="2">
          <gml:pos>48.242686 11.515106</gml:pos>
        </gml:Point>
      </wei:geometry>
    </wei:Geofeature>
  </gml:featureMember>
</wei:Geofeatures>
  
```

Eine detaillierte Einführung in GML wird auf der Webseite der Pennsylvania State University angeboten [Turton 2007].

5. Technische Empfehlungen zu INSPIRE-Downloaddiensten

Die Technical Guidance zu den INSPIRE-Downloaddiensten [INSPIRE TG-DLS] stellt die Umsetzungsvarianten Pre-defined Atom, Pre-defined WFS und Direct WFS vor (vgl. Abb. 5.1), mit denen Downloaddienste konform zur Durchführungsbestimmung Netzdienste [INSPIRE DB-ND] implementiert werden können. Die Umsetzungsvarianten sind Anwendungsprofile der in Kapitel 4 vorgestellten Normen und Standards.

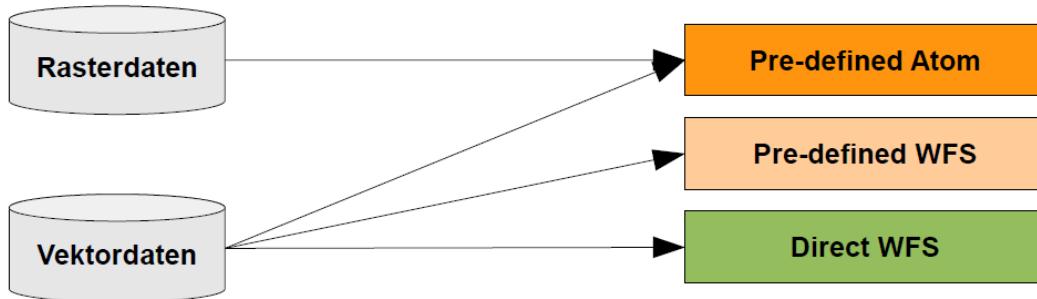


Abb. 5.1: Umsetzungsvarianten der Technical Guidance 3.0 [Eigene Darstellung]

Weitere Anwendungsprofile befinden sich in Vorbereitung. Insbesondere wird eine WCS-basierte Umsetzungsvariante für die Bereitstellung von großen Rasterarchiven erwartet [INSPIRE TG-DLS, S. 19].

Pre-defined Atom, Pre-defined WFS und Direct WFS implementieren die von der Durchführungsbestimmung Netzdienste geforderten Dienst-Operationen (vgl. 3.1). In Tabelle 5.1 werden die abstrakten Operationen der Durchführungsbestimmung den implementierten Operationen der Umsetzungsvarianten gegenübergestellt.

Tab. 5.1: Umsetzungsvarianten der Technical Guidance 3.0 [INSPIRE TG-DLS, S. 24 ff.]

Abstrakte Operation	Implementierte Operation		
	Pre-defined Atom	Pre-defined WFS	Direct WFS
Get Download Service Metadata	HTTP GET Atom Service-Feed	GetCapabilities	GetCapabilities
Get Spatial Dataset	OpenSearch Get Spatial Dataset Operation (URL-Template rel="results") <i>oder</i> HTTP GET Downloadlink	GetFeature über Stored Query	GetFeature über Stored Query
Describe Spatial Dataset	OpenSearch Describe Spatial Dataset Operation (URL-Template rel="describedby")	GetCapabilities	GetCapabilities

	<i>oder</i> HTTP GET Atom Dataset-Feed		
Link Download Service vgl. 5.1.2.4	<i>Metadaten im Katalogdienst</i>	<i>Metadaten im Katalogdienst</i>	<i>Metadaten im Katalogdienst</i>
Get Spatial Object			GetFeature über Adhoc Query
Describe Spatial Object Type			DescribeFeatureType

5.1 INSPIRE-Atom-Profil: Pre-defined Atom

Die Realisierung von INSPIRE-Downloaddiensten auf Grundlage von Atom-Feeds (vgl. 4.1) ist gemäß der Technical Guidance eine „kostengünstige“ und „einfache“ Alternative zu WFS. Die folgende Aufstellung fasst das Konzept eines Pre-defined Atom-Downloaddienstes zusammen (vgl. Abb. 5.2) [INSPIRE TG-DLS, S. 36 f.]:

- Der Dienst besitzt einen „Service-Feed“ („Top Atom Feed“).
- Dieser Feed enthält einen Link zu einer OpenSearch-Beschreibungsdatei. Die OpenSearch-Beschreibungsdatei enthält Informationen über die vom Downloaddienst bereitgestellten Operationen.
- Der Service-Feed enthält für jeden Geodatensatz ein Entry-Element.
- In jedem Entry-Element wird auf einen „Dataset-Feed“ verlinkt.
- Jeder dieser „Dataset-Feeds“ beschreibt in seinen Entry-Elementen mögliche Varianten des Geodatensatzes.
- Alle Feeds können mehrsprachig sein.
- Für den Service-Feed wird ein Dienst-Metadatensatz bereitgestellt.
- Für jeden Dataset-Feed wird ein Daten-Metadatensatz bereitgestellt.

Die Handlungsempfehlungen des Arbeitskreises Geodienste zu den INSPIRE-Downloaddiensten enthalten eine ausführliche Übersicht über die benötigten Inhalte (Elemente, Attribute, Codelisten und Erweiterungen) der Service- und Dataset-Feeds [GDI-DE DLS, S. 12 ff.].

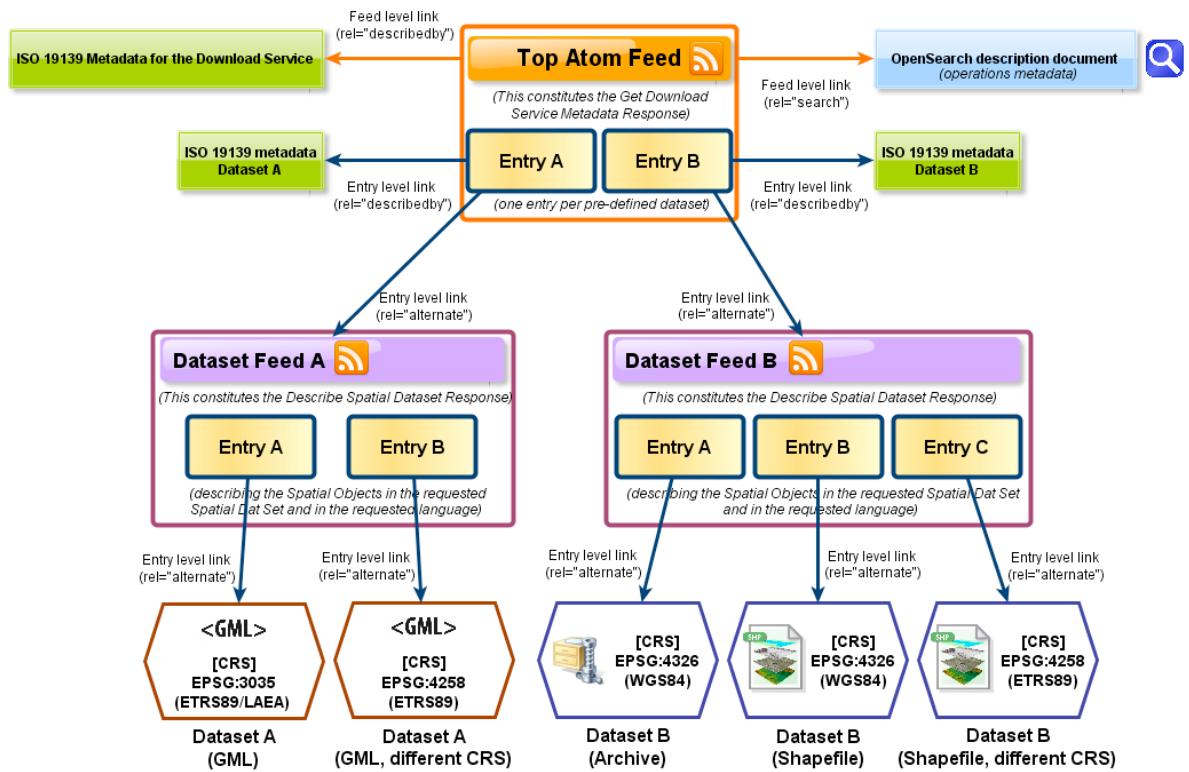


Abb. 5.2: INSPIRE-Atom-Profil [INSPIRE TG-DLS]

5.1.1 Partitionierung der Geodatenarchive

Für die Bereitstellung von Geodaten über Pre-defined Atom-Downloaddienste ist eine Partitionierung der Geodatenarchive (z. B. Geodatenbanken, Rasterdatenbanken) in Geodatensätze (z. B. GML-, GeoTIFF-Dateien) notwendig. Eine räumliche Aufteilung der Geodatenarchive („horizontale Partitionierung“) kann sich aus dem Herstellungsprozess ergeben (z. B. Aktualisierungseinheiten) oder frei gewählt werden. Folgende Gebietseinheiten werden regelmäßig eingesetzt:

- Kartenblatt
- Luftbildkachel
- Befliegungslos
- Verwaltungseinheit

Durch eine objekt- oder ebenenbezogene Aufteilung („vertikale Partitionierung“) können die Datensätze im Bedarfsfall weiter unterteilt werden. Für jeden Geodatensatz ist ein korrespondierender Daten-Metadatensatz bereitzustellen. Im nachfolgenden Beispiel werden die Digitale Ortskarte (DOK), die Digitale Topographische Karte 1:25.000 (DTK 25) und das Digitale Geländemodell mit 25m Gitterweite (DGM 25) über Pre-defined Atom-Downloaddienste bereitgestellt (vgl. Abb. 5.3, Tab. 5.2).

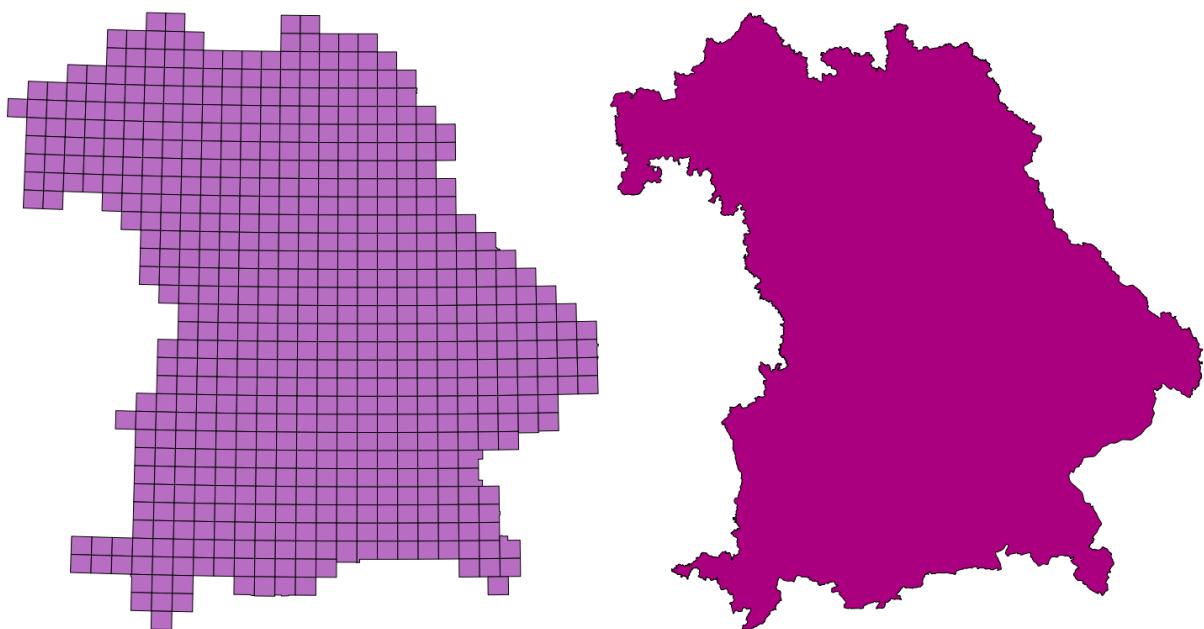


Abb. 5.3: Räumliche Partitionierung DOK, DTK 25 sowie DGM 25 [Eigene Darstellung]

Tab. 5.2: Komponenten Pre-defined Atom-Downloaddienste

Komponenten des Pre-defined Atom-Downloaddienstes	Digitale Ortskarte 1:10.000	Digitale Topographische Karte 1:25.000	Digitales Geländemodell 25m Gitterweite
Gewählte Partitionierungseinheit	Blattschnitt DTK 25 (598 Kartenblätter)	Blattschnitt DTK 25 (598 Kartenblätter)	Bundesland (1 Land)
Service-Feed (Atom)	1	1	1
Dienste-Metadaten (ISO 19139)	1	1	1
OpenSearch-Beschreibungsdatei	1	1	1
Dataset-Feeds (Atom)	598	598	1
Daten-Metadaten (ISO 19139)	598	598	1
GeoTIFF-Dateien EPSG:4258, EPSG:31468	1196	1196	2

5.1.2 OpenSearch-Schnittstelle

Die Durchführungsbestimmungen Netzdienste schreiben die Operationen Get Download Service Metadata, Get Spatial Dataset, Describe Spatial Dataset und Link Download Service für einen Downloaddienst vor (vgl. 3.1). Diese Operationen werden durch die im Pre-defined Atom-Konzept integrierte OpenSearch-Schnittstelle zur Verfügung gestellt.

5.1.2.1 Get Download Service Metadata-Anfrage

Die Operation Get Download Service Metadata liefert den Dienste beschreibenden Service-Feed. Die im Service-Feed verlinkte OpenSearch-Beschreibungsdatei stellt die URL-Templates für die Operationen Describe Spatial Dataset und Get Spatial Dataset zur Verfügung.

Weiterhin enthält die OpenSearch-Beschreibungsdatei folgende Angaben:

- Allgemeine Angaben zum Dienst (Titel, Beschreibung)
- Kontaktinformationen
- Liste der verfügbaren Sprachen
- Liste der verfügbaren Geodatensätze

Beispiel 5.1: Service-Feed – Digitales Geländemodell 200m

<http://www.weichand.de/inspire/dls/dgm200.xml>

Beispiel 5.2: OpenSearch-Beschreibungsdatei – Digitales Geländemodell 200m

<http://www.weichand.de:8080/opensearchdls/dgm200>

URL-Templates

Der Aufbau der URL-Templates (vgl. 4.2) kann frei gewählt werden, sofern in dem Template alle benötigten Platzhalter definiert werden. Werden beispielsweise die Parameter parameter1 und parameter2 benötigt, sind folgende URL-Templates gleichermaßen gültig:

`http://localhost/demo?parameter1={parameter1}¶meter2={parameter2}`

`http://localhost/demo/{parameter1}/{parameter2}`

5.1.2.2 Describe Spatial Dataset-Anfrage

Die Describe Spatial Dataset Operation liefert den Dataset-Feed und beschreibt alle verfügbaren Varianten eines Geodatensatzes. Varianten des gleichen Geodatensatzes können sich durch das Koordinatenreferenzsystem, das Datenformat und die Sprache unterscheiden.

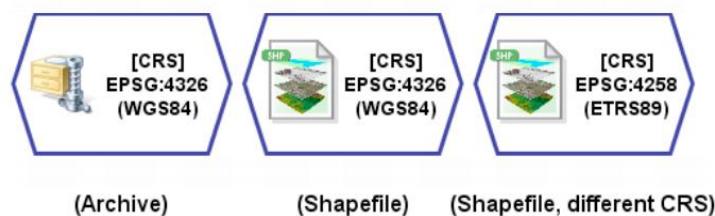


Abb. 5.4: Unterschiedliche Varianten eines Geodatensatzes [INSPIRE TG-DLS]

Die Auswahl des gewünschten Geodatensatzes erfolgt über den Datensatzidentifikator (engl. ResourceIdentifier). Die vorhandenen Geodatensätze können dem Service-Feed oder der OpenSearch-Beschreibungsdatei entnommen werden.

Tab. 5.3: Parameter Describe Spatial Dataset-Anfrage

spatial_dataset_identifier_code	M	Datensatzidentifikator
spatial_dataset_identifier_namespace	M	Namensraum des Datensatzidentifikator
language	M	Sprache des Dataset-Feeds

Beispiel 5.3: Describe Spatial Dataset – Digitales Geländemodell 200m Gitterweite

```
http://www.weichand.de:8080/opensearchdls/dgm200
?request=DescribeSpatialDataset
&spatial_dataset_identifier_code=DEBY_1d4ab890-27e7-3ebb-95ba-2d2ab8071871
&spatial_dataset_identifier_namespace=http://www.geodaten.bayern.de
&language=ger
```

5.1.2.3 Get Spatial Dataset-Anfrage

Über die Operation Get Spatial Dataset wird die gewählte Variante des Datensatzes zum Download bereitgestellt. Die Auswahl der Variante erfolgt über den Datensatzidentifikator, das Koordinatenreferenzsystem und die Sprache.

Tab. 5.4: Parameter Get Spatial Dataset-Anfrage

spatial_dataset_identifier_code	M	Datensatzidentifikator
spatial_dataset_identifier_namespace	M	Namensraum des Datensatzidentifikator
crs	M	Koordinatenreferenzsystem des Geodatensatzes
language	M	Sprache des Geodatensatzes

Beispiel 5.4: Get Spatial Dataset – Digitales Geländemodell 200m

```
http://www.weichand.de:8080/opensearchdls/dgm200
?request=GetSpatialDataset
&spatial_dataset_identifier_code=DEBY_1d4ab890-27e7-3ebb-95ba-2d2ab8071871
&spatial_dataset_identifier_namespace=http://www.geodaten.bayern.de
&crs=EPSG:4258
&language=ger
```

Sonderfall „Multi-File-Downloads“

Einzelne Datensätze können in mehrere physikalische Dateien aufgeteilt werden (Multi-File-Download [INSPIRE TG-DLS, S. 53]). Über eine Get Spatial Dataset-Anfrage kann jedoch nur eine Datei ausgeliefert werden. In diesem speziellen Fall wird über die Schnittstelle ein

weiteres Atom-Feed bereitgestellt, das HTTP-Links auf die einzelnen physikalischen Dateien enthält.

5.1.2.4 Link Service Metadata-Anfrage

Link Service Metadata ist keine Operation im konventionellen Sinn. Sie wird gemäß der Technical Guidance [INSPIRE TG-DLS, S. 26] durch den Upload von ISO-konformen Metadaten in einen INSPIRE-Katalogdienst realisiert. Das ResourceLocator-Element der ISO-konformen Metadaten verweist auf den Service-Feed.

5.2 INSPIRE-WFS-Profile: Pre-defined WFS und Direct WFS

Die INSPIRE-WFS-Profile Pre-defined WFS und Direct WFS beziehen sich auf die in den Standards (WFS 2.0, FES 2.0) definierten Konformitätsklassen. Daher sind die Vorgaben der Technical Guidance zu den WFS-basierten Umsetzungsvarianten kurzgefasst.

Der Schwerpunkt der Technical Guidance liegt auf der Erweiterung der OGC-Standards um:

- Mehrsprachigkeit
- Umsetzung der INSPIRE-Metadatenelemente
- Daten-Service-Kopplung

Diese Erweiterungen können nur von optimierten Clients genutzt werden („INSPIRE Enabled Client“). Nicht optimierte Clients sollen die Dienste ohne den erweiterten Funktionsumfang nutzen können. Die folgende allgemeingültige Grafik wurde der Technical Guidance zu den INSPIRE-Darstellungsdiensten [INSPIRE TG-VS] entnommen:

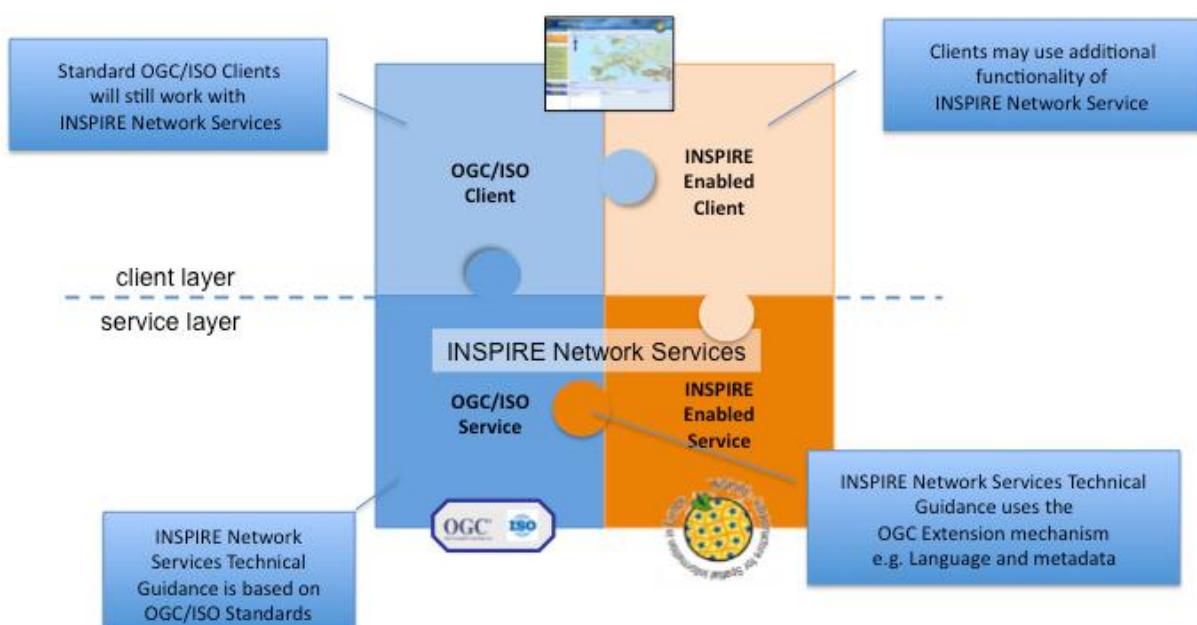


Abb. 5.5: INSPIRE-Erweiterung der OGC-Standards [INSPIRE TG-VS]

5.2.1 Mehrsprachigkeit

Die Durchführungsbestimmung Netzdienste sieht mehrsprachige Downloaddienste vor (vgl. 3.1). Gemäß den Ausführungen der Technical Guidance [INSPIRE TG-DLS, S. 66 ff.] ist die Mehrsprachigkeit nur in der GetCapabilities-Operation umzusetzen⁷. Die hierfür notwendige Erweiterung des WFS-Standards wird folgendermaßen realisiert:

- Erweiterung der GetCapabilities-Anfrage um den Parameter LANGUAGE (vgl. Requirement 54 [INSPIRE TG-DLS])
- Erweiterung des Capabilities-Dokuments um Angaben zur Antwort-Sprache („Response Language“), Standard-Sprache („Default Language“) sowie unterstützten Sprachen („Supported Languages“) (vgl. Requirements 56, 57)
- Die Angabe der Sprachen erfolgt in der alpha 3 Codierung der ISO 639-2.

Es ist ausreichend, das Capabilities-Dokument nur in einer Sprache anzubieten (vgl. Beispiel 5.5). In diesem Fall wird in der GetCapabilities-Anfrage der optionale Parameter LANGUAGE ignoriert und die Antwort erfolgt in der Standard-Sprache des Dienstes.

Beispiel 5.5: Angaben zur Mehrsprachigkeit in den Capabilities

```
<!-- INSPIRE Erweiterung -->
<ows:ExtendedCapabilities>
    <inspire_dls:ExtendedCapabilities>
        <!-- Dienste Metadaten -->
        [...]
        <!-- Sprachen -->
        <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>
        <!-- SpatialDatasetIdentifier -->
        [...]
    </inspire_dls:ExtendedCapabilities>
</ows:ExtendedCapabilities>
```

5.2.2 Umsetzung der INSPIRE-Metadatenelemente

Die in der Durchführungsbestimmung Netzdienste geforderten Metadatenelemente werden den im Capabilities-Dokument vorhandenen Elementen zugeordnet. Nicht für alle geforderten Metadatenelemente ist eine entsprechende Zuordnung vorhanden. Für diesen Fall werden in der Technical Guidance [INSPIRE TG-DLS, S. 63 ff.] zwei mögliche Szenarien vorgeschlagen:

⁷ Zusätzlich kann Mehrsprachigkeit beispielsweise bei Fehlermeldungen eingesetzt werden.

- Szenario 1:
Verknüpfung des Capabilities-Dokuments mit dem korrespondierenden ISO-konformen Dienste-Metadatensatz. Hierfür wird das Capabilities-Dokument um das Element MetadataURL in der ows:ExtendedCapabilites-Sektion erweitert (vgl. Beispiel 5.6).
- Szenario 2
Erweiterung des OGC-Standards – Für alle fehlenden Metadatenelemente wird ein Erweiterungselement in den Capabilities eingeführt. Hierfür wird ebenfalls die für Erweiterungen vorgesehene ows:ExtendedCapabilities-Sektion eingesetzt.

Beispiel 5.6: Umsetzung der INSPIRE-Metadatenelemente – Szenario 1

```
<ows:ExtendedCapabilities>
  <inspire_dls:ExtendedCapabilities>
    <!-- Dienste Metadaten -->
    <inspire_common:MetadataUrl>
      <inspire_common:URL>http://geoportal.bayern.de/csw/bvv
        ?REQUEST=GetRecordById&VERSION=2.0.2
        &service=CSW&outputschema=csw:IsoRecord
        &elementSetName=full
        &ID=eea97fc0-b6bf-11e1-afa6-0800200c9a66
      </inspire_common:URL>
      <inspire_common:MediaType>
        application/vnd.ogc.csw.GetRecordByIdResponse_xml
      </inspire_common:MediaType>
    </inspire_common:MetadataUrl>
    <!-- Sprachen -->
    [...]
    <!-- SpatialDatasetIdentifier -->
    [...]
  </inspire_dls:ExtendedCapabilities>
</ows:ExtendedCapabilities>
```

In den Handlungsempfehlungen des AK-Geodienste zu INSPIRE-Downloaddiensten [GDI-DE DLS, S. 23 ff.] werden die für die Umsetzung von Szenario 2 notwendigen Erweiterungselemente detailliert beschrieben. Des Weiteren wird im INSPIRE-Schema-Repositorium ein Beispiel-Capabilities-Dokument für Szenario 2 bereitgestellt.

http://inspire.ec.europa.eu/schemas/inspire_dls/1.0/examples/WFS20_Caps_Scenario2_long.xml

5.2.3 Daten-Service-Kopplung

Das Konzept der Daten-Service-Kopplung sieht die gegenseitige Referenzierung von Geodaten, Geodatendiensten und Metadaten vor. Hierfür wird im Capabilities-Dokument von jedem FeatureType eine Verknüpfung zu den korrespondierenden Daten-Metadaten hergestellt. Die Verknüpfung erfolgt über das MetadataURL-Element, beispielsweise in Form einer CSW

GetRecordById-Anfrage (vgl. Beispiel 5.8). Zusätzlich ist die Angabe der Datensatzidentifikatoren der Geodatensätze vorgesehen. Hierfür wird die ows:ExtendedCapabilities-Sektion um das Element SpatialDataSetIdentifier erweitert (vgl. Beispiel 5.7).

Beispiel 5.7: SpatialDataSetIdentifier in der ExtendedCapabilities-Sektion

```
<!-- INSPIRE Erweiterung -->
<ows:ExtendedCapabilities>
    <inspire_dls:ExtendedCapabilities>
        <!-- Dienste Metadaten -->
        [...]
        <!-- Sprachen -->
        [...]
        <!-- SpatialDatasetIdentifier -->
        <inspire_dls:SpatialDataSetIdentifier>
            <inspire_common:Code>
                DEBY_eea97fc0-b6bf-11e1-afa6-0800200c9a66
            </inspire_common:Code>
            <inspire_common:Namespace>
                http://www.geodaten.bayern.de
            </inspire_common:Namespace>
        </inspire_dls:SpatialDataSetIdentifier>
    </inspire_dls:ExtendedCapabilities>
</ows:ExtendedCapabilities>
```

Beispiel 5.8: MetadataURL in der FeatureType-Sektion

```
<FeatureType xmlns:bvv="http://www.geodaten.bayern.de">
    <Name>bvv:lkr_ex</Name>
    <Title>Landkreise Bayern</Title>
    <Abstract>Verwaltungsgrenzen Landkreise Bayern</Abstract>
    <ows:Keywords>
        <ows:Keyword>Landkreise</ows:Keyword>
        <ows:Keyword>Bayern</ows:Keyword>
    </ows:Keywords>
    <DefaultCRS>urn:ogc:def:crs:EPSG::31468</DefaultCRS>
    <OtherCRS>urn:ogc:def:crs:EPSG::4258</OtherCRS>
    <ows:WGS84BoundingBox>
        <ows:LowerCorner>
            8.945107129404235 47.24846365993757
        </ows:LowerCorner>
        <ows:UpperCorner>
            13.908920087139435 50.57959360191361
        </ows:UpperCorner>
    </ows:WGS84BoundingBox>
    <MetadataURL xlink:href="http://geoportal.bayern.de/csw/bvv
        ?REQUEST=GetRecordById&VERSION=2.0.2&service=CSW
        &outputschema=csw:IsoRecord&elementsetname=full
        &ID=7cb975e9-1e1d-3d4b-b6ad-952ef09ec9e1"/>
</FeatureType>
```

In Abbildung 5.6 sind alle notwendigen Referenzen zwischen Geodaten, Geodatendiensten und Metadaten dargestellt (Umsetzung/Verlinkung der Dienste-Metadaten und Daten-Service-Kopplung).

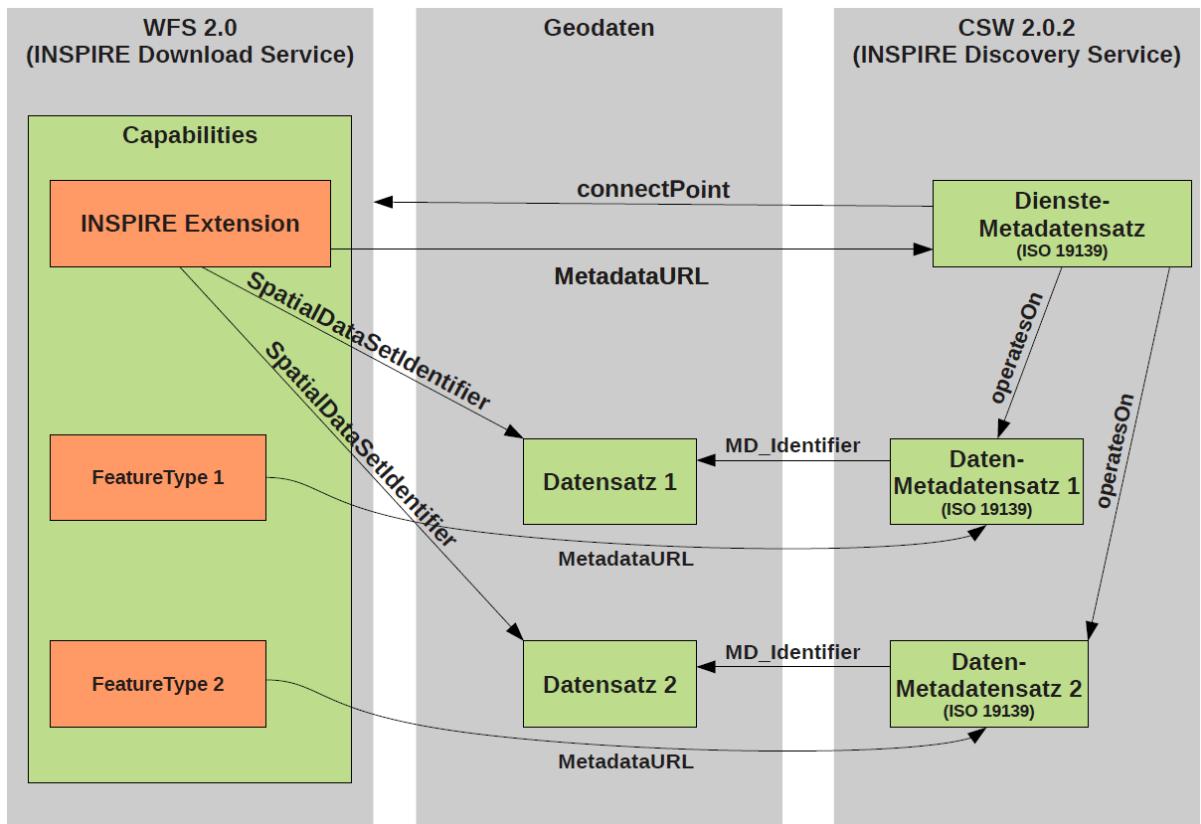


Abb. 5.6: Referenzen zwischen Geodaten, Diensten und Metadaten [GDI-DE DLS]

5.2.4 Anforderungen der Umsetzungsvariante Pre-defined WFS

Die Umsetzungsvariante Pre-defined WFS orientiert sich an der WFS 2.0 Konformitätsklasse Simple WFS und dient dem Abruf von Geodaten über serverseitig abgelegte Stored Queries (vgl. 4.3.3). Folgende Konformitätsklassen der ISO-Normen 19142/19143 sind zu unterstützen:

Tab. 5.5: Geforderte Konformitätsklassen Pre-defined WFS

TG Requirement	ISO-Norm / OGC-Standard	Geforderte Konformitätsklasse
45	ISO 19142 / WFS 2.0	Simple WFS
46	ISO 19143 / FES 2.0	Query
47	ISO 19142 / WFS 2.0	HTTP Get

Ein Pre-defined WFS im Sinne der Durchführungsbestimmung Netzdienste ermöglicht über die abstrakte Operation Get Spatial Dataset (vgl. 3.1) das Herunterladen von vollständigen Geodatensätzen. Hierfür muss eine Stored Query definiert werden, deren Template-

Parameter alle möglichen Datensatz-, Koordinatenreferenzsystem- und Sprach-Kombinationen berücksichtigen. Für die Template-Parameter sind die Bezeichnungen „CRS“, „DataSetId“ und „Language“ vorgegeben (vgl. Requirements 48, 49, 50).

Tab. 5.6: Download von Geodatensätzen über Pre-defined WFS (Möglichkeit 1)

DataSetId	CRS	Language	FeatureTypes des Geodatensatzes
DE_BY_0c71fdf0-3fd4-11e2-a25f-0800200c9a66	EPSG:4258 EPSG:31468	ger	au:AdministrativeBoundary au:AdministrativeUnit au:Condominium
DE_BY_3f847c40-3fd4-11e2-a25f-0800200c9a66	EPSG:4258 EPSG:31468	ger	cp:BasicPropertyUnit cp:CadastralBoundary cp:CadastralParcel cp:CadastralZoning

Werden über eine WFS-Instanz nur FeatureTypes eines Geodatensatzes angeboten, kann der Parameter DataSetId ignoriert werden (vgl. 5.2.6). Zudem kann der Parameter Language ignoriert werden, wenn der Geodatensatz nur in einer Sprache vorliegt.

Tab. 5.7: Download von Geodatensätzen über Pre-defined WFS (Möglichkeit 2)

DataSetId	CRS	Language	FeatureTypes des Geodatensatzes
<i>Ignoriert</i>	EPSG:4258 EPSG:31468	<i>Ignoriert</i>	bvv:bayern_ex bvv:lkr_ex bvv:gmd_ex bvv:regbez_ex bvv:vg_ex

Anmerkung: Eine Beispielimplementierung kann Kapitel 6.2.6.2 entnommen werden.

5.2.5 Anforderungen der Umsetzungsvariante Direct WFS

Die Umsetzungsvariante Direct WFS wird auf Basis der WFS 2.0 Konformitätsklasse Basic WFS realisiert (vgl. 4.3.3). Anwenderdefinierte Adhoc Queries nach dem Filter Encoding Standard (FES 2.0) ermöglichen die Selektion einzelner Geoobjekte (vgl. 4.3.2).

Zusätzlich muss ein Direct WFS alle in Kapitel 5.2.4 genannten Anforderungen eines Pre-defined WFS erfüllen.

Tab. 5.8: Geforderte Konformitätsklassen Direct WFS

TG Requirement	ISO-Norm / OGC-Standard	Geforderte Konformitätsklasse
60	ISO 19142 / WFS 2.0	Basic WFS
61	ISO 19143 / FES 2.0	Ad hoc Query
62	ISO 19143 / FES 2.0	Resource Identification
63	ISO 19143 / FES 2.0	Minimum Standard Filter
64	ISO 19143 / FES 2.0	Minimum Spatial Filter
65	ISO 19143 / FES 2.0	Minimum Temporal Filter
66	ISO 19143 / FES 2.0	Minimum XPath Filter

5.2.6 Paradigma Geodatensatz

Weiterhin wird in der Technical Guidance das Verhältnis zwischen FeatureType (Objektklasse) und Geodatensatz erörtert [INSPIRE TG-DLS, S. 78]. Eine WFS-Instanz (Endpunkt) stellt einen oder mehrere FeatureTypes zur Verfügung. Unter einem Endpunkt sollen alle FeatureTypes angeboten werden, die einen Geodatensatz im Sinne der Richtlinie bilden (vgl. Requirement 67).

Tab. 5.9: Paradigma Geodatensatz

Datensatz	INSPIRE Administrative Units
Endpunkt	/ogc/wfs_au.cgi
FeatureTypes	<ul style="list-style-type: none"> • au:AdministrativeBoundary • au:AdministrativeUnit • au:Condominium
Datensatz	INSPIRE Cadastral Parcels
Endpunkt	/ogc/wfs_cp.cgi
FeatureTypes	<ul style="list-style-type: none"> • cp:BasicPropertyUnit • cp:CadastralBoundary • cp:CadastralParcel • cp:CadastralZoning

WFS 2.0 unterstützt Abfragen, die auf dem Verbund von mehreren FeatureTypes basieren. Verbund-Anfragen (engl. „Joins“) sind nur über FeatureTypes innerhalb eines Endpunktes möglich. Durch die Bereitstellung der FeatureTypes in getrennten Endpunkten entfällt diese Möglichkeit.

6. Entwicklung von INSPIRE-Downloaddiensten

Die Entwicklung von INSPIRE-Downloaddiensten erfolgt auf Basis der in Kapitel 4 vorgestellten Normen und Standards sowie der in Kapitel 5 vorgestellten INSPIRE-Profile. Während die Variante Pre-defined Atom ohne spezielle Softwareprodukte umgesetzt werden könnte, sind für die Varianten Pre-defined WFS und Direct WFS geeignete Serverprodukte notwendig.

In diesem Kapitel wird zunächst auf die Bereitstellung der Umsetzungsvariante Pre-defined Atom eingegangen. Im Vordergrund steht eine möglichst automatisierte Bereitstellung der Dienste, mit dem Ziel eine „kostengünstige“ und „einfache“ [INSPIRE TG-DLS, S. 37] Lösung zu realisieren.

In Kapitel 6.2 wird die praktische Realisierung von INSPIRE-konformen WFS-Diensten erläutert. Hierzu werden auf dem Markt befindliche Produkte hinsichtlich ihrer Eignung untersucht.

6.1 Implementierung von Pre-defined Atom-Downloaddiensten

Pre-defined Atom-Downloaddienste bestehen aus mindestens zwei Atom-Feeds (Service-Feed und Dataset-Feed(s)) und einer OpenSearch-Schnittstelle (vgl. 5.1). Die über einen Pre-defined Atom-Downloaddienst bereitgestellten Datensatzbeschreibungen ermöglichen das Herunterladen der gewünschten Datensatzvariante.

6.1.1 Benötigte Metadaten-Elemente

Folgende datensatzbeschreibende Metadaten-Elemente werden für die Bereitstellung von Pre-defined Atom-Downloaddiensten benötigt:

- Titel, Untertitel und Beschreibung
- Identifikator des Datensatzes
- Aktualisierungsdatum
- Lizenzinformationen und Nutzungsbedingungen (Rechtliche Informationen)
- Kontaktinformationen des Datenanbieters
- Link zu den Daten-Metadaten
- Link zum Daten-Download
- Räumliche Ausdehnung der Daten

6.1.2 Bereitstellungsprozesse

Aus dem Umfang der benötigten Metadaten-Elemente können allgemeine Bereitstellungsprozesse abgeleitet werden. Folgende drei Bereitstellungsprozesse sollen beispielhaft betrachtet werden:

- Bereitstellung der Atom-Feeds aus internem Metadatenmodell
- Bereitstellung der Atom-Feeds aus ISO-konformen Metadaten
- Fassade für bestehende OGC-Dienste

6.1.2.1 Bereitstellung der Atom-Feeds aus internem Metadatenmodell

Viele Datenanbieter führen ihre geodatenbeschreibenden Metadaten in einem internen Metadatenmodell. Dieses Datenmodell ist speziell auf die Bedürfnisse des Datenanbieters abgestimmt und wird meist aus dem Produktionsprozess heraus automatisiert aktualisiert.

Die für die Verwendung in Katalogdiensten benötigten ISO-konformen Metadaten (ISO 19115 / ISO 19119 / ISO 19139) werden aus dem internen Metadatenmodell abgeleitet (Modelltransformation). Eine manuelle Pflege der Metadaten wird weitestgehend vermieden.

Abbildung 6.1 beschreibt den Herstellungsprozess von ISO-konformen Metadaten der BVV. Das interne Metadatenmodell besteht aus automatisiert fortgeföhrten Metadaten-Shapedateien sowie fachlichen und vertrieblichen Ergänzungsdaten.

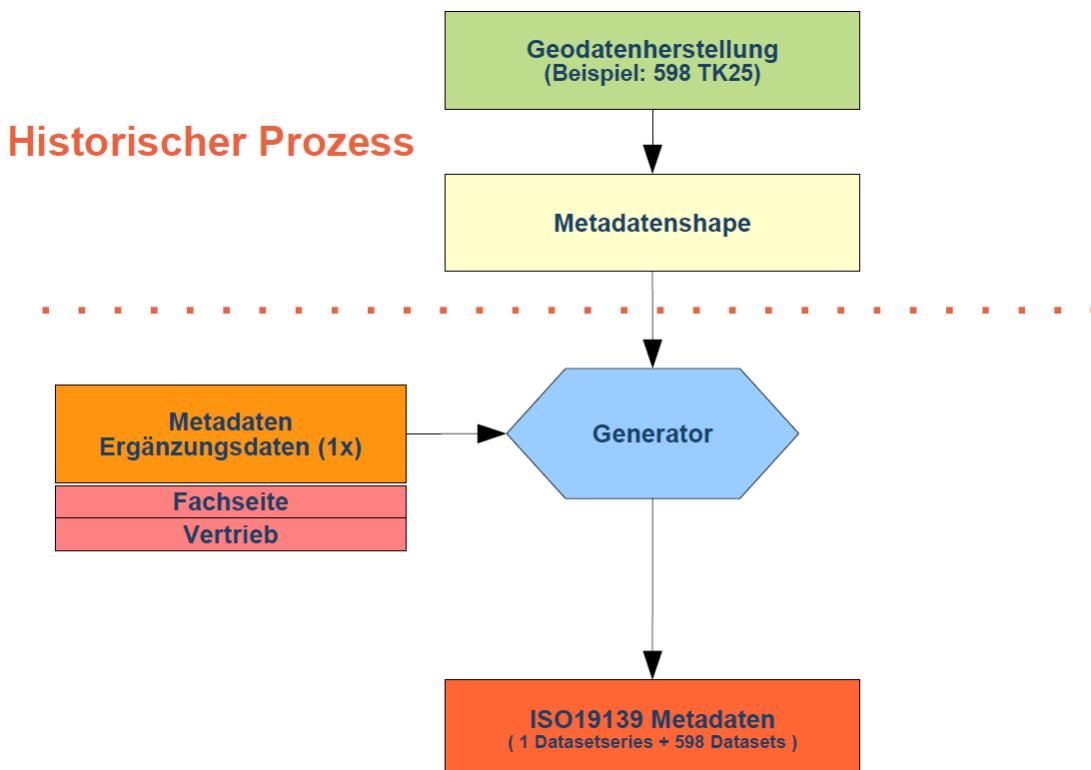


Abb. 6.1: Bereitstellung von ISO-konformen Metadaten in der BVV [WEI 2010]

Die automatisierte Erzeugung von statischen Atom-Feeds (Service-Feed und Dataset-Feed(s)) wird als weitere Modelltransformation auf Grundlage des internen Metadatenmodells realisiert. In Abbildung 6.2 wird der erweiterte Bereitstellungsprozess dargestellt.

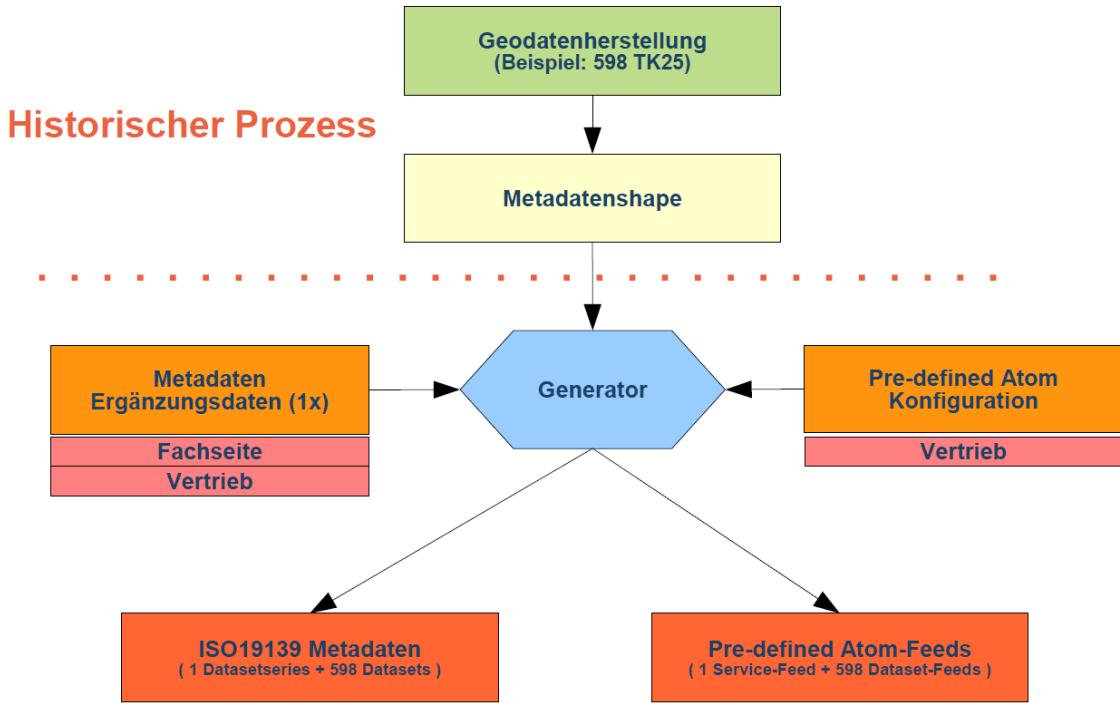


Abb. 6.2: Bereitstellung von Pre-defined Atom-Feeds in der BVV [Eigene Darstellung]

6.1.2.2 Bereitstellung der Atom-Feeds aus ISO-konformen Metadaten

Die ISO-Normen 19115/19119/19139 dienen dem standardisierten Austausch von Metadaten über Geodaten und Geodatendienste. Die für die Bereitstellung der Atom-Feeds benötigten Metadatenelemente (vgl. 6.1.1) können aus bestehenden ISO-konformen Metadaten extrahiert werden.

Tab. 6.1: Zuordnungstabelle Atom-Feed / ISO-Metadaten Elemente

Atom-Feed Metadatenelement	Quelle	Zuordnung / Bemerkung
Titel	ISO Metadaten	identificationInfo[1]/*citation/*title
Untertitel	ISO Metadaten	identificationInfo[1]/*citation/*alternateTitle
Beschreibung	ISO Metadaten	identificationInfo[1]/*abstract
Identifikator des Datensatzes	ISO Metadaten	identificationInfo[1]/*citation/*identifier/*code
Aktualisierungsdatum	ISO Metadaten	identificationInfo[1]/*citation/*date
Rechtliche Informationen	ISO Metadaten	identificationInfo[1]/*resourceConstraints/MD_Constraints/useLimitation
Kontakt des Datenanbieters	ISO Metadaten	distributionInfo[1]/*distributor/MD_Distributor/distributorContact/CI_ResponsibilityParty
Link zum Daten-Download	ISO Metadaten	distributionInfo[1]/*transferOptions/MD_DigitalTransferOptions/onLine/CI_OnlineResource/linkage
Link zu den Daten-Metadaten	Implizit	CSW GetRecordById auf Metadaten
Räumliche Ausdehnung	ISO Metadaten	identificationInfo[1]/*EX_Extent

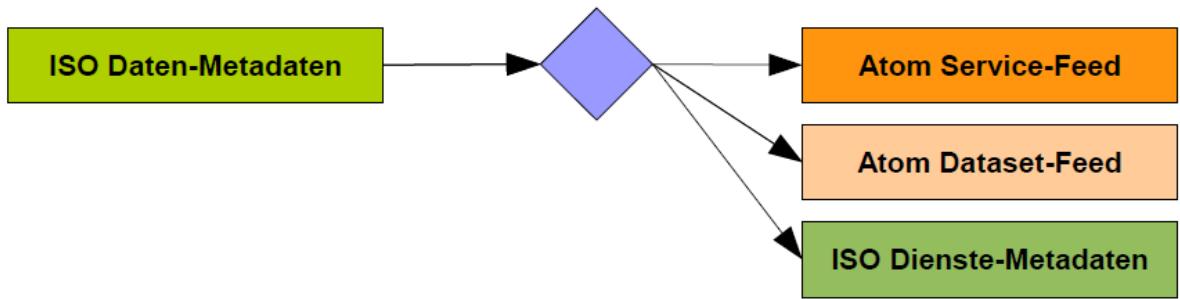


Abb. 6.3: Pre-defined Atom aus ISO-konformen Metadaten [Eigene Darstellung]

Eine vollständige Bereitstellung der Atom-Feeds aus ISO-konformen Metadaten (vgl. Abb. 6.3) ist nur möglich, wenn über das Metadaten-Element TransferOptions ein HTTP-Link auf den Geodatensatz bereitgestellt wird (OnlineFunctionCode = „download“). Dieser Link wird erfahrungsgemäß nur bei OpenData bzw. kostenfreien Datensätzen veröffentlicht. Zusätzlich stehen alle notwendigen Informationen zur Verfügung, die für die Bereitstellung des Pre-defined Atom Dienste-Metadatensatzes benötigt werden.

6.1.2.3 Fassade für bestehende OGC-Dienste

Die WFS-Versionen 1.0 und 1.1 sind u. a. aufgrund der fehlenden Stored Query-Funktionalität nicht für die Bereitstellung von INSPIRE-konformen Downloaddiensten geeignet. Ein Pre-defined Atom-Downloaddienst kann jedoch als Fassade für einen existierenden WFS-Dienst genutzt werden, um diesen an die Anforderungen von INSPIRE anzupassen. Hierzu verweist der Dataset-Feed-Entry auf eine oder mehrere GetFeature-Anfragen, anstelle von statischen Vektordateien (vgl. Beispiel 6.1).

Beispiel 6.1: Pre-defined Atom-Fassade für WFS 1.1

```

<entry>
    <title>Verwaltungsgrenzen - EPSG:31468 - GML (Vector)</title>
    <content>Dieser Datensatz besteht aus 5 Dateien.</content>
    <link href="http://geoserv.weichand.de:8080/geoserver/wfs
        ?service=WFS&request=GetFeature&version=1.1.0
        &typeName=bvv:bayern_ex"
        hreflang="de" type="text/xml; subtype=gml/3.1.1"
        title="Verwaltungsgrenzen - EPSG:31468 Teil: 1/5" rel="section"
    />
    [...]
    <id>DEBY_125cce16-7ae1-3cf0-96e2-05a4453f3cb1_EPSG31468</id>
    <category term="http://www.opengis.net/def/crs/EPSC/0/31468"
        label="EPSG 31468" />
</entry>
  
```

Dieses Verfahren kann weiterhin genutzt werden, um WMS-Dienste als INSPIRE-Downloaddienste einsetzen zu können. In diesem Fall verweist der Dataset-Feed-Entry auf eine oder mehrere GetMap-Anfragen (vgl. Beispiel 6.2). Die Originalauflösung und das Originalbildformat müssen bei der Definition der GetMap-Anfragen berücksichtigt werden.

Beispiel 6.2: Pre-defined Atom-Fassade für WMS 1.1.1

```
<entry>
    <title>Digitales Orthophoto 109025-1 - EPSG:31468</title>
    <content>Dieser Datensatz besteht aus 20 Dateien.</content>
    <link href="http://www.geodaten.bayern.de/ogc/ogc_dop200_oa.cgi
        ?service=WMS&version=1.1.1&request=GetMap
        &width=1900&height=1000&srs=EPSG:31468
        &bbox=4444000.0,5276000.0,4447800.0,5278000.0
        &layers=adv_dop200c&format=image/tiff"
        hreflang="de" type="image/tiff"
        title="Digitales Orthophoto 109025-1 - EPSG:31468 Teil: 1/20"
        rel="section" />
    [...]
    <id>DEBY_cedea510-066d-3558-bae5-84cb956aa435_EPSG31468</id>
    <category term="http://www.opengis.net/def/crs/EPSC/0/31468"
        label="EPSG 31468" />
</entry>
```

6.1.3 Bereitstellungsverfahren für Atom-Feeds

Die Umsetzung der zuvor beschriebenen Bereitstellungsprozesse kann u. a. mit folgenden technischen Verfahren realisiert werden:

- Manuelle Erstellung mittels (XML-)Editors
- Entwicklung von XSL-Transformationen
- Entwicklung von ETL-Prozessen
- Entwicklung von Utility-Programmen

Die manuelle Erstellung von Atom-Feeds mittels (XML-)Editors soll an dieser Stelle nicht näher betrachtet werden.

6.1.3.1 Entwicklung von XSL-Transformationen

XSL-Transformationen (XSLT) dienen der Überführung einer XML-Quelldatei in eine XML-Zieldatei. Grundlage dafür sind die in einem XSLT-Stylesheet definierten Regeln. Die Transformation wird durch einen XSLT-Prozessor abgearbeitet.

XSL-Transformationen sind insbesondere für die Bereitstellung von Atom-Feeds aus bestehenden ISO-konformen Metadaten geeignet (vgl. 6.1.2.2, Abb. 6.4). Die in den XSLT-Stylesheets eingesetzten XPath-Ausdrücke ermöglichen einen einfachen Zugriff auf die benötigten Metadatenelemente.

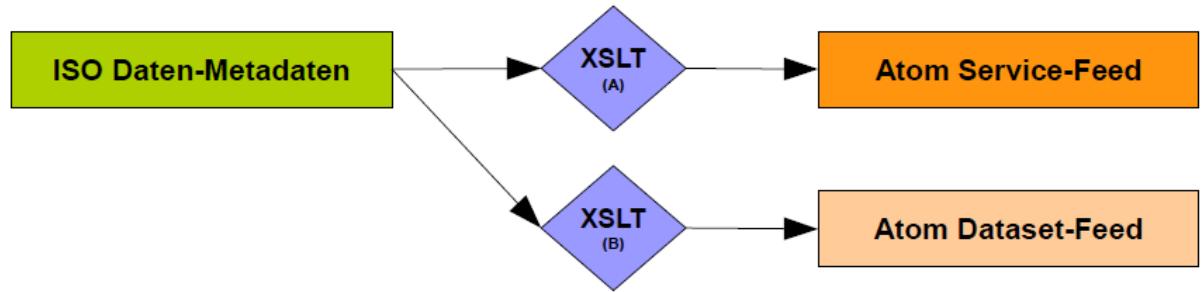


Abb. 6.4: Pre-defined Atom-Erstellung über XSLT [Eigene Darstellung]

6.1.3.2 Entwicklung von ETL-Prozessen

ETL⁸-Software ermöglicht die Überführung eines Datensatzes von einem Quelldatenmodell in ein Zieldatenmodell. Für das Lesen und Schreiben stehen Reader und Writer für unterschiedliche Datenquellen zur Verfügung (vgl. Abb. 6.5). Die Konfiguration der Transformation erfolgt über eine graphische Benutzeroberfläche (vgl. Abb. 6.6).



Abb. 6.5: ETL-Prozess [GeoKettle]

Spatial-ETL-Lösungen, z. B. FME und GeoKettle (vgl. Tab. 6.2), ermöglichen die Verarbeitung und Analyse von Geodaten. Folgende Funktionalitäten werden hierzu bereitgestellt:

- Reader und Writer für unterschiedliche Geodatenformate (inkl. Geodatenbanken)
- Datumstransformationen
- Datenmodelltransformationen
- Benutzeroberfläche zur graphischen Konfiguration
- Räumliche Berechnungen
- Geoprozessierungen

⁸ ETL – Extraktion, Transformation, Laden

Tab. 6.2: Spatial-ETL Software [FME; GeoKettle]

	FME	GeoKettle
Entwicklerfirmen	SAFE Software	Spatialytics
Website	http://www.safe.com/fme/	http://www.spatialytics.org/projects/geokettle/
OpenSource	Nein	Ja
Atom (GeoRSS) Reader / Writer	Ja	Ja

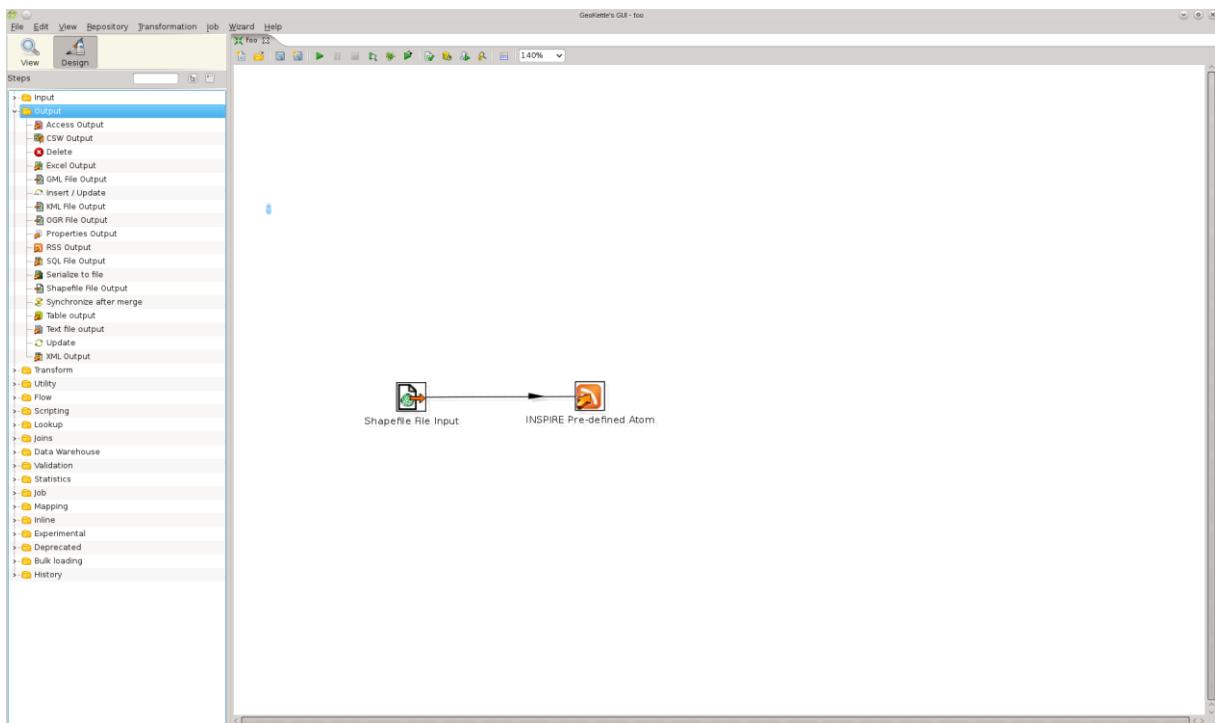


Abb. 6.6: Graphische Benutzeroberfläche GeoKettle [Screenshot]

6.1.3.3 Entwicklung von Utility-Programmen

Selbstentwickelte Utility-Programme lassen sich flexibel in bestehende Prozesse integrieren. Aufgrund der zur Verfügung stehenden Bibliotheken für die Prozessierung von Geodaten bieten sich beispielsweise die Programmiersprachen Python oder Java an. Das folgende Beispiel zeigt die Erzeugung eines Atom-Feeds über die Java-Bibliothek ROME [ROME]. Für die GeoRSS-Erweiterung wird das GeoRSS-ROME-Modul [ROME GeoRSS] eingesetzt (vgl. Beispiel 6.3).

Die INSPIRE-Erweiterung („inspire_dls:spatial_dataset_identifier“) des Atom-Feeds erfordert zusätzlich die Entwicklung eines ROME-Erweiterungsmoduls [ROME Modul].

Beispiel 6.3: Erstellung von Atom-Feeds über die Java-Bibliothek GeoRSS-ROME

```

/**
 * Erstellung von Atom-Feeds mit GeoRSS-Erweiterung über GeoRSS-ROME
 *
 * @author Juergen Weichand
 */
public class AtomExample {

    public static void main(String[] args)
        throws IllegalArgumentException, FeedException, IOException {

        // Atom Container-Element
        Feed atomFeed = new Feed("ATOM1.0");
        atomFeed.setTitle("Stadien in München");
        atomFeed.setUpdated(new Date());

        // Atom Entry-Element
        Entry atomEntry = new Entry();
        atomEntry.setTitle("Olympiastadion");
        atomEntry.setId("1");
        atomEntry.setUpdated(new Date());
        atomFeed.setEntries(Arrays.asList(atomEntry));

        // Entry-Element um Punkt erweitern (GeoRSS)
        GeoRSSModule module = new SimpleModuleImpl();
        module.setGeometry(new Point(
            new Position(48.173055555556, 11.546388888889)));
        atomEntry.setModules(Arrays.asList(module));

        // JDOM-Document erzeugen
        Document atomXml = new Atom10Generator().generate(atomFeed);

        // JDOM-Document auf System.out ausgeben
        XMLOutputter outputter = new XMLOutputter(Format.getPrettyFormat());
        outputter.output(atomXml, System.out);
    }
}

```

6.1.4 Entwicklung der OpenSearch-Schnittstelle

Die OpenSearch-Schnittstelle dient zur Bereitstellung der in der Durchführungsbestimmung Netzdienste geforderten Dienste-Operationen (vgl. 3.1). Die Technical Guidance enthält eine Beispielimplementierung in Form eines PHP-Skripts [INSPIRE TG-DLS, S. 80]. Im Beispiel werden alle für die Umsetzung benötigten HTTP-Links (Dataset-Feed, Downloadlink) fest in den Quellcode eingetragen (engl. „hardcoded“). Zusätzlich ist eine OpenSearch-Beschreibungsdatei manuell bereitzustellen. Für jeden veränderten oder neu bereitgestellten Geodatensatz müssen das PHP-Skript sowie die Beschreibungsdatei angepasst werden. Die im Rahmen der Masterarbeit für Demozwecke implementierte OpenSearch-Schnittstelle (Java-Servlet) funktioniert analog. Neue Geodatensätze müssen in der DatasetFactory-Klasse registriert werden. Der Quellcode steht im folgenden Git-Repositorium zur Verfügung:

<https://github.com/JuergenWeichand/simple-inspire-opensearch-example>

Eine elegantere Möglichkeit ist die Entwicklung eines WebServices, der alle benötigten Angaben aus den statisch abgelegten Atom-Feeds dynamisch ausliest. Die Generierung der benötigten OpenSearch-Beschreibungsdatei und die Bereitstellung der geforderten Dienstoperationen erfolgt automatisiert. Veränderte oder neu bereitgestellte Atom-Feeds werden dynamisch nachgeladen und über die OpenSearch-Schnittstelle bereitgestellt (vgl. Abb. 6.7).

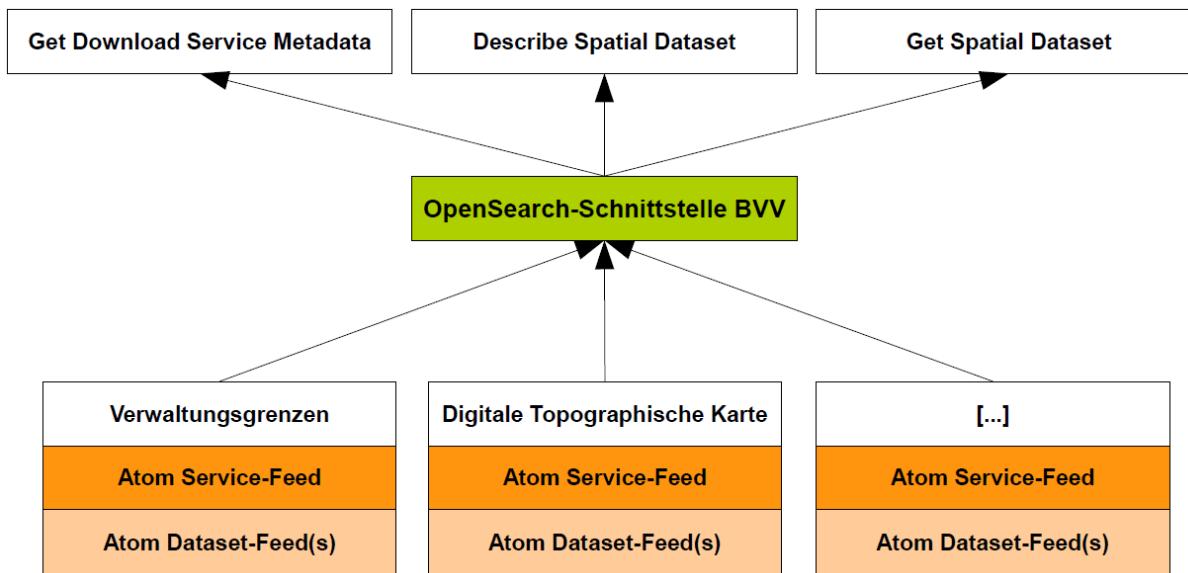


Abb. 6.7: Funktionsweise OpenSearch-Schnittstelle der BVV [Eigene Darstellung]

6.1.5 Pre-defined Atom-Serverprodukte

Erste Software-Lösungen unterstützen bereits serverseitig Pre-defined Atom-Downloaddienste. Im folgenden Abschnitt werden die aktuellsten Entwicklungen vorgestellt (Stand: Oktober 2012).

6.1.5.1 Mapbender 2

Mapbender ist ein in PHP und JavaScript implementiertes Content-Management-System (CMS) für Kartenanwendungen und Geodatendienste [Mapbender]. Die aktuelle Entwicklungsversion („Trunk“) von Mapbender 2 ermöglicht die dynamische Bereitstellung von Atom-Feeds über drei mögliche Verfahren [Retterath 2012]:

- Dynamische Ableitung von Atom-Feeds auf Basis eines WMS 1.1.1;
Als Downloadlink wird das optionale DataURL-Element in der Layer-Sektion des Capabilities-Dokuments extrahiert.
- Dynamische Ableitung von Atom-Feeds auf Basis eines WMS 1.1.1;
Als Downloadlinks werden bis zu 1000 GetMap-Anfragen erzeugt (vgl. Abb. 6.8).
- Dynamische Ableitung von Atom-Feeds auf Basis eines WFS 1.1.0;
Als Downloadlink wird eine GetFeature-Anfrage erzeugt.

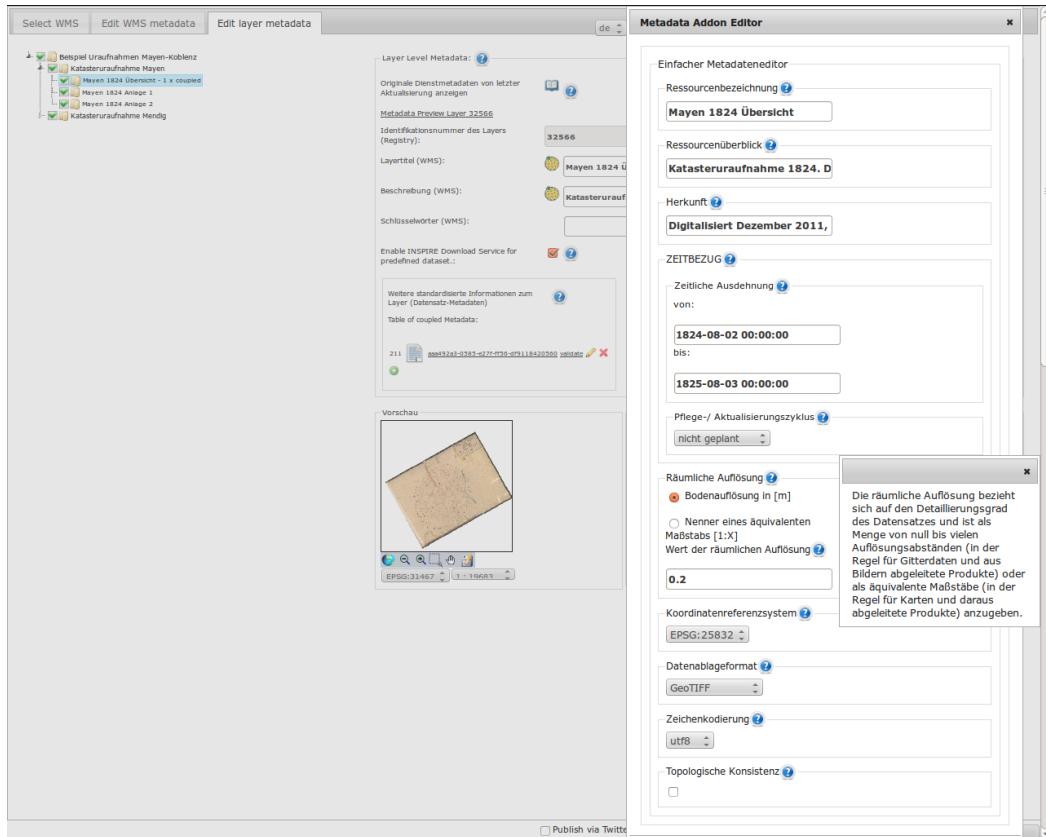


Abb. 6.8: Mapbender 2 - Konfiguration Pre-defined Atom [Retterath 2012]

Beispiel 6.4: Service-Feed „Naturschutzgebiete“ (Mapbender 2) [Geoportal RLP]

```
http://www.geoportal.rlp.de/mapbender/php/mod\_inspireDownloadFeed.php?ID=e9d22d13-e045-f0e0-25cc-1f146d681216&type=SERVICE&generatefrom=all
```

Beispiel 6.5: Dataset-Feed „Naturschutzgebiete“ (Mapbender 2) [Geoportal RLP]

```
http://www.geoportal.rlp.de/mapbender/php/mod\_inspireDownloadFeed.php?id=e9d22d13-e045-f0e0-25cc-1f146d681216&type=DATASET&generatefrom=wfs&wfsid=216
```

6.1.5.2 GeoNetwork

Die OpenSource-Geoportallösung GeoNetwork ermöglicht die Recherche und Verwaltung von ISO-konformen Metadaten [Sanders et al. 2011]. Weiterhin implementiert der integrierte Geodatenkatalog den CSW 2.0.2 Standard [WEI 2012 CSW].

Die Präsentation der ISO-konformen Metadaten erfolgt über XSL-Transformationen. Hierzu werden die nach ISO 19139 codierten Metadaten in XHTML-Dokumente transformiert.

Der aktuell vom Entwicklerteam diskutierte Vorschlag sieht die Bereitstellung von Pre-defined Atom-Downloaddiensten über XSL-Transformationen vor (vgl. 6.1.3.1). Zudem soll die Ableitung von ISO-konformen Metadaten aus bestehenden Atom-Feeds ermöglicht werden („Rücktransformation“) [GeoNetwork Atom]. Über eine Realisierung des Vorschlags hat das Project Steering Committee noch nicht entschieden.

6.1.6 Beispielimplementierung

Im Rahmen der Masterarbeit wurden prototypische Atom-Feeds für die Datensätze Verwaltungsgrenzen, Digitales Geländemodell 200m und Digitale Topographische Karte 1:500.000 manuell erzeugt. Als Datengrundlage werden die OpenData-Geodaten der BVV [BVV Open-Data] eingesetzt (vgl. Tab. 6.3).

Der Downloaddienst Verwaltungsgrenzen dient als Beispiel für eine Fassade auf einen bestehenden WFS 1.1 (vgl. 6.1.2.3), während die Downloaddienste Digitales Geländemodell 200m und Digitale Topographische Karte 1:500.000 statische GeoTIFF-Dateien zur Verfügung stellen.

Über Rasterdaten bereitgestellte Geländemodelle (1-Kanal-Grauwertbild) können von vielen Geoinformationssystemen verarbeitet werden [Mitchell et al. 2008, S. 141]. Eine Umwandlung von Vektordaten in Rasterdaten ist mit der Geospatial Data Abstraction Library [GDAL] möglich (vgl. Beispiel 6.6). GDAL kann in Verbindung mit der Cartographic Projections Library PROJ.4 [PROJ] zudem für die Datumstransformation der Rasterdaten, auf Basis der NTv2-Transformation BeTA 2007 (vgl. 6.2.4), eingesetzt werden (vgl. Beispiel 6.7).

Beispiel 6.6: Rasterisierung von Vektordaten mit GDAL (ESRI Shapefile / GeoTIFF)

```
gdal_rasterize -a H -tr 200 200 -l dgm200 dgm200.shp dgm200.tif
```

Parameter gdal_rasterize:

-a	H	Attributspalte mit Höheninformation
-tr	200 200	Pixelgröße [m]
-l	dgm200	Layername

Beispiel 6.7: Datumstransformation von Rasterdaten mit GDAL

```
gdalwarp -s_srs "EPSG:31468" -t_srs "EPSG:4258" -r lanczos
          dgm200_epsg31468.tif dgm200_epsg4258.tif
```

Parameter gdalwarp:

-s_srs	EPSG:31468	Koordinatenreferenzsystem (Quelle) – Gauß-Krüger 12°
-t_srs	EPSG:4258	Koordinatenreferenzsystem (Ziel) – ETRS 89
-r	lanczos	Algorithmus für Resampling

Tab. 6.3: Beispielimplementierungen Pre-defined Atom-Downloaddienste

	Verwaltungsgrenzen	Digitales Geländemodell 200m	Digitale Topographische Karte 1:500.000
Datenformat BVV	ESRI Shapefile	ASCII	GeoTIFF
Koordinatenreferenz-system BVV	Gauß-Krüger 12° (DHDN)	Gauß-Krüger 12° (DHDN)	Gauß-Krüger 12° (DHDN)
Lizenz BVV	CC BY ⁹	CC BY	CC BY
Datenformat Pre-defined Atom	WFS 1.1.0 (GML 3.1.1)	GeoTIFF (1-Kanal Grauwertbild)	GeoTIFF
Koordinatenreferenz-systeme Atom	Gauß-Krüger 12° ETRS 89	Gauß-Krüger 12° ETRS 89	Gauß-Krüger 12° ETRS 89
Partitionierung (vgl. 5.1.1)	Land Bayern	Land Bayern	Land Bayern
Anzahl Dataset-Feeds	1	1	1
OpenSearch-Schnittstelle	Ja	Ja	Ja
Multifile (vgl. 5.1.2.3)	Ja	Nein	Nein
Bereitstellungsverfahren	Manuell	Manuell	Manuell

Verwaltungsgrenzen:

Service-Feed: <http://www.weichand.de/inspire/dls/verwaltungsgrenzen.xml>

OpenSearch: <http://www.weichand.de:8080/opensearchdls/verwaltungsgrenzen>

Digitales Geländemodell 200m:

Service-Feed: <http://www.weichand.de/inspire/dls/dgm200.xml>

OpenSearch: <http://www.weichand.de:8080/opensearchdls/dgm200>

Digitale Topographische Karte 1:500.000:

Service-Feed: <http://www.weichand.de/inspire/dls/dtk500.xml>

OpenSearch: <http://www.weichand.de:8080/opensearchdls/dtk500>

⁹ CC-BY Namensnennung 2.0 Deutschland - <http://creativecommons.org/licenses/by/2.0/de/>

6.2 Implementierung von Pre-defined WFS- und Direct WFS-Downloaddiensten

In diesem Kapitel werden zunächst die unterschiedlichen Feature-Modelle und die daraus resultierenden Implementierungsverfahren näher betrachtet. Weiterhin werden Softwareprodukte hinsichtlich ihrer Eignung für die Bereitstellung von INSPIRE-Downloaddiensten untersucht. Abschließend wird eine Beispielimplementierung für einen INSPIRE-konformen, aber nicht interoperablen Downloaddienst auf Basis des Softwareprodukts GeoServer vorgestellt.

6.2.1 Einfache und komplexe Feature-Modelle

Der Begriff „einfaches Feature-Modell“ basiert auf den Vorgaben der Simple Feature Specification (SFS) [OGC SFS] und des Simple Feature GML Profils [OGC GML SF]. Obwohl die Simple Feature Specification nur Geometriertypen definiert, werden mit dem Begriff weitere Eigenschaften eines Datenmodells verbunden [Schneider et al. 2011, S. 137].

6.2.1.1 Gegenüberstellung einfache und komplexe Feature-Modelle

In folgender Tabelle werden die Eigenschaften von einfachen und komplexen Feature-Modellen gegenübergestellt.

Tab. 6.4: Gegenüberstellung Feature-Modelle [OGC GML SF; Schneider et al. 2011]

Einfacher FeatureType ¹⁰	Komplexer FeatureType
Eigenschaften basieren auf den primitiven Datentypen: String, Integer, Measurement, Date, Real, Binary, Boolean, und URI	Eigenschaften können aus vollständigen Objekten bestehen (z. B. Person, Eigentümer, Flurstück) Eigenschaften können auf vollständige Objekte referenzieren Eigenschaften können auf spezielle GML-Datentypen zurückgreifen (z. B. Maßeinheiten) Eigenschaften können generisches XML enthalten
Gleichnamige Eigenschaften dürfen sich nicht wiederholen	Gleichnamige Eigenschaften dürfen sich wiederholen
Geometrie basiert auf den Vorgaben der Simple Feature Specification	Geometrien basieren auf den Vorgaben der ISO 19107

Die Simple Feature Specification stellt die Geometriertypen Punkt, Linie, Polygon, Multipunkt, Multilinie, Multipolygon sowie heterogene Multigeometrien bereit. Die Interpolation zwischen zwei Stützpunkten erfolgt stets linear.

Auf der ISO-Norm 19107 basierende Geometriertypen ermöglichen u. a. zusätzlich die Beschreibung von 3D-Körpern sowie nicht-planaren und nicht-linear interpolierten Geometrien [Schneider et al. 2011, S. 137].

¹⁰ Nach Simple Feature Compliance Level SF-0

In einem Anwendungsschema werden FeatureTypes einer fachlichen Domäne (z. B. Kataster, Geologie, Luftfahrt) hierarchisch zu einem Datenmodell zusammengefügt. Neben den 34 INSPIRE-Datenspezifikationen [INSPIRE DB-IGD] werden u. a. folgende Anwendungsschemata regelmäßig eingesetzt:

- ALKIS / ATKIS / AFIS (AAA) aus dem Bereich Liegenschaftskataster
- XPlanung aus dem Bereich der Bauleitplanung
- Geoscience Markup Language (GeoSciML) aus dem Bereich der Geologie
- Aeronautical Information Exchange Model (AIXM) aus dem Bereich der Luftfahrt
- Weather Exchange Model (WXXM) aus dem Bereich der Meteorologie

6.2.1.2 Auswirkung auf die Bereitstellung von INSPIRE-Downloaddiensten

Ein INSPIRE-konformer, aber nicht interoperabler Downloaddienst (vgl. 3.2) stellt Geodaten in einem beliebigen Datenmodell bereit. Aus diesem Grund können die Daten wahlweise in einem einfachen oder komplexen Feature-Modell angeboten werden.

Die über einen INSPIRE-konformen und interoperablen Downloaddienst angebotenen INSPIRE-Datenmodelle sind komplexe Feature-Modelle.

Tab. 6.5: Realisierungsvarianten INSPIRE-konformer WFS

	Einfaches Feature-Modell	Komplexes Feature-Modell
INSPIRE-konformer, aber nicht interoperabler Downloaddienst (bestehende Daten, Anhang I – bis 12.2012)	X	X
INSPIRE-konformer und interoperabler Downloaddienst (bestehende Daten, Anhang I – bis 11.2017)		X

6.2.2 Bereitstellung von Geodaten in einfachen Feature-Modellen

Das GML-Schema eines einfachen Feature-Modells kann automatisiert aus der Struktur der verwendeten Datenquelle (Datenbanktabelle, Vektordatei) abgeleitet werden. Für jede durch den WFS-Server unterstützte GML-Version (2.1, 3.1, 3.2) kann ein korrespondierendes GML-Schema erzeugt werden.

Im Beispiel 6.8 werden die OpenData-Verwaltungsgrenzen (Gemeinden) der BVV [BVV OpenData] in einem einfachen Feature-Modell über einen WFS bereitgestellt.

Beispiel 6.8: Import von gmd_ex.shp in die PostGIS-Datenbank „verwaltungsgrenzen“

```
shp2pgsql -s 31468 -I -W "ISO-8859-1" gmd_ex.shp > gmd_ex.sql
psql -d verwaltungsgrenzen -f gmd_ex.sql
```

Resultierendes Datenbankschema:

```
CREATE TABLE gmd_ex (
    gid integer NOT NULL,
    land character varying(3),
    modellart character varying(20),
    objart character varying(5),
    objart_txt character varying(50),
    objid character varying(16),
    hdu_x smallint,
    beginn character varying(20),
    ende character varying(20),
    adm character varying(20),
    bez_gem character varying(60),
    bez_krs character varying(60),
    bez_lan character varying(60),
    bez_rbz character varying(60),
    sch character varying(20),
    the_geom geometry,
    CONSTRAINT enforce_dims_the_geom CHECK ((st_ndims(the_geom) = 2)),
    CONSTRAINT enforce_geotype_the_geom CHECK (((geometrytype(the_geom)
        = 'MULTIPOLYGON' ::text) OR (the_geom IS NULL))),
    CONSTRAINT enforce_srid_the_geom CHECK ((st_srid(the_geom) = 31468))
);

```

Resultierendes GML-Schema (GML 2.1.2, WFS 1.0):

http://geoserv.weichand.de:8080/geoserver/wfs?service=WFS&version=1.0.0&request=DescribeFeatureType&typeName=gmd_ex

Resultierendes GML-Schema (GML 3.1.1, WFS 1.1):

http://geoserv.weichand.de:8080/geoserver/wfs?service=WFS&version=1.1.0&request=DescribeFeatureType&typeName=gmd_ex

Resultierendes GML Schema (GML 3.2.1, WFS 2.0)

http://geoserv.weichand.de:8080/geoserver/wfs?service=WFS&version=2.0.0&request=DescribeFeatureType&typeName=gmd_ex

Ein vollständiges Feature wird aus den Daten einer einzigen Tabellenzeile rekonstruiert. Aufgrund der einfachen SQL-Anfrage stellt das Herunterladen einer großen Anzahl von Features kein Performance-Problem dar (vgl. Beispiel 6.9).

Beispiel 6.9: GetFeature-Anfrage für die Abfrage eines Gemeindeobjektes

http://geoserv.weichand.de:8080/geoserver/wfs?service=WFS&version=2.0.0&request=GetFeature&typeName=bvv:gmd_ex&count=1

Resultierende SQL-Anfrage für die Abfrage eines Gemeindeobjektes:

SELECT * FROM gmd_ex LIMIT 1;

6.2.3 Bereitstellung von Geodaten in komplexen Feature-Modellen

Die Speicherung von objektorientierten, komplexen FeatureTypes in relationalen Datenbanken kann aufgrund vorhandener 1:n Beziehungen innerhalb der Objektstruktur zu einer großen Anzahl von Tabellen führen. Dieses und weitere Probleme, die sich aus der Speicherung von objektorientierten Strukturen in relationalen Datenbanken ergeben, werden unter dem Begriff „Impedance Mismatch“ (engl. „objektrelationale Unverträglichkeit“) zusammengefasst [Schneider et al. 2011]. Für die Rekonstruktion eines Features müssen Daten aus mehreren Datenbanktabellen verbunden (engl. „Join“) werden. Hierzu ist eine komplexe und u. U. performancekritische SQL-Anfrage notwendig.

Als Alternative zur relationalen Datenhaltung bietet deegree 3 [deegree] einen BLOB-Modus an, der vollständige GML-Objekte in einer Tabellenzelle binär abgelegt. Des Weiteren werden die Objekteigenschaften Identifikator (ID) und das umgebende Begrenzungsrechteck (BoundingBox) ermittelt und in gesonderte Tabellenzellen gespeichert. Über diese Attribute ist eine einfache Selektion der GML-Objekte möglich. Anfragen, deren Filterbedingungen auf anderen Objekteigenschaften beruhen, müssen durch die Serverkomponente nachgefiltert werden. Zusätzlich bietet deegree 3 einen Hybrid-Modus als Mischform aus relationaler Datenhaltung und BLOB-Modus an [Schneider et al. 2011, S. 141; Fitzke 2012, S. 20]. In Tabelle 6.6 werden die Eigenschaften der unterschiedlichen Modi aufgeführt.

Tab. 6.6: Vergleich Datenhaltungsmodi deegree 3

	Relationale Datenhaltung (z. B. PostGIS)	BLOB-Modus	Hybrid-Modus
Filter über Identifikator und BoundingBox	DB	DB	DB
Filter über andere Objekteigenschaften	DB	NF	NF / DB
Performance bei der Filterung von Features über Objekteigenschaften	+	-	- / +
Performance bei der Rekonstruktion von Features	-	+	+
Nutzung der Datenhaltung durch Fremdanwendungen	+	-	-

DB: Filterung durch das Datenbankmanagementsystem

NF: Nachfilterung durch die Serverkomponente

Die Erstellung der benötigten Datenbankstruktur sowie der Import der Geodaten erfolgt automatisiert durch deegree 3 (vgl. Abb. 6.9) [deegree inspireNode]:

1. Vorhandene Geodaten werden über einen ETL-Prozess in das Datenmodell des Applikationsschemas überführt.
2. Über das GML-Applikationsschema (XSD) und den gewählten Datenhaltungsmodus werden die benötigten Relationen automatisiert in der Datenbank angelegt.
3. Die über den ETL-Prozess bereitgestellten GML-Daten werden beispielsweise über WFS-T (vgl. 4.3.3) in die vorbereitete Datenbank importiert.

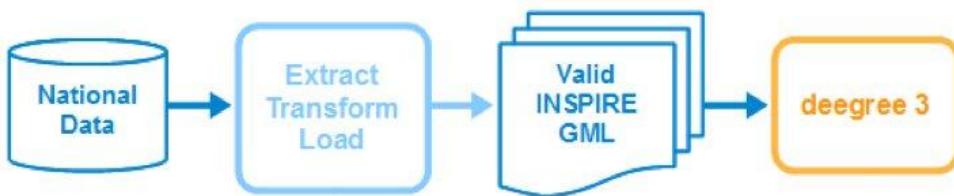


Abb. 6.9: Import von Geodaten in deegree 3 [deegree inspireNode]

Dieses Verfahren setzt eine redundante Datenhaltung voraus. Zur Vermeidung einer Sekundärdatenhaltung können komplexe Feature-Modelle auch über objektrelationale Mapping auf bestehende Datenbanken realisiert werden („On-the-Fly Transformation“). Die hieraus resultierende Performance ist kritisch zu prüfen.

6.2.4 Bereitstellung von Geodaten in ETRS 89

INSPIRE fordert die Bereitstellung der Geodaten in einem auf ETRS 89 basierenden Koordinatenreferenzsystem [INSPIRE DB-IGD]. Nicht alle Bundesländer haben bereits ETRS 89 als amtliches Bezugssystem eingeführt. Insbesondere bei Downloaddiensten zur Bereitstellung zentimetergenauer Vektordaten stellt die Datumstransformation eine besondere Herausforderung dar.

6.2.4.1 Transformationsverfahren

Neben der klassischen 7-Parameter-Transformation („Räumliche Helmert-Transformation“) hat sich das NTv2-Transformationsverfahren („National Transformation 2“) etabliert. Eine NTv2-Transformation nutzt auf ein Gitter bezogene Verschiebungsvektoren (engl. „Shifts“). Diese werden in einer Gitterdatei (engl. „Grid-File“) zur Verfügung gestellt [BVV NTv2].

Für die Transformation von geotopographischen Daten stellt die AdV¹¹ die Bundeseinheitliche Transformation für ATKIS (BeTA 2007) kostenlos als Gitterdatei zur Verfügung. BeTA 2007 ermöglicht Transformationen mit Submetergenauigkeit [AdV BeTA07].

Genauere Gitterdateien werden von den Vermessungsverwaltungen kostenpflichtig bereitgestellt. Mit der NTv2 Bayern (2011)-Transformation der BVV werden Lagegenauigkeiten von 3-5 cm erreicht [BVV NTv2].

¹¹ Arbeitsgemeinschaft der Vermessungsverwaltungen der Länder der Bundesrepublik Deutschland

6.2.4.2 Integration der Datumstransformation

Die benötigte Datumstransformation kann auf unterschiedlichen Ebenen der Software-Architektur integriert werden. Für NTv2-Datumstransformationen stehen beispielsweise folgende Umsetzungsvarianten zur Verfügung:

- Datumstransformation im ETL-Prozess (Daten-Ebene)
- Datumstransformation über Geodatenbank (Daten-Ebene)
- Datumstransformation über WFS (Dienste-Ebene)

Einige WFS-Serverprodukte unterstützen das NTv2-Transformationsverfahren (vgl. 6.2.5). Die von der Geodatenbank abgerufenen Daten werden vor der Ausgabe durch die Serverkomponente transformiert („On-the-Fly Datumstransformation“). Die für NTv2 benötigten Gitterdateien müssen i. d. R. individuell bezogen und in der Serverkonfiguration eingetragen werden. GeoServer verwendet beispielsweise für den Datumsübergang von Gauß-Krüger 12° (DHDN) nach ETRS 89 standardmäßig eine 7-Parameter-Transformation (vgl. Abb. 6.10) [GEOS NTv2].

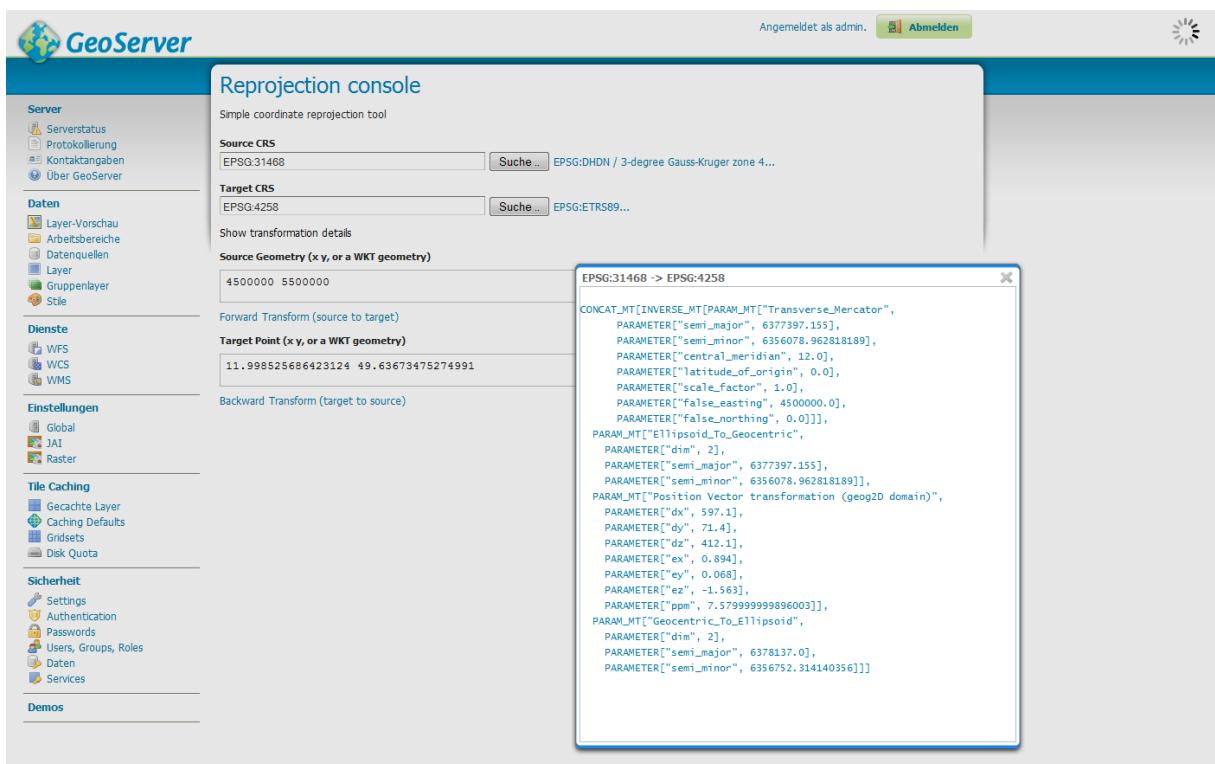


Abb. 6.10: GeoServer 2.2 Reprojection Console [Screenshot]

6.2.5 WFS 2.0 Serverprodukte

Zum Zeitpunkt November 2012 werden in der OGC-Implementierungsübersicht WFS 2.0 Serverprodukte von zehn Herstellern aufgeführt [OGC IS]. Für den Standard steht noch kein OGC-Testverfahren („Compliance Test“) zur Verfügung. Somit existieren noch keine WFS 2.0 zertifizierten Produkte.

In folgender Tabelle werden die Serverprodukte GeoServer, deegree sowie GO Publisher WFS miteinander verglichen. Im Vergleich wurden OpenSource-Produkte oder Produkte mit öffentlichem Testserver berücksichtigt.

Tab. 6.7: Vergleich WFS 2.0 Serverprodukte

	GeoServer	deegree	GO Publisher WFS
Entwicklerfirmen	GeoSolutions OpenGeo	lat/lon Occam Labs	Snowflake Software
Webseite	geoserver.org	deegree.org	snowflakesoftware.com
OpenSource	Ja	Ja	Nein
Version	2.2	3.1.1	2.1
Simple / Basic WFS	Ja / Ja	Ja / Ja	Ja / Ja
Unterstützung einfaches / komplexes Feature-Modell	Ja / Ja (über Erweiterung mit Einschränkungen)	Ja / Ja	Ja / Ja
INSPIRE Capabilities Extension*	Nein	Ja (ohne Identifier)	Nein
MetadataURL*	Nein	Nein	Nein
FES 2.0 Konformitätsklassen (vgl. 4.4.5)*	Query AdHocQuery Functions MinStandardFilter MinSpatialFilter MinTemporalFilter TemporalFilter Sorting	Query AdHocQuery Functions ResourceId MinStandardFilter StandardFilter MinSpatialFilter SpatialFilter MinTemporalFilter TemporalFilter Sorting MinimumXPath	Query AdHocQuery MinStandardFilter StandardFilter MinSpatialFilter SpatialFilter MinTemporalFilter TemporalFilter
NTv2-Transformation	Ja	Ja	k. A.
Historische Achsenreihenfolge-Konvention (vgl. 4.3.5)	Ja	Ja	Nein
Besonderheiten		BLOB- und Hybrid-Datastore	
Quellen	[GEOS 2.2] [GEOS AS]	[deegree CRS] [deegree inspireNode]	[SFL WFS]

Die mit * gekennzeichneten Eigenschaften sind aus den Angaben des jeweiligen Capabilities-Dokuments übernommen (Abruf: 16.11.2012).

GetCapabilities-Anfragen

GeoServer 2.2 – INSPIRE WFS 2.0 DemoServer (Original GetCapabilities)

[http://geoserv.weichand.de:8080/geoserver/ows
?service=WFS&acceptversions=2.0.0&request=GetCapabilities](http://geoserv.weichand.de:8080/geoserver/ows?service=WFS&acceptversions=2.0.0&request=GetCapabilities)

deegree 3 - INSPIRE Workspace

[http://deegree3-demo.deegree.org/inspire-workspace/services
?service=wfs&acceptversions=2.0.0&request=GetCapabilities](http://deegree3-demo.deegree.org/inspire-workspace/services?service=wfs&acceptversions=2.0.0&request=GetCapabilities)

Snowflake software - INSPIRE NATURA2000 Demo

[http://demo.snowflakesoftware.com:8080/INSPIRE_Natura2k/GOPublisherWFS
?service=wfs&acceptversions=2.0.0&request=GetCapabilities](http://demo.snowflakesoftware.com:8080/INSPIRE_Natura2k/GOPublisherWFS?service=wfs&acceptversions=2.0.0&request=GetCapabilities)

Ergänzung:

Die für die Implementierung von WMS- und WFS-Diensten verbreitete OpenSource-Software UMN MapServer unterstützt kein WFS 2.0 [UMN WFS].

6.2.6 Beispielimplementierung

Die im Rahmen dieser Arbeit bereitgestellte Testumgebung wird mit GeoServer 2.2 realisiert. GeoServer ermöglicht aufgrund seiner webbasierten Administrationsoberfläche eine komfortable Bereitstellung von Geodaten in einfachen Feature-Modellen (vgl. Abb. 6.11). Die optionale Bereitstellung von Daten in komplexen Feature-Modellen erfolgt über XML-basierte Konfigurationsdateien. Hierzu ist die Installation der Application-Schema-Erweiterung notwendig [GEOS AS].

Die Testumgebung stellt die OpenData-Verwaltungsgrenzen der BVV [BVV OpenData] bereit (vgl. Tab. 6.8). Das Schema der bereitgestellten FeatureTypes wird automatisiert aus dem Schema der PostGIS-Tabelle abgeleitet (vgl. 6.2.2).

Tab. 6.8: FeatureTypes der Testumgebung

Name	Titel
bvv:bayern_ex	Land Bayern
bvv:regbez_ex	Regierungsbezirke Bayern
bvv:lkr_ex	Landkreise Bayern
bvv:gmd_ex	Gemeinden Bayern
bvv:vg_ex	Verwaltungsgemeinschaften Bayern

Abb. 6.11: Webbasierte Administration GeoServer 2.2 [Screenshot]

Die öffentliche Testumgebung wird auf einem virtuellen Linux-Server betrieben (vgl. Tab. 6.9). Die zur Verfügung stehenden Prozessor- und Arbeitsspeicher-Ressourcen können im Bedarfsfall dynamisch skaliert werden („Virtueller Cloud-Server“).

Tab. 6.9: Systemumgebung der Testumgebung

URL	http://geoserv.weichand.de
Prozessorgarantie	1000 MHz
Arbeitsspeicher garantiert	1000 MB
Festplatte	40 GB RAID 10
Betriebssystem	Debian Squeeze 64bit
Datenbanksystem	PostgreSQL 8.4.13, PostGIS 1.5.1

Anmerkung:

Die Dimensionierung der Hardware-Ressourcen orientiert sich an den Anforderungen einer Testumgebung und ist kein Maßstab für die Dimensionierung eines Produktivsystems.

6.2.6.1 INSPIRE-konforme Capabilities

Die für einen INSPIRE-konformen WFS benötigte Capabilities-Erweiterung wird von der aktuellen GeoServer Version 2.2 noch nicht unterstützt. Um dennoch INSPIRE-konforme Capabilities behelfsmäßig bereitstellen zu können, werden alle WFS 2.0 GetCapabilites-Anfragen über eine Redirect-Regel auf ein statisches INSPIRE-Capabilities-Dokument umgeleitet.

Die Realisierung der Umleitung erfolgt mit der Software UrlRewriteFilter [UrlRewriteFilter]. Diese ermöglicht die Integration von Rewrite- bzw. Redirect-Regeln in bestehende J2EE Webanwendungen, ohne Codeanpassungen vornehmen zu müssen. Die Umleitungen werden in der urlrewrite.xml vorgenommen. Folgende Redirect-Regel leitet alle WFS 2.0 GetCapabilities-Anfragen auf die statische Datei GetCapabilities-Response.xml um:

Beispiel 6.10: UrlRewriteFilter Redirect-Regel

```
<?xml version="1.0" encoding="utf-8"?>
<!DOCTYPE urlrewrite
PUBLIC "-//tuckey.org//DTD UrlRewrite 3.0//EN"
"http://tuckey.org/res/dtds/urlrewrite3.0.dtd">
<urlrewrite use-query-string="true">
  <rule use-query-string="true">
    <from>(?i)/wfs(.*) (acceptversions=2.0.*)</from>
    <to type="redirect">/static/GetCapabilities_Response.xml</to>
  </rule>
</urlrewrite>
```

Für die Erstellung von INSPIRE-konformen Capabilities (vgl. Beispiel 6.11) wird das vom GeoServer automatisiert generierte Capabilities-Dokument als Vorlage abgespeichert und um die geforderten Angaben manuell erweitert:

- Mehrsprachigkeit (vgl. 5.2.1)
- Umsetzung der INSPIRE-Metadaten (vgl. 5.2.2)
- Daten-Service-Kopplung (vgl. 5.2.3)

Beispiel 6.11: INSPIRE-konformes Capabilities-Dokument

http://geoserv.weichand.de:8080/static/GetCapabilities_Response.xml

Dieses Verfahren kann jedoch nur als temporäre Lösung in Betracht gezogen werden. Bei Anpassungen am Dienst muss das statisch abgelegte Capabilities-Dokument manuell nachgeführt werden. Des Weiteren werden die in der Praxis allerdings selten eingesetzten HTTP-POST GetCapabilities-Anfragen nicht umgeleitet.

6.2.6.2 INSPIRE-konforme Stored Query

Ein INSPIRE-konformer WFS muss eine Stored Query anbieten, über die vollständige Geodatensätze in Abhängigkeit der Template-Parameter CRS, DataSetId und Language heruntergeladen werden können (vgl. 5.2.4). Über die Testumgebung wird nur ein Geodatensatz („Verwaltungsgrenzen“) in einer Sprache („Deutsch“) bereitgestellt. Daher können die Parameter DataSetId und Language ignoriert werden. Für die gleichzeitige Abfrage von mehreren FeatureTypes eines Geodatensatzes sind innerhalb einer Stored Query mehrere Query-Elemente erforderlich.

Beispiel 6.12: Stored Query zur Abfrage von mehreren FeatureTypes

```
<wfs:StoredQueryDefinition
    id="urn:wei:def:query:OGC-WFS::InspireStoredQueryExampleA">
    <wfs:Title>INSPIRE pre-defined WFS - Stored Query Beispiel</wfs:Title>
    <wfs:Abstract>Download des Geodatensatzes
        'OpenData Verwaltungsgrenzen Bayern'</wfs:Abstract>
    <!-- Koordinatenreferenzsystem z.B: urn:ogc:def:crs:EPSG::31468 -->
    <wfs:Parameter name="CRS" type="xsd:string" />
    <!-- Datensatzidentifikator - im Beispiel ohne Funktion -->
    <wfs:Parameter name="DataSetId" type="xsd:string" />
    <!-- Sprache - im Beispiel ohne Funktion -->
    <wfs:Parameter name="Language" type="xsd:string" />
    <wfs:QueryExpressionText
        returnFeatureTypes="bvv:gmd_ex bvv:bayern_ex bvv:regbez_ex
            bvv:vg_ex bvv:lkr_ex"
        language="urn:ogc:def:queryLanguage:OGC-WFS::WFS_QueryExpression">
        <wfs:Query typeNames="bvv:gmd_ex" srsName="${CRS}"/>
        <wfs:Query typeNames="bvv:bayern_ex" srsName="${CRS}"/>
        <wfs:Query typeNames="bvv:regbez_ex" srsName="${CRS}"/>
        <wfs:Query typeNames="bvv:vg_ex" srsName="${CRS}"/>
        <wfs:Query typeNames="bvv:lkr_ex" srsName="${CRS}"/>
    </wfs:QueryExpressionText>
</wfs:StoredQueryDefinition>
```

Allerdings schlägt das Anlegen einer Stored Query mit mehreren Query-Elementen im eingesetzten GeoServer fehl. Hierbei handelt es sich um einen vermeintlichen Fehler in der WFS 2.0 Implementierung der aktuellen GeoServer-Version. Diesbezüglich wurde eine Fehlermeldung im Ticketsystem erfasst [GEOS JIRA, #5512].

Fehlermeldung:

```
Error validating stored query
org.xml.sax.SAXParseException: The markup in the document following the
root element must be well-formed.
```

Alternativ wird von einigen WFS-Servern die folgende XPath-Funktion unterstützt, mit der alle vorhandenen FeatureTypes abgefragt werden können [SFL XPath]. Die aktuelle GeoServer-Version unterstützt diese Stored Query jedoch nicht.

Beispiel 6.13: Stored Query zur Abfrage aller FeatureTypes

```
<wfs:StoredQueryDefinition
    id="urn:wei:def:query:OGC-WFS::InspireStoredQueryExampleB">
    <wfs:Title>INSPIRE pre-defined WFS - Stored Query Beispiel</wfs:Title>
    <wfs:Abstract>Download des Geodatensatzes
        'OpenData Verwaltungsgrenzen Bayern'</wfs:Abstract>
    <!-- Koordinatenreferenzsystem z.B: urn:ogc:def:crs:EPSG::31468 -->
    <wfs:Parameter name="CRS" type="xsd:string" />
    <!-- Datensatzidentifikator - im Beispiel ohne Funktion -->
    <wfs:Parameter name="DataSetId" type="xsd:string" />
    <!-- Sprache - im Beispiel ohne Funktion -->
    <wfs:Parameter name="Language" type="xsd:string" />
    <wfs:QueryExpressionText
        returnFeatureTypes="bvv:gmd_ex bvv:bayern_ex bvv:regbez_ex
        bvv:vg_ex bvv:lkr_ex"
        language="urn:ogc:def:queryLanguage:OGC-WFS::WFS_QueryExpression">

        <wfs:Query typeNames="schema-element(gml:AbstractFeature)"
        srsName="${CRS}"/>

    </wfs:QueryExpressionText>
</wfs:StoredQueryDefinition>
```

6.2.6.3 INSPIRE-konforme Dienste-Metadaten

Geodaten und Geodatendienste werden über ISO-konforme Metadaten in Geodatenkatalogen recherchierbar gemacht. Die Erfassung von Metadaten kann über einen Editor oder automatisierte Verfahren erfolgen [Sanders et al. 2011]. Im Geoportal Bayern ist beispielsweise eine automatisierte Metadatenableitung für registrierte Darstellungsdienste möglich. Die automatisierte Ableitung von Metadaten für Downloaddienste befindet sich in Vorbereitung.

The screenshot shows the 'Bayerische Vermessungsverwaltung GEODATENONLINE' website. In the top navigation bar, there are links for 'Startseite', 'Bayerische Vermessungsverwaltung', 'GDI-Bayern', 'Kontakt', 'Hilfe', and 'FAQ'. Below the navigation, there are links for 'ALLGEMEIN', 'VIEWER', 'BESTELLEN', 'GEODATENDIENSTE', and 'MEIN KONTO'. On the right side, there is a user profile for 'weich_ju' with options for 'Warenkorb (0)', 'Abmelden', 'Download (0)', and a help link. The main content area shows a banner for 'GeoMIS Admin'. Below the banner, there are tabs for 'METADATEN VERWALTEN', 'DIENSTE-REGISTER', and 'THUMBNAILS VERWALTEN'. A message says 'alle Datensätze markieren - auch die auf den aktuell nicht sichtbaren Tabellenseiten'. A table lists one dataset:

Ressource	Titel	veröffentlicht	erstellt	ISO-19139	INSPIRE	Anzeige	Datei
<input checked="" type="checkbox"/> Service	INSPIRE WFS 2.0 DemoServer Verwaltungsgrenzen Bayern		23.04.2012				wfs2_iso19139.xml

At the bottom, there are buttons for 'Veröffentlichen', 'Nicht Veröffentlichen', 'Löschen', and 'XML hochladen'.

Abb. 6.12: Metadaten-Administration – geoportal.bayern.de [Screenshot]

Die Erfassung des Downloaddienst-Metadatensatzes (vgl. Beispiel 6.14, Beispiel 6.15, Abb. 6.13) der Testumgebung erfolgt auf Grundlage eines über die Administrationsoberfläche des Geoportals Bayern (vgl. Abb. 6.12) abgeleiteten Darstellungsdienst-Metadatensatzes. Diese

Vorlage wird über einen XML-Editor angepasst. Hierbei werden folgende ISO-Normen, OGC-Standards und Profile berücksichtigt:

- ISO-Normen 19115, 19119, 19139 [ISO 19115; ISO 19119; ISO 19139]
- Technical Guidelines zu Metadaten [INSPIRE TG-MD]
- Konventionen der GDI-DE zu Metadaten [GDI-DE MD]
- Metadaten Erfassungsanleitung GDI-Bayern [GDI-BY MD]

Beispiel 6.14: Abruf der Metadaten über die CSW-Schnittstelle des Geoportals Bayern

```
http://geoportal.bayern.de/csw/bvv?REQUEST=GetRecordByld&VERSION=2.0.2&service=CSW&outputSchema=csw:IsoRecord&elementSetName=full&ID=eea97fc0-b6bf-11e1-afa6-0800200c9a66
```

Beispiel 6.15: Ansicht der Metadaten im Geoportal Bayern (vgl. Abb. 6.13)

```
http://geoportal.bayern.de/geoportalgis/anwendungen/Suche/ci=5e15f0776ae0f1d64244a8a40eab/e48b/fi=eea97fc0-b6bf-11e1-afa6-0800200c9a66/
```

The screenshot shows the metadata detail view for a specific service. At the top, there are tabs for 'WAS?', 'WO?', 'WANN?', 'KATALOGE', and 'DETAILS'. Below these tabs, the service title is 'INSPIRE WFS 2.0 DemoServer Verwaltungsgrenzen Bayern'. To the right, there are download links for 'XML' and 'SHAPE-ZIP', and a note that it's 'kostenfrei' (free). There are two maps: a grayscale map showing administrative boundaries and a red map showing the same boundaries with place names. Below the title, it says 'Typ: Dienst' and 'Art: Downloaddienst - OGC:WFS 2.0'. The provider is listed as 'Anbieter: geoinformatik blog (privat)'. Under the 'DETAILS' tab, there are several sections: 'BESCHREIBUNG', 'ZEIT-/RAUMBEZUG', 'QUALITÄT', 'BEZUG', 'KONTAKT', and 'ÜBER DIESE METADATEN'. The 'Allgemeines' section contains the following details:

Alternativtitel:	INSPIRE WFS 2.0 DemoServer
Kurzbeschreibung:	Bei dem Dienst handelt es sich um die prototypische Umsetzung eines INSPIRE Web Feature Service in der Version 2.0. Der WFS wurde im Rahmen der Masterarbeit "Entwicklung und Anwendung von Downloaddiensten im Kontext der europäischen Geodateninfrastruktur INSPIRE" im Studiengang beMasterGIS bereitgestellt. Die bereitgestellten FeatureTypes basieren auf den OpenData Verwaltungsgrenzen (ATKIS) der Bayerischen Vermessungsverwaltung (http://vermessung.bayern.de/opendata). Der Dienst übermittelt die Objekte von Gemeinden, Landkreisen, Regierungsbezirken und Verwaltungsgemeinschaften sowie die Grenze des Freistaat Bayern. Datenquelle: Bayerische Vermessungsverwaltung – www.geodaten.bayern.de . Haftungsausschluss: Für den Dienst kann keine Gewähr übernommen werden.
Format(e):	text/xml; subtype=gml/3.2, GML2, GML2-GZIP SHAPE-ZIP, application/gml+xml; version=3.2, csv, gml3, gml32, json, text/xml; subtype=gml/2.1.2, text/xml; subtype=gml/3.1.1
Unterstützte Operationen:	GetCapabilities DescribeFeatureType GetFeature GetPropertyValues ListStoredQueries DescribeStoredQueries
Datensatzidentifikator:	DEBY_eea97fc0-b6bf-11e1-afa6-0800200c9a66

Abb. 6.13: Metadaten-Detailansicht – geoportal.bayern.de [Screenshot]

6.2.7 Konformität der Testumgebung

Für die Überprüfung von INSPIRE-Downloaddiensten stehen in der GDI-DE Testsuite [GDI-DE TS] noch keine automatisierten Testverfahren zur Verfügung. Hierfür wird zunächst das offizielle OGC-Testverfahren („Compliance Test“) für WFS 2.0 benötigt. Das folgende Prüfprotokoll ermöglicht eine Einschätzung der erreichten INSPIRE-Konformität.

Für die Unterstützung der Konformitätsklassen Resourceldentification und Minimum XPath Filter ist eine Weiterentwicklung des GeoServers notwendig [GEOS INS].

Tab. 6.10: Prüfprotokoll INSPIRE-konforme Downloaddienste

Anforderung	Realisiert
<i>ISO 19142 (WFS 2.0) Konformitätsklassen</i>	
Simple WFS	Ja
Basic WFS	Ja
<i>ISO 19143 (FES 2.0) Konformitätsklassen</i>	
Query	Ja
Ad hoc Query	Ja
Resource Identification	Nein
Minimum Standard Filter	Ja
Minimum Spatial Filter	Ja
Minimum Temporal Filter	Ja
Minimum XPath Filter	Nein
<i>Spezielle INSPIRE-Vorgaben</i>	
Mehrsprachigkeit (vgl. 5.2.1)	Ja
Umsetzung der INSPIRE-Metadatenelemente (vgl. 5.2.2)	Ja
Daten-Service-Kopplung (vgl. 5.2.3)	Ja
INSPIRE-konforme Stored Query (vgl. 5.2.4)	Nein (vgl. 6.2.6.2)
Koordinatensystem auf Grundlage von ETRS 89	Ja
INSPIRE-konforme Dienste-Metadaten	Ja

7. Anwendung von INSPIRE-Downloaddiensten

Im folgenden Kapitel werden Anwendungsmöglichkeiten von INSPIRE-Downloaddiensten betrachtet. Hierfür wird zunächst die Interoperabilität zwischen bestehenden GIS-Clients und den für INSPIRE-Downloaddienste verwendeten Normen, Standards und Profilen untersucht. Des Weiteren werden Anwendungsmöglichkeiten außerhalb von klassischen Desktop-GIS vorgestellt.

7.1 Client-Interoperabilität

Für die Visualisierung von Darstellungsdiensten haben sich webbasierte Viewer etabliert, die ohne die Installation von spezieller GIS-Software plattformübergreifend genutzt werden können. Webbasierte Viewer ermöglichen zudem eine „On-the-Fly“-Visualisierung von Vektordaten. Der Einsatz von Vektordaten ist jedoch, aufgrund der im Webbrowser zur Verfügung stehenden Rechenleistung, auf kleine Datenbestände beschränkt [OL FAQ]. Die Rechenleistung ist zudem erheblich vom eingesetzten Webbrowser abhängig [ZDNet 2012]. Häufige Anwendungszwecke sind die Visualisierung von Punktdaten (z. B. „POI“) sowie das Hervorheben (engl. „Highlighting“) von einzelnen Geoobjekten [OL WFS].

Die Verarbeitung, Analyse und Präsentation von umfangreichen Geodatensätzen ist nicht möglich. Webbasierte Viewer übernehmen im Kontext von Downloaddiensten die Rolle eines „Download-Managers“, der eine komfortable Auswahl der herunterzuladenden Datensätze ermöglicht. Die Weiterverarbeitung der Geodaten erfolgt anschließend mit einem klassischen Desktop-GIS. Aus diesem Grund sind in Desktop-GIS integrierte Clients für INSPIRE-Downloaddienste besonders geeignet.

7.1.1 Clients für Pre-defined- Atom-Downloaddienste

Das INSPIRE-Atom-Profil adaptiert die Web-Standards Atom und GeoRSS (vgl. 4.1). Durch die Verwendung von etablierten Web-Standards sollen bereits existierende Softwarelösungen genutzt werden können. Im folgenden Kapitel wird diese These überprüft. Weiterhin werden speziell für das INSPIRE-Atom-Profil optimierte Lösungen vorgestellt.

7.1.1.1 Nutzung von INSPIRE-Atom-Feeds in bestehender Software

Am Beispiel Google Maps [Google Maps] soll untersucht werden, ob bestehende Softwarelösungen für den Einsatz von Pre-defined Atom-Downloaddiensten geeignet sind. Google Maps ermöglicht die Visualisierung von Atom-Feeds (GeoRSS) durch Angabe einer Atom-Feed-URL im Suchtextfeld (vgl. Beispiel 7.1).

Auf dem INSPIRE-Atom-Profil basierende Atom-Feeds werden in Google Maps ebenfalls korrekt dargestellt (vgl. Beispiel 7.2). Das Herunterladen der über die Atom-Feeds bereitgestellten Geodatensätze ist jedoch nicht möglich. Hierfür müsste Google Maps die Referenz (HTTP-Link) von Service-Feed auf das korrespondierende Dataset-Feed auflösen können.

Zudem müssen die HTTP-Links zu den Dataset-Feeds von den HTTP-Links zu den ISO-konformen Metadaten unterschieden werden (vgl. 5.1).

Diese vom INSPIRE-Atom-Profil vorgegebene Semantik ist der Anwendung unbekannt. Das Problem betrifft alle bestehenden GeoRSS-Clients, die nicht speziell für das INSPIRE-Atom-Profil optimiert sind. Eine Nutzung von Pre-defined Atom-Downloaddiensten in bestehenden Anwendungen ist somit nur eingeschränkt möglich.

Beispiel 7.1: Google Maps – Atom-Feed „Stadien in München“ (vgl. 4.1.2)

<http://maps.google.de/?q=http://www.weichand.de/masterarbeit/4/georss/stadien.xml>

Beispiel 7.2: Google Maps – Pre-defined Atom Verwaltungsgrenzen (vgl. 6.1.6, Abb. 7.1)

<http://maps.google.de/?q=http://www.weichand.de/inspire/dls/verwaltungsgrenzen.xml>

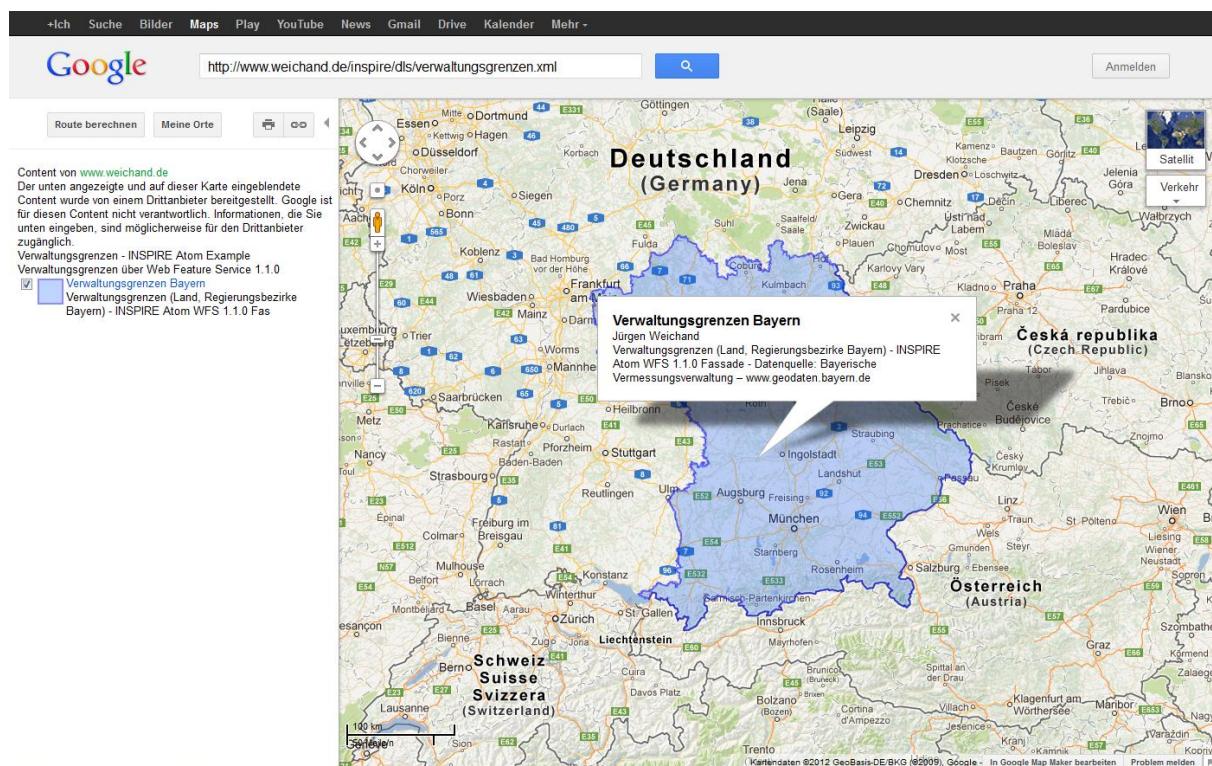


Abb. 7.1: Pre-defined Atom „Verwaltungsgrenzen Bayern“ – maps.google.de [Screenshot]

7.1.1.2 Spezialisierte Pre-defined Atom-Clients

Eine unmittelbar nach der Veröffentlichung der Technical Guidance durchgeführte Bestandsanalyse hat ergeben, dass für die Nutzung von Pre-defined Atom-Downloaddiensten keine geeigneten Clients zur Verfügung stehen. Aus diesem Grund wurde im Rahmen dieser Masterarbeit ein „INSPIRE Atom Client“ für das freie Geoinformationssystem Quantum GIS entwickelt und veröffentlicht (vgl. 7.2.3).

Seit August 2012 steht mit dem Mapbender „INSPIRE Atom Feed Client“ eine erste webbasierte Lösung zur Verfügung. Der Client ermöglicht die Auswahl und das Herunterladen der über die Atom-Feeds bereitgestellten Geodatensätze („Download-Manager“). Der Prototyp ist in der aktuellen Entwicklungsversion („Trunk“) von Mapbender 2 [Mapbender] enthalten und kann im Geoportal Rheinland-Pfalz [Geoportal RLP] erprobt werden (vgl. Abb. 7.2).

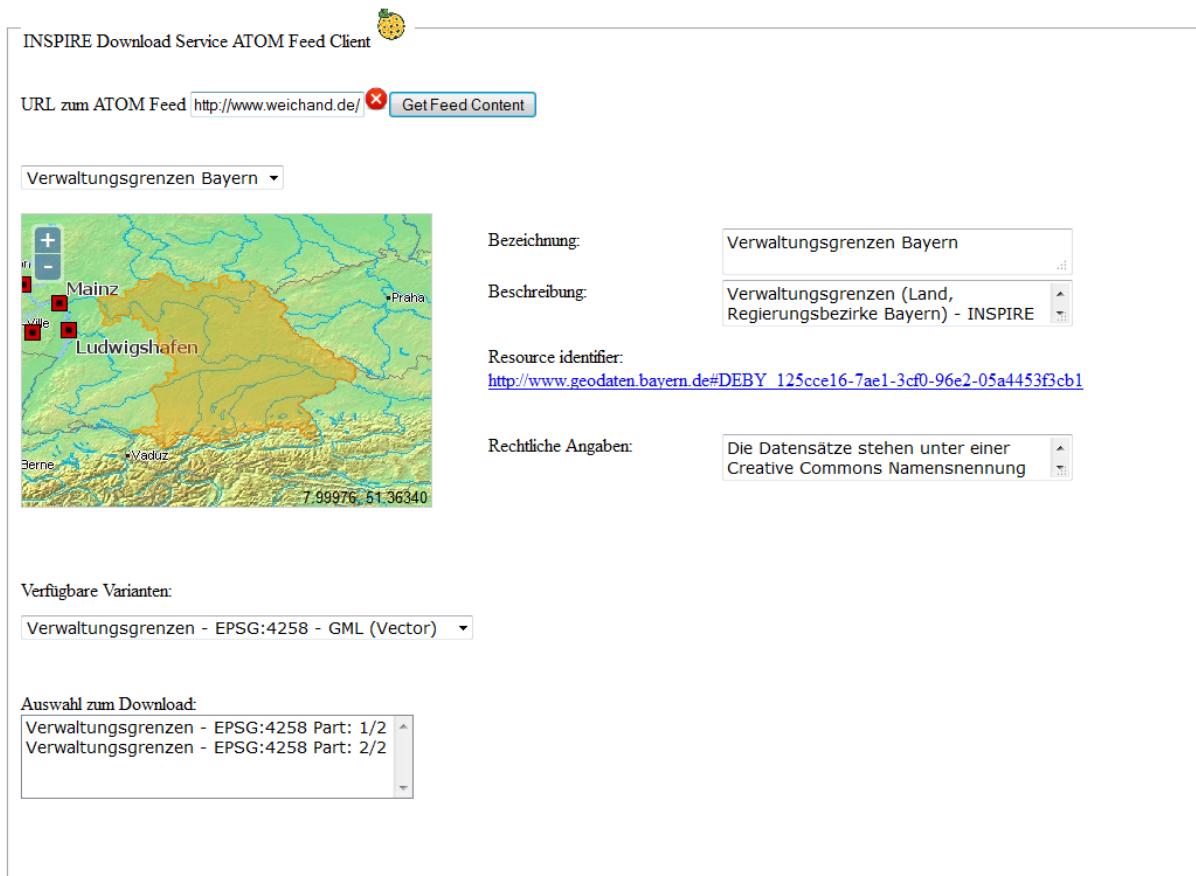


Abb. 7.2: Pre-defined Atom „Verwaltungsgrenzen Bayern“ – geoportal.rlp.de [Screenshot]

Tab. 7.1: Vergleich Pre-defined Atom-Clients

	QuantumGIS INSPIRE Atom Client	Mapbender INSPIRE Atom Client
Plattform	Desktop GIS	Web GIS
Version	0.6.0	18.12.2012
Visualisierung der Gebietsausdehnung der bereitgestellten Geodatensätze	Ja	Ja
Visualisierung der Gebietsausdehnung der einzelnen physikalischen Dateien eines Geodatensatzes	Nein	Ja

Visualisierung der ISO-konformen Metadaten der bereitgestellten Geodatensätze	Ja	Nein
Graphische Selektion / Drop-Down Selektion der bereitgestellten Geodatensätze bzw. Geodatensatzvarianten	Ja / Ja	Ja / Ja
Automatisierter Download aller physikalischen Dateien eines Geodatensatzes	Ja	Nein
Unterstützung von passwortgeschützten Diensten bzw. passwortgeschützten Geodatensätzen	Ja / Ja	Nein / Ja
Berücksichtigung der OpenSearch-Schnittstelle	Nein	Nein

Anmerkung zur OpenSearch-Schnittstelle:

Für die Ermittlung und das Herunterladen der bereitgestellten Geodatensätze bzw. Geodatensatzvarianten stehen den INSPIRE-Atom-Clients zwei unterschiedliche Verfahren zur Verfügung.

- Nutzung der Operationen Describe Spatial Dataset und Get Spatial Dataset der OpenSearch-Schnittstelle (vgl. 5.1.2)
- ausschließliche Nutzung der Service- und Dataset-Feeds ohne Berücksichtigung der OpenSearch-Schnittstelle

Die zuvor beschriebenen Clients verzichten auf die Verwendung der OpenSearch-Schnittstelle. Bisher existierende Pre-defined Atom-Downloaddienste stehen häufig teilimplementiert, ohne OpenSearch-Schnittstelle zur Verfügung [GDI-DE DLS, S. 19]. Eine Nutzung dieser Dienste ist dennoch möglich.

7.1.2 Clients für Pre-defined- und Direct WFS-Downloaddienste

Der Web Feature Service wird inzwischen von vielen Geoinformationssystemen unterstützt. Die Unterstützung beschränkt sich jedoch meist auf die überholten Versionen 1.0 und 1.1 des Standards, während INSPIRE-Downloaddienste auf Version 2.0 basieren (vgl. 5.2). In Tabelle 7.2 wird die WFS-Unterstützung von gängigen Desktop-GIS verglichen (November 2012).

Tab. 7.2: WFS-Unterstützung in Desktop-GIS

	gvSIG-CE	QGIS	uDIG	ArcGIS Desktop	GeoMedia Professional
Entwicklung / Hersteller	gvSIG-CE Team	QGIS Entwicklerteam	uDIG Entwicklerteam	ESRI	Intergraph
Webseite	gvsigce.org	qgis.org	udig.refractions.net	esri.de	intergraph.de
OpenSource	Ja	Ja	Ja	Nein	Nein
Version	1.0 (Preview)	1.8.0	1.3.3	10.1	6.1
WFS 1.0	Ja	Ja	Ja	Ja	Ja
WFS 1.1	Nein	Nein	Ja	Ja	Ja
WFS 2.0	Nein	Über Plugin	Nein	Nein	Nein
Räumliche Filter	BBOX	WFS 1.0 Nein WFS 2.0 BBOX	BBOX	BBOX oder Filter-XML ¹²	Ja
Attributfilter	Nein	WFS 1.0 Ja WFS 2.0 Nein	Nein	Filter-XML	Ja
Sonstiges		WFS 2.0 Stored Query Unterstützung		Data Interoperability Extension wird benötigt	
Quelle	Evaluiert	Evaluiert	Evaluiert	Evaluiert	Evaluiert

Mit Ausnahme von QGIS, das im Rahmen dieser Masterarbeit erweitert wurde (vgl. 7.2.4), unterstützt keines der untersuchten Desktop-GIS WFS 2.0 (ISO 19142). Die OGC-Implementierungsstatistik führt WFS 2.0 Clients von fünf Herstellern auf (Stand: November 2012) [OGC IS]:

- ERDAS Inc. (ERDAS APOLLO)
- Intergraph (ERDAS APOLLO, GeoMedia SDI Portal 6.1.0)
- OpenGeo (OpenGeo Suite 3.0.1)
- Scanpoint Geomatics Ltd. (IGiS 2.0)
- TatukGIS (TatukGIS Editor 3.x)

¹² XML-Fragment nach Filter Encoding Specification (vgl. Tab. 4.4)

7.2 Client-Entwicklung

Die im Rahmen dieser Masterarbeit entwickelten Plugins „INSPIRE Atom Client“ und „WFS 2.0 Client“ ermöglichen die Nutzung von Pre-defined Atom, Pre-defined WFS- und Direct WFS-Downloaddiensten in Quantum GIS und stehen als OpenSource unter der GNU General Public License [GNU GPL] zur Verfügung.

Tab. 7.3: Veröffentlichte Plugins

	INSPIRE Atom Client	WFS 2.0 Client
Typ	QGIS Python Plugin	QGIS Python Plugin
Lizenz	GPL	GPL
QGIS Plugin Repositorium	http://plugins.qgis.org/plugins/inspireatomclient/	http://plugins.qgis.org/plugins/wfsclient/
Ticketsystem	http://hub.qgis.org/projects/inspireatomclient/issues/	http://hub.qgis.org/projects/wfs20client/issues/
Quellcode Repositorium	https://github.com/JuergenWeichand/qgis-inspire-atom-client-plugin/	https://github.com/JuergenWeichand/qgis-wfs20-client-plugin/
Veröffentlichung	20.06.2012 (Version 0.3.0)	29.05.2012 (Version 0.3.1)
Aktuelle Version	0.6.0	0.8.3
Status	Experimental-Version	Beta-Version
Unterstützte Sprachen	Englisch	Englisch

7.2.1 Plattform QGIS

Quantum GIS [QGIS] ist ein freies Geoinformationssystem für die Erfassung, Verarbeitung, Analyse und Präsentation von Geodaten. Das OpenSource GIS (GPL) ist in C++ implementiert und plattformübergreifend einsetzbar. Aktuell existieren Portierungen für folgende Betriebssysteme [OSGeo QGIS]:

- Windows
- Mac OS-X
- GNU / Linux
- Unix
- Android (Mobile)

QGIS ermöglicht die Verarbeitung einer umfangreichen Anzahl von Vektor- und Rasterformaten. Neben nativen Treibern – insbesondere für Geodatenbanken – wird auf die leistungsfähige OGR- bzw. GDAL-Bibliothek zurückgegriffen [Neumann 2012].

Des Weiteren werden von Quantum GIS (1.8.0) folgende OGC-Standards unterstützt:

- OGC Web Map Service 1.1.1 / 1.3.0
- OGC Web Feature Service 1.0.0
- OGC Web Processing Service 1.0.0 (über Plugin) [QGIS Plugins]

Die Unterstützung des Web Map Tile Service 1.0.0 ist in Vorbereitung [camp2camp].

7.2.2 QGIS-Plugin Entwicklung (PyQt)

QGIS besitzt seit Version 0.9 die Python-Programmierschnittstelle (API) „PyQGIS“ [QGIS PyQGIS], die Entwicklern den Zugriff auf Funktionalitäten des Geoinformationssystems ermöglicht. Die Schnittstelle kann über die integrierte Python-Konsole und Python-Erweiterungsplugins genutzt werden.

Im folgenden Beispiel werden die Eigenschaften des Rasterlayers „dgm200_epsg31468“ (Digitales Geländemodell 200m) über die Python-Konsole ermittelt.

Beispiel 7.3: QGIS Python-Konsole – Abfrage der Layereigenschaften

```
# Ermittlung des aktuellen Layers
>>> layer = qgis.utils.iface.activeLayer()

# Ermittlung des Namens des Layers
>>> layer.name()
PyQt4.QtCore.QString(u'dgm200_epsg31468')

# Ermittlung der Anzahl der Bänder des Layers
>>> layer.bandCount()
1L

# Ermittlung der Bodenauflösung des Layers
>>> layer.rasterUnitsPerPixel()
200.0
```

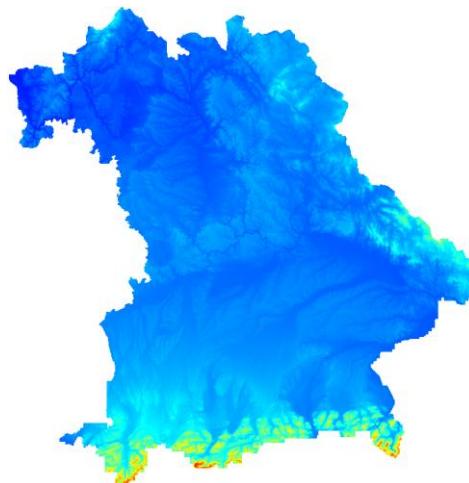


Abb. 7.3: DGM 200 (BVV) – Pseudofarben-Rasterbild [Eigene Darstellung]

Die Benutzeroberflächen (GUIs) von QGIS sind über das Qt-Framework [Qt Project] realisiert. Für die Plugin-Entwicklung wird auf die Python-Portierung PyQt [Qt PyQt] zurückgegriffen.

Tab. 7.4: QGIS Python-Plugin Projektstruktur [QGIS PyQGIS]

<code>__init__.py</code>	Startpunkt (Angabe der Main-Klasse)
<code>plugin.py</code>	Programmcode des Plugins (Main-Klasse)
<code>metadata.txt</code>	Metadaten über das Plugin z. B. Name, Beschreibung, Version (seit QGIS 1.8.0)
<code>resources.qrc</code>	Mit Qt-Designer erzeugte Ressourcen
<code>resources.py</code>	Ressourcen übersetzt in Python-Code
<code>form.ui</code>	Mit Qt-Designer erzeugte Benutzeroberfläche
<code>form.py</code>	Benutzeroberfläche übersetzt in Python-Code

Die Projektstruktur kann automatisiert über das QGIS-Plugin „QGIS Plugin Builder“ angelegt werden.

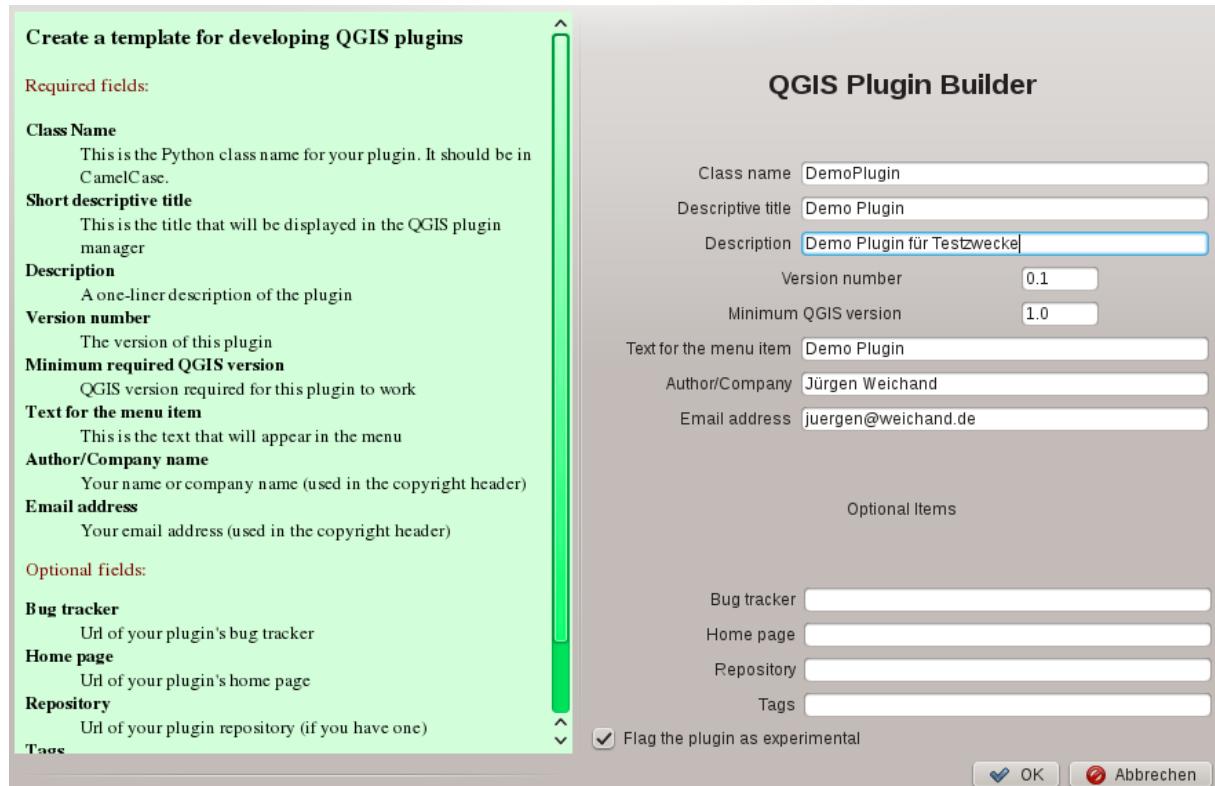


Abb. 7.4: QGIS Plugin Builder [Screenshot]

Für die Entwicklung von Erweiterungs-Plugins werden die PyQt [Qt PyQt] und QGIS API-Dokumentationen [QGIS API] benötigt. Eine Anleitung für den Einstieg in die QGIS-Programmierung steht als interaktiver Workshop zur Verfügung [QGIS Workshop].

QGIS Plugin Repotorium

QGIS stellt seit Version 1.8 ein zentrales Repotorium für die Veröffentlichung von Erweiterungs-Plugins zur Verfügung [QGIS Plugins]. Über einen geschützten Zugang können neu entwickelte Plugins in das Repotorium hochgeladen werden. Nach Freigabe durch die Repotorium-Moderatoren steht das Plugin über die „QGIS-Python-Erweiterungsinstallation“ allen Anwendern zur Verfügung (vgl. Abb. 7.5). Für die Installation des im Rahmen dieser Masterarbeit bereitgestellten INSPIRE Atom Client ist die Option „Alle inklusive der als experimentell markierten Erweiterungen anzeigen“ zu aktivieren.

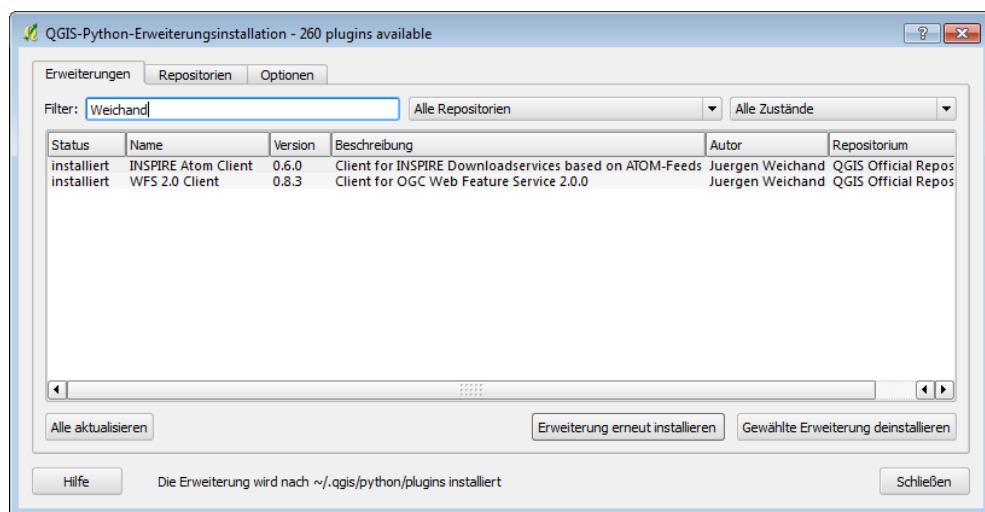


Abb. 7.5: QGIS-Python-Erweiterungsinstallation [Screenshot]

7.2.3 QGIS INSPIRE Atom Client-Plugin

Das INSPIRE Atom Client-Plugin ermöglicht das Herunterladen von Geodatensätzen über Pre-defined Atom-Downloaddienste. Die heruntergeladenen Daten können direkt in QGIS weiterverarbeitet werden.

Funktionalitäten:

- Visualisierung der räumlichen Ausdehnungen der über den Pre-defined Atom-Downloaddienst bereitgestellten Geodatensätze
- Download eines Geodatensatzes durch Drop-Down Selektion
- Download eines Geodatensatzes durch räumliche Selektion
- Import des heruntergeladenen Geodatensatzes als QGIS-Layer
- Anzeige der ISO-konformen Daten-Metadaten (ISO 19115/19139)
- Unterstützung von passwortgeschützten Atom-Feeds (HTTP-Authentifizierung)
- Unterstützung von passwortgeschützten Datensatz-Downloads (HTTP-Authentifizierung)

7.2.3.1 Funktionsweise

Ein Pre-defined Atom-Downloaddienst wird über die URL des Service-Feeds in QGIS geladen. Die im Service-Feed beschriebenen Gebietsausdehnungen der Geodatensätze werden graphisch dargestellt. Des Weiteren werden Titel, Beschreibung, Datensatzidentifikator, Lizenz- und Nutzungsrechte sowie die verfügbaren Varianten des aktuell gewählten Geodatensatzes angezeigt (vgl. Abb. 7.6).

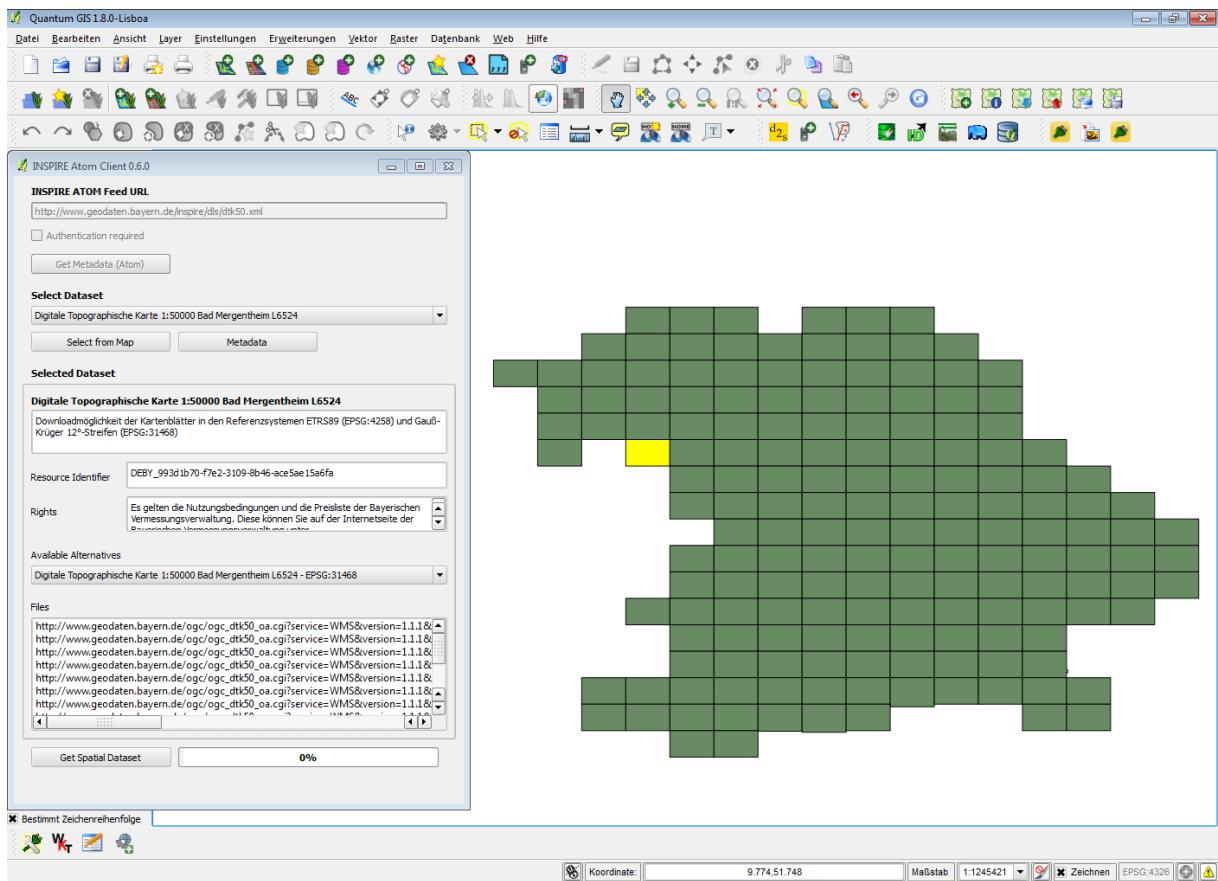


Abb. 7.6: QGIS INSPIRE Atom Client – Datensatz-Selektion [Screenshot]

Die Wahl eines Geodatensatzes ist über das Drop-Down „Select Dataset“ oder über graphische Selektion („Select from Map“) möglich. Stehen für den gewählten Datensatz ISO-konforme Metadaten zur Verfügung, wird die Schaltfläche „Metadata“ aktiviert. Der integrierte Metadaten-Viewer ermöglicht die Anzeige der Daten-Metadaten (vgl. 7.2.5).

Über das Drop-Down „Available Alternatives“ ist die Auswahl der verfügbaren Varianten des gewählten Geodatensatzes möglich (vgl. 5.1.2.2). In der Liste „Files“ werden die physikalischen Dateien in Form von Downloadlinks aufgeführt.

Anschließend können alle benötigten Dateien über die Schaltfläche „Get Spatial Dataset“ heruntergeladen werden. Nach Abschluss des Downloads werden alle Dateien des Geodatensatzes automatisch in QGIS importiert (vgl. Abb. 7.7). Vektordaten werden über den QGIS OGR-Treiber, Rasterdaten über den QGIS GDAL-Treiber geladen [GDAL].

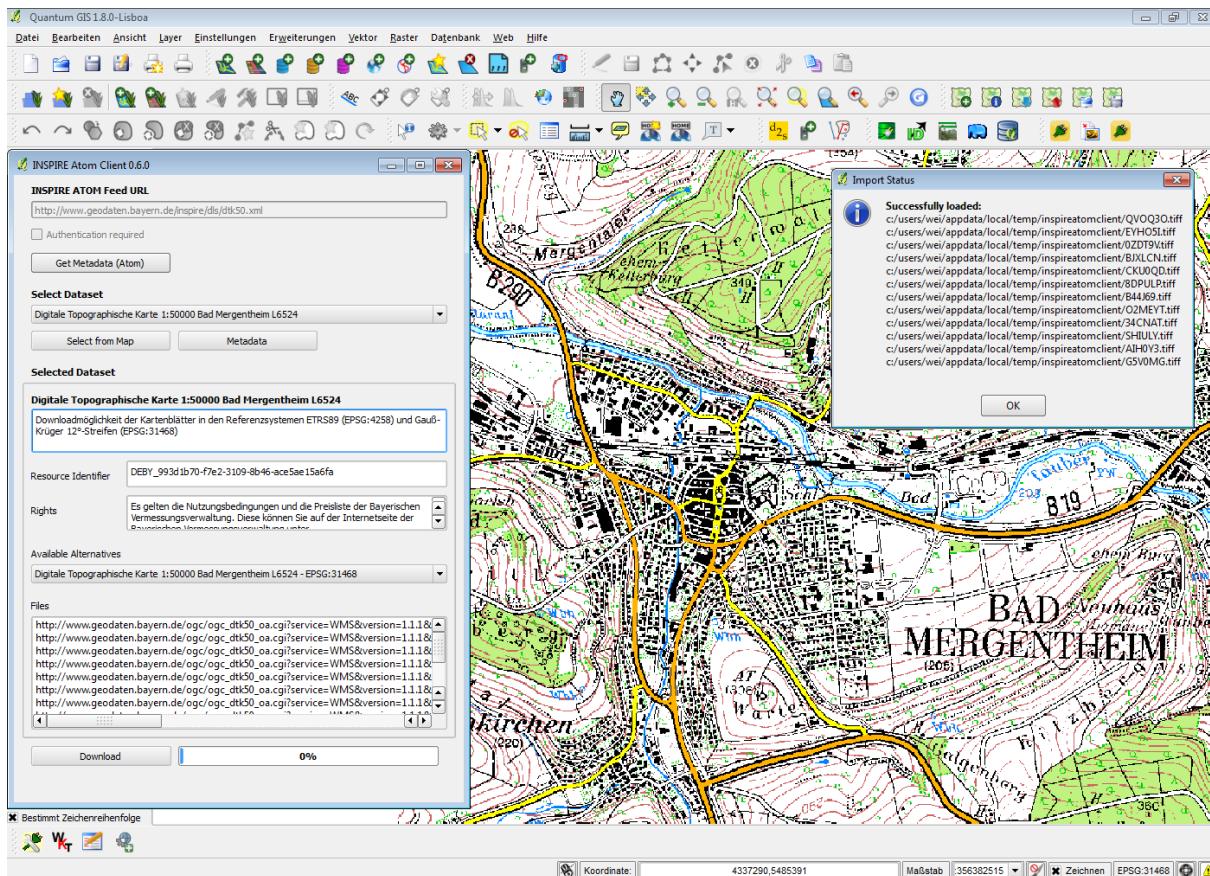


Abb. 7.7: QGIS INSPIRE Atom Client – Datensatz-Import [Screenshot]

7.2.3.2 Projektstruktur

In Tabelle 7.5 wird die Projektstruktur des INSPIRE Atom Client-Plugins aufgeführt.

Tab. 7.5: Projektstruktur: INSPIRE Atom Client

<code>__init__.py</code>	Startpunkt (Angabe der Main-Klasse)
<code>inspireatomclient.py</code>	Programmcode für die Bereitstellung der Dialoge im QGIS-Menü
<code>inspireatomclientdialog.py</code>	Programmcode der Oberfläche INSPIRE Atom Client
<code>iso19139jw.xsl</code>	XSLT-Stylesheet für Metadaten-Viewer (vgl. 7.2.5)
<code>metadata.txt</code>	Metadaten über das Plugin
<code>metadataclientdialog.py</code>	Programmcode der Oberfläche Metadaten-Viewer
<code>ui_inspireatomclient.ui</code>	Qt-Benutzeroberfläche INSPIRE Atom Client
<code>ui_metadataclient.ui</code>	Qt-Benutzeroberfläche Metadaten-Viewer

Das Projekt steht als Git-Repositorium unter folgender URL zur Verfügung:

<https://github.com/JuergenWeichand/qgis-inspire-atom-client-plugin>

7.2.3.3 Entwicklungsperspektiven

Folgende Weiterentwicklungen des INSPIRE Atom Clients waren während der Bearbeitung der Masterarbeit nicht möglich.

Internationalisierung

Der INSPIRE Atom Client steht aktuell nur in englischer Sprache zur Verfügung. Die von QGIS bereitgestellte Internationalisierung (engl. Internationalisation) wird noch nicht unterstützt [QGIS i18n]. Hierdurch könnte die Benutzeroberfläche (GUI) in beliebige Sprachen übersetzt werden. Die Übersetzung könnte ohne Codeanpassungen mittels konfigurierbaren Sprachdateien durchgeführt werden.

Dienste-Verwaltung

Über die Quantum GIS Dienste-Verwaltung können regelmäßig benutzte WMS- und WFS-Dienste organisiert werden. Eine vergleichbare Komponente für die Verwaltung von Pre-defined Atom-Downloaddiensten wäre wünschenswert.

Des Weiteren ist die Integration einer einfachen Recherche-Komponente denkbar. Diese ermöglicht die Suche nach Pre-defined Atom-Downloaddiensten über die für INSPIRE bereitgestellten Geodatenkataloge.

7.2.4 QGIS WFS 2.0 Client-Plugin

Das Plugin ermöglicht den Abruf von Geoobjekten über WFS 2.0. Der fachliche Schwerpunkt liegt auf dem Einsatz der im WFS 2.0 Standard neu eingeführten Stored Queries.

Funktionalitäten:

- Dedizierte Unterstützung von WFS 2.0
- Abfrage der vorhandenen FeatureTypes inklusive Beschreibung
- Abfrage der vorhandenen Stored Queries inklusive Beschreibung
- Abfrage von Geoobjekten über Adhoc Queries und Stored Queries
- Import der heruntergeladenen GML-Daten in QGIS (GML 3.2.1)
- Anzeige der ISO-konformen Metadaten der FeatureTypes (ISO 19139)
- Unterstützung von passwortgeschützten Diensten (HTTP-Authentifizierung)

7.2.4.1 Funktionsweise

Über die Schaltfläche „GetCapabilities“ werden die zur Verfügung stehenden FeatureTypes ermittelt. Der Titel und die Beschreibung des aktuell gewählten FeatureType werden angezeigt. Stehen für den gewählten FeatureType Daten-Metadaten zur Verfügung (vgl. 5.2.3), wird die Schaltfläche „Metadata“ aktiviert. Der integrierte Metadaten-Viewer ermöglicht die Anzeige der ISO-konformen Metadaten (vgl. 7.2.5).

Abruf über Adhoc Query

Das abzurufende Gebiet kann durch die Angabe einer BoundingBox eingeschränkt werden (Minimum Spatial Filter, vgl. 4.4.5). Zusätzlich kann die maximale Anzahl der zurückzuliefernden Geoobjekte begrenzt werden („FeatureLimit“). Das Koordinatenreferenzsystem („SRS“) wird aus den QGIS-Projekteinstellungen übernommen und kann im Bedarfsfall durch den Nutzer überschrieben werden (vgl. Abb. 7.8). Für Adhoc Queries sind derzeit keine weitergehenden Filterkriterien vorgesehen.

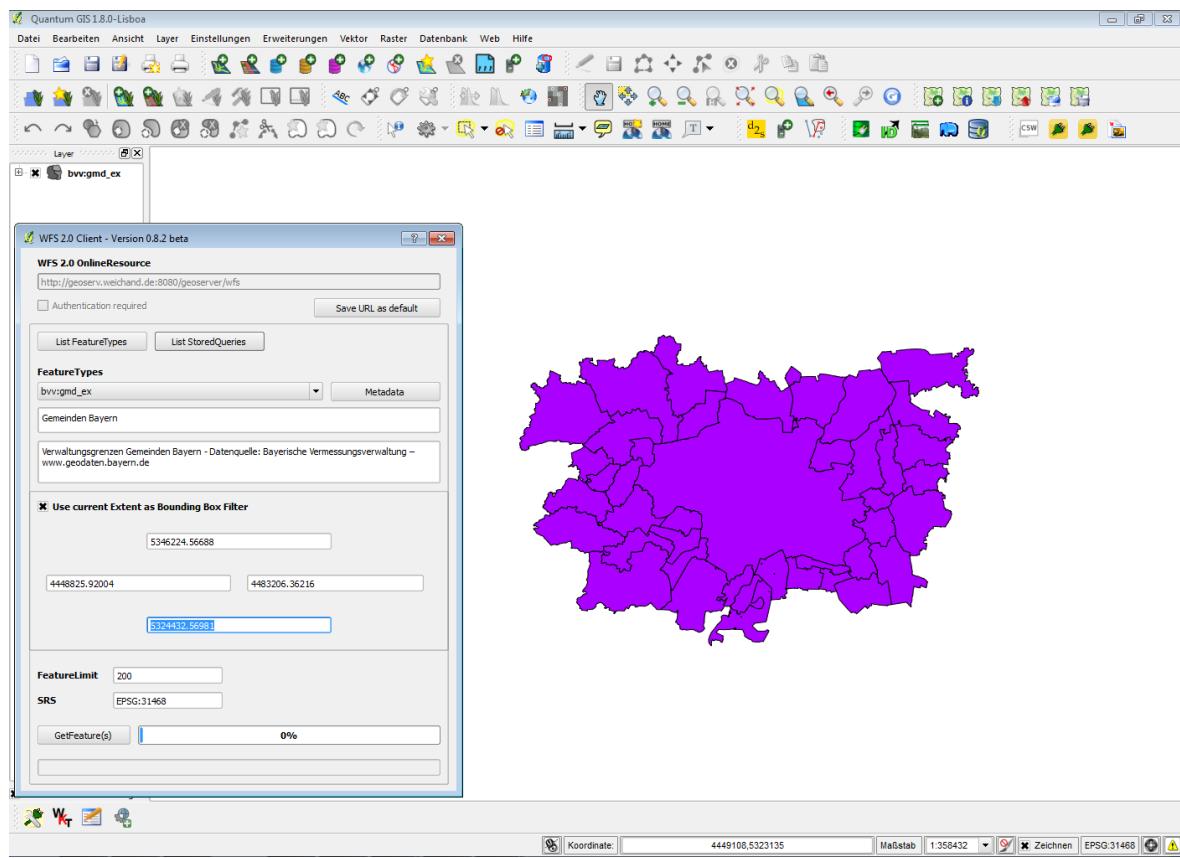


Abb. 7.8: QGIS WFS 2.0 Client – Adhoc Query (Minimum Spatial Filter) [Screenshot]

Abruf über Stored Query

Über die Schaltfläche „ListStoredQueries“ werden die zur Verfügung stehenden Stored Queries abgerufen. Titel und Beschreibung der aktuell gewählten Stored Query werden angezeigt. Das Plugin nutzt hierfür die DescribeStoredQueries-Operation, die im Gegensatz zur ListStoredQueries-Operation die vollständige Stored Query-Beschreibung zurückliefert. Die

Eingabeoberfläche wird entsprechend der vorhandenen Template-Parameter dynamisch angepasst (vgl. Abb. 7.9). Des Weiteren werden die Datentypen der Template-Parameter zur Validierung der Benutzereingaben eingesetzt.

Implementierte Validierungsregeln:

- Alle Felder müssen ausgefüllt sein (Eingabelänge ≥ 1).
- Die numerischen Datentypen xsd:int, xsd:integer, xsd:long, xsd:float und xsd:double werden auf ihre Gültigkeit geprüft.

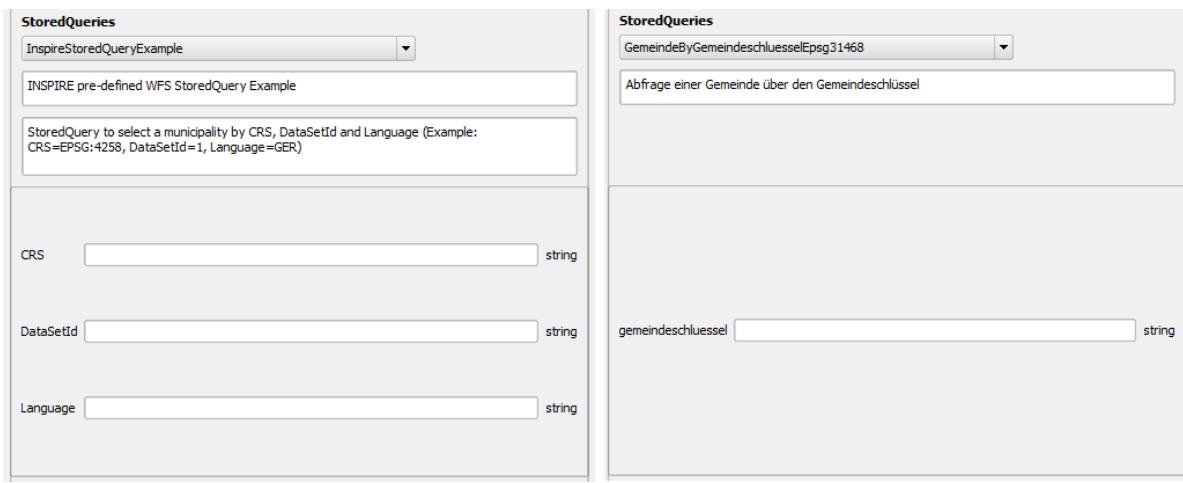


Abb. 7.9: QGIS WFS 2.0 Client – Stored Query [Screenshot]

7.2.4.2 Projektstruktur

In Tabelle 7.6 wird die Projektstruktur des WFS 2.0 Client-Plugins aufgeführt.

Tab. 7.6: Projektstruktur: WFS 2.0 Client

__init__.py	Startpunkt (Angabe der Main-Klasse)
iso19139jw.xsl	XSLT-Stylesheet für Metadaten-Viewer (vgl. 7.2.5)
metadata.txt	Metadaten über das Plugin
metadataclientdialog.py	Programmcode der Oberfläche für Metadaten-Viewer
ui_wfsclient.ui	Qt-Benutzeroberfläche WFS 2.0 Client
ui_metadataclient.ui	Qt-Benutzeroberfläche für Metadaten-Viewer
wfsclient.py	Programmcode für die Bereitstellung der Dialoge im QGIS-Menü
wfsclientdialog.py	Programmcode der Oberfläche WFS 2.0 Client
wfs20lib.py	Python Bibliothek für WFS 2.0 Funktionalität

Das Projekt steht als Git-Repositorium unter folgender URL zur Verfügung:

<https://github.com/JuergenWeichand/qgis-wfs20-client-plugin>

7.2.4.3 Entwicklungsperspektiven

Die für den INSPIRE Atom Client vorgestellten Entwicklungsperspektiven hinsichtlich Internationalisierung und Dienste-Verwaltung können analog auf den WFS 2.0 Client übertragen werden. Des Weiteren sind folgende Weiterentwicklungen von besonderer Bedeutung:

Koordinatenachsenreihenfolge

Der von QGIS eingesetzte OGR-Treiber (GDAL) erkennt die korrekte Reihenfolge der Koordinatenachsen selbstständig (vgl. 4.3.5). Im Falle von geographischen Koordinaten (z. B. urn:ogc:def:crs:EPSG::4326, urn:ogc:def:crs:EPSG::4258), die gemäß EPSG-Registry [EPSG] die Achsenreihenfolge Breite/Länge verwenden, erfolgt die Ausgabe der Daten standardmäßig in der Achsenreihenfolge Länge/Breite. Durch Ausgabe der Daten in der gebräuchlichen Achsenreihenfolge Länge/Breite soll eine korrekte Weiterverarbeitung gewährleistet werden [GDAL GML].

Diese automatisierte Invertierung der Achsenreihenfolge erfolgt jedoch nicht bei projizierten Koordinatensystemen. Im Falle des projizierten Koordinatensystems Gauß-Krüger 12° (urn:ogc:def:crs:EPSG::31468) erfolgt die Ausgabe der Daten gemäß EPSG-Registry und ohne Invertierung in der Achsenreihenfolge Hochwert/Rechtswert. Durch die vertauschte Achsenreihenfolge werden die Daten beim Import in QGIS an der Winkelhalbierenden des ersten Quadranten gespiegelt (vgl. Abb. 7.1).

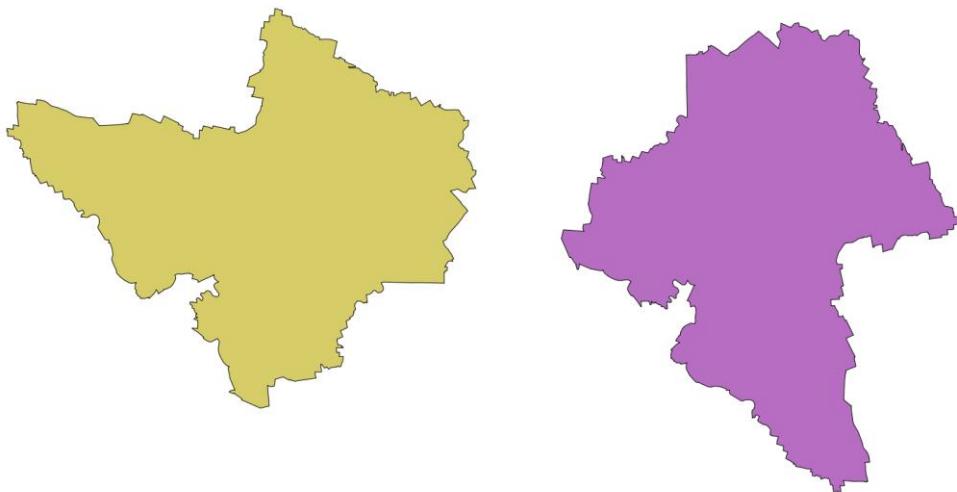


Abb. 7.10: Spiegelung an der Winkelhalbierenden [Eigene Darstellung]

Der OGR-Treiber sollte die Achsenreihenfolge von projizierten Koordinatensystemen bei Bedarf ebenfalls invertieren und somit einen korrekten Import der Daten in QGIS gewährleisten. Diesbezüglich wurde bereits eine Diskussion angestoßen [GDAL GML-DEV].

Aus diesem Grund nutzt das QGIS WFS 2.0 Client-Plugin vorläufig die in Kapitel 4.3.5 vorgestellte Konvention, um serverseitig die Achsenreihenfolge Länge/Breite bzw. Rechtswert/Hochwert zu erzwingen. Diese Konvention wird jedoch nicht von allen WFS 2.0 Serverprodukten unterstützt (vgl. 6.2.5).

Koordinatenreferenzsysteme

Der WFS 2.0 Client übernimmt für die WFS-Anfragen das Koordinatenreferenzsystem der QGIS-Projekteinstellungen, ohne die Vorgaben im Capabilities-Dokument zu berücksichtigen. Zudem kann das vorgeschlagene Koordinatenreferenzsystem durch den Nutzer im Bedarfsfall überschrieben werden. Die zur Verfügung stehenden Koordinatenreferenzsysteme sollten aus dem Capabilities-Dokument ermittelt und über ein Drop-Down zur Auswahl angeboten werden.

7.2.5 Metadaten-Viewer (ISO 19139)

In den bereitgestellten Plugins ist ein Metadaten-Viewer integriert, der die Anzeige von ISO-konformen Metadaten (ISO 19115 / ISO 19139) ermöglicht. Die Metadaten beschreiben die über die Downloaddienste bereitgestellten Geodatensätze.

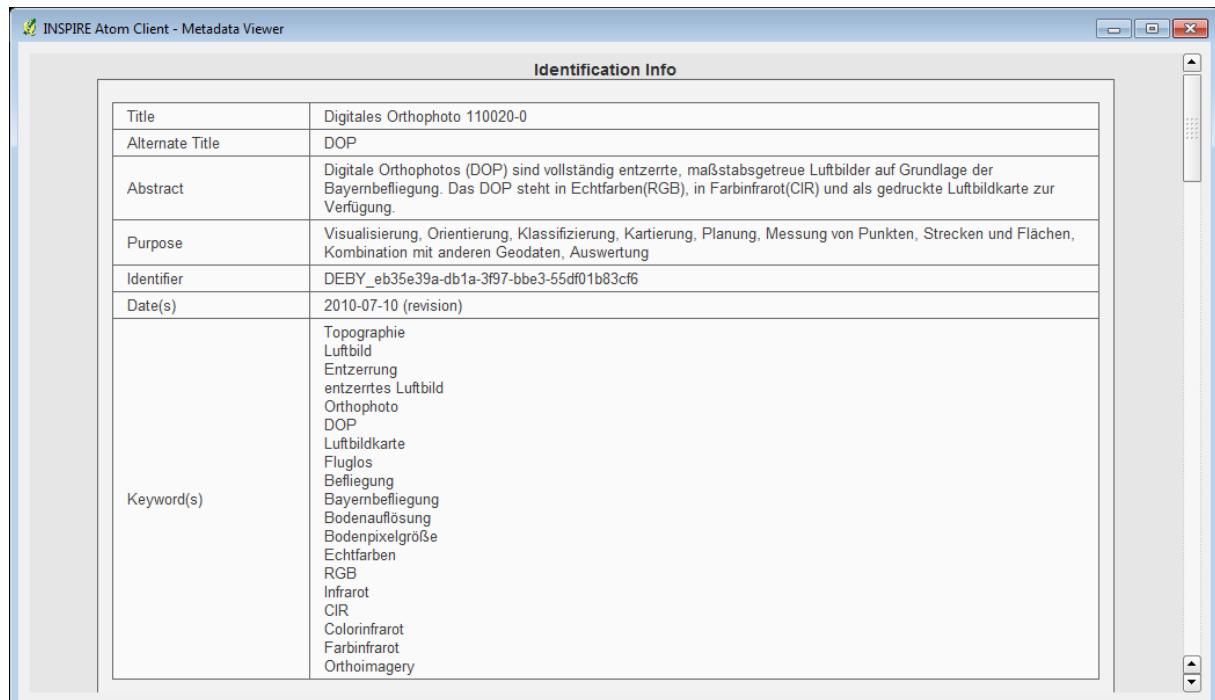


Abb. 7.11: QGIS INSPIRE Atom Client – Metadaten-Viewer [Screenshot]

Funktionsweise:

Die nach ISO 19139 codierten Metadaten werden über einen HTTP-Link oder eine CSW GetRecordById-Anfrage angefordert [WEI 2012 CSW]. Anschließend wird die erhaltene XML-Datei per XSL-Transformation in eine (X)HTML-Datei überführt (vgl. Abb. 7.12) und im QGIS integrierten Webbrowser angezeigt.

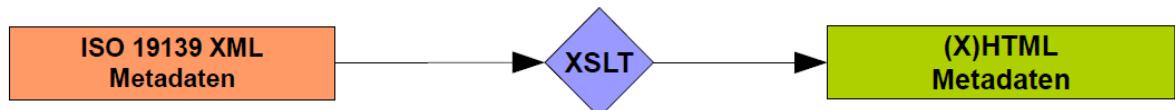


Abb. 7.12: XSLT von ISO 19139 XML nach (X)HTML [Eigene Darstellung]

Das implementierte XSL-Stylesheet (iso19115jw.xsl) steht in den Git-Repositorien der Plugins zur Verfügung (vgl. 7.2.3.2, 7.2.4.2).

7.3 Weitere Anwendungsmöglichkeiten von INSPIRE-Downloaddiensten

Das Anwendungsgebiet von INSPIRE-Downloaddiensten ist nicht auf klassische Desktop-GIS beschränkt. Im Geodatenmanagement können Downloaddienste zur Aktualisierung von lokalen Datenarchiven verwendet werden. Weiterhin können Downloaddienste in speziellen Fällen für Echtzeitanwendungen eingesetzt werden.

7.3.1 Aktualisierung von lokalen Datenarchiven über Pre-defined Atom

Das Atom Syndication Format (ASF) dient ursprünglich dem XML-basierten Austausch von Nachrichtenmeldungen (vgl. 4.1). Die von Nachrichten-Aggregatoren eingesammelten Meldungen werden entsprechend ihres Aktualisierungstags sortiert dargestellt (vgl. Abb. 7.13).

Aktuelles	
29.11.2012	BWV Energie-Atlas Bayern Version 2.0 veröffentlicht
29.11.2012	GDI-BY Energie-Atlas Bayern 2.0 steht zur Verfügung
23.11.2012	GDI-BY BayernAtlas mit E-Government Löwen der Bayerischen Staatsregierung ausgezeichnet
22.11.2012	BWV BayernAtlas gewinnt E-Government Löwen der Bayerischen Staatsregierung
16.11.2012	BWV Drehort LVG
Weitere [...]	

Abb. 7.13: Nachrichten-Aggregator – geoportal.bayern.de [Screenshot]

Im INSPIRE-Atom-Profil werden die Feed-Einträge (engl. „Feed-Entries“) zur Beschreibung von herunterladbaren Geodatensätzen verwendet (vgl. 5.1). Die besondere Bedeutung des Aktualisierungstags eines Feed-Eintrages kann genutzt werden, um die Aktualität eines Geodatensatzes zu überwachen. Das folgende fiktive Konsolenprogramm „atomarchivaktua-

lisierer“ dient der Aktualisierung von lokalen Datenarchiven über Pre-defined Atom-Downloaddienste.

Programmaufruf:

```
atomarchivaktualisierer  
-url="http://www.geodaten.bayern.de/inspire/dls/dop200.xml"  
-id="DEBY_97b67909-6167-392c-ac93-20d4c873c8a3"  
-crs="http://www.opengis.net/def/crs/EPSG/0/31468"
```

Programmablauf 1:

Die physikalischen Dateien des Datensatzes mit dem Identifikator „DEBY_97b67909-6167-392c-ac93-20d4c873c8a3“ (Digitales Orthophoto 109028-0 EPSG:31468) werden heruntergeladen und im lokalen Datenarchiv abgelegt. Zusätzlich wird das lokale Datenarchiv mit einem Zeitstempel versehen.

Programmablauf n:

Bei jedem weiteren Programmablauf wird überprüft, ob das im Feed-Eintrag angegebene Aktualisierungsdatum jünger ist, als der Zeitstempel des lokalen Datenarchivs. Ist das der Fall, wird der komplette Datensatz erneut heruntergeladen und das lokale Datenarchiv aktualisiert.

Das Programm könnte täglich über Nacht automatisiert gestartet werden. Am nächsten Tag würde den Anwendern stets das aktualisierte Datenarchiv zur Verfügung stehen.

7.3.2 Echtzeitanwendung von Pre-defined WFS

INSPIRE sieht Pre-defined WFS für das Herunterladen von vollständigen Geodatensätzen vor (vgl. 5.2.4). Unabhängig davon ermöglichen Stored Queries die vergleichsweise einfache Selektion von Geoobjekten, beispielsweise für die Verwendung in Webanwendungen. Die folgende Stored Query ermöglicht die Umkreissuche nach Gemeinden in Abhängigkeit der Template-Parameter „x“, „y“ und „radius“ (vgl. Beispiel 7.4, Beispiel 7.5, Abb. 7.14). Als Ausgabeformat wird das in Webanwendungen gängige GeoJSON-Format angefordert. Zusätzlich sollte die Anwendung den maximal zu berücksichtigenden Radius limitieren. Hierdurch wird eine geringe Antwortzeit und eine für Webanwendungen geeignete Treffermenge sichergestellt („Echtzeitanwendung“).

Beispiel 7.4: Stored Query GetFeature-Anfrage „Umkreissuche nach Gemeinden“

```
http://geoserv.weichand.de:8080/geoserver/wfs  
?service=WFS  
&request=GetFeature  
&version=2.0.0  
&StoredQuery\_ID=DWithinQuery  
&outputformat=json  
&x=4466510  
&y=5345899  
&radius=1000
```

Beispiel 7.5: Stored Query-Definition „Umkreissuche nach Gemeinden“

```
<wfs:StoredQueryDefinition id="DWithinQuery">
    <wfs:Title>Umkreissuche für Gemeinden (GK4)</wfs:Title>
    <!-- Definition Variablen -->
    <wfs:Parameter name="x" type="xsd:double" />
    <wfs:Parameter name="y" type="xsd:double" />
    <wfs:Parameter name="radius" type="xsd:double" />
    <wfs:QueryExpressionText returnFeatureTypes="bvv:gmd_ex"
        language="urn:ogc:def:queryLanguage:OGC-
            WFS::WFS_QueryExpression">
        <wfs:Query typeNames="bvv:gmd_ex" srsName="EPSG:31468"
            handle="Q01">
            <!-- Filter nach FES 2.0 -->
            <fes:Filter>
                <!-- Umkreissuche -->
                <fes:DWithin>
                    <!-- Räumlicher Bezug -->
                    <fes:ValueReference>
                        the_geom
                    </fes:ValueReference>
                    <!-- Referenzpunkt -->
                    <gml:Point gml:id="P1" srsName="EPSG:31468">
                        <gml:pos>${x} ${y}</gml:pos>
                    </gml:Point>
                    <!-- Distanz -->
                    <fes:Distance uom="m">
                        ${radius}
                    </fes:Distance>
                </fes:DWithin>
            </fes:Filter>
        </wfs:Query>
    </wfs:QueryExpressionText>
</wfs:StoredQueryDefinition>
```

Für die Verwendung der Query müssen die drei Template-Parameter mit Werten befüllt werden. Hierfür kann im Programmcode beispielsweise das folgende URL-Template vorgesehen

werden. Ein gültiger Request wird durch das Ersetzen der Zeichenketten \$RW\$, \$HW\$ und \$R\$ erreicht (vgl. Beispiel 7.6).

Beispiel 7.6: Stored Query URL-Template „Umkreissuche nach Gemeinden“

```
http://geoserv.weichand.de:8080/geoserver/wfs  
?service=WFS  
&request=GetFeature  
&version=2.0.0  
&StoredQuery\_ID=DWithinQuery  
&outputformat=json  
&x=\$RW\$  
&y=\$HW\$  
&radius=\$R\$
```

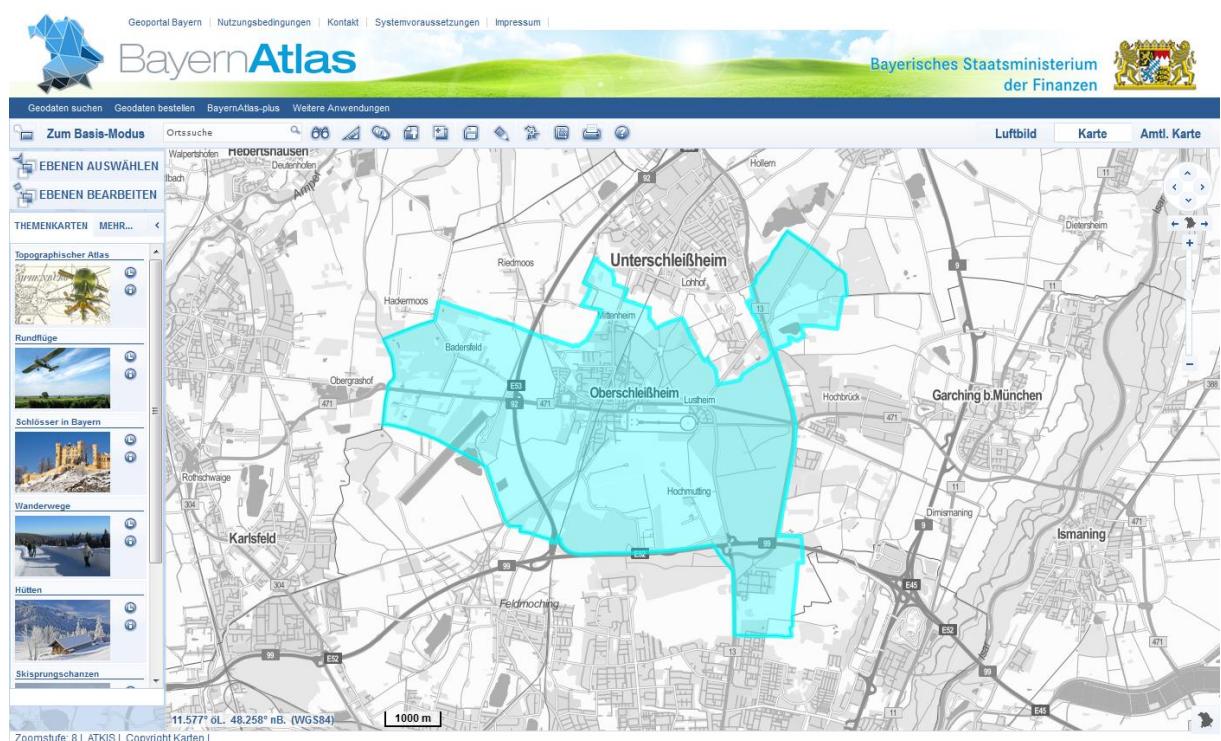


Abb. 7.14: Gemeindefläche Oberschleißheim – bayernatlas.de [Screenshot]

8. Zusammenfassung und Ausblick

Im Rahmen dieser Masterarbeit wurden die für INSPIRE-Downloaddienste relevanten rechtlichen Vorgaben (vgl. 3) und technischen Empfehlungen (vgl. 5) erörtert. Hierzu wurden zunächst die verwendeten Normen und Standards betrachtet (vgl. 4).

Anhand von Beispielimplementierungen der Umsetzungsvarianten Pre-defined Atom, Pre-defined WFS und Direct WFS wurden unterschiedliche Bereitstellungsprozesse, Bereitstellungsverfahren und Softwarelösungen evaluiert (vgl. 6).

Ferner wurden die bereitgestellten Beispieldienste zur Überprüfung der Interoperabilität zwischen bestehenden GIS-Clients und INSPIRE-Downloaddiensten eingesetzt. Zusätzlich wurde das freie Quantum GIS für die Nutzung von INSPIRE-Downloaddiensten durch Plugins erweitert (vgl. 7).

8.1 Zusammenfassung

Auf Grundlage der gewonnenen Erkenntnisse können die in der Einleitung gestellten Fragen wie folgt beantwortet werden:

Können INSPIRE-Downloaddienste – gemäß den rechtlichen Vorgaben und den technischen Empfehlungen – mit existierenden Softwarelösungen realisiert werden?

Die Realisierung von INSPIRE-Downloaddiensten ist mit bestehenden Softwarelösungen möglich. Pre-defined Atom-Downloaddienste sind durch die verwendeten Web-Standards einfach zu implementieren. Die Bereitstellung der benötigten Atom-Feeds kann automatisiert erfolgen und in bestehende Prozesse integriert werden. Hierfür stehen unterschiedliche Lösungsansätze und Werkzeuge zur Verfügung (vgl. 6.1). Das leichtgewichtige Konzept wird durch die benötigte OpenSearch-Schnittstelle verkompliziert (vgl. 5.1.2).

Für die auf WFS 2.0 basierenden Umsetzungsvarianten Pre-defined WFS und Direct WFS stehen bereits geeignete Serverprodukte zur Verfügung. Die Produkte müssen teilweise besser an die speziellen INSPIRE-Anforderungen angepasst werden, um sie „out-of-the-Box“ einsetzen zu können. Dies betrifft beispielsweise die Konfigurierbarkeit der INSPIRE-Capabilities-Erweiterungen (vgl. 5.2). Des Weiteren werden von einigen Produkten noch nicht alle von INSPIRE geforderten Konformitätsklassen implementiert (vgl. 6.2.5).

Welche Strategie sollten Datenanbieter bei der Bereitstellung von INSPIRE-Downloaddiensten verfolgen?

Basierend auf den Empfehlungen der aktuellen Technical Guidance [INSPIRE TG-DLS] sowie den Erkenntnissen dieser Arbeit können für die Bereitstellung von Rasterdateien, Rasterarchiven, Vektordateien und Vektorarchiven die in Tabelle 8.1 aufgeführten Umsetzungsvarianten empfohlen werden.

Tab. 8.1: Empfohlene Umsetzungsvarianten

Szenario	Empfohlene Umsetzungsvariante
Bereitstellung einzelner Rasterdateien	Realisierung als Pre-defined Atom <ul style="list-style-type: none"> Verlinkung auf statische Rasterdateien (z. B. GeoTIFF)
Bereitstellung von Rasterarchiven (Rasterdatenbank)	Realisierung als Pre-defined Atom <ul style="list-style-type: none"> Partitionierung des Rasterarchivs in Geodatensätze (vgl. 5.1.1) Verlinkung auf GetMap-Anfragen eines WMS (1.1.1, 1.3) oder Verlinkung auf GetCoverage-Anfragen eines WCS (1.0, 1.1, 2.0)
Bereitstellung einzelner Vektordateien	Realisierung als Pre-defined WFS und Direct WFS <ul style="list-style-type: none"> Bereitstellung eines WFS 2.0 auf Grundlage statischer Vektor-dateien mit oder ohne Geodatenbank <i>alternativ</i> Realisierung als Pre-defined Atom <ul style="list-style-type: none"> Verlinkung auf statische Vektordateien (z. B. GML, ESRI Shapefile)
Bereitstellung von Vektorarchiven (Geodatenbank)	Realisierung als Pre-defined WFS und Direct WFS <ul style="list-style-type: none"> Bereitstellung eines WFS 2.0 auf Grundlage der Geodatenbank

Die Entwicklung der Softwareprodukte für die Bereitstellung von INSPIRE-Downloaddiensten befindet sich in einem frühen Stadium. Daher sollten die Software-Architekturen der Datenanbieter einen möglichst flexiblen Austausch von Standardkomponenten vorsehen. Die in Tabelle 8.2 aufgeführte, beispielhafte Zukunftsstrategie orientiert sich an folgenden Rahmenbedingungen:

- Die Bereitstellung der INSPIRE-Downloaddienste erfolgt stufenweise (möglichst rudimentärer Einstieg).
- Die Bereitstellung der Geodaten in ihrem originären Datenmodell wird höher prioritisiert als die Bereitstellung der Geodaten im INSPIRE-Datenmodell.
- Die Bereitstellung der INSPIRE-Downloaddienste erfolgt auf Grundlage der aktuellen Technical Guidance [INSPIRE TG-DLS]. Potentielle Weiterentwicklungen des Technical Guidance-Dokuments (z. B. WCS 2.0) werden nicht berücksichtigt.

Tab. 8.2: Zukunftsstrategie: Bereitstellung von INSPIRE-Downloaddiensten

Zeitpunkt /-raum	Handlung
28.12.2012	Bereitstellung von INSPIRE-konformen, aber nicht interoperablen Downloaddiensten für die Themen aus Anhang I/II (bestehende Daten - vgl. 3.3) Rasterdaten werden über die Umsetzungsvariante Pre-defined Atom zur Verfügung gestellt (vgl. 5.1). Pre-defined Atom-Downloaddienste können zudem als Adapter genutzt werden, um existierende Dienste an die Anforderungen von INSPIRE anzupassen (vgl. 6.1.2.3). Vektordaten können in einfachen Feature-Modellen über WFS 2.0 bereitgestellt werden. Die Schemata der FeatureTypes werden hierbei automatisiert aus bestehenden Datenquellen abgeleitet (vgl. 6.2.2).
03.12.2013	Bereitstellung von INSPIRE-konformen, aber nicht interoperablen Downloaddiensten für die Themen aus Anhang III (bestehende Daten - vgl. 3.3)
2012-2017	Evaluierung von WFS 2.0 Serverprodukten für die Bereitstellung von Vektordaten in komplexen Feature-Modellen (vgl. 6.2.3) Folgende Produkt-Features können bei der Evaluierung berücksichtigt werden: <ul style="list-style-type: none"> • Automatisiertes Anlegen der benötigten Datenbankstruktur für ein beliebiges GML-Applikationsschema • Import von GML-Daten in die angelegte Datenbankstruktur (z. B. über WFS-T) • Objektrelationales Mapping auf bestehende Datenquellen • Performance bei komplexen Abfragen • Performance bei der Rekonstruktion von komplexen Features
2012-2017	Auswahl eines geeigneten WFS 2.0 Serverprodukts für die Bereitstellung von Vektordaten in komplexen Feature-Modellen
2012-2017	Bereitstellung von bestehenden Geodaten in komplexen Feature-Modellen über WFS 2.0 (INSPIRE-konformer, aber nicht interoperabler Downloaddienst)
2012-2017	Evaluierung von Softwareprodukten für Datenmodelltransformationen
2012-2017	Auswahl eines geeigneten Softwareprodukts für Datenmodelltransformationen
2012-2017	Datenmodelltransformation in die INSPIRE-Datenmodelle
23.11.2017	Bereitstellung von INSPIRE-konformen und interoperablen Downloaddiensten für die Themen aus Anhang I (vgl. 3.3)
10/2020	Bereitstellung von INSPIRE-konformen und interoperablen Downloaddiensten für die Themen aus Anhang II/III (vgl. 3.3)

Können INSPIRE-Downloaddienste in bestehenden Softwarelösungen genutzt werden?

Die in Kapitel 7 durchgeführten Untersuchungen haben gezeigt, dass die Nutzung von INSPIRE-Downloaddiensten in bestehenden GIS-Clients (Web-GIS, Desktop-GIS) kaum oder nicht uneingeschränkt möglich ist.

Trotz der eingesetzten Web-Standards können Pre-defined Atom-Downloaddienste in bestehenden GeoRSS-Clients nur eingeschränkt verwendet werden. Grund dafür ist die besondere Semantik des INSPIRE-Atom-Profil (vgl. 7.1.1). Des Weiteren wird der von den Umsetzungsvarianten Pre-defined WFS und Direct WFS verwendete WFS 2.0 Standard noch von wenigen Desktop-GIS unterstützt (vgl. 7.1.2).

Die im Rahmen dieser Masterarbeit entwickelten QGIS-Plugins ermöglichen die Nutzung von INSPIRE-Downloaddiensten im freien Geoinformationssystem Quantum GIS. Die Plugins stehen über die QGIS-Erweiterungsverwaltung zur Verfügung (vgl. Abb. 8.1) und werden über diese Arbeit hinaus weiter betreut.

2 records found						Click to toggle descriptions.	
Name	★	Download	Author	Stars (votes)	Stable	Exp.	
 INSPIRE Atom Client	—	1087	Juergen Weichand	 (1)	—	0.6.0	
 WFS 2.0 Client	—	5111	Juergen Weichand	 (6)	0.8.3	0.7.0	

Deprecated plugins are printed in red.

Abb. 8.1: Veröffentlichte QGIS-Plugins – plugins.qgis.org [Screenshot]

Ferner bestehen für INSPIRE-Downloaddienste potentielle Anwendungsmöglichkeiten außerhalb von GIS-Clients (vgl. 7.3).

8.2 Weiterer Evaluierungsbedarf

Im Bereich der INSPIRE-Downloaddienste besteht u. a. für folgende Problemstellungen weiterer Evaluierungsbedarf:

- Die WFS 2.0 Serverprodukte sollten hinsichtlich ihrer Performance untersucht werden („Benchmarking“). Insbesondere die Performance bei der Bereitstellung von Geodaten in komplexen Feature-Modellen kann sich aufgrund der unterschiedlichen Datenhaltungsmodi erheblich unterscheiden (vgl. 6.2.3).
- Für die Ermittlung der benötigten Hardware-Ressourcen sind praktische Tests notwendig. Hierbei sollten die Qualitätskriterien der Durchführungsbestimmung Netz-dienste [INSPIRE DB-ND] sowie die daraus abgeleiteten Testverfahren [GDI-DE DLS, S. 33] berücksichtigt werden. Weiterhin sollten die unterschiedlichen Umsetzungsvarianten hinsichtlich ihrer Eignung für Cloud-Architekturen evaluiert werden.

- Die Konformitätsklasse Basic WFS (vgl. 4.3.3) ermöglicht beliebig komplexe, durch den Anwender definierte Abfragen, die zu einer sehr hohen Systemlast führen können. Zudem sind durch komplexe Anfragen Angriffe auf das System denkbar. Die WFS 2.0 Serverprodukte sollten daher unabhängigen Penetrationstests unterzogen werden.

Folgende Sicherheitsmaßnahmen sind u. a. denkbar:

- Maximale Anzahl von gleichzeitigen Anfragen insgesamt
- Maximale Anzahl von gleichzeitigen Anfragen durch einen Nutzer
- Maximal zulässige Laufzeit (Timeout) der Abfrage an das Backend
- Maximal zulässige Laufzeit (Timeout) eines Anfrage-Prozesses (Threads)

8.3 Ausblick

Die vermeintliche Komplexität erscheint aktuell als das größte Hindernis bei der Entwicklung und Anwendung von INSPIRE-Downloaddiensten. Diese Arbeit hat jedoch gezeigt, dass die Bereitstellung von Downloaddiensten mit vertretbarem Einarbeitungsaufwand möglich ist. Aus diesem Grund ist der Aufbau von eigenem Know-How durch die Datenanbieter besonders wichtig. Das Know-How wird benötigt für:

- Die Evaluierung und Abnahme von Softwareprodukten
- Die Auswahl einer geeigneten IT-Architektur (z. B. klassisches Hosting, Cloud-Computing) sowie die Dimensionierung von Hardwareressourcen
- Die technische Entwicklung und Bereitstellung
- Die Entwicklung von geeigneten Produkten und Preismodellen
- Die Akquise und Beratung von (potentiellen) Anwendern

Neben dem Studium der gesetzlichen Vorgaben und technischen Empfehlungen, der Normen und Standards sowie den Handlungsempfehlungen der GDI-Koordinierungsstellen sind folgende Maßnahmen empfehlenswert:

- Teilnahme an Informationsveranstaltungen der GDI-Koordinierungsstellen
- Schulungen zu Normen und Standards für INSPIRE-Downloaddienste
- Schulungen zu Softwareprodukten für die Anwendung von Downloaddiensten
- Schulungen zu Softwareprodukten für die Bereitstellung von Downloaddiensten
- Entwicklung von Prototypdiensten
- Experimentieren und Probieren

Quellenverzeichnis

- [AdV BeTA07] CRS-EU: **Bundeseinheitliche Transformation für ATKIS**,
<http://www.crs-geo.eu/BeTA2007>, letzter Zugriff: 16.12.2012
- [Andrae et al. 2011] Andrae, C. et al.: **Web Portrayal Service**, Wichmann, Berlin, 2011
- [Atom] The Internet Engineering Task Force: **The Atom Syndication Format**,
<http://www.ietf.org/rfc/rfc4287.txt>, letzter Zugriff: 16.12.2012
- [Atom XSD] Stack Overflow: **Is there any defined atom syndication xml schema?**,
<http://stackoverflow.com/questions/446700/is-there-any-defined-atom-syndication-xml-schema>, letzter Zugriff: 21.12.2012
- [BILL 2010] Bill R.: **Grundlagen der Geo-Informationssysteme**, Wichmann, Berlin, 2010
- [Brinkhoff 2008] Brinkhoff, T.: **Dimensionally Extended 9-Intersection Model**,
<http://www.fergi.uni-osnabrueck.de/module/geodstd/inhalt/8/10.html>,
letzter Zugriff: 21.12.2012
- [BVV] Bayerische Vermessungsverwaltung: **Geodaten Bayern**,
<http://www.geodaten.bayern.de>, letzter Zugriff: 16.12.2012
- [BVV BayernAtlas] Bayerische Vermessungsverwaltung: **BayernAtlas**,
<http://www.bayernatlas.de>, letzter Zugriff: 16.12.2012
- [BVV NAS] Bayerische Vermessungsverwaltung: **ALKIS**,
http://www.vermessung.bayern.de/geobasis_lvg/ALKIS.html,
letzter Zugriff: 19.12.2012
- [BVV NTv2] Bayerische Vermessungsverwaltung: **SAPOS-Transformation**,
<https://sapos.bayern.de/tminfo.php>, letzter Zugriff: 19.12.2012
- [BVV OpenData] Bayerische Vermessungsverwaltung: **OpenData**,
<http://www.vermessung.bayern.de/opendata>, letzter Zugriff: 16.12.2012
- [camp2camp] camp2camp: **Service Web du Geoportail français v3 et QGIS**,
<http://www.camp2camp.com/fr/blog/2012/09/service-web-du-geoportail-v3-et-qgis/>, letzter Zugriff: 16.12.2012
- [deegree] deegree: **state-of-the-art open source geospatial web services**,
<http://www.deegree.org/>, letzter Zugriff: 19.12.2012
- [deegree CRS] deegree Wiki: **deegree3 developer team meeting 2010-03-24**,
<http://wiki.deegree.org/deegreeWiki/deegree3/DeveloperMeeting/2010/deegree3Developer20100323#CRS/>, letzter Zugriff: 21.12.2012

- [deegree inspireNode] deegree Wiki: **Professional processing and visualisation of INSPIRE Data Themes**, <http://wiki.deegree.org/deegreeWiki/InspireNode/>, letzter Zugriff: 21.12.2012
- [EPSG] **EPSG: Geodetic Parameter Registry**, <http://www.epsg-registry.org>, letzter Zugriff: 21.12.2012
- [ESRI ArcGIS WFS] **ESRI: Working with WFS services**, http://resources.arcgis.com/en/help/main/10.1/index.html#/Working_with_WFS_services/0037000000m00000/, letzter Zugriff: 29.11.2012
- [Fichtinger 2012] Fichtinger, A.: **INSPIRE eine Einführung**, in: Schilcher, M. (Hrsg.), INSPIRE-GMES-Informationsbroschüre, München, 2012, Seite 1-3, http://www.rtg.bv.tum.de/images/stories/downloads/projektarbeit/projekte_topaktuell/INSPIREGMES/INSPIRE-GMES-Broschuere_V7_de.pdf, letzter Zugriff: 16.12.2012
- [Fitzke 2012] Fitzke, J.: **INSPIRE-Download- und View-Services**, in: Schilcher, M. (Hrsg.), INSPIRE-GMES-Informationsbroschüre, München, 2012, Seite 19-21, http://www.rtg.bv.tum.de/images/stories/downloads/projektarbeit/projekte_topaktuell/INSPIREGMES/INSPIRE-GMES-Broschuere_V7_de.pdf, letzter Zugriff: 16.12.2012
- [FME] Safe Software: **FME Reader and Writer for GeoRSS**, http://cdn.safe.com/resources/technical-briefs/GeoRSS_Tech_Brief.pdf, letzter Zugriff: 21.12.2012
- [GDAL] **GDAL: Geospatial Data Abstraction Library**, <http://www.gdal.org/>, letzter Zugriff: 16.12.2012
- [GDAL GML] **GDAL: GML - Geography Markup Language**, http://www.gdal.org/ogr/driv_gml.html, letzter Zugriff: 21.12.2012
- [GDAL GML-DEV] GDAL Mailing List: **OGR-Driver GML axis order handling**, <http://lists.osgeo.org/pipermail/gdal-dev/2012-December/034970.html>, letzter Zugriff: 21.12.2012
- [GDI-BY MD] Geschäftsstelle GDI-BY: **Metadaten Erfassungsanleitung**, <https://wiki.gdi-de.org/display/by/Dokumente/>, letzter Zugriff: 19.12.2012
- [GDI-BY WFS] Geschäftsstelle GDI-BY: **Leitfaden Web Feature Service**, in Vorbereitung

[GDI-DE DLS]	Geodateninfrastruktur Deutschland, AK-Geodienste: Handlungsempfehlungen für die Bereitstellung von INSPIRE konformen Downloaddiensten , Version 1.0, 2012, http://www.geoportal.de/SharedDocs/Downloads/DE/GDI-DE/Handlungsempfehlungen_INSPIRE_Downloaddienste.pdf , letzter Zugriff: 19.12.2012
[GDI-DE MD]	Geodateninfrastruktur Deutschland, AK Metadaten; PG Geodatenkatalog-DE: Konventionen zu Metadaten der GDI-DE , http://www.geoportal.de/SharedDocs/Downloads/DE/GDI-DE/GDI-DE%20Konventionen%20zu%20Metadaten.pdf , letzter Zugriff: 19.12.2012
[GDI-DE TS]	Geodateninfrastruktur Deutschland: Testsuite , http://testsuite.gdi-de.org/gdi/ , letzter Zugriff: 19.12.2012
[GDI-DE VS]	Geodateninfrastruktur Deutschland, AK-Geodienste: Handlungsempfehlungen für die Bereitstellung von INSPIRE konformen Darstellungsdiensten , Version 1.0, 2011, http://www.geoportal.de/SharedDocs/Downloads/DE/GDI-DE/Handlungsempfehlungen_INSPIRE_Darstellungsdienste.pdf , letzter Zugriff 19.12.2012
[GeoKettle]	Spatialitics: GeoKettle Spatialitics.org ETL-Tool , http://www.spatialitics.org/projects/geokettle/ , letzter Zugriff: 16.12.2012
[GeoNetwork]	GeoNetwork: GeoNetwork OpenSource , http://geonetwork-opensource.org , letzter Zugriff: 16.12.2012
[GeoNetwork Atom]	GeoNetwork Trac: Add Support for Inspire Download Service As Atom Feed , http://trac.osgeo.org/geonetwork/wiki/proposals/InspireDownloadServiceAsAtom , letzter Zugriff 16.12.2012
[Geoportal Bayern]	Geodateninfrastruktur Bayern: Geoportal Bayern , http://geoportal.bayern.de , letzter Zugriff: 03.01.2013
[Geoportal RLP]	Geodateninfrastruktur Rheinland-Pfalz: Geoportal RLP - INSPIRE Download Service ATOM Feed Client , http://www.geoportal.rlp.de/mapbender/plugins(mb_downloadFeedClient.php , letzter Zugriff: 03.01.2013
[GeoRSS]	GeoRSS Wiki: GeoRSS , http://georss.org/Main_Page , letzter Zugriff: 16.12.2012
[GEOS 2.2]	GeoServer Blog: GeoServer 2.2 Released , http://blog.geoserver.org/2012/09/21/geoserver-2-2-released/ , letzter Zugriff: 16.12.2012

- [GEOS AS] GeoServer User Manual: **Working with Application Schemas**,
<http://docs.geoserver.org/stable/en/user/data/app-schema/complex-features.html>, letzter Zugriff: 16.12.2012
- [GEOS INS] GeoServer Mailing List: **GeoServer 2.2 INSPIRE Download Service compatibility**, <http://osgeo-org.1560.n6.nabble.com/GeoServer-2-2-INSPIRE-Download-Service-compatibility-td5008259.html>, letzter Zugriff: 19.12.2012
- [GEOS JIRA] GeoServer Issues: **GeoServer Summary**,
<https://jira.codehaus.org/browse/GEOS/>, letzter Zugriff: 03.01.2013
- [GEOS NTv2] GeoServer User Manual: **Add Grid Shift Transform files**,
<http://docs.geoserver.org/stable/en/user/advanced/crshandling/coordtransforms.html#add-grid-shift-transform-files>, letzter Zugriff: 19.12.2012
- [GEOS SRS] GeoServer User Manual: **Axis ordering**,
<http://docs.geoserver.org/stable/en/user/services/wfs/basics.html#axis-ordering>, letzter Zugriff: 19.12.2012
- [GNU GPL] GNU: **General Public License 3.0**,
<http://www.gnu.org/licenses/gpl-3.0>, letzter Zugriff: 21.12.2012
- [Google Maps] Google: **Google Maps**,
<http://maps.google.de>, letzter Zugriff: 16.12.2012
- [heise] heise online: **Newsticker**,
<http://www.heise.de/newsticker/>, letzter Zugriff: 16.12.2012
- [Hogrebe 2011] Hogrebe, D.: **Status der INSPIRE Umsetzung in Deutschland**,
http://www.geoportal.de/SharedDocs/Downloads/DE/GDI-DE/Vortraege/Infoveranstaltung_INSPIRE_2011/Vortrag_Hogrebe_Status_INSPIRE.pdf, letzter Zugriff: 19.12.2012
- [INSPIRE DB-IGD] Europäische Kommission: **Verordnung (EG) Nr. 1089/2010 der Kommission vom 23. November 2010 zur Durchführung der Richtlinie 2007/2/EG des Europäischen Parlaments und des Rates hinsichtlich der Interoperabilität von Geodatensätzen und -diensten**, Konsolidierte Fassung, 2010/2011,
<http://eur-lex.europa.eu/LexUriServ/LexUriServ.do?uri=CONSLEG:2010R1089:20110225:DE:HTML>, letzter Zugriff: 03.01.2013
- [INSPIRE DB-ND] Europäische Kommission: **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**, Konsolidierte Fassung, 2009/2010,
<http://eur-lex.europa.eu/LexUriServ/LexUriServ.do?uri=CONSLEG:2009R0976:20101228:DE:HTML>, letzter Zugriff: 03.01.2013

- [INSPIRE NSA] Network Services Drafting Team: **INSPIRE Network Services Architecture**, Version 3.0, 2008, http://inspire.jrc.ec.europa.eu/reports/ImplementingRules/network/D3_5_INSPIRE_NS_Architecture_v3-0.pdf, letzter Zugriff: 16.12.2012
- [INSPIRE RL] Europäisches Parlament und Rat: **Richtlinie 2007/2/EG des Europäischen Parlaments und des Rates vom 14. März 2007 zur Schaffung einer Geodateninfrastruktur in der Europäischen Gemeinschaft (INSPIRE)**, 2007, <http://eur-lex.europa.eu/LexUriServ/LexUriServ.do?uri=OJ:L:2007:108:001:01:DE:HTML>, letzter Zugriff: 16.12.2012
- [INSPIRE TG-DLS] Initial Operating Capability Task Force: **Technical Guidance for the implementation of INSPIRE Download Services**, Version 3.0, 2012, http://inspire.jrc.ec.europa.eu/documents/Network_Services/Technical_Guidance_Download_Services_3.0.pdf, letzter Zugriff: 03.01.2013
- [INSPIRE TG-MD] Drafting Team Metadata; European Commission Joint Research Centre: **INSPIRE Metadata Implementing Rules: Technical Guidelines based on EN ISO 19115 and EN ISO 19119**, Version 1.2, 2010, http://inspire.jrc.ec.europa.eu/documents/Metadata/INSPIRE_MD_IR_and_ISO_v1_2_20100616.pdf, letzter Zugriff: 03.01.2013
- [INSPIRE TG-VS] Initial Operating Capability Task Force: **Technical Guidance for the implementation of INSPIRE View Services**, Version 3.1, 2011, http://inspire.jrc.ec.europa.eu/documents/Network_Services/TechnicalGuidance_ViewServices_v3.1.pdf, letzter Zugriff: 03.01.2013
- [ISO 19115] International Organization for Standardization (ISO): **Geographic information – Metadata**, 2003, http://www.iso.org/iso/catalogue_detail.htm?csnumber=26020, letzter Zugriff: 16.12.2012
- [ISO 19119] International Organization for Standardization (ISO): **Geographic information – Services**, 2005, http://www.iso.org/iso/catalogue_detail.htm?csnumber=39890, letzter Zugriff: 16.12.2012
- [ISO 19136] International Organization for Standardization (ISO): **Geographic information – Geography Markup Language (GML)**, 2007, http://www.iso.org/iso/catalogue_detail.htm?csnumber=32554, letzter Zugriff: 16.12.2012
- [ISO 19139] International Organization for Standardization (ISO): **Geographic information – Metadata - XML schema implementation**, 2007, http://www.iso.org/iso/catalogue_detail.htm?csnumber=32557, letzter Zugriff: 16.12.2012

[ISO 19142]	International Organization for Standardization (ISO): Geographic information – Web Feature Service , 2010, http://www.iso.org/iso/catalogue_detail.htm?csnumber=42136 , letzter Zugriff: 16.12.2012
[ISO 19143]	International Organization for Standardization (ISO): Geographic information – Filter encoding , 2010, http://www.iso.org/iso/catalogue_detail.htm?csnumber=42137 , letzter Zugriff: 16.12.2012
[Mapbender]	Mapbender Wiki: Mapbender , http://www.mapbender.org/Mapbender_Wiki , letzter Zugriff: 28.12.2012
[Mitchell et. al 2008]	Mitchell, T.; Emde, A.; Christl, A.: Web-Mapping mit Open Source-GIS-Tools , O'Reilly, Köln, 2008
[Neumann 2012]	Neumann, A.: QuantumGIS (QGIS) , gis.BUSINESS, 4/2012, Seite 52-57
[OGC CSW]	Open Geospatial Consortium Inc. (OGC): OpenGIS Catalogue Services Specification , OGC 07-006r1, Version 2.0.2 Corrigendum 2, 2007, http://portal.opengeospatial.org/files/?artifact_id=20555 , letzter Zugriff: 19.12.2012
[OGC CSW ebRIM]	Open Geospatial Consortium Inc. (OGC): CSW-ebRIM Registry Service - Part 1: ebRIM profile of CSW , OGC 07-110r4, Version 1.0.1 Corrigendum 1, 2009, http://portal.opengeospatial.org/files/?artifact_id=31137 , letzter Zugriff: 19.12.2012
[OGC FES]	Open Geospatial Consortium Inc. (OGC): OpenGIS Filter Encoding 2.0 Encoding Standard , OGC 09-026r1, Version 2.0.0, 2010, http://portal.opengeospatial.org/files/?artifact_id=39968 , letzter Zugriff: 19.12.2012
[OGC GML]	Open Geospatial Consortium Inc. (OGC): OpenGIS Geography Markup Language (GML) Encoding Standard , OGC 07-036, Version 3.2.1, 2007, http://portal.opengeospatial.org/files/?artifact_id=20509 , letzter Zugriff: 19.12.2012
[OGC GML SF]	Open Geospatial Consortium Inc. (OGC): Geography Markup Language (GML) simple features profile , OGC 10-100r3, Version 2.0, 2012, http://portal.opengeospatial.org/files/?artifact_id=42729 , letzter Zugriff: 19.12.2012
[OGC IS]	Open Geospatial Consortium Inc. (OGC): Implementations by Specification, OpenGIS Web Feature Service 2.0 Interface Standard , http://www.opengeospatial.org/resource/products/byspec/?specid=442 , letzter Zugriff: 19.12.2012

[OGC OWS]	Open Geospatial Consortium Inc. (OGC): OGC Web Services Common Standard , OGC 06-121r9, Version 2.0.0, 2010, http://portal.opengeospatial.org/files/?artifact_id=38867 , letzter Zugriff: 19.12.2012
[OGC SFS]	Open Geospatial Consortium Inc. (OGC): OpenGIS Implementation Standard for Geographic information - Simple feature access - Part 1: Common architecture , OGC 06-103r4, Version 1.2.1, 2011, http://portal.opengeospatial.org/files/?artifact_id=25355 , letzter Zugriff: 19.12.2012
[OGC WFS]	Open Geospatial Consortium Inc. (OGC): OpenGIS Web Feature Service 2.0 Interface Standard , OGC 09-025r1, Version 2.0.0, 2010, http://portal.opengeospatial.org/files/?artifact_id=39967 , letzter Zugriff: 16.12.2012
[OL FAQ]	OpenLayers Trac: FAQ - Vector Related Questions , http://trac.osgeo.org/openlayers/wiki/FrequentlyAskedQuestions#WhatisthemaximumnumberofCoordinatesFeaturesIcandrawwithaVectorlayer , letzter Zugriff: 19.12.2012
[OL WFS]	OpenLayers Examples: WFS GetFeature Example (GeoServer) , http://openlayers.org/dev/examples/getfeature-wfs.html , letzter Zugriff: 19.12.2012
[OpenSearch]	A9: OpenSearch , http://www.opensearch.org/Home , letzter Zugriff: 19.12.2012
[PROJ]	PROJ.4: Cartographic Projections Library , http://trac.osgeo.org/proj/ , letzter Zugriff: 19.12.2012
[QGIS]	QGIS: Quantum GIS Projekt , http://qgis.org/de , letzter Zugriff: 19.12.2012
[QGIS API]	QGIS: Quantum GIS API Documentation , http://qgis.org/api/ , letzter Zugriff: 19.12.2012
[QGIS i18n]	QGIS Wiki: What you need for translating the GUI , http://hub.qgis.org/wiki/quantum-gis/HowToTranslateQGIS , letzter Zugriff: 19.12.2012
[QGIS Plugins]	Quantum GIS Plugin Repository: QGIS Plugins list , http://plugins.qgis.org/plugins/ , letzter Zugriff: 19.12.2012
[QGIS PyQGIS]	PyQGIS documentation: Introduction , http://www.qgis.org/pyqgis-cookbook/intro.html , letzter Zugriff: 19.12.2012

- [QGIS Workshop] QGIS Workshop: **Tutorial – Building A Simple Plugin**,
http://www.qgisworkshop.org/html/workshop/plugins_tutorial.html,
letzter Zugriff: 19.12.2012
- [Qt Project] Qt Project: **Homepage**,
<http://qt-project.org/>, letzter Zugriff: 19.12.2012
- [Qt PyQt] Riverbank, **What is PyQt?**,
<http://www.riverbankcomputing.co.uk/software/pyqt/intro>,
letzter Zugriff: 19.12.2012
- [Retterath 2012] Retterath, A.: **INSPIRE-Downloaddienste mit Mapbender 2**, in: WhereGroup GmbH & Co. KG (Hrsg.), WhereGroup Infobrief 3/2012, Bonn, 2012, Seite 9-11, http://www.wheringroup.com/sites/default/files/Infobrief_3_2012.pdf,
letzter Zugriff: 19.12.2012
- [ROME] ROME Tools: **Welcome to ROME**,
<https://rometools.jira.com/wiki/display/ROME/Home>,
letzter Zugriff: 19.12.2012
- [ROME GeoRSS] ROME Tools: **GeoRSS ROME Plugin**,
<https://rometools.jira.com/wiki/display/MODULES/GeoRSS>,
letzter Zugriff: 16.12.2012
- [ROME Modul] Pal, S.: **Custom Modules with ROME**,
<http://sujitpal.blogspot.de/2007/10/custom-modules-with-rome.html>,
letzter Zugriff: 19.12.2012
- [Sanders et al. 2011] Sanders, M.; Weichand, J.: **Geoportal Bayern - Tor zur Welt der Geodaten**,
in: DVW-Bayern e. V. (Hrsg.), Mitteilungen des DVW-Bayern e. V. 3/2011,
München, 2011, Seite 215-225,
http://www.dvw-bayern.de/UserFiles/File/Veroeffentlichungen/Mitteilungen/2011_3/sanders.pdf, letzter Zugriff: 19.12.2012
- [Schneider et al. 2012] Schneider, M.; Fitzke, J: **Professionelle Implementierung der INSPIRE Data Themes mit Open Source-Technologien**, in: Schilcher M. (Hrsg.),
Geoinformationssysteme - Beiträge zum 16. Münchner Fortbildungsseminar,
München, 2012, Seite 134-144
- [Seifert 2006] Seifert, M.: **INSPIRE Geodaten für Europa**,
http://www.geobranchen.de/images/produkte/GEOdownloads/seifert_inspire.pdf, 2006, letzter Zugriff: 19.12.2012
- [SFL WFS] Snowflake Software Wiki: **GO Publisher WFS Documentation**,
<http://wiki.snowflakesoftware.com/display/GP21DOC/GO+Publisher+WFS+Documentation>, letzter Zugriff: 19.12.2012

- [SFL XPath] Snowflake Software Wiki: **Using the optional Schema-Element() XPath function within TYPENAMES**,
<http://wiki.snowflakesoftware.com/display/GP21DOC/Types+clause>, letzter Zugriff: 19.12.2012
- [Turton 2007] Turton, I.: **Lesson 6: Geographic Markup Language**,
<https://courseware.e-education.psu.edu/courses/geog585/content/lesson06/5.html>, letzter Zugriff: 28.12.2012
- [UMN WFS] MapServer Trac: **WFS 2.0**,
<http://trac.osgeo.org/mapserver/wiki/WFS2.0>, letzter Zugriff: 28.12.2012
- [UrlRewriteFilter] UrlRewriteFilter: **Rewrite URL's in Java Web Application Servers**,
<http://tuckey.org/urlrewrite/>, letzter Zugriff: 19.12.2012
- [WEI] Weichand, J.: **geoinformatik blog**,
<http://www.weichand.de>, letzter Zugriff: 19.12.2012
- [WEI 2010] Weichand, J.: **Metadatenrecherche im Geoportal Bayern**, in: Karcher, A.; Reinhardt, W. (Hrsg.), 12. Seminar GIS & Internet, München, 2010
- [WEI 2011 WFS] Weichand, J.: **Grundlagen Web Feature Service (WFS) 2.0**,
<http://www.weichand.de/2011/11/30/grundlagen-web-feature-service-wfs-2-0/>, letzter Zugriff: 19.12.2012
- [WEI 2012 CSW] Weichand, J.: **Grundlagen Catalogue Service Web (CSW) 2.0.2**,
<http://www.weichand.de/2012/03/24/grundlagen-catalogue-service-web-csw-2-0-2/>, letzter Zugriff: 19.11.2012
- [Wiki OS] Wikipedia: **OpenSearch-Beschreibungsdatei der Wikipedia Enzyklopädie**,
http://de.wikipedia.org/w/opensearch_desc.php, letzter Zugriff: 28.12.2012
- [ZDNet 2012] ZDNet: **Besser surfen: Aktuelle Browser im Performancetest**,
<http://www.zdnet.de/41560104/besser-surfen-aktuelle-browser-im-performancetest/>, letzter Zugriff: 28.12.2012

Anlage A: CD-ROM zur Masterarbeit

Verzeichnis	Inhalt
\Beispiele\	Beispiele Kapitel 4-7
\Dokumente\Masterarbeit_Weichand.pdf	Masterarbeit PDF-Dokument
\Quellcode\simple-inspire-opensearch-example\	OpenSearch-Schnittstelle (Java-Servlet)
\Quellcode\qgis-inspire-atom-client-plugin\	QGIS INSPIRE Atom Client-Plugin (0.6.0)
\Quellcode\qgis-wfs20-client-plugin\	QGIS WFS 2.0 Client-Plugin (0.8.3)