

TECHNISCHE UNIVERSITÄT MÜNCHEN

Institut für Geodäsie, GIS und Landmanagement

Fachgebiet Geoinformationssysteme

**Semantische Transformation im Kontext von INSPIRE  
- dargestellt am Beispiel der grenzüberschreitenden Bodenseeregion**

Astrid Helen Fichtinger

Vollständiger Abdruck der von der Fakultät für Bauingenieur- und Vermessungswesen der Technischen Universität München zur Erlangung des akademischen Grades eines  
Doktors der Naturwissenschaften (Dr. rer. nat.)  
genehmigten Dissertation.

Vorsitzende: Univ.-Prof. Dr.-Ing. Liqiu Meng

Prüfer der Dissertation:

1. Univ.-Prof. Dr.-Ing. Matthäus Schilcher
2. Univ.-Prof. Dr. rer. pol. Klaus Greve,  
Rheinische Friedrich-Wilhelms-Universität Bonn
3. Univ.-Prof. Dr.-Ing. Alessandro Carosio (em.),  
Eidgenössische Technische Hochschule Zürich / Schweiz

Die Dissertation wurde am 22.06.2011 bei der Technischen Universität München eingereicht und durch die Fakultät für Bauingenieur- und Vermessungswesen am 31.08.2011 angenommen.



## Zusammenfassung

Die Kombination von verteilten, heterogenen Geodaten über die Grenzen von Geoinformationssystemen und Ländern hinweg ist eine Grundvoraussetzung für die effiziente Bearbeitung grenzüberschreitender räumlicher Fragestellungen, beispielsweise im Planungs- und Umweltbereich. Auf europäischer Ebene soll die gemeinsame Nutzung von Daten aus den EU-Mitgliedstaaten durch den Aufbau einer Geodateninfrastruktur erleichtert werden. Die zu diesem Zweck erlassene INSPIRE-Richtlinie verpflichtet die Mitgliedstaaten, Geodaten zu einer Reihe von Themen konform zu europaweit einheitlichen Datenmodellen abzugeben, damit sie auf inhaltlich kohärente Art und Weise kombiniert werden können. Dies stellt betroffene Datenanbieter (z.B. aus der öffentlichen Verwaltung) vor die Herausforderung, Daten aus ihren originären Datenmodellen über semantische Transformationen in die INSPIRE-Datenmodelle zu überführen.

Im Geoinformationsbereich ist semantische Transformation Gegenstand aktueller Forschung. Es existiert eine Reihe von prototypischen Ansätzen, in denen unterschiedliche Abbildungssprachen und Transformationswerkzeuge verwendet werden und die Abbildungen auf unterschiedlichen Ebenen (z.B. konzeptuelle Schemata, Transferformatschemata oder Transferformate) definiert werden. International gültige Standards gibt es in diesem Bereich bisher nicht.

Die vorliegende Arbeit leistet einen Beitrag zum besseren Verständnis der Herausforderungen und potentiellen Lösungen für semantische Transformationen im Kontext von INSPIRE. Am Beispiel topographischer Geobasisdaten aus digitalen Landschaftsmodellen der grenzüberschreitenden Bodensee-region (Deutschland – Österreich – Schweiz) wird die Heterogenität zwischen den Quelldatenmodellen und dem Zieldatenmodell aus der INSPIRE-Datenspezifikation für Gewässernetze analysiert und detailliert beschrieben. Daraus werden Anforderungen bzgl. der benötigten Transformationsfunktionalität abgeleitet. Basierend darauf werden bestehende Ansätze zur semantischen Transformation empirisch erprobt, verglichen und evaluiert. In den Anwendungsfällen der Arbeit konnte die prinzipielle Machbarkeit aber auch die Komplexität und die Grenzen der Erstellung von Abbildungen zwischen den auf den Quell- und Zielmodellen basierenden Schemata aufgezeigt werden. Die Vollständigkeit der Abbildungen wird hauptsächlich durch fehlende Informationen in den Quellschemata aber auch durch die Heterogenität der Schemata und – in geringem Umfang – durch fehlende Transformationsfunktionen eingeschränkt. Die Heterogenität ist v.a. durch die Verwendung unterschiedlicher Schemasprachen (bzw. Profilen und Versionen dieser), durch Unterschiede bei der Abgrenzung und Definition von Objekten, durch unterschiedliche Informationsumfänge und -tiefen sowie durch unterschiedliche Geometriemodelle bedingt. Im Kontext von INSPIRE ist europaweit mit einer vergleichbaren Ausgangssituation zu rechnen.

Der wissenschaftliche Beitrag der Arbeit liegt v.a. in der Erarbeitung von Klassifikationen, die eine systematische Beschreibung der Art der Heterogenität, der Art und Multiplizität der Korrespondenz zwischen Elementen in den Schemata sowie der benötigten Transformationsfunktionen in abstrakter Form ermöglichen.

Die Ergebnisse dieser Arbeit können für eine Reihe von Akteuren von Nutzen sein. Dazu gehören u.a. Personen in der öffentlichen Verwaltung, die semantische Transformationen im Kontext von INSPIRE durchführen müssen, Datenmodellierer auf lokaler, nationaler und europäischer Ebene sowie Entwickler von Transformationswerkzeugen in Wissenschaft und Industrie. Darüber hinaus können die gewonnenen Erkenntnisse in laufende Forschungsprojekte einfließen. Ferner kann eine Integration in die Lehre im Bereich Geoinformatik sowie in Schulungen für die Praxis dazu beitragen, die für die komplexe Aufgabe der semantischen Transformation erforderlichen Spezialkenntnisse zu vermitteln.

## Abstract

The combination of distributed, heterogeneous spatial data across the borders of geographic information systems and countries is a prerequisite when dealing with cross-border spatial issues, e.g. in the planning or environmental domains. At European level, data sharing is to be facilitated by establishing a spatial data infrastructure. The INSPIRE Directive, which was adopted for this purpose, requires the Member States to provide spatial data covering a range of themes compliant to uniform European data models so that they can be combined in a coherent way. Data providers (e.g. public authorities) face the challenge of converting data from their original data models into the INSPIRE data models using semantic transformations.

In the geospatial domain, semantic transformation is a subject of current research. There are a number of prototypical approaches in which different mapping languages and transformation tools are used and in which the mappings are defined at different levels (e.g. conceptual schemas, transfer format schemas, or transfer formats). International standards have not yet been established in this field.

This work contributes to a better understanding of the challenges and potential solutions for semantic transformations in the context of INSPIRE. Using topographic reference data from digital landscape models of the cross-border Lake Constance region (Germany – Austria – Switzerland) as an example, the heterogeneity between the source models and the target model from the INSPIRE Data Specification on Hydrography is analysed and described in detail. Functional requirements for semantic transformation are derived from this analysis. Based on that, existing approaches to semantic transformation are tested, compared and evaluated. These applications demonstrate that the creation of mappings between the source and target schemas is feasible in principle. However it is also complex and subject to limitations. The completeness of the mapping is limited mainly due to the lack of information in the source schemas but also due to the heterogeneity of the schemas and – to a lesser extent – the lack of transformation functions. The heterogeneity is caused mainly by the usage of different schema languages (or versions / profiles of these), by differences in the demarcation and definition of objects, by differences concerning the scope and depth of information, and by different geometry models.

The main scientific contribution of this thesis is the development of classifications which facilitate a systematic description of the type of heterogeneity, the type and multiplicity of the correspondence between elements in the schemas and the required transformation functions in abstract form.

The results of this work can be of use for a number of stakeholders. This includes e.g. public sector employees who have to carry out semantic transformations in the context of INSPIRE, data modelers at the local, national and European level as well as developers of transformation tools in science and industry. The findings can also be incorporated into ongoing research projects. In addition, they can be integrated into teaching in geoinformatics as well as training courses, thus aiding in the transfer of specialist know how required for the complex task of semantic transformation.

## Vorwort

Die vorliegende Arbeit basiert auf Erkenntnissen, die ich während meiner Tätigkeit als wissenschaftliche Mitarbeiterin am Fachgebiet Geoinformationssysteme der Technischen Universität München (TUM) in den Jahren 2006 bis 2011 in folgenden Projekten gewinnen konnte:

- „HUMBOLDT – Development of a Framework for Data Harmonisation and Service Integration“, gefördert von der Europäischen Kommission im 6. Forschungsrahmenprogramm unter der Vertragsnummer SFP5-CT-2006-030962 und durchgeführt von 26 Partnern aus 13 Ländern.
- „Modellbasierter Ansatz für den Web-Zugriff auf verteilte Geodaten am Beispiel grenzübergreifender GIS-Anwendungen (mdWFS)“, durchgeführt im Auftrag des Bundesamtes für Kartographie und Geodäsie und des Bundesamtes für Landestopografie swisstopo in Kooperation mit der Eidgenössischen Technische Hochschule Zürich.

Mein besonderer Dank gilt Herrn Prof. Matthäus Schilcher, der mir die Mitarbeit in oben genannten Projekten ermöglicht und mich zum Verfassen dieser Arbeit ermutigt hat. Ich danke ihm für die fachliche Betreuung und Übernahme des Erstgutachtens sowie für die stetige Förderung und das uneingeschränkte Vertrauen in meine Arbeit. Herrn Prof. Klaus Greve danke ich für die Bereitschaft, das Zweitgutachten zu übernehmen, sowie für seine wertvollen Anregungen zu Struktur und Schwerpunkten der Arbeit. Herrn em. Prof. Carosio gilt mein Dank für die Übernahme des Drittgutachtens und seine ermutigenden Ratschläge. Frau Prof. Liqiu Meng danke ich für die Übernahme des Prüfungsvorsitzes.

Die Abschlussphase dieser Arbeit wurde durch ein Promotionsstipendium der TUM gefördert. Hier gilt mein Dank Frau Prof. Meng, Herrn Prof. Schilcher, Frau Dr. Eva Sandmann und der Elitförderungskommission der TUM.

Bei den an oben genannten Projekten Beteiligten bedanke ich mich für die hervorragende Zusammenarbeit und den lehrreichen fachlichen Austausch. Stellvertretend seien hier Dr. Andreas Donaubaier, Dr. Özgür Ertac, Stefan Henrich, Tatjana Kutzner, Fabian Luderschmid, Stefan Mayr, Ulrich Schäffler, Dr. Peter Staub und Florian Straub sowie alle beteiligten studentischen Mitarbeiter genannt. Den HUMBOLDT-Projektpartnern gilt mein Dank für die viereinhalbjährige Kooperation und für ihre Arbeit zur Entwicklung der Software-Werkzeuge, die hier getestet wurden. Karsten Spilker und Fabian Luderschmid danke ich ferner für ihre wertvollen Beiträge, die sie in ihren Abschlussarbeiten geleistet haben. Besonderer Dank gilt Tatjana Kutzner darüber hinaus für die Durchsicht der gesamten Arbeit und ihre wertvollen fachlichen Anregungen sowie Daniel Banfi für die Unterstützung mit dem UMLT-Editor. Herrn Dr. Andreas Illert bin ich für seinen stets kompetenten fachlichen Rat und die Durchsicht von Teilen der Arbeit dankbar. Für das Korrekturlesen von Teilen des Manuskriptes bedanke ich mich darüber hinaus bei Dr. Kathrin Jaenicke, Karsten Spilker und Julia Stahl.

Ferner sei dem Bundesamt für Landestopografie swisstopo, dem Landesamt für Geoinformation und Landentwicklung Baden-Württemberg, dem Landesamt für Vermessung und Geoinformation in Bayern und dem Landesvermessungsamt des Landes Vorarlberg für die Bereitstellung der in dieser Arbeit verwendeten Daten sowie der Landeswarnzentrale des Landes Vorarlberg für fachlichen Rat gedankt.

Bei meinen Kolleginnen und Kollegen bedanke ich mich für ihre Unterstützung und die freundschaftliche Atmosphäre in den letzten Jahren. Der „Luisen-Truppe“ (stellvertretend Julia Stahl, Anne Ritzinger und Christiane Groß) danke ich für unzählige gemeinsame Mittagessen, die Leib und Seele zusammen gehalten haben. Meinem Freundeskreis danke ich für die Geduld und den motivierenden Zuspruch.

Meiner Mutter und Bernhard Feichtner bin ich unendlich dankbar ich für ihre immerwährende Unterstützung und den Rückhalt in allen Lebenslagen.



## Inhaltsverzeichnis

Zusammenfassung.....	i
Abstract .....	ii
Vorwort.....	iii
Inhaltsverzeichnis.....	v
Abbildungsverzeichnis.....	vii
Tabellenverzeichnis.....	ix
<b>1 Einleitung .....</b>	<b>1</b>
1.1 Kontext, Motivation und Zielsetzung der Arbeit.....	1
1.2 Methodisches Vorgehen .....	4
1.3 Aufbau der Arbeit .....	5
<b>2 Begriffsbestimmung .....</b>	<b>6</b>
<b>3 Ausgangssituation.....</b>	<b>13</b>
3.1 Relevante Normen, Standards und Spezifikationen .....	13
3.2 INSPIRE und die Europäische Geodateninfrastruktur.....	21
3.2.1 Ziele, Gegenstand und Zeitplan.....	21
3.2.2 Spezifikationen zur Datenmodellierung .....	26
3.3 Anwendungsfälle für semantische Transformation im Kontext von INSPIRE .....	30
3.4 Grenzüberschreitende Testregion Bodensee.....	31
3.4.1 Evolution der topographischen Geobasisdaten: von der Topographischen Karte zum Digitalen Landschaftsmodell .....	32
3.4.2 Digitales Landschaftsmodell in Deutschland .....	34
3.4.3 Digitales Landschaftsmodell in der Schweiz .....	39
3.4.4 Digitales Landschaftsmodell in Österreich.....	41
3.4.5 Weitere Datenquellen in der Bodenseeregion .....	41
<b>4 Stand der Forschung und Technik im Bereich der semantischen Transformation.....</b>	<b>45</b>
4.1 Ansätze zur Beschreibung von semantischer Heterogenität.....	45
4.2 Transformationsansätze .....	50
4.3 Transformationsfunktionen.....	55
4.4 Abbildungssprachen.....	57
4.5 Ansätze zur Beschreibung der Qualität von Transformationen .....	59
4.6 Software-Werkzeuge.....	61
4.7 Anwendungspraxis .....	63
<b>5 Anforderungen an Lösungen zur semantischen Transformation .....</b>	<b>67</b>

<b>6</b>	<b>Lösungsansätze zur semantischen Transformation.....</b>	<b>69</b>
6.1	Semantische Transformation auf Ebene der konzeptuellen Datenmodelle.....	69
6.1.1	Das Forschungsprojekt „Modellbasierter Ansatz für den Web-Zugriff auf verteilte Geodaten am Beispiel grenzübergreifender GIS-Anwendungen“ .....	69
6.1.2	Anwendungsfall .....	70
6.1.3	Quellschemata und -daten.....	71
6.1.4	Zielschema .....	76
6.1.5	Transformationsansatz .....	80
6.2	Semantische Transformation auf Ebene der GML Anwendungsschemata.....	85
6.2.1	Das EU Forschungsprojekt „HUMBOLDT“ .....	85
6.2.2	Anwendungsfall „European Risk Atlas“ .....	86
6.2.3	Quellschemata und -daten.....	87
6.2.4	Zielschema .....	94
6.2.5	Transformationsansatz .....	96
<b>7</b>	<b>Ergebnisse.....</b>	<b>101</b>
7.1	Heterogenität der Quell- und Zielschemata.....	101
7.2	Bedarf an Transformationsfunktionen .....	124
7.3	Abbildung zwischen Quell- und Zieldatenschemata.....	131
7.4	Vergleich, Möglichkeiten und Grenzen der Transformationsansätze.....	137
<b>8</b>	<b>Schluss.....</b>	<b>143</b>
8.1	Zusammenfassung der Ergebnisse.....	143
8.2	Fazit und Empfehlungen.....	146
8.3	Weiterer Forschungs- und Entwicklungsbedarf sowie Ausblick .....	148
	Literaturverzeichnis .....	<b>151</b>
	Abkürzungsverzeichnis.....	<b>163</b>
	Anhang.....	<b>167</b>
A	UML Notation für Klassendiagramme.....	168
B	Geodaten-Themen in den Anhängen der INSPIRE-Richtlinie.....	169
C	UMLT HUTN Syntax .....	171
D	gOML Syntax .....	174
E	Quell- und Zielschemata .....	176
F	Vergleich der digitalen Landschaftsmodelle aus Deutschland, Österreich und der Schweiz.....	183
G	Abbildungstabellen.....	188
H	Abbildungsregeln .....	189
I	Lebenslauf .....	236



## Abbildungsverzeichnis

Abbildung 1: Methodisches Vorgehen.....	4
Abbildung 2: Aufbau der Arbeit.....	5
Abbildung 3: Modellbasierte Transformation von Geodaten .....	7
Abbildung 4: Von der Realwelt zum konzeptuellen Schema .....	8
Abbildung 5: Komponenten einer Geodateninfrastruktur .....	11
Abbildung 6: Konzepte im Kern des General Feature Models.....	17
Abbildung 7: Geometriemodell der Norm ISO 19107 .....	18
Abbildung 8: Geometriemodell der Norm 19125-1.....	19
Abbildung 9: Geodaten-Themen in den Anhängen I bis III der INSPIRE Richtlinie.....	23
Abbildung 10: Zeitplan für die INSPIRE-Umsetzung .....	24
Abbildung 11: INSPIRE Interoperabilitäts-Komponenten.....	26
Abbildung 12: INSPIRE Datenspezifikationen für Geodaten-Themen aus Anhang I und deren Grundlagen .....	27
Abbildung 13: Das Generic Conceptual Model als Basis für die INSPIRE Anwendungsschemata .....	28
Abbildung 14: Grenzüberschreitende Bodenseeregion .....	32
Abbildung 15: Evolution der topographischen Geobasisdaten in der Schweiz, Österreich und Deutschland.....	33
Abbildung 16: Basisklassen des AAA-Anwendungsschemas .....	37
Abbildung 17: Erweiterung der OML Grundstruktur (dunkel) durch Elemente der MDL (hell) .....	49
Abbildung 18: Klassifikation von Transformationsansätzen .....	50
Abbildung 19: Abbildung zweier Schemata aufeinander (links) sowie auf ein drittes Schema (rechts) .....	51
Abbildung 20: Architekturen für die Implementierung von Transformationsdiensten.....	54
Abbildung 21: Ebene der Erstellung von Abbildungsregeln.....	64
Abbildung 22: Werkzeuge zur Definition der Abbildung u. Ausführung der Transformation .....	64
Abbildung 23: Bekannte Transformationswerkzeuge / Hersteller.....	65
Abbildung 24: Prozesse / Systemarchitekturen zur Bereitstellung INSPIRE-konformer Datendienste .....	65
Abbildung 25: Anwendungsfall im mdWFS Projekt.....	70
Abbildung 26: Ausschnitt aus dem Klassendiagramm mit ATKIS Basis-DLM (AAA) Gewässer-Objektklassen .....	73
Abbildung 27: Modellierung eines Wasserlaufs im ATKIS Basis-DLM (AAA) .....	74
Abbildung 28: Klassendiagramm Hydro – base inkl. Hydro – Physical Waters Objektklassen .....	77
Abbildung 29: Ausschnitt aus dem Hydro – Physical Waters Klassendiagramm .....	78
Abbildung 30: Klassendiagramm Hydro – Physical Waters (HydroPointOfInterest).....	78

Abbildung 31: Klassendiagramm – Physical Waters (ManMadeObject).....	79
Abbildung 32: UMLT-Metamodell.....	81
Abbildung 33: Benutzeroberfläche des UMLT-Editors.....	84
Abbildung 34: Unterschiedliche Raumbezugssysteme im ERiskA Testgebiet Bodenseeregion.....	86
Abbildung 35: Transformationsfälle im HUMBOLDT Projekt.....	87
Abbildung 36: Ausschnitt aus ERiskA Schema mit INSPIRE-Objektklassen (hellgrau) und ERiskA Erweiterungen (dunkelgrau).....	95
Abbildung 37: Benutzeroberfläche des HALE.....	98
Abbildung 38: Prozess der Ausführung einer in HALE definierten Transformation (UML Aktivitätsdiagramm).....	99
Abbildung 39: Objektbereiche in ATKIS Basis-DLM, VECTOR25 und DLM.....	102
Abbildung 40: Klassifikation der semantischen Relationen und Heterogenitäten.....	104
Abbildung 41: Subsumption von AX_Kanal im ATKIS Basis-DLM (AAA) unter Watercourse im INSPIRE Gewässernetz.....	108
Abbildung 42: Attribut geographicalName im INSPIRE Gewässernetz Schema.....	109
Abbildung 43: Disjunkte Konzepte bei der Gewässerordnung in INSPIRE Gewässernetz (links) und ATKIS Basis-DLM (AAA) (rechts).....	109
Abbildung 44: Indirekte Herleitung von Werten für Attribute der INSPIRE Gewässernetz Objektklasse Watercourse (rechts) aus einem Attribut der VoGIS Fließgewässerdaten (links).....	111
Abbildung 45: Modellierung einer Objektart als Attributwert im ATKIS Basis-DLM (AAA) (links) und als Objektklasse im INSPIRE Gewässernetz-Schema (rechts).....	112
Abbildung 46: Semantische Heterogenität - Klassifikation.....	114
Abbildung 47: Multiplizität der Attribute der Objektklasse AX_Gewaesserachse aus dem ATKIS Basis-DLM (AAA).....	114
Abbildung 48: Auswahldatentyp für name Attribut der ATKIS Basis-DLM (AAA) Objektklasse AX_StehendesGewaesser.....	115
Abbildung 49: Unterschiedliche Modellierung von geometrischen Eigenschaften bei INSPIRE Gewässernetz (links) und ATKIS Basis-DLM (AAA) (rechts).....	117
Abbildung 50: Konsistenzbedingungen für die Objektklasse AX_Wasserlauf im ATKIS Basis-DLM (AAA).....	121
Abbildung 51: Konsistenzbedingungen für die Objektklasse AX_Gewaessermerkmal im ATKIS Basis-DLM (AAA).....	121
Abbildung 52: Klassifikation der Transformationsfunktionen.....	125
Abbildung 53: UML 2 Notationsübersicht für Klassendiagramme.....	168

## Tabellenverzeichnis

Tabelle 1: Übersicht der relevanten Normen, Standards und Spezifikationen .....	14
Tabelle 2: Topographische Karten und digitale Landschaftsmodelle in Deutschland, Österreich und der Schweiz .....	34
Tabelle 3: Raumbezugsgrundformen für 2D-Geometrien im AAA-Referenzmodell .....	36
Tabelle 4: Mögliche Datenquellen für Objektarten des INSPIRE Geodaten-Themas Gewässernetz in Deutschland .....	42
Tabelle 5: Relevante Organisationen und Datenbestände im Bereich Gewässernetz in der Bodenseeregion.....	44
Tabelle 6: Heterogenitätstypen in ausgewählten Literaturquellen.....	48
Tabelle 7: Software-Werkzeuge für semantische Transformation.....	61
Tabelle 8: Definition der in Transformationsfall I verwendeten Objektklassen des Quellmodells.....	72
Tabelle 9: Analyse der ATKIS Basis-DLM NAS GML Quelldaten.....	76
Tabelle 10: Definition der in Transformationsfall I verwendeten Objektklassen des Zielmodells.....	80
Tabelle 11: UMLT-Metamodellelemente, UMLT HUTN-Sprachelemente .....	82
Tabelle 12: UMLT Funktionen.....	83
Tabelle 13: Gewässer-Datensätze aus Bayern (links) und Baden-Württemberg (rechts) .....	90
Tabelle 14: Attribute im bayerischen ATKIS Basis-DLM Fließgewässer-Datensatz .....	91
Tabelle 15: Attribute im VoGIS Fließgewässer-Datensatz.....	92
Tabelle 16: Objektarten in der VECTOR25 Gewässernetz-Ebene.....	93
Tabelle 17: Attribute im VECTOR25 Gewässernetz-Datensatz.....	94
Tabelle 18: HALE Funktionen.....	100
Tabelle 19: Klassifikation und Definition der semantischen Relationen und Heterogenitäten.....	107
Tabelle 20: Werte des Attributs LEVEL im VoGIS Fließgewässernetz-Datensatz .....	113
Tabelle 21: Gegenüberstellung der Geometrietypen im Transformationsfall I.....	119
Tabelle 22: Auftreten der semantischen Relationen und Heterogenitäten in den Transformationsfällen.....	123
Tabelle 23: Klassifikation der Art und Richtung von Korrespondenzen .....	124
Tabelle 24: Klassifikation der Multiplizität der Korrespondenz.....	125
Tabelle 25: Klassifikation der Transformationsfunktionen.....	126
Tabelle 26: Funktionen und Operatoren für Wertumwandlung und bedingte Ausdrücke.....	127
Tabelle 27: Multiplizitäten der Korrespondenz in den Transformationsfällen .....	127
Tabelle 28: Arten und Richtung vonKorrespondenz in den Transformationsfällen .....	127
Tabelle 29: In Anwendungsfällen benötigte Transformationsfunktionen.....	129
Tabelle 30: Informationen zu Elementen des Zielschemas in Abbildungstabelle (Ausschnitt).....	131
Tabelle 31: Informationen zu Elementen des Quellschemas, Abbildung und Transformation in Abbildungstabelle (Ausschnitt).....	132
Tabelle 32: Abbildung im Transformationsfall I (ATKIS Basis DLM → INSPIRE Gewässernetz).....	133
Tabelle 33: Abbildung der Attribute der Objektklasse Watercourse in den Transformationsfällen I bis IV .....	135
Tabelle 34: Vergleich der beiden Transformationsansätze anhand ausgewählter Kriterien .....	138
Tabelle 35: In den Anhängen der INSPIRE-Richtlinie aufgeführte Geodaten-Themen .....	170
Tabelle 36: Gegenüberstellung von ATKIS Basis-DLM, VECTOR25 und DLM.....	184
Tabelle 37: Gegenüberstellung der Modellierung von ATKIS Basis-DLM, TLM und INSPIRE Hydrography .....	187



# 1 Einleitung

## 1.1 Kontext, Motivation und Zielsetzung der Arbeit

Geodaten sind eine essentielle Informationsgrundlage für die Bearbeitung räumlicher Aufgabenstellungen in den unterschiedlichsten Bereichen. Viele dieser Fragestellungen können erst durch die Kombination von verteilten, heterogenen Geoinformationen über die Grenzen von Geoinformationssystemen, Ländern, Forschungsdisziplinen und Anwendungsbereichen hinweg sinnvoll und effizient bearbeitet werden. Dies gilt beispielsweise konkret für die Analyse von Risiken, die nicht an Ländergrenzen haltmachen (z.B. Hochwasser), oder allgemeiner für die Formulierung und Implementierung von gemeinsamen Maßnahmen im Rahmen der europäischen Umweltpolitik.

Auf europäischer Ebene wird daher eine Geodateninfrastruktur (GDI) aufgebaut, mit dem Ziel, die europaweite Bereitstellung und gemeinsame Nutzung der von den Mitgliedstaaten der Europäischen Union (EU) aufgrund von Berichtspflichten aus einer Reihe von Richtlinien wie beispielsweise der Wasserrahmen- oder der Hochwasserrichtlinie [Europäisches Parlament und Rat 2000; Europäisches Parlament und Rat 2007b] abzuliefernden Daten zu vereinfachen. Mit der 2007 in Kraft getretenen INSPIRE-Richtlinie (Infrastructure for Spatial Information in the European Community) wurde die rechtliche Grundlage hierfür gelegt. Die Richtlinie wurde mittlerweile in nationales Recht aller EU-Mitgliedstaaten umgesetzt. Sie verpflichtet die Mitgliedstaaten, Daten gemäß den in den Durchführungsbestimmungen zur Richtlinie festgelegten Vorgaben über Geodienste bereit zu stellen. Um die Daten auch inhaltlich vergleichbar zu machen, werden europaweit einheitliche Datenmodelle für bestimmte Themen wie z.B. Gewässernetze oder Schutzgebiete erarbeitet. Aus Sicht der Anbieter derartiger Daten (z.B. öffentliche Verwaltungen im Umwelt- oder Vermessungsbereich) bedeutet dies, dass Daten aus ihren originären Datenmodellen, beispielsweise des ATKIS Basis-DLM als Teil des AFIS-ALKIS-ATKIS (AAA) Referenzmodells in Deutschland transformiert werden müssen, damit sie den von der EU vorgegebenen Datenmodellen entsprechen [Fichtinger und Kutzner 2010, 4; Donaubauer et al. 2008, 26].

Im Hinblick auf diese Aufgabe lässt sich die aktuelle Situation folgendermaßen charakterisieren:

- Daten von unterschiedlichen Anbietern (beispielsweise aus verschiedenen Ländern) weisen zum Teil erhebliche Heterogenitäten auf, auch wenn sie zu ähnlichen Zwecken (z.B. als topographische Geobasisdaten) erhoben wurden und ähnliche Ausschnitte der Realwelt (z.B. ein Gewässernetz) abbilden. Einer der Hauptgründe hierfür ist, dass die Objekte der Realwelt unter Verwendung heterogener Datenmodelle abgebildet werden, die die Sichtweise und die Anforderungen der Organisation wieder spiegeln, die sie erstellt hat. In den Datenmodellen ist u.a. festgelegt, welche Objekte erfasst werden, wie diese abgegrenzt und klassifiziert werden und durch welche geometrischen und thematischen Eigenschaften sie charakterisiert sind [Eisenhut und Kutzner 2010, 1; Annoni et al. 2008, 5; Batini et al. 1986, 330]

- Es ist vermutlich weder realistisch noch sinnvoll, dass die Datenanbieter ihre originären Datenmodelle aufgeben und auch ihre interne Datenhaltung an die INSPIRE-Datenmodelle anpassen. Die Datenmodelle wurden in teilweise langjährigen Prozessen entwickelt und sind auf die speziellen Anforderungen und Geschäftsprozesse der Datenanbieter zugeschnitten [Spilker 2011, 5; Lehto 2007b, 1].
- Die Heterogenität erschwert die Wiederverwendung der oft mit großem Aufwand erhobenen Daten durch andere Organisationen sowie die Kombination und gemeinsame Nutzung mit anderen Daten, aus der ein Mehrwert an Information entstehen kann [Lehto 2007a, 2]. Mit diesem Problem sehen sich auch die Organe der EU konfrontiert, „da die große Vielfalt von Formaten und Strukturen für die Verwaltung von Geodaten in der Gemeinschaft und für den Zugang zu diesen Daten ein Hindernis für die effiziente Formulierung, Durchführung, Überwachung und Bewertung von Rechtsvorschriften der Gemeinschaft mit direkten oder indirekten Auswirkungen auf die Umwelt darstellt“ [Europäisches Parlament und Rat 2007b, 2].
- Bestehende Normen und Standards u.a. des Open Geospatial Consortium (OGC) für Geodienste und Datenaustauschformate ermöglichen syntaktische Interoperabilität, d.h. den Zugriff auf Geodaten aus verteilten, heterogenen Systemen über Dienste mit standardisierten Schnittstellen. Semantische Interoperabilität wird nicht ermöglicht, da die internen Strukturen (d.h. auch die auf den Datenmodellen basierenden Schemata) durch die Kapselung dem Nutzer verborgen bleiben. Die Informationen aus den Datenmodellen sind aber notwendig, um eine semantische Transformation durchführen zu können und die Daten somit auch auf inhaltlich kohärente Art und Weise kombinieren zu können [Donaubauer et al. 2006, 29; Eisenhut und Kutzner 2010, 1]. Über standardisierte Geodienste kann ein Nutzer heute beispielsweise Gewässer- und Straßennetzdaten aus mehreren Ländern abrufen und in einem Client gemeinsam anzeigen. Eine grenzüberschreitende Abfrage wie beispielsweise „Zeige mir alle Straßen, die weniger als zehn Meter von einem Fluss entfernt sind (und potentiell überschwemmungsgefährdet sind)“ ist nicht so einfach möglich. Dafür muss der Nutzer beispielsweise wissen, welchen Objektklassen die Fluss- und Straßeninstanzen in den jeweiligen über Dienste bereit gestellten Datensätzen zugeordnet sind und wie jene bezeichnet sind, um die Anfragen so formulieren zu können, dass er von in jedem Dienst eine sinnvolle Antwort erhält.
- Es existiert eine Reihe von Ansätzen zur semantischen Transformation im Geoinformationsbereich, die zum Großteil aus Forschungsprojekten stammen und sich im prototypischen Stadium befinden. Dabei werden unterschiedliche Abbildungssprachen und Transformationswerkzeuge verwendet und die Transformation auf unterschiedlichen Ebenen (z.B. konzeptuelle Schemata, Transferformatschemata oder Transferformate) durchgeführt.
- Einige dieser Ansätze sind stark theoretisch ausgerichtet und hochkomplex. Semantische Relationen und Abbildungen werden hier in Form von streng logischen bzw. algebraischen Ausdrücken formalisiert (z.B. bei Kashyap und Sheth [1996]), die für Nicht-Informatiker bzw. Nicht-Mathematiker (und damit potentiell auch für die Fachexperten aus den Anwendungsbereichen, die Abbildungen zwischen Datenmodellen definieren müssen) relativ schwer verständlich sind. Ferner werden in den Ansätzen – so beispielsweise bei Batini et al. [1986, 334ff.], Cruz et al. [2007] oder Schade [2010] - teilweise recht einfache bzw. für die Bearbeitung vereinfachte Schemata verwendet.
- In anderen Ansätzen werden Heterogenitäten zwischen „echten“, umfangreichen und komplexen Datenmodellen detailliert analysiert und Korrespondenzen definiert, die Abbildung aber nicht formalisiert beispielsweise unter Verwendung einer Abbildungssprache (z.B. bei Gedrange et al. [2011]) oder die Heterogenitäten nicht systematisch beschrieben.

- Im Bereich der Geoinformation existiert noch kein international gültiger und allgemein anerkannter Standard für Schemaabbildungen bzw. eine Sprache, in der diese beschrieben werden können [INSPIRE DT DS 2010b, 29; Beare et al. 2010a, 17; Lehto 2007b, 3].

Semantische Transformation im Kontext von INSPIRE ist Gegenstand zweier am Fachgebiet Geoinformationssysteme der Technischen Universität München (TUM) durchgeführter Forschungsprojekte. Dies ist zum einen das Projekt „Modellbasierter Ansatz für den Web-Zugriff auf verteilte Geodaten am Beispiel grenzübergreifender GIS-Anwendungen“ (kurz „mdWFS“), sowie zum anderen das EU-Projekt „HUMBOLDT“. In diesen Projekten wurden unterschiedliche Ansätze zur semantischen Transformation von Geodaten entwickelt, wobei eine umfassende vergleichende Betrachtung bisher nicht vorliegt. In beiden Projekten sowie in der vorliegenden Arbeit wird die Transformation am Beispiel topographischer Geobasisdaten aus digitalen Landschaftsmodellen von Vermessungsverwaltungen in der grenzüberschreitenden Bodenseeregion betrachtet.

Aus den bisherigen Ausführungen können folgende Forschungsfragen abgeleitet werden, deren Beantwortung das Ziel der vorliegenden Arbeit ist:

- 1) Wo liegen die Unterschiede in der Modellierung topographischer Geobasisdaten in digitalen Landschaftsmodellen in den Ländern der Bodenseeregion und wie können diese systematisch beschrieben werden?
- 2) Reichen die in den oben genannten digitalen Landschaftsmodellen enthaltenen Informationen aus, um eine vollständige Abbildung auf die Schemata aus den Spezifikationen der in Anhang I der INSPIRE-Richtlinie genannten Geodaten-Themen (insbesondere Gewässernetz) erstellen zu können?
- 3) Welche Informationsquellen sind ggf. zusätzlich zu den Quellschemata selbst notwendig, um Abbildungsregeln zwischen diesen und den Zielschemata aufstellen zu können?
- 4) Welche Transformationsfunktionen sind notwendig, um die Quelldaten in das Zielschema überführen zu können?
- 5) Reicht die Funktionalität bestehender Ansätze zur semantischen Transformation (Abbildungssprachen, Werkzeuge) dafür aus?
- 6) Wo liegen die Unterschiede, Möglichkeiten und Grenzen verschiedener Ansätze zur semantischen Transformation
  - auf der Ebene der konzeptuellen Schemata (z.B. UML-Schemata) und
  - auf der Ebene der Transferformatschemata (z.B. GML-Anwendungsschemata)?

Die Arbeit kann der anwendungsorientierten Forschung zugeordnet werden. Die Heterogenität der Quell- und Zielschemata wird analysiert und systematisch beschrieben. Daraus werden Anforderungen bzgl. der benötigten Funktionalität für eine Transformation der Daten aus den Quellschemata in die Zielschemata abgeleitet. Darauf basierend werden die beiden bestehenden Ansätze zur semantischen Transformation empirisch erprobt, verglichen und evaluiert. Das dabei angewandte methodische Vorgehen wird im folgenden Kapitel näher beschrieben.

## 1.2 Methodisches Vorgehen

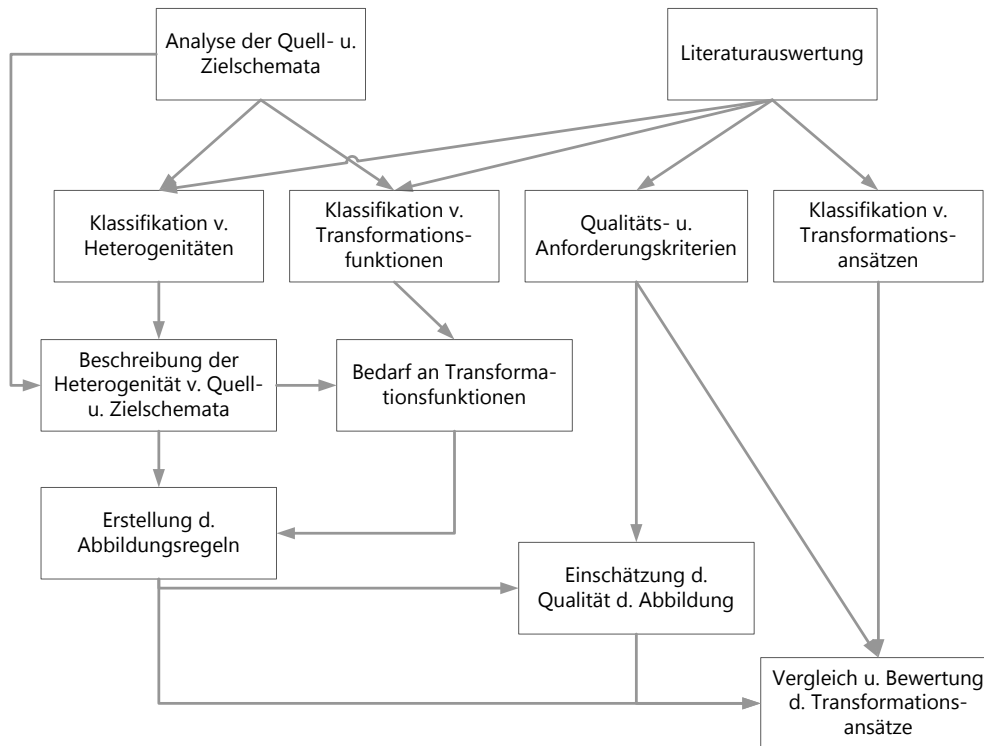


Abbildung 1: Methodisches Vorgehen

Basierend auf der Literaturlauswertung wird eine Klassifikation zur Beschreibung von Heterogenitäten zwischen Quell- und Zielschemata, sowie Klassifikationen für Transformationsfunktionen und -ansätze entworfen. Ferner werden Anforderungen und Qualitätsmerkmale für semantische Transformationen definiert.

Die in der Arbeit verwendeten Quellschemata werden analysiert und anschließend miteinander sowie mit dem jeweiligen Zielschema verglichen. Erkenntnisse aus dieser Analyse fließen auch in die oben genannten Klassifikationen von Heterogenitäten und Transformationsfunktionen ein, wodurch diese verfeinert werden. Unter Verwendung der Heterogenitätsklassifikation wird die Heterogenität zwischen den Quell- und Zielschemata beschrieben und daraus der Bedarf an Funktionen für eine Transformation der Quelldaten aus den Quellschemata in die Zielschemata abgeleitet. Basierend darauf werden für jede Paarung eines Quell- und Zielschemas (im Folgenden als "Transformationsfall" bezeichnet) Abbildungsregeln erstellt. Dies geschieht zunächst auf abstrakte Art und Weise in Abbildungstabellen, in denen Elemente eines Quellschemas (z.B. Objektklassen, Attribute, Assoziationen) Elementen eines Zielschemas gegenübergestellt werden. Hierbei werden auch die Art der Heterogenität, die Art und Multiplizität der Korrespondenz (z.B. Objekt zu Objekt, 1:1) sowie die benötigten Funktionen, ihre Bedingungen und Operatoren mit abstraktem "Pseudo-Code" beschrieben. Die Abbildungsregeln werden anschließend unter Verwendung der zwei verschiedenen Ansätze zur semantischen Transformation aus den zwei in Kapitel 1.1 genannten Projekten formalisiert. Bei einem Ansatz wird dabei auf der Ebene der konzeptuellen Schemata (UML-Schemata) gearbeitet, bei dem anderen auf der Ebene der Transferformatschemata (GML-Anwendungsschemata). Basierend auf den eingangs definierten Qualitätskriterien wird dabei die Qualität der semantischen Transformationen eingeschätzt.



Unter Verwendung der bei der Erstellung der Abbildungsregeln gemachten Erfahrungen, der Qualitätsbetrachtung der Abbildungen, den definierten Qualitäts- und Anforderungskriterien für semantische Transformationen sowie der Klassifikation der Transformationsansätze werden die beiden Transformationsansätze systematisch verglichen und bewertet. Schließlich werden noch Empfehlungen für die Weiterentwicklung der Ansätze gegeben.

### 1.3 Aufbau der Arbeit



Abbildung 2: Aufbau der Arbeit

Nachdem in diesen einleitenden Kapiteln Kontext, Motivation, Ziele und Methodik der vorliegenden Arbeit vorgestellt wurden, werden in Kapitel 2 Begriffe eingeführt, die für das Verständnis der nachfolgenden Ausführungen grundlegend sind. Kapitel 3 umreißt die Ausgangssituation, indem relevante Normen, Standards und Spezifikationen, die INSPIRE-Richtlinie und ihre Umsetzung, mögliche Anwendungsfälle sowie die Testregion für semantische Transformation beschrieben werden. Anschließend gibt Kapitel 4 einen Überblick über den Stand der Forschung und Technik in den Bereichen semantische Heterogenität, Transformationsansätze, -funktionen, -sprachen und -Werkzeuge sowie über die Anwendungspraxis. Darauf aufbauend werden in Kapitel 5 Anforderungen an Lösungen zur semantischen Transformation zusammengefasst. In Kapitel 6 werden die zwei Lösungsansätze zur semantischen Transformation aus den oben genannten Projekten inklusive der verwendeten Quell- und Zielschemata sowie der Transformationsansätze vorgestellt. Anschließend werden in Kapitel 7 die Ergebnisse aus der Analyse der Heterogenität zwischen Quell- und Zielschemata, der Bedarf an Transformationsfunktionen und die erstellten Abbildungsregeln beschrieben. Ferner werden die Transformationsansätze verglichen und basierend darauf deren Möglichkeiten und Grenzen eingeschätzt. Im Schlusskapitel werden die Ergebnisse zusammengefasst, ein Fazit gezogen und daraus Empfehlungen abgeleitet.

## 2 Begriffsbestimmung

Die vorliegende Arbeit beschäftigt sich mit semantischer Transformation im Geoinformationbereich am Beispiel topographischer Daten aus digitalen Landschaftsmodellen. Die in diesem Kontext relevanten grundlegenden Konzepte und Begriffe werden im Folgenden dargestellt. Die Begriffe sind dabei im Text fett hervorgehoben, die Definitionen kursiv.

In Anlehnung an Lehto [2007a, 5; 2007b, 1], Eisenhut und Kutzner [2010, 25f.] sowie Legler und Naumann [2007, 2] wird eine **semantische Transformation** als Prozess mit zwei Phasen gesehen, die in der vorliegenden Arbeit folgendermaßen definiert werden:

- 1) **Definitionsphase** (auch „Konfigurationsphase“, engl. „configuration time“): *In dieser Phase wird eine Abbildung zwischen einem Quell- und einem Zielschema (= **Schemaabbildung**, engl. „schema mapping“) definiert, indem Korrespondenzen zwischen Elementen im Quell- und Zielschema ggf. unter Verwendung von Transformationsfunktionen hergestellt und in Form von Abbildungsregeln beschrieben werden.*
- 2) **Ausführungsphase**: *In dieser Phase werden die Geodaten aus dem Quell- in das Zielschema transformiert (= **Datentransformation**) unter Verwendung der in der ersten Phase erstellten Abbildungsregeln.*

Im Gegensatz zu einer **syntaktischen Transformation**, bei der nur die Syntax der Geodaten umgebaut - d.h. nur eine Formatkonvertierung durchgeführt wird - werden die Daten bei einer semantischen Transformation so umstrukturiert, dass sie inhaltlich der Semantik eines anderen Schemas entsprechen [Eisenhut und Kutzner 2010, 24f.]. Die Transformation eines Shapefiles in eine GML-Datei ist ein Beispiel für eine syntaktische Transformation, wohingegen die Transformation von (eventuell nur ausgewählten) Instanzen einer Objektklasse „Fluss“ im Quellschema in Instanzen der Objektklasse „Watercourse“ im Zielschema beispielsweise einer semantischen Transformation entspricht. Bei einer semantischen Transformation können auch Fälle auftreten, in denen aufgrund der Heterogenität der Schemata gar keine oder nur eine mit Ungenauigkeiten behaftete Abbildung zwischen Elementen der Schemata definiert werden kann, was dazu führt, dass die Schemaabbildung nicht vollständig ist [Lehto 2007b, 3; Staub 2009, 29].

Als **Korrespondenz** (engl. „correspondence“) wird dabei in Anlehnung an Scharffe [2009, 5] sowie Legler und Naumann [2007, 2] eine *Beziehung zwischen Elementen in zwei unterschiedlichen Schemata, die auf einer semantischen Relation basiert*, bezeichnet. Als Elemente können dabei z.B. Objektklassen, Attribute oder Assoziationen auftreten.

Die Abbildung kann in einer **Abbildungstabelle** (engl. „matching table“), in der Elemente des Quellschemas Elementen des Zielschemas zugeordnet werden, in natürlicher Sprache beschrieben werden.

Unter Verwendung einer *formalen **Abbildungssprache*** (auch „Transformationsprache“ engl. „mapping language“) mit einer *entsprechenden Syntax und Semantik* können die **Abbildungsregeln** (auch „Transformationsregeln“, engl. „mapping rule“) auf *formale, maschinenlesbare und maschinen-*

*interpretierbare Weise beschrieben* und somit von einem Transformations-Werkzeug verarbeitet werden [Eisenhut und Kutzner 2010, 27].

**Maschineninterpretierbar** sind Abbildungsregeln dann, wenn sie *so genau und eindeutig beschrieben sind, dass sie von einem Software-Werkzeug vollständig verstanden und abgearbeitet werden können, ohne dass dabei Widersprüche bzw. Entscheidungsspielräume existieren* [Eisenhut und Kutzner 2010, 7].

Der Definition der Abbildung geht eine Analyse der Heterogenität der Schemata voraus. Diese wird als **semantische Heterogenität** bezeichnet. Darunter werden bei Gedrange und Neubert [2008, 829] „*Abweichungen in der thematischen Information und den verwendeten Datenmodellen bezeichnet, welche sich inhaltlich, strukturell und sprachlich unterscheiden können und die realweltlichen Objekte unterschiedlich abbilden.*“ Im Unterschied dazu umfasst der Begriff **geometrische Heterogenität** u.a. „*die Verwendung unterschiedlicher Koordinatensysteme und die Abweichungen in der Objektgeometrie*“ [ebenda]. In der vorliegenden Arbeit steht die semantische Heterogenität im Mittelpunkt.

Die Abbildung kann bei einer semantischen Transformation u.a. auf folgenden unterschiedlichen Ebenen definiert werden:

- Auf der Ebene der konzeptuellen Schemata (z.B. UML-Schemata). Die Transformation wird dann als „**schemabasiert**“ (auch „modellbasiert“) bezeichnet.
- Auf der Ebene der Transferformatschemata (z.B. GML-Anwendungsschemata). Diese Transformation wird als „**formatschemabasiert**“ bezeichnet.
- Auf der Ebene der Transferformate bzw. Datenformate (z.B. zwischen Shapefiles). Die Transformation wird in diesem Fall als „**formatbasiert**“ bezeichnet.

Abbildung 3 illustriert die modellbasierte Transformation gemäß Eisenhut und Kutzner [2010, 25]. Diese weisen darauf hin, dass die Daten hierbei nur dann korrekt transformiert werden, wenn die Kodierungsregeln zur Ableitung von Transferformaten aus den Schemata bei der Transformation berücksichtigt werden.

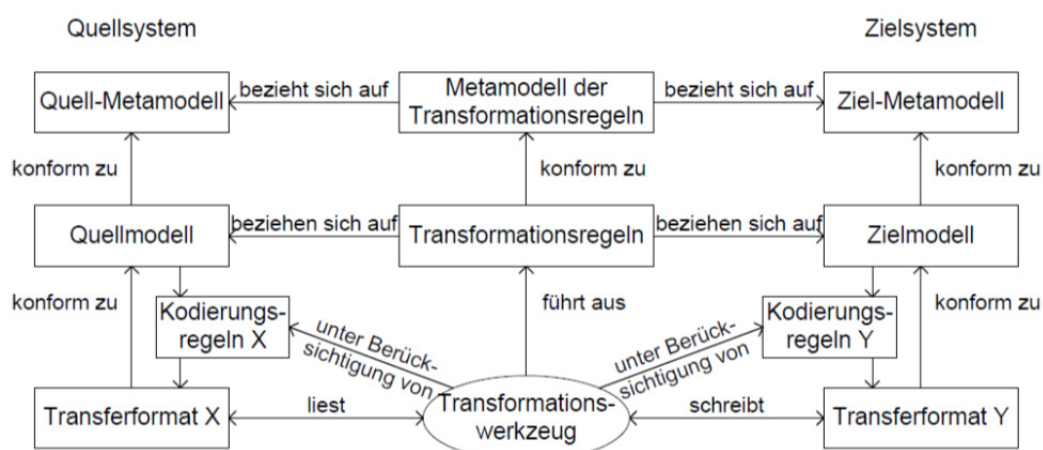


Abbildung 3: Modellbasierte Transformation von Geodaten [Eisenhut und Kutzner 2010, 25]

Unter einem **konzeptuellen Schema** (engl. „conceptual schema“) wird dabei gemäß ISO 19101 die „*formelle Beschreibung eines konzeptuellen Modells*“ [DIN 2005a, 3] unter Verwendung einer konzeptuellen Schemasprache verstanden.

Eine **konzeptuelle Schemasprache** (engl. „conceptual schema language“), auch Modellierungssprache genannt, ist eine *formale Sprache zur Darstellung konzeptueller Schemata, die auf einem konzeptuellen Formalismus basiert* [DIN 2005a, 7]. Ein Beispiel für eine konzeptuelle Schemasprache ist die Unified Modeling Language (UML) (s. Kapitel 3.1).

Ein **konzeptuelles Modell** (engl. „conceptual model“) wird definiert als ein „*Modell, das die Konzepte einer Anwendung beschreibt*“ [DIN 2005a, 3]. In einem konzeptuellen Modell wird ein Realweltausschnitt abstrahiert beschrieben. Ein konzeptuelles Modell kann beispielsweise eine Beschreibung von Realweltobjekten wie Flüsse und Seen mit ihren Eigenschaften sowie Beziehungen untereinander in natürlicher Sprache beinhalten.

Den *Prozess der Erstellung einer abstrakten Beschreibung eines Ausschnitts der Realwelt und / oder einer Menge damit verwandter Konzepte* bezeichnet man als **konzeptuelle Modellierung** (engl. „conceptual modelling“) [DIN 2005a, 15].

Unter einem **Realweltausschnitt** (auch: „Gegenstandsbereich“, engl. „universe of discourse“) wird die „*Sicht auf eine reale oder hypothetische Welt aus dem Blickwinkel einer Anwendung heraus, die nur das enthält, was für die Anwendung interessiert*“, verstanden [DIN 2005a, 3].

Ein weiterer häufig verwendeter Begriff im Kontext der konzeptuellen Modellierung ist das **Anwendungsschema** (engl. „application schema“), das in ISO 19101 als „*konzeptuelles Schema der Anwendung*“ [DIN 2005a, 3] definiert wird und eine vollständige und exakte Beschreibung des Inhalts und der Struktur eines Geodatenatzes enthält [DIN 2005a, 22]. Beispiele für Anwendungsschemata sind das AAA-Anwendungsschema (s. Kapitel 3.4.2) und die für die INSPIRE-Geodaten-Themen definierten Schemata (s. Kapitel 3.2.2) [Eisenhut und Kutzner 2010, 20].

Abbildung 4 illustriert den Zusammenhang zwischen den oben genannten Begriffen.

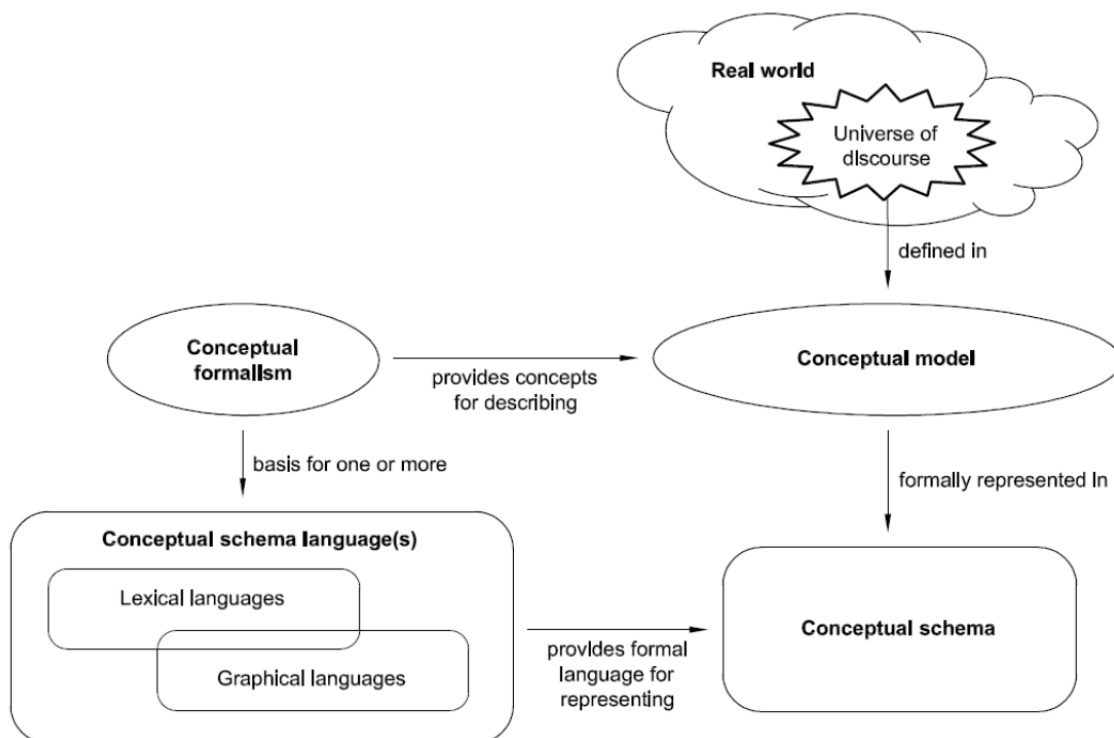


Abbildung 4: Von der Realwelt zum konzeptuellen Schema [DIN 2005a, 17]

Gemäß den Prinzipien der konzeptuellen Modellierung soll ein konzeptuelles Schema nur diejenigen Struktur- und Verhaltensaspekte beschreiben, die relevant für den Realweltausschnitt sind, nicht aber Aspekte der physischen Repräsentation der Daten. Es ist also unabhängig von physischen Implementierungen und Plattformen zu gestalten [DIN 2005a, 17; Eisenhut und Kutzner 2010, 9].

Damit kann ein konzeptuelles Schema derselben Modellierungsebene zugeordnet werden wie das von der Object Management Group (OMG) im Rahmen des modellbasierten Ansatzes für die Softwareentwicklung (engl. „Model-Driven Architecture“, MDA) definierte **plattformunabhängige Modell** („Platform Independent Model“, PIM). In einem PIM wird die Fachlogik eines Systems (z. B. Geschäftsprozesse oder Fachverfahren) technologie- und plattformunabhängig abgebildet [Eisenhut und Kutzner 2010, 13; OMG 2003, 2-6]. Ein **plattformabhängiges Modell** („Platform Specific Model“, PSM) hingegen enthält auch technische Aspekte einer Implementierung auf einer spezifischen Plattform [Eisenhut und Kutzner 2010, 13; OMG 2003, A-3].

Konzeptuelle Schemasprachen und konzeptuelle Schemata lassen sich darüber hinaus in die sogenannte „Four-level Metamodel Hierarchy“ der OMG einordnen, die folgende vier Ebenen definiert [Eisenhut und Kutzner 2010, 20; OMG 2007a, 16]:

- Ebene M3 („**Metametamodel** Layer“): definiert Konstrukte, die zur Beschreibung von Metamodellen aus Ebene M2 verwendet werden können. Dazu gehört die von der OMG spezifizierte Meta Object Facility (MOF), mit der beispielsweise die Schemasprache UML (s. Kapitel 3.1) definiert wurde.
- Ebene M2 („**Metamodel** Layer“): definiert Konstrukte zur Beschreibung von Datenmodellen. Die konzeptuelle Schemasprache UML ist ein Beispiel für ein Metamodell.
- Ebene M1 („**Model** Layer“): beinhaltet die konzeptuellen Schemata, mit dem die Daten aus Ebene M0 beschrieben werden. Ein Beispiel für ein solches konzeptuelles Schema ist das AAA-Anwendungsschema (s. Kapitel 3.4.2).
- Ebene M0 (**Info** Layer): beinhaltet die Instanzen, d.h. die Geodaten selbst.

Der Prozess, in dem das „konzeptuelle Schema (...) anhand von Kodierungsregeln und gegebenenfalls über ein Implementierungsschema (...) als Zwischenschritt in das gewünschte Transferformatschema überführt [wird]“ [Eisenhut und Kutzner 2010, 22] wird als **Kodierung** (engl. „encoding“) bezeichnet. Ferner umfasst der Begriff den Prozess, „in dem die Daten, die auf dem konzeptuellen Schema beruhen, anhand von weiteren Kodierungsregeln in das gewählte Transferformat überführt“ werden [ebenda].

In den **Kodierungsregeln** (engl. „encoding rules“) sind die einzelnen Schritte, die bei der Überführung von einem konzeptuellen Schema in ein Transferformat während des Kodierungsprozesses durchzuführen sind, festgelegt [Eisenhut und Kutzner 2010, 22].

Ein **Implementierungsschema** (engl. „implementation schema“) ist eine Zwischenstufe zwischen dem konzeptuellen, plattformunabhängigen Schema und dem Transferformatschema. Es ist plattformspezifisch, d.h. es verwendet Konzepte der „Plattform, auf der die modellierten Geodaten zur Verfügung stehen sollen“ [Eisenhut und Kutzner 2010, 22]. Bei der Überführung von UML-Schemata in GML-Anwendungsschemata kann beispielsweise ein GML-spezifisches Implementierungsschema notwendig sein, wenn das UML-Schema Konstrukte enthält, die in GML nicht beschrieben werden können (z.B. Mehrfachvererbung). Dies ist z.B. bei der Kodierung des konzeptuellen AAA-Anwendungsschemas der Fall [AdV 2009c, 79f.] (s. Kapitel 3.4.2).

Das **Transferformatschema** „legt die Struktur des Transferformats fest“ [Eisenhut und Kutzner 2010, 22]. Ein Beispiel für ein Transferformatschema ist ein GML-Anwendungsschema (engl. „GML application schema“), das die Struktur von in der Geography Markup Language (GML) kodierten Daten (s. Kapitel 3.1) beschreibt.

Ein **Transferformat** (auch „Austauschformat“ engl. „exchange format“) ist „ein Datenformat, mit dem digitale Daten zwischen verschiedenen Systemen ausgetauscht werden können“ [Eisenhut und Kutzner 2010, 22]. Beispiele für Transferformate sind GML als offenes, standardbasiertes Format sowie ESRI Shapefiles als proprietäres Format.

Die konzeptuellen Schemata und GML-Anwendungsschemata der vorliegenden Arbeit sind gemäß dem **objektorientierten Paradigma** modelliert. Dabei werden „individuelle, identifizierbare konkrete oder abstrakte Einheiten“ als **Objekte** (engl. „feature“) [Bill 2010, 408] abgebildet, denen Eigenschaften (beschrieben in Form von Attributen und Attributwerten) zugeordnet werden können und die Beziehungen (Assoziationen) zu anderen Objekten haben können. Zusätzlich kann das Verhalten eines Objektes über Methoden abgebildet werden. Objekte sind immer Instanzen bestimmter **Klassen** (auch „Objektklassen“, engl. „feature class“), die ähnliche Objekte gruppieren und deren Attribute und Methoden definieren“ [ebenda]. So können beispielsweise „Isar“, „Rhein“ und „Elbe“ Instanzen einer Objektklasse „Fluss“ sein. Ein wichtiges Konzept der objektorientierten Modellierung ist die Vererbung. Eigenschaften, Beziehungen und Methoden können bei einer übergeordneten **Superklasse** (auch „Oberklasse“) definiert werden und von einer untergeordneten **Subklasse** (auch „Unterklasse“) geerbt werden. Damit stehen sie auch in der Subklasse zur Verfügung, müssen aber nur einmal definiert werden. Die Subklasse wird dabei als **Spezialisierung** der Superklasse bezeichnet, die wiederum eine **Generalisierung** der Subklasse ist. Wenn eine Subklasse von mehr als einer Objektklasse direkt erbt, wird dies als **Mehrfachvererbung** bezeichnet.

Neben dem objektorientierten Paradigma existiert u.a. auch noch das ältere **relationale Paradigma**. Dessen Grundlage ist die **Relation**, eine *mathematische Beschreibung einer Tabelle mit Spalten und Zeilen*. Die Tabellenspalten werden dabei als Attribute bezeichnet, Tabellenzeilen als Tupel. Relationale Datenbanken sind nach diesem Paradigma strukturiert [Eisenhut und Kutzner 2010, 14f.]

In der vorliegenden Arbeit wird die semantische Transformation am Beispiel topographischer Geobasisdaten aus digitalen Landschaftsmodellen im Kontext von INSPIRE erörtert.

Unter **Geobasisdaten** wird dabei eine „Teilmenge der Geodaten, welche die Landschaft (Topographie) und die Liegenschaften der Erdoberfläche interessenneutral beschreiben“ [Bill 2010, 264] verstanden. Die Geobasisdaten werden in Deutschland in der Regel von den Vermessungsverwaltungen erhoben und bereit gestellt. Sie können als Grundlage für Fachdaten, die in den jeweiligen Fachdisziplinen erhoben werden, dienen. **Fachdaten** werden von den Verwaltungen der Kommunen und Länder sowie des Bundes u.a. aufgrund von Fachgesetzen (z.B. im Umweltbereich) erhoben [ebenda, 264f.].

**Digitale Landschaftsmodelle** (DLM) sind eine spezielle Art Datenmodell, die „die topographischen Objekte der Landschaft und das Relief der Erdoberfläche im Vektorformat [beschreiben]. Die Objekte werden einer bestimmten Objektart zugeordnet und durch ihre räumliche Lage, ihren geometrischen Typ, beschreibende Attribute und Beziehungen zu anderen Objekten (Relationen) definiert“ [AdV 2009a,

o.S.]. Digitale Landschaftsmodelle werden oft in **topographischen Informationssystemen**, einer speziellen Art der Geoinformationssysteme geführt [Hake et al. 2002, 409].

Der Begriff **INSPIRE** ist ein Akronym für die europäische Geodateninfrastruktur (engl. „Infrastructure for Spatial Information in the European Community“), die auf Grundlage der gleichnamigen, 2007 verabschiedeten EU-Richtlinie [Europäisches Parlament und Rat 2007a] aufgebaut wird.

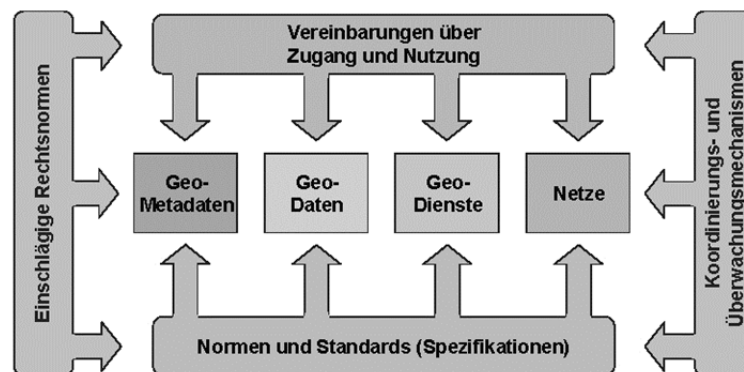


Abbildung 5: Komponenten einer Geodateninfrastruktur [Mordhorst 2007, o.S.]

Eine **Geodateninfrastruktur** (GDI) kann am besten durch folgende Komponenten beschrieben werden, aus denen sie sich zusammen setzt (s. Abbildung 5) [Schilcher 2010, 14; Jaenicke 2004, 10f.; Faust et al. 2009, 189]:

- *Geodaten und Metadaten, die diese beschreiben.*
- *Eine technische Infrastruktur, bestehend u.a. aus einem Netzwerk, Geodiensten, Portalen, Clients, Sicherheits- und Zugriffskontrollmechanismen sowie Abrechnungskomponenten.*
- *Normen und Standards, die die Interoperabilität der verteilten, heterogenen Komponenten ermöglichen.*
- *Akteure in der GDI (z.B. Anbieter und Nutzer von Geodaten und Geodiensten, Betreiber von GDI-Portalen)*
- *Organisatorische und rechtliche und Rahmenbedingungen (Koordinierungs- und Überwachungsmechanismen, Rechtsvorschriften, Vereinbarungen über Zugang und Nutzung)*

Ein **Geodienst** ist ein Dienst, der „über Schnittstellen Funktionalität für die Nutzung von Geodaten bereit [stellt]. Die Nutzung von Geodaten umfasst den Zugriff auf sowie die Erfassung, Manipulation, Transformation, Analyse und die Präsentation von Geodaten“ [Donaubauer 2004, 22]. Ein **Geo Web Service** „ist eine Spezialisierung eines Geodienstes, der das World Wide Web als Distributed Computing Plattform verwendet“ [ebenda].

Eine wichtige GDI-Grundlage ist **Interoperabilität**, die nach Donaubaue[r] [2004, 22] verstanden wird als „die Fähigkeit zur Zusammenarbeit a priori autonomer Systeme. Über syntaktisch und semantisch eindeutig spezifizierte Schnittstellen werden Dienstleistungen für andere Systeme erbracht und Dienstleistungen von anderen Systemen genutzt. Die Komplexität und die inneren Strukturen der Systeme werden vor dem Nutzer einer Dienstleistung verborgen.“

Staub [2009, 22] unterscheidet bei den technischen Aspekten der Interoperabilität folgende Teilbereiche:

- **Meta-Interoperabilität** *durch die Spezifikation und Verwendung einer konzeptuellen Schema-sprache beziehungsweise eines kohärenten Profils davon.*
- **Syntaktische Interoperabilität** *durch Dienste mit standardisierten Schnittstellen und Transfer von Daten über standardisierte Transferformate.*
- **Semantische Interoperabilität** *durch semantische Transformation (s.o.). Hierfür müssen Schemata der beteiligten Daten vorhanden, zugänglich und abbildbar sein.*

Der semantische Aspekt spielt auch bei der Definition von Interoperabilität in der INSPIRE-Richtlinie als „im Falle von Geodatensätzen ihre mögliche Kombination und im Falle von Diensten ihre mögliche Interaktion ohne wiederholtes manuelles Eingreifen und in der Weise, dass das Ergebnis kohärent ist und der Zusatznutzen der Datensätze und Datendienste erhöht wird“ [Europäisches Parlament und Rat 2007a, 5], eine wichtige Rolle. Ein inhaltlich kohärentes Ergebnis ist bei der Kombination von heterogenen Daten nur durch semantische Transformation in die im Rahmen von INSPIRE spezifizierten, europaweit einheitlichen Schemata (s. Kapitel 3.2.2) erreichbar.



### 3 Ausgangssituation

#### 3.1 Relevante Normen, Standards und Spezifikationen

Im Kontext der vorliegenden Arbeit sind eine Reihe von internationalen Normen, Standards und Spezifikationen aus den Bereichen Datenmodellierung und Kodierung, Abbildungssprachen, Geodienste sowie Datenqualität relevant.

Der Begriff „Norm“ bezieht sich dabei im deutschen Sprachgebrauch auf Vorschriften (de jure), die von nationalen oder internationalen Normungsgremien erarbeitet, und vor der Verabschiedung der Öffentlichkeit zur Stellungnahme vorgelegt werden. Zu den Normungsgremien gehören beispielsweise [Seifert 2009, 641ff.; Staub 2009, 38ff.]:

- International Organization for Standardization (ISO): weltweite Organisation mit einer Vielzahl von technischen Ausschüssen. Der für den Geoinformationsbereich zuständige Ausschuss „ISO/TC 211“ hat bisher insgesamt 44 Normen der sogenannten ISO 19100er Serie verabschiedet.
- Comité Européen de Normalisation (CEN): das Europäische Komitee für Normung übernimmt ausgewählte ISO-Normen oder regt bei Bedarf neue ISO-Normen an. In Verordnungen bzw. Richtlinien der EU kann nur auf CEN-Normen verwiesen werden, nicht aber auf ISO-Normen. Verabschiedete CEN-Normen sind für die nationalen Normungsgremien der EU-Mitgliedstaaten verbindlich.
- Deutsches Institut für Normung (DIN): beim deutschen Normierungsgremium ist der Ausschuss „NA 005-03-03 AA Kartographie und Geoinformation“ für den Bereich Geoinformation zuständig. Bisher wurden 30 (Stand Mai 2010) der insgesamt 44 Normen der ISO 19100er Serie als gültige DIN Norm verabschiedet. Sämtliche ISO- und DIN-Normen sind kostenpflichtig mit Stückpreisen bis über 250 Euro.
- Austrian Standards Institute (ASI) und Schweizerische Normen-Vereinigung (SNV): nationale Normungsgremien Österreichs und der Schweiz.

Unter „Standardisierung“ wird die oft industriegetriebene Vereinheitlichung von Technologien durch nationale oder internationale Zusammenschlüsse verstanden, deren Ergebnisse auch als de-facto-Standard bezeichnet werden. Für den Geoinformationsbereich sind folgende Standardisierungsorganisationen relevant [Eisenhut und Kutzner 2010, 28; Seifert 2009, 641ff.; Spilker 2011, 24f.; Staub 2009 38ff.]:

- Object Management Group (OMG): In dieser internationalen Vereinigung haben sich Vertreter aus der IT-Branche zusammengeschlossen mit dem Ziel, Standards im Bereich der objekt-orientierten Softwareentwicklung (z.B. UML) zu erarbeiten.
- World Wide Web Consortium (W3C): Das W3C ist eine internationale Organisation, die sich der Entwicklung von Standards für Web-Technologien (z.B. HTML, XML) widmet.
- Open Geospatial Consortium (OGC): Im OGC haben sich Vertreter von Industrie, Wissenschaft und Wirtschaft zusammengeschlossen, mit dem Ziel, Standards und Spezifikationen für die interoperable Nutzung von Daten und die Entwicklung von dienste-basierten Anwendungen im Geoinformationsbereich zu entwickeln.

Im Gegensatz zu den Normen sind die von den oben genannten Organisationen entwickelten Standards im Internet kostenfrei zugänglich.

Tabelle 1 enthält die für diese Arbeit relevanten Normen (N), Standards (ST) und Spezifikationen (SP).

Name	Version / Jahr	Organisation	Kategorie
<b>Bereich Datenmodellierung und Kodierung</b>			
Meta Object Facility (MOF) Core Specification	V. 2.0 / 2006	OMG	ST
MOF 2.0/XMI Mapping Specification	V 2.1 / 2005	OMG	ST
Unified Modeling Language (UML)	V. 2.1.1 / 2007, V. 2.3 / 2010	OMG	ST
SN 612030 INTERLIS1 / SN 612031 INTERLIS2	V. 1 / 1998, V. 2 / 2006	SNV	N
ISO 19501:2005 Information Technology – Open Distributed Processing -- Unified Modeling Language (UML)	2005	ISO	N
ISO/TS 19103:2005 Geographic information – Conceptual schema language	2005 (derzeit Revision)	ISO	N
DIN EN ISO 19101: Geoinformation – Referenzmodell (ISO 19101:2002)	2002 (ISO), 2005 (EN/ DIN) (derzeit Revision)	DIN/CEN/ ISO	N
DIN EN ISO 19109: Geoinformation – Regeln zur Erstellung von Anwendungsschemata (ISO 19109:2005)	2005 (ISO), 2006 (EN, DIN)	DIN/CEN/ ISO	N
DIN EN ISO 19107: Geoinformation – Raumbezugschema (ISO 19107:2003)	2003 (ISO), 2005 (EN, DIN)	DIN/CEN/ ISO	N
OpenGIS Implementation Specification for Geographic information - Simple feature access - Part 1: Common architecture	V. 1.2.0 / 2006	OGC	ST
DIN EN ISO 19125-1: Geoinformation – Simple feature access – Teil 1: Gemeinsame Architektur (ISO 19125-1:2004)	2004 (ISO), 2006 (EN, DIN)	DIN/CEN/ ISO	N
DIN EN ISO 19118: Geoinformation – Kodierung (ISO 19118:2005)	2005 (ISO), 2006 (EN, DIN) (derzeit Revision)	DIN/CEN/ ISO	N
OpenGIS Geography Markup Language (GML) Encoding Standard	V. 3.1.1 / 2004 V. 3.2.1 / 2007	OGC	ST
DIN EN ISO 19136: Geoinformation – Geography Markup Language (GML) (ISO 19136:2007)	2007 (ISO), 2009 (EN, DIN)	DIN/CEN/ ISO	N
XML Schema Part 1: Structures und Part 2: Datatypes	V. 2 / 2004	W3C	ST
INSPIRE Generic Conceptual Model	V. 3.3 / 2010	INSPIRE	SP
INSPIRE Data Specification on Hydrography – Guidelines	V. 3.0.1 / 2010	INSPIRE	SP
<b>Bereich Abbildungssprachen</b>			
Extensible Stylesheet Language for Transformations (XSLT)	V. 2.0 / 2007	W3C	ST
Rule Interchange Format (RIF) Core Dialect, Basic Logic Dialect und Production Rule Dialect	2010	W3C	ST
Query/View/Transform (QVT) 1.0 OMG Standard	2008	OMG	ST
<b>Bereich Geodienste</b>			
Web Feature Service Implementation Specification (WFS)	V. 1.1 / 2005	OGC	ST
Web Processing Service (WPS)	V 1.0 / 2007	OGC	ST
<b>Bereich Datenqualität</b>			
DIN EN ISO 19113: Geoinformation – Qualitätsgrundsätze (ISO 19113:2002)	2002 (ISO), 2005 (EN, DIN)	DIN/CEN/ ISO	N

Tabelle 1: Übersicht der relevanten Normen, Standards und Spezifikationen

Die Inhalte der oben genannten Normen, Standards und Spezifikationen sind u.a. in Eisenhut und Kutzner [2010, 9ff.], Seifert [2009, 644ff.], Spilker [2011, 24ff.], Staub [Staub 2009, 37ff.] sowie ausführlich in Kresse und Fadaie [2004] beschrieben und werden im Folgenden kurz zusammen gefasst. Im weiteren Text werden ISO Normen, die auch DIN und EN Normen sind, nur mit der Bezeichnung „ISO“ geführt.

### **Meta Object Facility (MOF)**

Die MOF-Core-Spezifikation [OMG 2006] bildet die Grundlage für die MDA. Sie stellt Konstrukte bereit, die zur Definition von Modellen (beispielsweise dem Metamodell der UML) verwendet werden können. Auf der MOF basierende Modelle können prinzipiell zwischen verschiedenen Systemen ausgetauscht werden [Eisenhut und Kutzner 2010, 28].

### **MOF XML Metadata Interchange (XMI)**

Die MOF 2.0/XMI Mapping Specification [OMG 2005] definiert ein XML-basiertes Transferformat (XMI) für Metadaten, deren Metamodelle auf der MOF basieren. Für den systemunabhängigen Austausch von UML-Modellen wird gewöhnlich XMI verwendet [Eisenhut und Kutzner 2010, 28].

### **Unified Modeling Language (UML)**

Die von der OMG standardisierte UML ist eine konzeptuelle Schemasprache mit einer graphischen Notation, die u.a. zur objektorientierten Modellierung von Softwaresystemen, Geschäftsprozessen und Daten verwendet werden kann [Spilker 2011, 25f.]. Die UML Spezifikation besteht aus zwei Dokumenten, der „UML Infrastructure“ und der „UML Superstructure“. Während erstere die Konzepte des Metametamodells und damit auch das MOF-Modell definiert, beschreibt letztere das eigentliche UML-Metamodell. Im Jahr 2010 wurde die neueste Version 2.3 der UML-Spezifikationsdokumente veröffentlicht [OMG 2010a; OMG 2010b]. Im Geoinformationbereich sind jedoch die Vorgängerversionen 2.1.1 [OMG 2007a; OMG 2007b] sowie 1.4.2 am weitesten verbreitet. Letztere wurde auch als Norm ISO/IEC 19501 [ISO 2005a] übernommen [Eisenhut und Kutzner 2010, 28].

Die graphische UML-Notation stellt eine Reihe von Diagrammtypen für die Modellierung zur Verfügung. Im Kontext der vorliegenden Arbeit sind davon vor allem die folgenden beiden Typen relevant [Kecher 2006, 21ff. u. 213; Spilker 2011, 26]:

- In Klassendiagrammen aus der Gruppe der Strukturdiagramme werden die statischen Strukturbestandteile eines Systems inklusive deren Eigenschaften und Beziehungen definiert. Konzeptuelle Schemata zur Modellierung von Geoinformationen können ebenfalls mit Klassendiagrammen erstellt werden. Die wichtigsten Elemente der UML-Notation für Klassendiagramme sind in Anhang A enthalten.
- Mit Aktivitätsdiagrammen aus der Gruppe der Verhaltensdiagramme kann das Verhalten von Systemen modelliert werden. Unter Verwendung eines Kontroll- und Datenflussmodells können u.a. die Reihenfolge von Aktivitäten, alternative Abläufe oder Ausnahmen und deren Behandlung abgebildet werden.

Mit der UML können u.a. Objektklassen, Attribute, Operationen und Assoziationen zwischen Objektklassen als Elemente eines Datenmodells beschrieben werden. Attributen wird dabei meist ein Typ zugewiesen (in Form eines Datentyps oder einer Klasse), welcher den Wertebereich des Attributs vorgibt. Datentypen werden mit dem Stereotyp <<dataTyp>> gekennzeichnet. Daneben gibt es auch noch spezielle Datentypen, wie beispielsweise Aufzählungstypen, die die Werte, die ein Attribut

annehmen kann, explizit auflisten. Diese werden mit dem Stereotyp <<enumeration>> gekennzeichnet [Eisenhut und Kutzner 2010, 29].

Die UML-Spezifikation definiert ferner einen Mechanismus zur Definition von Profilen, mit dem vorhandene UML-Metaklassen an bestimmte Anwendungsbereiche angepasst werden können. Hierfür können Stereotypen, Tagged Values (Eigenschaftswerte) und in der Object Constraint Language (OCL) formulierte Constraints (Einschränkungen) verwendet werden [Eisenhut und Kutzner 2010, 17]

## **INTERLIS**

Mit INTERLIS wurde in der Schweiz eine eigene konzeptuelle Schemasprache inklusive eines Transferformats für den modellbasierten Datenaustausch normiert. Das Metamodell der INTERLIS basiert nicht (wie das der UML) auf der MOF. Die INTERLIS Version 1 [Eidgenössische Vermessungsdirektion 1999] stellt eine textuelle Notation zur Verfügung, mit der Realweltobjekte durch Tabellen mit Attributen gemäß dem objektrelationalen Paradigma modelliert werden können. Mit der objektorientierten Version 2 [KOGIS 2006] können Datenmodelle mit Hilfe von Paketen (TOPIC), Klassen (CLASS) und Assoziationen (ASSOCIATION) beschrieben werden. Zur graphischen Darstellung der Schemata können nun auch UML-Klassendiagramme verwendet werden. Hierfür wurde eine Erweiterung des UML-Metamodells definiert. Für die Modellierung geometrischer Eigenschaften stehen in der INTERLIS primitive Datentypen (PolylineType, SurfaceType, AreaType) zur Verfügung. Aus einem INTERLIS Modell werden über Kodierungsregeln Datentransferformate abgeleitet. Für die INTERLIS1 wurde das ASCII-basierte Interlis Transfer Format (ITF) definiert. Für die Version 2 steht mit dem Interlis-XML (XTF) für die Kodierung nun auch ein eigener XML-Dialekt zur Verfügung [Staub 2009, 14ff.; Eisenhut und Kutzner 2010, 43].

## **DIN EN ISO 19101: Geoinformation – Referenzmodell**

Die Norm ISO 19101 bildet die Grundlage für die Entwicklung von Standards der ISO 19100er Serie. Das darin enthaltene Referenzmodell definiert grundlegende Konzepte und Begriffe aus dem Bereich der konzeptuellen Modellierung von Geoinformationen [DIN 2005a, 2] (s. Kapitel 2).

## **DIN EN ISO 19109: Geoinformation – Regeln zur Erstellung von Anwendungsschemata**

Die Norm ISO 19109 [DIN 2006a] definiert Regeln und Konzepte für die objektorientierte Modellierung von Geoinformationen in Anwendungsschemata. Die Grundlage hierfür bildet das General Feature Model (GFM), ein Metamodell, das Metaklassen für die Modellierung von Objektklassen (GF\_FeatureType), Assoziationen (GF\_AssociationType) sowie Eigenschaften (GF\_PropertyType mit den Subtypen GF\_Operation, GF\_AttributeType und GF\_AssociationRole) zur Verfügung stellt (s. Abbildung 6), von denen die Elemente der Anwendungsschemata abgeleitet werden müssen [Eisenhut und Kutzner 2010, 29f.].

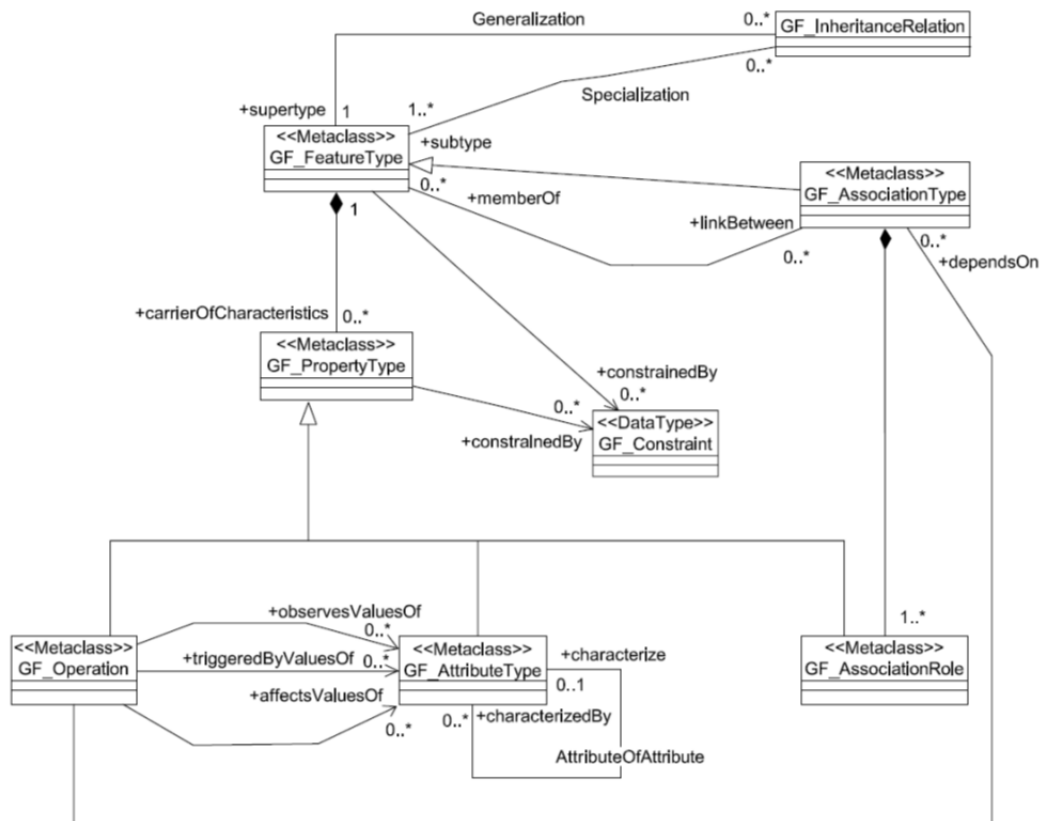


Abbildung 6: Konzepte im Kern des General Feature Models [DIN 2006a, 64]

### ISO/TS 19103: Geographic information – Conceptual schema language

Die Norm ISO 19103 [ISO 2005b] definiert ein UML-Profil zur Modellierung von Geoinformationen im Rahmen der ISO 19100er Normenserie. Die der Norm zugrunde liegende Version ist dabei UML 1.4.2 gemäß der Norm ISO/IEC 19501. Im Gegensatz zur UML Version 2.1, die einige primitive Datentypen vorgibt, stehen in der UML Version 1.4.2 keine vordefinierten Datentypen zur Verfügung. Das ISO 19103 UML-Profil definiert eine Vielzahl von Datentypen beispielsweise für Text (z.B. `CharacterString`), Wahrheitswerte (z. B. `Boolean`), Datumsangaben (z. B. `DateTime`) oder Maße (z. B. `Length` oder `Area`). Darüber hinaus werden zusätzliche Stereotypen wie beispielsweise `<<codeList>>` oder `<<union>>` definiert. Des Weiteren werden zusätzliche Vorgaben beispielsweise bezüglich der Angabe von Kardinalitäten und Rollennamen gemacht [Eisenhut und Kutzner 2010, 32ff.].

Nach Eisenhut und Kutzner [2010, 34] ist das in der Norm ISO 19103 definierte UML-Profil allerdings kein echtes UML-Profil im Sinne der oben genannten UML-Spezifikation, da es Konstrukte enthält (z.B. Stereotyp `<<codeList>>`), die keine Spezialisierungen von UML-Metamodellelementen sind.

## DIN EN ISO 19107: Geoinformation – Raumbezugschema

Die Norm ISO 19107 [DIN 2005b] definiert das Geometrie- und Topologiemodell der ISO 19100er Serie, indem sie eine Reihe von Grundtypen zur Beschreibung von geometrischen und topologischen Eigenschaften von Geobjekten zur Verfügung stellt. Die Geometrietypen (s. Abbildung 7) sind dabei in geometrische Primitive (Subtypen von GM\_Primitive), geometrische Komplexe (Subtypen von GM\_Complex) und geometrische Aggregate ("Multi"-Geometrietypen als Subtypen von GM\_Aggregate) untergliedert [Andrae 2009, 44ff.]. Die wichtigsten Unterschiede zwischen diesen werden in Kapitel 7.1 kurz beschrieben.

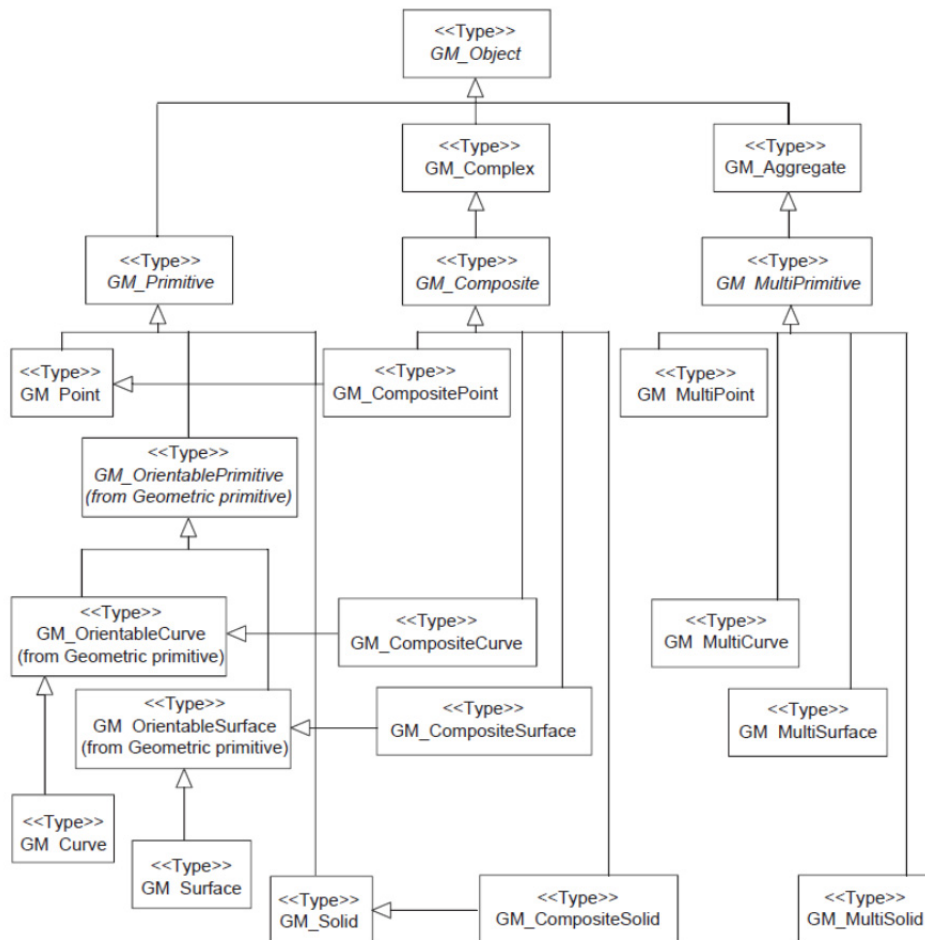


Abbildung 7: Geometriemodell der Norm ISO 19107 [DIN 2005b, 32]

## OpenGIS Implementation Specification for Geographic information – Simple feature access – Part 1: Common architecture / DIN EN ISO 19125-1: Geoinformation – Simple feature access – Teil 1: Gemeinsame Architektur

Die OGC Simple Features Spezifikation [OGC 2006], die auch als Norm ISO 19125-1 [DIN 2006c] veröffentlicht wurde, definiert ein Profil des in der Norm ISO 19107 festgelegten Geometriemodells (s. Abbildung 8). Dabei werden aus der Vielzahl der vorgesehenen Geometrietypen nur einfache null- bis zweidimensionale Typen verwendet, bei denen Punkte ausschließlich durch Geraden verbunden werden und die sich nicht selbst schneiden dürfen [Donaubauer 2004, 43]. Geometrischen Komplexe werden nicht verwendet.

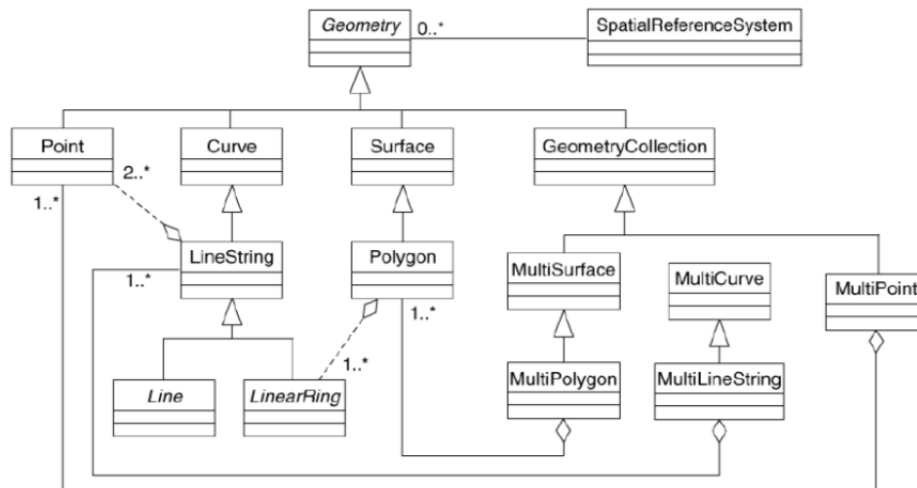


Abbildung 8: Geometriemodell der Norm 19125-1 [DIN 2006c, 9]

### DIN EN ISO 19118: Geoinformation – Kodierung

In der Norm ISO 19118 wird ein Rahmen-Regelwerk festgelegt, das u.a. Anforderungen für die Beschreibung von Kodierungsregeln für Geodaten innerhalb der ISO 19100er Normenserie spezifiziert. Darüber hinaus wird im Anhang A eine allgemeine Kodierungsregel unter Verwendung der Extensible Markup Language (XML) definiert, die dann in der Norm ISO 19136 für Geodaten (s.u.) sowie der Norm 19139 für Metadaten konkretisiert wird [DIN 2006b, 2]. Mit Hilfe von Kodierungsregeln können aus UML-Schemata beispielsweise GML-Anwendungsschemata (s.u.) abgeleitet werden.

### OpenGIS Geography Markup Language (GML) Encoding Standard / DIN EN ISO 19136: Geoinformation – Geography Markup Language (GML)

Die vom OGC standardisierte GML ist eine Markup-Sprache für Geodaten, die auf den W3C Standards XML [W3C 2008] sowie XML-Schema [W3C 2004b; W3C 2004c] basiert. Mit Hilfe der GML kann die Struktur der Geodaten in einem sogenannten GML-Anwendungsschema beschrieben werden und die Daten selbst in Form eines GML-Instanzdokumentes gespeichert und ausgetauscht werden [Donaubauer 2004, 41]. Im Jahr 2007 wurde die aktuelle Version 3.2.1 der GML-Spezifikation [OGC 2007a] veröffentlicht, die auch als Norm 19136 [DIN 2009] übernommen wurde. Diese wurde aber bisher nicht von allen Herstellern implementiert, weswegen die Vorgängerversion 3.1.1 [OGC 2004] immer noch weit verbreitet ist [Beare et al. 2010a, 15].

Die GML basiert wie die UML auf dem objektorientierten Paradigma. Grundlegendes Element ist ein „Feature“ (Geoobjekt), das durch „Properties“ (Eigenschaften) beschrieben wird. Der Typ einer Property kann durch einen einfachen oder komplexen Datentyp oder einen Feature Type definiert sein. Für die Beschreibung geometrischer Eigenschaften stellt die GML eine Reihe von vordefinierten Geometrietypen zur Verfügung. Seit der GML-Version 3.0 wird das ISO 19107 Geometriemodell unterstützt. Die Vorgängerversion 2.1.1 war hingegen auf die oben beschriebenen OGC Simple Features beschränkt. Gleichartige Features werden entsprechend der Klassenbildung in der objektorientierten Modellierung zu sogenannten „Feature Types“ zusammengefasst. In einem GML-Anwendungsschema können eigene Feature Types definiert werden, die aus den in der Spezifikation definierten Grundelementen abgeleitet werden müssen [Donaubauer 2004, 42ff.].

### **Web Feature Service Implementation Specification (WFS)**

Die WFS Spezifikation definiert eine standardisierte Schnittstelle für einen Geo Web Service, mit dem auf objektstrukturierte Vektordaten in Form von „Features“ zugegriffen werden kann. Im Jahr 2010 wurde die Version 2.0 verabschiedet [OGC 2010b], die auch als Norm ISO 19142 übernommen wurde, für die es aber noch kaum Implementierungen gibt. Gängig sind die Vorgängerversionen 1.1 [OGC 2005] und 1.0. Eine Instanz der „Basic“ WFS-Version muss die folgenden Operationen unterstützen [Donaubauer 2004, 55ff.]:

- GetCapabilities: Abruf von Metainformationen zu Eigenschaften der WFS-Instanz (u.a. Version, unterstützte Operationen, Liste der vom Dienst angebotenen Feature Types)
- DescribeFeatureType: liefert als Antwort ein GML-Anwendungsschema, das die Struktur der Feature Types beschreibt.
- GetFeature: Abruf von in der GML kodierten Features mit der Möglichkeit der Einschränkung der Auswahl u.a. über Filter.

### **Web Processing Service (WPS)**

Die WPS Spezifikation definiert eine generische Schnittstelle für die dienste-basierte Prozessierung von Geodaten. Seit 2007 liegt die Spezifikation in der Version 1.0 vor [OGC 2007b]. Eine WPS-Instanz muss die folgenden Operationen unterstützen [Lehto 2007b, 11]:

- GetCapabilities: Abruf von Metainformationen zu Eigenschaften der WPS-Instanz (z.B. zur Verfügung stehende Prozesse)
- DescribeProcess: Abruf von detaillierten Informationen über die Art der zur Verfügung stehenden Prozesse inklusive benötigter Inputs
- Execute: ermöglicht die Ausführung des Prozesses.

Die oben genannten Standards für Abbildungssprachen werden in Kapitel 4.4 beschrieben. Auf die Norm ISO 19113 wird in Kapitel 4.5 näher eingegangen. Die angesprochenen INSPIRE-Spezifikationen, die in Kapitel 3.2.2 vorgestellt werden, basieren so weit wie möglich auf den oben genannten ISO-Normen und OGC-Standards.



## 3.2 INSPIRE und die Europäische Geodateninfrastruktur

### 3.2.1 Ziele, Gegenstand und Zeitplan

Die „Richtlinie 2007/2/EG des Europäischen Parlamentes und des Rates vom 14. März 2007 zur Schaffung einer Geodateninfrastruktur in der Europäischen Gemeinschaft“ (kurz „INSPIRE-Richtlinie“) [Europäisches Parlament und Rat 2007a] trat am 15. Mai 2007 in Kraft.

Angestoßen wurde die Richtlinie von der Generaldirektion Umwelt der Europäischen Kommission mit dem Ziel, die Bereitstellung von Geodaten durch die EU-Mitgliedstaaten zur Erfüllung von Berichtspflichten gegenüber der Europäischen Kommission und der Europäischen Umweltagentur sowie im Rahmen internationaler Umweltübereinkommen zu harmonisieren und zu vereinfachen [Meinert und Streuff 2009, 176]. Berichtspflichten erwachsen beispielsweise aus der „Richtlinie 2000/60/EG des Europäischen Parlamentes und des Rates vom 23. Oktober 2000 zur Schaffung eines Ordnungsrahmens für Maßnahmen der Gemeinschaft im Bereich der Wasserpolitik“ („Wasser-rahmenrichtlinie“) [Europäisches Parlament und Rat 2000] sowie der „Richtlinie 2007/60/EG des Europäischen Parlamentes und des Rates vom 23. Oktober 2007 über die Bewertung und das Management von Hochwasserrisiken („Hochwasserrichtlinie“) [Europäisches Parlament und Rat 2007b]. Neben dem Fokus auf die Europäische Verwaltung als Nutzer sind gemäß Meinert und Streuff [2009, 177] „die Schaffung von Transparenz und Teilhabe für die Öffentlichkeit“ sowie „die Aktivierung des Wertschöpfungspotenzials der Geodaten der Verwaltungen durch kommerzielle Nutzung“ weitere Ziele.

Der Aufbau der Europäischen Geodateninfrastruktur (EGDI) soll sich dabei auf die Geodateninfrastrukturen der EU-Mitgliedstaaten stützen, die so ausgelegt sein sollen, dass Geodaten [Europäisches Parlament und Rat 2007a, 1f.]

- „auf der optimal geeigneten Ebene gespeichert, zugänglich gemacht und verwaltet werden“,
- „aus verschiedenen Quellen aus der gesamten Gemeinschaft auf kohärente Art verknüpft und von verschiedenen Nutzern und für unterschiedliche Anwendungen genutzt werden können“,
- „leicht ermittelt und auf ihre Eignung hin geprüft werden können“,

sowie ferner, dass

- „Geodaten, die auf einer bestimmten Verwaltungsebene erfasst werden, von anderen Verwaltungsbehörden gemeinsam genutzt werden können“,
- „die Nutzungsbedingungen leicht in Erfahrung zu bringen sind“ und
- „die Bedingungen für die Bereitstellung von Geodaten einer umfassenden Nutzung nicht in unangemessener Weise im Wege stehen“.

Die INSPIRE-Richtlinie musste zwei Jahre nach ihrem Inkrafttreten in allen EU-Mitgliedstaaten in nationales Recht umgesetzt werden. In Deutschland ist dies auf Bundesebene durch das Inkrafttreten des Geodatenzugangsgesetzes [GeoZG] am 14. Februar 2009 erfolgt. Aufgrund der föderalen Zuständigkeit insbesondere im Bereich Vermessungswesen waren neben dem Bundesgesetz auch Landesgesetze für alle 16 Bundesländer notwendig [Schilcher 2010, 22f.; Meinert und Streuff 2009, 177]. Das letzte dieser Gesetze ist allerdings erst Ende Dezember 2010 – also über eineinhalb Jahre nach Fristende – in Kraft getreten.

Die Richtlinie selbst legt grundlegende Rahmenbedingungen und Anforderungen fest. Die fachlichen und technischen Details werden in sogenannten Durchführungsbestimmungen, die in der Regel als Verordnungen erlassen werden, in nachfolgend genannten Bereichen konkretisiert [Schilcher 2010, 15 u. 22; Meinert und Streuff 2009, 178ff.]. Der Monat des Inkrafttretens der jeweiligen Verordnung ist in Klammern angegeben.

- Metadaten (engl. „metadata“) für Geodatenätze und Geodienste [Europäische Kommission 2008] (Dezember 2008).
- Netzwerkdienste (engl. „network services“): Suchdienste, die das Suchen nach und die Anzeige von Metadaten zu Geodatenätzen und -diensten ermöglichen sowie Darstellungsdienste zur Anzeige von Geodatenätzen [Europäische Kommission 2009b] (November 2009); Downloaddienste, die das Herunterladen von und ggf. den direkten Zugriff auf Geodatenätze ermöglichen sowie Transformationsdienste, die eine Umwandlung von Geodatenätzen, zur Erreichung von Interoperabilität ermöglichen sollen [Europäische Kommission 2010b] (Dezember 2010); Dienste zum Abrufen von Geodatenätzen (Entwurf liegt noch nicht vor).
- Interoperabilität von Geodatenätzen und -diensten (engl. „interoperability of spatial data sets and services“): Spezifikationen zu den Geodaten-Themen in Anhang I der Richtlinie [Europäische Kommission 2010c; Europäische Kommission 2011] (Dezember 2010); Spezifikationen zu den Geodaten-Themen aus den Anhängen II & III sind in Arbeit.
- Überwachung und Berichtswesen (engl. „monitoring und reporting“): Indikatoren zur Überwachung des Umsetzungsstandes [Europäische Kommission 2009a] (Juni 2009).
- Zugang der Organe und Einrichtungen der Gemeinschaft zu Geodatenätzen und -diensten der Mitgliedstaaten nach harmonisierten Bedingungen (engl. „data and service sharing“): Zugriffs- und Nutzungsrechte [Europäische Kommission 2010a] (April 2010).

Zusätzlich zu den Durchführungsbestimmungen werden sogenannte „Technical Guidance“ Dokumente veröffentlicht, die technische Details spezifizieren und auf für die Implementierung relevante Normen und Standards verweisen. Diese sind zwar rechtlich nicht bindend, ohne deren Beachtung ist allerdings die angestrebte Interoperabilität nicht erreichbar [Schilcher 2010, 22; Meinert und Streuff 2009, 178f.].

Für die vorliegende Arbeit von besonderer Bedeutung sind die Durchführungsbestimmungen und Technical Guidance Dokumente zur Interoperabilität von Geodatenätzen und -diensten sowie zu Transformationsdiensten.

Die INSPIRE-Richtlinie verpflichtet die Mitgliedstaaten nicht zur Neuerhebung von Daten, wohl aber dazu, bestehende Daten entsprechend der Verordnung zur Interoperabilität von Geodatenätzen und -diensten über Netzwerke interoperabel verfügbar zu machen. Welche Geodaten betroffen sind, ist in den drei Anhängen zur Richtlinie festgeschrieben, die insgesamt 34 sogenannte Geodaten-Themen (engl. („spatial data themes“)) auflisten (s. Abbildung 9). Eine Beschreibung aller 34 Geodaten-Themen kann Anhang B entnommen werden. Für jedes dieser Themen wird von internationalen Expertenteams (engl. „thematic working groups“, TWG) eine Datenspezifikation (engl. „data specification“) erarbeitet. Die Aufteilung der Geodaten-Themen in drei Anhänge spiegelt auch eine zeitliche Priorisierung wieder. Die Spezifikationsarbeit begann zunächst mit den Themen aus Anhang I, für die bereits „Technical Guidance“ Dokumente in der Version 3.0.1 vorliegen [Fichtinger und Kutzner 2010, 35]. Diese unter Vorbehalt endgültige Version fand auch Eingang in die oben genannte Verordnung zur Interoperabilität von Geodatenätzen und -diensten. Parallel dazu wurde

2010 auch die Arbeit an den Spezifikation der Geodaten-Themen aus Anhang II und III aufgenommen, die im Mai 2012 abgeschlossen sein soll [Schilcher 2010, 22]. Entwürfe dieser Datenspezifikationen sollen voraussichtlich Ende Juni 2011 offiziell veröffentlicht werden und in die Testphase gehen. Auf die Datenspezifikationen wird im folgenden Kapitel näher eingegangen.

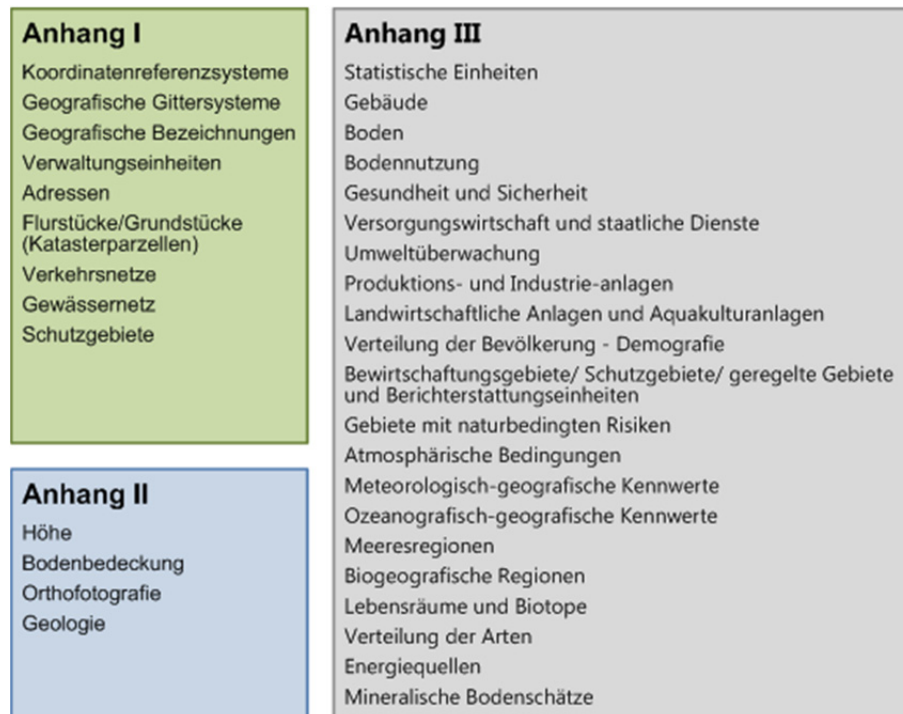


Abbildung 9: Geodaten-Themen in den Anhängen I bis III der INSPIRE Richtlinie  
[nach Europäisches Parlament und Rat 2007a, 11ff.; Spilker 2011, 10]

Die Verordnung zur Interoperabilität kann durch die Datenbereitsteller auf zwei Arten erfüllt werden, nämlich in dem die „Geodatenätze (...) entweder durch Anpassung der bestehenden Geodatenätze oder durch (...) Transformationsdienste verfügbar gemacht [werden]“ [Europäisches Parlament und Rat 2007a, 7].

Gemäß der Verordnung zu den Transformationsdiensten müssen diese folgende Operationen unterstützen [Europäische Kommission 2010b, 9f.]:

- „Get Transformation Service Metadata“: Abruf von Metadaten zu den Eigenschaften des Dienstes (u.a. unterstützte Transformationen, akzeptierte Arten von Input-Daten, unterstützte Schema- und Abbildungssprachen).
- „Transform“: Ausführung des eigentlichen Transformationsvorgangs.
- „Link Transformation Service“: soll die Weiterleitung einer Transformationsanfrage von einem Transformationsdienst auf Mitgliedstaatsebene beispielsweise zu einem Dienst einer Behörde, der die eigentliche Transformationsfähigkeit bereit stellt, ermöglichen.

Mögliche Architekturen von Transformationsdiensten werden in Kapitel 4.2 vorgestellt.

Die Verordnung macht darüber hinaus folgende Vorgaben bzgl. Kapazität und Verfügbarkeit der Transformationsdienste [Europäische Kommission 2010b, 3]:

- Pro Sekunde muss ein Transformationsdienst mindestens fünf Anfragen bearbeiten können.
- Der Dienst soll 99 % der Zeit verfügbar sein.

Da Transformationsdienste noch ein relativ neues technologisches Feld sind und es hierfür im Geoinformationsbereich noch keine Standards gibt, wurde seitens des Joint Research Centres der Europäischen Kommission eine Studie in Auftrag gegeben, deren Ergebnisse u.a. eine umfangreiche State-of-the-art Analyse [Beare et al. 2010a] sowie den Entwurf eines "Technical Guidance" Dokumentes [Howard et al. 2010] zu diesem Thema umfassen.

Die INSPIRE-Richtlinie legt einen konkreten Zeitplan zur Umsetzung ihrer Anforderungen fest (s. Abbildung 10). So müssen beispielsweise Geodatenätze zu den Themen aus Anhang I ab November 2012 (nach Veröffentlichung der Verordnung zur Interoperabilität neu erstellte bzw. weitestgehend umstrukturierte Datensätze) bzw. ab November 2017 (bestehende Datensätze) durch die Mitgliedstaaten INSPIRE-konform bereitgestellt werden. Unter Annahme der Veröffentlichung der Verordnung für die Geodaten-Themen aus Anhang II & III im Mai 2012 müssten Geodatenätze zu diesen Themen entsprechend ab Mai 2014 bzw. Mai 2019 INSPIRE-konform verfügbar gemacht werden [Spilker 2011, 47]. Transformationsdienste sind ab Ende Dezember 2012 gemäß der entsprechenden Verordnung bereitzustellen [Europäische Kommission 2010b, 2]. Bei der Verabschiedung der Verordnungen sind allerdings gegenüber der ursprünglichen Planung bisher bereits mehr oder weniger große Verzögerungen eingetreten (s. gelbe Balken in Abbildung 10).

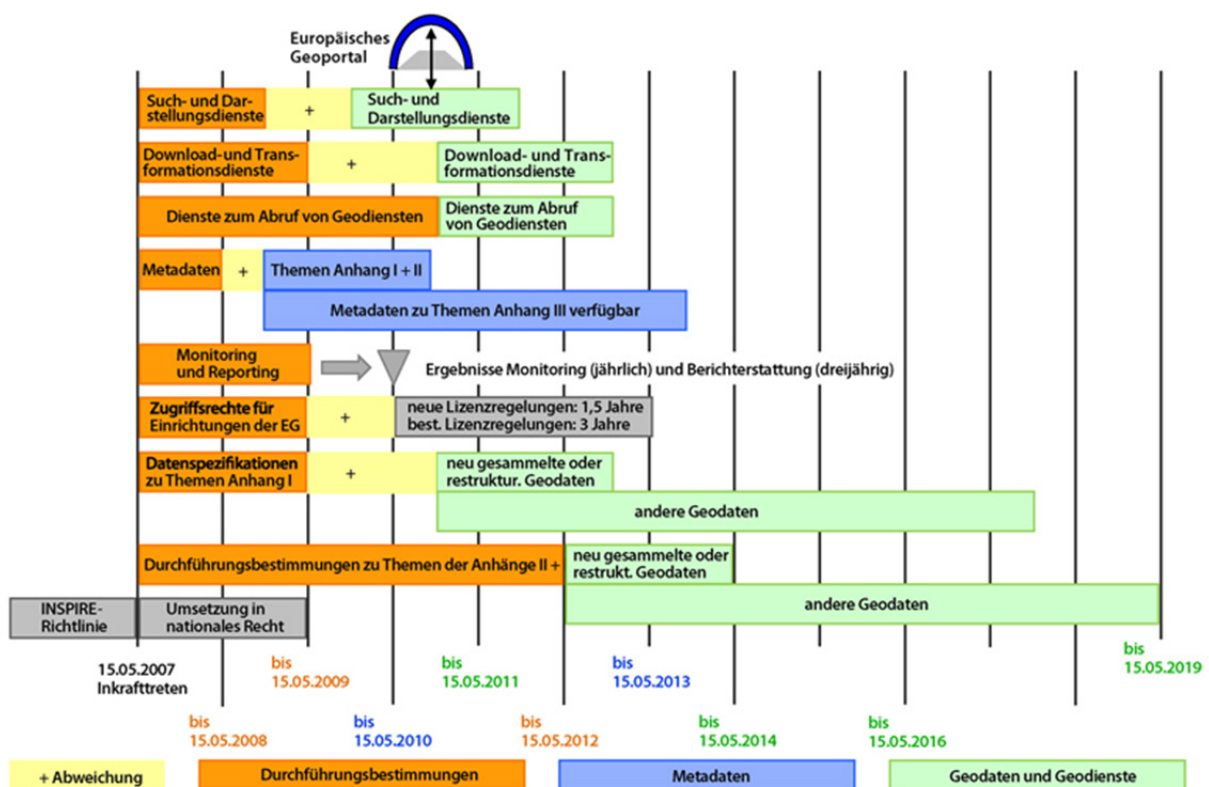


Abbildung 10: Zeitplan für die INSPIRE-Umsetzung [KST. GDI-DE 2011]

In Deutschland liegt die Federführung bei der Umsetzung der INSPIRE-Richtlinie beim Bundesministerium für Umwelt, Naturschutz und Reaktorsicherheit. Das Lenkungsgremium GDI-DE fungiert als nationale Anlaufstelle im Sinne der Richtlinie und wird operativ von der im Bundesamt für Kartographie und Geodäsie angesiedelten Koordinierungsstelle GDI-DE unterstützt. Ferner wurden INSPIRE-Kontaktstellen auf Länderebene benannt, so beispielsweise in Bayern die am Landesamt für Vermessung und Geoinformation angesiedelte Geschäftsstelle Geodateninfrastruktur

Bayern. Weitere organisatorische Details zur INSPIRE-Umsetzung und zur Geodateninfrastruktur Deutschland (GDI-DE) können Schilcher [2010, 22ff.] sowie Spilker [2011, 11ff.] entnommen werden.

In Österreich wird die Umsetzung der INSPIRE-Richtlinie vom Bundesministerium für Land- und Forstwirtschaft, Umwelt und Wasserwirtschaft koordiniert, das auch als nationale Anlaufstelle fungiert. Auch hier musste neben dem Bundesgesetz für jedes Bundesland ein eigenes Gesetz verabschiedet werden [Seebacher 2010, 30].

Auch für die Schweiz als Nicht-EU-Mitglied ist die INSPIRE-Richtlinie u.a. durch die Mitgliedschaft in der Europäischen Umweltagentur sowie bilaterale Abkommen mit EuroStat verpflichtend – allerdings nur in ausgewählten Themenbereichen [Staub 2010, 29]. Die Funktion der nationalen Anlaufstelle wird hier durch eine Einzelperson im Auftrag von KOGIS (Bereich Koordination, Geo-Information und Services beim Bundesamt für Landestopographie swisstopo) wahrgenommen.

Neben INSPIRE existieren auf internationaler Ebene noch weitere Initiativen im Bereich der Geoinformation. Eine davon ist das GMES („Global Monitoring for Environment and Security“) Programm, das von der Europäischen Kommission und der Europäischen Weltraumagentur (ESA) initiiert wurde mit dem Ziel, ein unabhängiges europäisches Erdbeobachtungssystem aufzubauen. Hierfür sollen satellitengestützte Erdbeobachtungsdaten und Daten von In-situ-Messnetzen integriert und über Dienste zur Verfügung gestellt werden. Thematisch wird GMES die Bereiche Land, Meer, Atmosphäre, Klimawandel, Katastrophenmanagement und Sicherheit abdecken [Schilcher 2010, 14 u. 20]. Da zwischen INSPIRE und GMES eine Reihe von Synergien entstehen kann, sollen Daten und Dienste aus beiden Initiativen kombinierbar sein. Aus diesem Grund wird in aktuellen europäischen Ausschreibungen im Bereich GMES die Berücksichtigung von INSPIRE Vorgaben gefordert [Schilcher 2010, 20]. Auch die im Herbst 2010 verabschiedete „Verordnung (EU) Nr. 911/2010 des Parlamentes und des Rates vom 22. September 2010 über das Europäische Erdbeobachtungsprogramm (GMES) und seine ersten operativen Tätigkeiten (2011-2013)“ weist in der Begründung explizit auf INSPIRE hin, in dem sie feststellt, dass „GMES-Daten die Übereinstimmung mit den räumlichen Referenzdaten der Mitgliedstaaten aufrechterhalten und die Entwicklung der Geodateninfrastruktur in der Union gemäß der Richtlinie 2007/2/EG des Europäischen Parlaments und des Rates vom 14. März 2007 zur Schaffung einer Geodateninfrastruktur in der Europäischen Gemeinschaft (INSPIRE) unterstützen [sollten]“ [Europäisches Parlament und Rat 2010, 4].

Wie die Kombination von INSPIRE und GMES in der Praxis umgesetzt werden kann, wird derzeit im Projekt „InGeoSat – Permanente INSPIRE-GMES-Testplattform für innovative Geo- und Satellitenanwendungen“, das die TUM in Kooperation mit den Firmen ESG Elektroniksystem- und Logistik-GmbH, ESRI Deutschland GmbH und GAF AG durchführt, am Beispiel von Szenarien aus dem Forst- und Sicherheitsbereich erprobt [Hosse et al. 2010, 44].

### 3.2.2 Spezifikationen zur Datenmodellierung

Die in der INSPIRE-Richtlinie avisierte Interoperabilität soll durch eine Reihe von Spezifikationen ermöglicht werden, die so weit wie möglich auf internationalen Standards und Normen basieren sollen [Europäisches Parlament und Rat 2007a, 6]. Insgesamt wurden 20 verschiedene Interoperabilitäts-Aspekte (engl. „Data Interoperability Components“) (s. Abbildung 11) identifiziert, für die in den Durchführungsverordnungen und „Technical Guidance“ Dokumenten Vorgaben gemacht werden müssen. Die Data Interoperability Components sind im „Generic Conceptual Model“ Dokument detailliert beschrieben [INSPIRE DT DS 2010b, 24ff.]. Rot hervorgehoben sind in der Abbildung die Aspekte, die in der vorliegenden Arbeit eine Rolle spielen.

(A) INSPIRE Principles	(B) Terminology	(C) Reference model
(D) Rules for application Schemas and feature catalogues	(E) Spatial and temporal aspects	(F) Multi-lingual text and cultural adaptability
(G) Coordinate referencing and units model	(H) Object referencing modelling	(I) Identifier Management
(J) Data transformation	(K) Portrayal model	(L) Registers and registries
(M) Metadata	(N) Maintenance	(O) Quality
(P) Data Transfer	(Q) Consistency between data	(R) Multiple representations
(S) Data capturing	(T) Conformance	

Abbildung 11: INSPIRE Interoperabilitäts-Komponenten [INSPIRE DT DS 2010b, 26]

Die oben angesprochenen Datenspezifikationen für die Geodaten-Themen aus den Anhängen der Richtlinie enthalten eine Reihe von Anforderungen (engl. „requirements“) und Empfehlungen (engl. „recommendations“) u.a. im Hinblick auf Dateninhalt und -struktur, Raumbezugssysteme, Datenqualitätskriterien, themenspezifische Metadatenelemente sowie die graphische Darstellung der Daten. Hauptbestandteil einer Datenspezifikation ist aber das konzeptuelle Schema für das jeweilige Geodaten-Thema (= Anwendungsschema), das in UML-Diagrammen und einem entsprechenden Objektartenkatalog beschrieben wird und alle relevanten Objektklassen, Attribute, Datentypen, Assoziationen und Constraints spezifiziert [Fichtinger und Kutzner 2010, 35f.].

Um ein einheitliches Vorgehen bei der Entwicklung der Datenspezifikationen zu gewährleisten, wurde durch das Drafting Team „Data Specifications“ ein Rahmenwerk (engl. „Data Specification Development Framework“) erstellt, das aus vier Dokumenten besteht (s. auch Abbildung 12) [INSPIRE DT DS 2010b, 7f.; Spilker 2011, 48]:

- Das „Definition of Annex Themes and Scopes“ Dokument [INSPIRE DT DS 2008a] diene als Ausgangspunkt für die Datenspezifikation. Es enthält für jedes der 34 Geodaten-Themen eine Definition und Erläuterung, eine Auflistung potentiell wichtiger Objektklassen sowie Beziehungen zu anderen Geodaten-Themen.

- Das „Methodology for the Development of Data Specifications“ Dokument [INSPIRE DT DS 2008b] beschreibt Prozesse und Methoden, die seitens der „Thematic Working Groups“ bei der Entwicklung der Datenspezifikationen angewendet werden sollen. Dies beinhaltet u.a. eine Vorlage zur Beschreibung von Anwendungsfällen, eine „Checklist“ für die Analyse der Quelldaten und –schemata sowie die Identifikation von Anforderungen und möglichen Lösungswegen für die Datenharmonisierung unter Berücksichtigung der „data interoperability components“.
- Das „Generic Conceptual Model“ [INSPIRE DT DS 2010b] definiert grundlegende Konzepte für die Datenmodellierung (u.a. das INSPIRE UML-Profil) und enthält Anforderungen und Empfehlungen für jede der Interoperabilitäts-Komponenten (beispielsweise die Modellierung von geometrischen Eigenschaften eines Objektes und die Objektidentifikation). Darüber hinaus definiert es eine Reihe von Basistypen sowie ein themenübergreifendes, generisches Netzwerkmodell (engl. „generic network model“), das u.a. in der Gewässernetz Spezifikation verwendet wird.
- Das „Guidelines for the Encoding of Spatial Data“ Dokument [INSPIRE DT DS 2010a] legt schließlich die Kodierungsregeln fest, gemäß derer die konzeptuellen Schemata in GML-Anwendungsschemata überführt werden können.

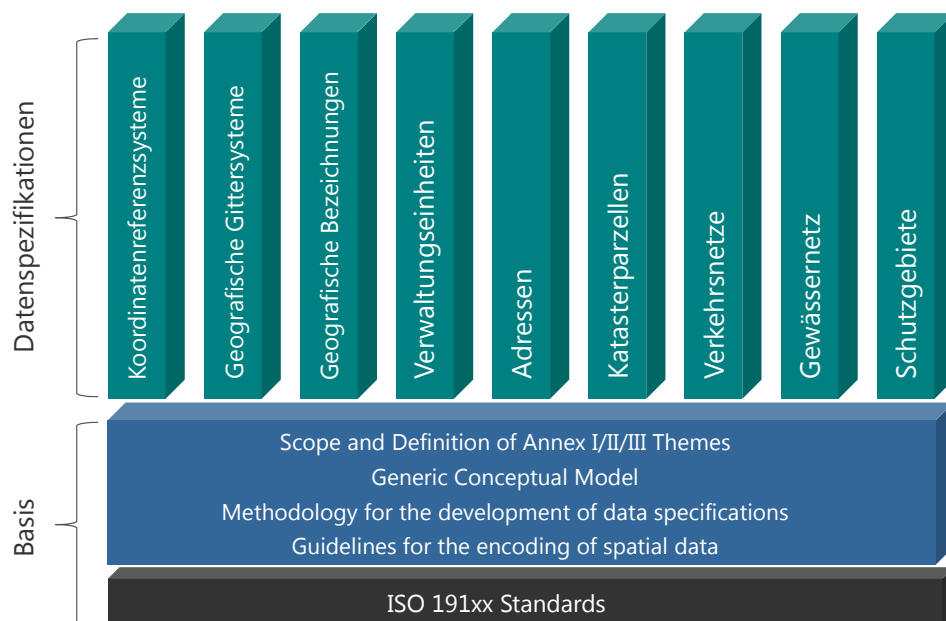


Abbildung 12: INSPIRE Datenspezifikationen für Geodaten-Themen aus Anhang I und deren Grundlagen

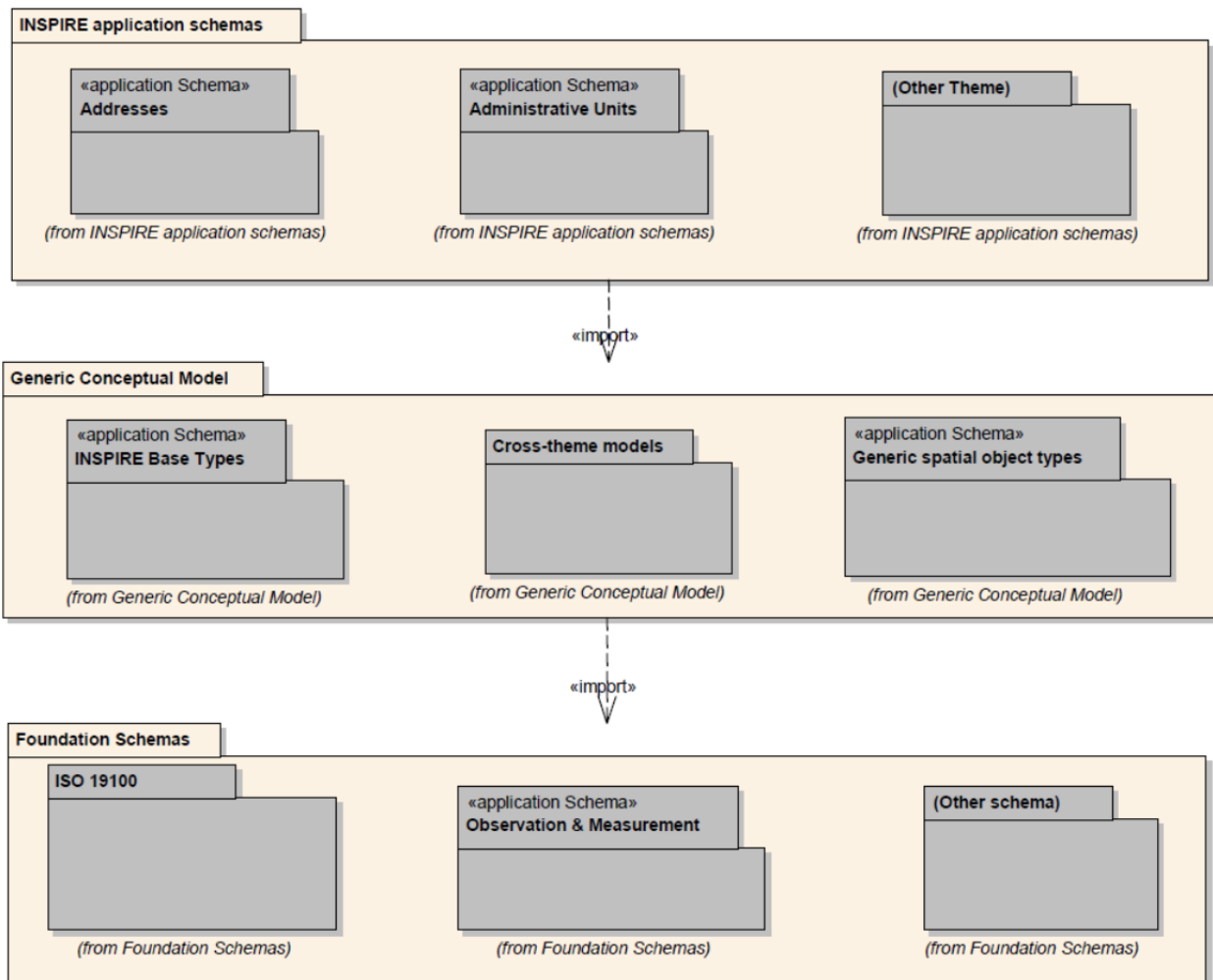


Abbildung 13: Das Generic Conceptual Model als Basis für die INSPIRE Anwendungsschemata [INSPIRE DT DS 2010b, 32]

Abbildung 13 illustriert den Zusammenhang zwischen den INSPIRE-Anwendungsschemata, die auf dem Generic Conceptual Model basieren, welchem wiederum die Schemata der ISO 19100er Normenserie zugrunde liegen. Die INSPIRE-Anwendungsschemata sind gemäß der Norm ISO 19109 unter Verwendung der UML entsprechend der Norm ISO 19103 zu modellieren. Allerdings ist hierbei UML in der Version 2.1 anstatt der in der Norm genannten Version 1.4.2 zu verwenden. Das ISO 19109 General Feature Model liegt den INSPIRE-Anwendungsschema als Metamodell zugrunde [Eisenhut und Kutzner 2010, 44].

Geometrische Objekteigenschaften sollen gemäß dem Generic Conceptual Model unter Verwendung der Typen aus der Norm ISO 19107 repräsentiert werden. Hierbei wird keine explizite Einschränkung vorgegeben, aber empfohlen, nur solche Typen zu verwenden, für die es auch in der OGC Spezifikation "Simple feature access - Part 1: Common architecture" [OGC 2006] eine Entsprechung gibt. In dieser Spezifikation, die mittlerweile auch in einer neuen Version vorliegt [OGC 2010a], sind nur 0-, 1-, 2- und 2,5-dimensionale Geometrien und lineare Kurveninterpolationen vorgesehen [INSPIRE DT DS 2010b, 81; Eisenhut und Kutzner 2010, 44]. Die geometrischen Eigenschaften werden in den INSPIRE-Anwendungsschemata als Wert des Attributs `geometry` direkt bei den räumlichen Objektklassen geführt.



Der Tatsache, dass für die in den INSPIRE-Anwendungsschemata spezifizierten Attribute nicht in den Quelldatensätzen aller EU-Mitgliedstaaten entsprechende Informationen vorhanden sein werden, trägt das Generic Conceptual Model mit speziellen Regeln für Attribute ohne Werte Rechnung. Hierbei wird grundsätzlich unterschieden, ob (1) der Wert in der Realwelt nicht vorhanden oder anwendbar ist oder (2) der Wert bei einem Objekt eines Datensatzes nicht vorhanden ist, aber in der Realwelt möglicherweise schon. Im ersten Fall wird das Attribut als optional modelliert (d.h. seine Multiplizität hat „0“ als untere Schranke). Im zweiten Fall erhält das Attribut den Stereotyp «voidable». Dieser ermöglicht die Angabe von „void“ (leer) als Wert, „wenn die Geodatensätze der Mitgliedstaaten keine entsprechenden Werte enthalten, oder sie nicht zu vertretbaren Kosten aus bestehenden Werten abgeleitet werden können“ [Europäische Kommission 2010c, 12], sowie eines Grundes („VoidReasonValue“). Der VoidReasonValue „Unpopulated“ wird verwendet, wenn das Attribut nicht Teil des Datensatzes ist, also für keines der Objekte Werte vorliegen, wohingegen „Unknown“ verwendet wird, wenn ein Wert eines Objektes nicht bekannt ist bzw. nicht erfasst wurde [INSPIRE DT DS 2010b, 45ff., Eisenhut und Kutzner 2010, 46]. In Erweiterung der Kodierungsregeln aus ISO 19136 sehen die INSPIRE Kodierungsregeln vor, dass für Werte der Attribute mit dem Stereotyp <<voidable>> bei dem jeweiligen Element im GML-Instanzdokument zwei zusätzliche optionale Attribute geführt werden: zum einen das globale XML Schema Attribut `xsi:nil`, ausgedrückt durch das Attribut `nillable` mit dem Wert "true" und zum anderen ein lokales Attribut `nilReason` vom Typ `gml:NilReasonType`. Diese Vorgehensweise ist gegenwärtig aber noch Gegenstand von Diskussionen, da sie den Umfang eines GML-Instanzdokument wegen der erheblichen Anzahl an „voidable“ Attributen deutlich erhöht [INSPIRE DT DS 2010a, 24f.].

Das Generic Conceptual Model sieht ferner externe, eindeutige und persistente Objektidentifikatoren (Attribut `inspireId` vom Typ `Identifizier`) vor, die beispielsweise zur Referenzierung auf Objekte verwendet werden können. Ein Objektidentifikator besteht aus einem Namensraum (engl. „namespace“), der den Datenanbieter (z.B. „DE.BKG.“) und optional das Geodaten-Produkt identifiziert und im INSPIRE External Object Identifier Namespaces Register registriert ist, sowie dem lokalen Objektidentifikator, der innerhalb des Namensraums eindeutig sein muss. Falls im Quellschema ein Versionierungskonzept umgesetzt wurde und mehrere Versionen eines Objektes in einem Datenbestand existieren können, ist eine Unterscheidung durch die Angabe eines zusätzlichen Subattributs `versionID` möglich [INSPIRE DT DS 2010b, 94ff.].

Die Kodierung der INSPIRE-Anwendungsschemata erfolgt konform zu ISO 19136 Annex E (GML Version 3.2.1) [DIN 2009]. Hierbei definieren die INSPIRE Kodierungsregeln Erweiterungen, beispielsweise zum Umgang mit multipler Vererbung sowie mit INSPIRE-spezifischen Stereotypen wie <<voidable>> oder <<lifeCycleInfo>>, sowie Einschränkungen, beispielsweise für die Kodierung von INSPIRE Codelisten oder eindeutigen Objektidentifikatoren [INSPIRE DT DS 2010a, 24ff.].

Die Spezifikation zum Geodaten-Thema Gewässernetz (engl. „Hydrography“) [INSPIRE TWG HY 2010], die in der vorliegenden Arbeit eine zentrale Rolle spielt und das Zielmodell für die Transformationsfälle liefert, wird in Kapitel 6.1.4 im Detail beschrieben.

### 3.3 Anwendungsfälle für semantische Transformation im Kontext von INSPIRE

Wie eingangs beschrieben, ist eine semantische Transformation immer dann notwendig, wenn heterogene Informationen aus unterschiedlichen Quellen auf inhaltlich kohärente Art und Weise kombiniert und gemeinsam genutzt werden sollen. Harmonisierte Daten können die Bearbeitung von Fragestellungen in einer Vielzahl von Anwendungsbereichen im europäischen bzw. grenzüberschreitenden Kontext erleichtern.

Der Spezifikation des INSPIRE-Geodaten-Themas Gewässernetz wurden beispielsweise die drei folgenden Anwendungsfälle zugrunde gelegt [INSPIRE TWG HY 2010, 137ff.]:

- Kartographische Darstellung (engl. „**Mapping**“) der wichtigsten natürlichen und künstlichen hydrographischen Objekte wie Fließgewässer, stehende Gewässer, Gewässerbauwerke, etc.. Zusammen mit anderen topographischen Informationen wie beispielsweise Verkehrsnetzen oder Siedlungen können die Gewässerinformationen als Hintergrund- und Referenzdaten beispielsweise zur Darstellung von Informationen zur Hochwassergefährdung genutzt werden.
- Berichterstattung (engl. „**Reporting**“): einheitliche Bereitstellung von Informationen u.a. über Oberflächengewässer, Einzugsgebiete und Grundwasser zur Erfüllung von Berichtserstattungspflichten aus der Wasserrahmenrichtlinie und der Hochwasserrichtlinie.
- Räumliche Analyse und Modellierung („**Spatial Analysis & Modelling**“) u.a. von Wasserhaushalt oder Hochwasserrisiken sowie für Umweltverträglichkeitsuntersuchungen und in der Raumplanung. Hierfür wird u.a. ein vollständiges und geschlossenes Fließgewässernetz mit weiteren Informationen wie der Fließrichtung oder einer linearen Referenzierung benötigt.

Im Anwendungsszenario European Risk Atlas (ERiskA) wird der oben beschriebene Mapping Anwendungsfall für die grenzüberschreitende Bodenseeregion aufgegriffen (s. Kapitel 6.2.2).

Der Anwendungsfall im mdWFS Projekt beschäftigt sich allgemeiner mit der grenzüberschreitenden Nutzung von Informationen aus den digitalen Landschaftsmodellen in der Bodenseeregion, beispielsweise durch die Europäische Umweltbehörde (s. Kapitel 6.1.2).

Neben der Datenbereitstellung im Rahmen der INSPIRE-Richtlinie gibt es eine Vielzahl von weiteren Anwendungsmöglichkeiten für harmonisierte, grenzüberschreitende topographische Daten. Steudle [2006, 73ff.] beschreibt beispielsweise folgende potentielle Anwendungen im Kontext des Bodensee-Geodatenpools:

- Informationsgrundlage z.B. für die Internationale Gewässerschutzkommission für den Bodensee.
- Grenzüberschreitende Raumplanung z.B. im Rahmen des Projektes D-A-CH+ („Gemeinsame Raumentwicklung im Grenzraum Deutschland-Österreich-Schweiz-Liechtenstein“).
- Grundlage für eine digitale Einsatzkarte (Alarm- und Rettungskarte) für die Bodenseeregion.

### 3.4 Grenzüberschreitende Testregion Bodensee

Die grenzüberschreitende Bodenseeregion ist als Testgebiet für semantische Transformation besonders gut geeignet. Sie umfasst in der Abgrenzung des Projektes „Bodensee-Geodatenpool“ (s. Abbildung 14) Gebiete aus den vier Staaten Deutschland (Teile der Bundesländer Bayern und Baden-Württemberg), Österreich (Bundesland Vorarlberg), Schweiz (Kantone Appenzell Innerrhoden, Appenzell Ausserrhoden, Schaffhausen sowie Teile der Kantone St. Gallen, Thurgau und Zürich) und Liechtenstein (das aus Sicht der Führung der Geobasisdaten hier allerdings von der Schweiz repräsentiert wird). Die in der Abbildung gelb hervorgehobenen Länder und Kantone kooperieren ferner im Rahmen des Zusammenschlusses „Internationale Bodensee Konferenz“

Die Definition, Klassifizierung und Modellierung von Objekten der Realwelt in Deutschland, Österreich und der Schweiz weist erhebliche Unterschiede auf. Der Vergleich der Datenmodelle wird allerdings dadurch erleichtert, dass in der gesamten Region die gleiche Sprache gesprochen wird und somit auch die gesamte Dokumentation in deutscher Sprache vorliegt.

In der Bodenseeregion existiert darüber hinaus eine historisch gewachsene, enge Kooperation zwischen den öffentlichen Verwaltungen einschließlich der Vermessungsverwaltungen, die sich beispielsweise einmal jährlich zu einer gemeinsamen Tagung treffen. Im Rahmen des EU-geförderten Interreg Alpenrhein-Bodensee-Hochrhein-Programms führen die Vermessungsverwaltungen der Bodenseeanrainerländer seit 2003 ein gemeinsames Projekt namens Bodensee-Geodatenpool durch. Mit dem Ziel, einen grenzüberschreitenden Pool mit einheitlich strukturierten und nahtlos anschließenden Geodaten aufzubauen, kooperieren hier das Landesamt für Geoinformation und Landentwicklung Baden-Württemberg (LGL), das Landesamt für Vermessung und Geoinformation (LVG) in Bayern, das Bundesamt für Eich- und Vermessungswesen (BEV) in Österreich sowie das Bundesamt für Landestopografie swisstopo in der Schweiz. Bisher können über ein Geoportal ([www.bodensee-geodatenpool.net](http://www.bodensee-geodatenpool.net)) harmonisierte Rasterdaten der topographischen Karte im Maßstab 1:50.000, ein digitales Geländemodell sowie Verwaltungsgrenzen im Vektorformat in einheitlicher Struktur und einheitlichem Raumbezugssystem aus einer Hand bezogen werden. Seitens der oben genannten Projektpartner besteht Interesse, darüber hinaus weitere Vektordaten der digitalen Landschaftsmodelle zu integrieren [Staub 2009, 94; Steudle 2006, 68ff.]. Um diese Daten in Zukunft grenzüberschreitend harmonisiert abgeben zu können, ist eine semantische Transformation nötig.



Abbildung 14: Grenzüberschreitende Bodenseeregion [Staub 2009, 95]

### 3.4.1 Evolution der topographischen Geobasisdaten: von der Topographischen Karte zum Digitalen Landschaftsmodell

Die Evolution der topographischen Geobasisdaten in der Testregion kann grob in drei Stufen zusammengefasst werden (s. Abbildung 15).

Die erste Stufe stellen analoge topographische Karten (TK) dar. Diese haben ihre Wurzeln in den ersten systematischen topographischen Landesaufnahmen, die in Deutschland, Österreich und der Schweiz zwischen dem späten 18. und frühen 19. Jahrhundert stattfanden. Die Kartographie entwickelte sich unter Nutzung neuer Erfassungs- und Produktionsmethoden kontinuierlich weiter bis zu den amtlichen topographischen Kartenwerken [Hake et al. 2002, 535ff.]. Diese sind in Deutschland (D), Österreich (AT) der Schweiz (CH) in unterschiedlichen Maßstäben erhältlich (s. Tabelle 2) [ebenda, 410 und 436ff.].

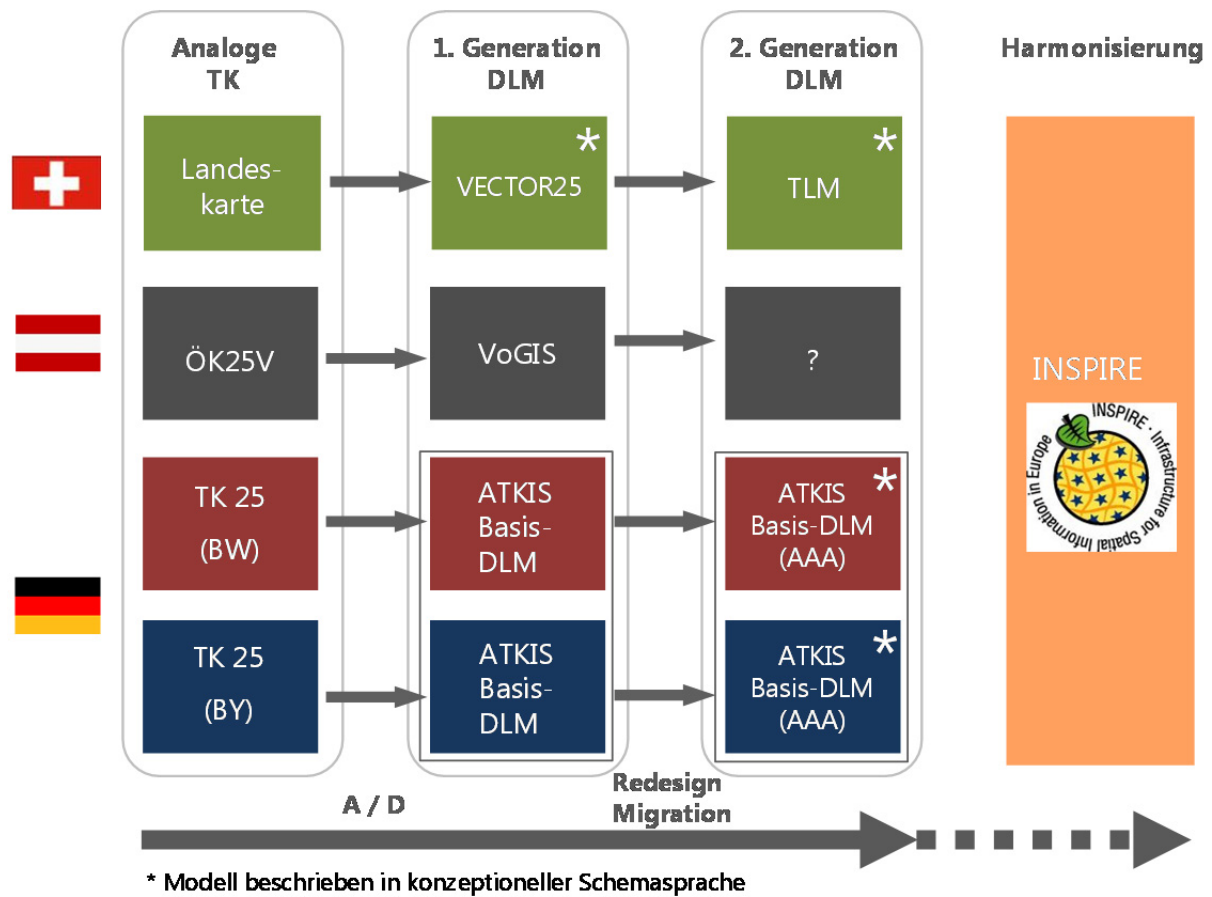


Abbildung 15: Evolution der topographischen Geobasisdaten in der Schweiz, Österreich und Deutschland

Durch Digitalisierung (auch Analog-Digital-Wandlung genannt) der analogen TK entstand in allen drei Ländern die erste Generation der digitalen Landschaftsmodelle (DLM). In der Schweiz wurden für das jeweilige Basis-DLM die Karten im Maßstab 1:25.000, in Österreich hingegen überwiegend die Karten im Maßstab 1:50.000 heran gezogen. Als zusätzliche Informationsquellen wurden dabei meist auch Orthophotos verwendet. In Deutschland wurden in den alten Bundesländern (außer Bayern) die Deutsche Grundkarte im Maßstab 1:5.000 sowie großmaßstäbige Orthophotos verwendet. In den neuen Bundesländern wurden die TK im Maßstab 1:10.000 und der Topographische Stadtplan im gleichen Maßstab heran gezogen. In Bayern wurde die Digitalisierung auf Basis der TK im Maßstab 1:25.000 mit einer nachträglichen Geometrieverbesserung durchgeführt<sup>1</sup>. Die Daten der jeweiligen Basis-DLM sind vektorbasiert und grundsätzlich maßstabsunabhängig gespeichert. In Deutschland und der Schweiz existieren neben dem jeweiligen Basis-Landschaftsmodell allerdings auch noch Modelle mit geringerem Detaillierungsgrad [Hake et al. 2002, 410ff.].

Die DLM der ersten Generation sind dadurch gekennzeichnet, dass

- ihr Datenmodell in einem Objektartenkatalog beschrieben ist,
- kein mit einer konzeptuellen Schemasprache beschriebenes Schema vorliegt (Ausnahme: VECTOR25 in der Schweiz),

<sup>1</sup> Persönliche Mitteilung von Andreas Illert, 14. Juni 2011

- die Objekte des Landschaftsmodells in thematische Ebenen aufgeteilt sind und die thematischen Ebenen in der Regel in getrennten Dateien abgegeben werden, die jeweils auch nur einen Geometriotyp enthalten, sowie dass
- sie in der Regel in topographischen Informationssystemen basierend auf relationalen Datenbankmodellen gespeichert sind.

Maßstab	Topographische Karten (TK)			Digitale Landschaftsmodelle (DLM)		
	D	CH	AT	D	CH	AT
<b>1: 25:000</b>	TK25	LK25	ÖK25V (Vergr. der ÖK50)	ATKIS Basis-DLM	VECTOR25	DLM (ab 1:10.000)
<b>1:50.000</b>	TK50	LK50	ÖK50			
<b>1:100.000</b>	TK100	LK100	-			
<b>1:200.000</b>	TÜK200	LK200	ÖK200	ATKIS DLM250 (1:250.000)	VECTOR200	
<b>1:500.000</b>	ÜK500	LK500	ÖK500			
<b>1:1.000.000</b>	TK1000	LK1000	-	ATKIS DLM1000		

Tabelle 2: Topographische Karten und digitale Landschaftsmodelle in Deutschland, Österreich und der Schweiz

In Deutschland und der Schweiz befinden sich derzeit DLM der zweiten Generation im Aufbau. Dafür werden die oben genannten Datenbestände der DLM der ersten Generation in eine neue Struktur migriert.

Die DLM der zweiten Generation sind durch folgende Merkmale gekennzeichnet:

- Es fand eine komplette Neumodellierung (auch „Redesign“ genannt) des Datenmodells statt.
- Das Datenmodell ist unter Verwendung einer konzeptuellen Schemasprache in einem konzeptuellen Schema (und darüber hinaus in einem entsprechenden Objektartenkatalog) beschrieben.
- Die Datenmodellierung erfolgt unter Verwendung des objektorientierten Paradigmas.

Die digitalen Landschaftsmodelle in den Ländern der Bodenseeregion und deren Entwicklungsstand sind in den folgenden Kapiteln näher beschrieben.

### 3.4.2 Digitales Landschaftsmodell in Deutschland

#### Erste Generation des ATKIS Basis-DLM

Ab 1990 begannen die Vermessungsverwaltungen der deutschen Bundesländer mit dem Aufbau des „Amtlichen Topographisch-Kartographischen Informationssystems“ (ATKIS) – des digitalen Landschaftsmodells der ersten Generation. Grundlage war dabei das Basis-Landschaftsmodell (Basis-DLM), das die Objekte der Erdoberfläche in sieben Objektartenbereiche („Präsentation“, „Siedlung“, „Verkehr“, „Vegetation“, „Gewässer“, „Relief“ und „Gebiete“) unterteilt. Die Erfassung der insgesamt ca. 150 Objektarten des Basis-DLMs erfolgte zeitlich gestaffelt in drei Stufen. Als Datenquellen wurden dabei beispielsweise analoge topographische Karten sowie Orthophotos herangezogen [Jäger 2009, 285ff.]. Stufe 3 ist in den Bundesländern mittlerweile größtenteils abgeschlossen, in Bayern und Baden-Württemberg beispielsweise vollständig [BKG 2011]. Darüber hinaus umfasst das ATKIS u.a. auch noch stärker generalisierte digitale Landschaftsmodelle (DLM50, DLM250 und DLM1000), aus

dem DLM abgeleitete digitale topographische Kartenprodukte (z.B. DTK25) sowie digitale Geländemodelle.

Das ATKIS Basis-DLM ist in einem Objektartenkatalog [AdV 2003] beschrieben, der die Objektarten, ihre Definition und Abgrenzung sowie ihre Attribute und Beziehungen zu anderen Objekten enthält. Der Objektartenkatalog besteht aus einem Hauptkatalog, der den AdV Standard wiedergibt, sowie Teilkatalogen für alle Bundesländer, die dann auch länderspezifische Besonderheiten, wie beispielsweise die Zuordnung einer Objektklasse zu unterschiedlichen Erhebungsstufen, enthalten. Dieses ATKIS Basis-DLM der ersten Generation wird im weiteren Verlauf der Arbeit als „ATKIS Basis-DLM (alt)“ bezeichnet.

Daten des ATKIS Basis-DLM (alt) wurden bisher im textbasierten Format der EDBS (Einheitliche Datenbankschnittstelle) sowie als Shapefiles abgeben. Letztere wurden in der vorliegenden Arbeit im Transformationsfall II verwendet (s. Kapitel 6.2.3).

### **Zweite Generation des ATKIS Basis-DLMs (AFIS-ALKIS-ATKIS-Referenzmodell)**

Ab etwa Mitte der 1990er Jahre begannen Überlegungen zur Neumodellierung der amtlichen Geobasisdaten in Deutschland, die schließlich mit dem AFIS-ALKIS-ATKIS (AAA) Projekt umgesetzt wurde. Im Jahr 2002 wurde die erste Version des neuen AAA-Modells in der „Dokumentation zur Modellierung der Geoinformationen des amtlichen Vermessungswesens“ (kurz „GeoInfoDok“) veröffentlicht. Das AAA-Datenmodell wurde kontinuierlich weiterentwickelt bis 2008 die Referenzversion 6.0 vorlag, die als Grundlage für die Migration der bestehenden amtlichen Geobasisdaten in das neue AAA-Referenzmodell dienen soll [Jäger 2009, 286]. Mittlerweile wurde eine aktualisierte Version 6.0.1 veröffentlicht [AdV 2009c], die auch in der vorliegenden Arbeit verwendet wurde.

Im Zuge des AAA-Projektes wurden das bestehende ATKIS sowie die bestehenden Liegenschaftskatasterinformationssysteme „Automatisiertes Liegenschaftsbuch“ (ALB) und „Automatisierte Liegenschaftskarte“ (ALK), in Bayern: „Digitale Flurkarte“, DFK) strukturell und semantisch harmonisiert und zusammen mit einem neu modellierten „Amtlichen Festpunktinformationssystem“ (AFIS) in einem umfassenden gemeinsamen Anwendungsschema (AAA-Anwendungsschema) zusammengefasst. ALB und ALK wurden dabei in das neue „Amtliche Liegenschaftskatasterinformationssystem (ALKIS) integriert. Hauptziele des Projektes waren die Schaffung von Voraussetzungen zur einheitlichen Führung eines „Grunddatenbestandes“ durch die Vermessungsverwaltungen aller deutschen Bundesländer, die Vermeidung von Redundanzen bei den amtlichen Geobasisdaten, die Festschreibung von einheitlichen Prozessen zur Erhebung, Führung und Qualitätssicherung der Daten sowie zur Produktion von Karten und die Einführung eines Versionierungskonzepts [Schilcher et al. 2006, 8].

Die Grundlagen, Bestandteile und Festlegungen des AAA-Referenzmodells sind in der GeoInfoDok [AdV 2009c] umfassend und detailliert beschrieben. Weitere ausführliche Beschreibungen liefern Seifert [2008, 56ff.], LVerGeo [2009] sowie Spilker [2011, 56ff.]. Im Folgenden werden die für die Anwendungsfälle der vorliegenden Arbeit wichtigen Aspekte kurz zusammengefasst.

Das AAA-Anwendungsschema besteht u.a. aus dem AAA Basisschema, das fachneutrale Grundelemente definiert und dem AAA Fachschema, das auf dem Basisschema aufbaut, und die fachliche Modellierung der AFIS-, ALKIS- und ATKIS-Objekte enthält. Die Objekte des Fachschemas werden dabei über Vererbung aus den Elementen des Basisschemas abgeleitet [Seifert 2008, 57].

Im AAA-Basisschema sind die Grundsätze der Modellierung u.a. im Hinblick auf verwendete Normen und Standards (und deren Profilierung), Objektbildung, Geometrie und Topologie, Beziehungen sowie Identifikatoren festgelegt.

Die Modellierung des AAA-Basisschemas basiert – wie die des INSPIRE Generic Conceptual Models – auf der Normenserie ISO 19100 und dem darin enthaltenen General Feature Model [DIN 2006a] (s. Kapitel 3.1). Dieses wurde jedoch um die Metaklasse `AA_ObjektOhneRaumbezug` erweitert [Eisenhut und Kutzner 2010, 39f.].

Zur Objektbildung aus fachlicher Sicht werden im AAA-Basisschema fünf abstrakte Basisklassen vordefiniert (s. Abbildung 16), von denen alle Objektklassen abgeleitet werden [AdV 2009c, 18ff]:

- Raumbezogene Elementarobjekte (`AA_REO`): zur Abbildung eines konkreten, geometrisch abgrenzbaren Teils der Erdoberfläche mit geometrischen (Punkt, Linie, Fläche, Volumen) oder topologischen Eigenschaften.
- Raumbezogene Elementarobjekte 3D (`AA_REO_3D`): für 3D Fachanwendungen.
- Nicht raumbezogene Elementarobjekte (`AA_NREO`): für die Abbildung fachlicher Sachverhalte ohne Raumbezug (z.B. Personen).
- Zusammengesetzte Objekte (`AA_ZUSO`): zur Verknüpfung von raumbezogenen oder nicht raumbezogenen Elementarobjekten.
- Punktmengenobjekte (`AA_PMO`): für die Abbildung einer Menge von Geometrien auf die zugehörigen Attributwerte in einem „klammernden“ Objekt, z.B. bei DGM.

Geometrie und Topologie werden basierend auf den Raumbezugsgrundformen der Norm ISO 19107 [DIN 2005b] modelliert, mit der Einschränkung, dass beispielsweise für 2D-Geometrien nur ausgewählte Typen verwendet werden dürfen (s. Tabelle 3).

Geometrische Objekte (GM_Object)			Topologische Objekte (TP_Object)	
Geometrische Primitive	Geometrische Komplexe	Geometrische Aggregate	Topologische Primitive	Topologische Komplexe
GM_Point GM_Curve GM_PolyhedralSurface	GM_CompositeCurve GM_CompositeSurface	GM_MultiPoint GM_MultiCurve GM_MultiSurface	TS_PointComponent TS_CurveComponent TS_SurfaceComponent TS_Face	TP_Complex

Tabelle 3: Raumbezugsgrundformen für 2D-Geometrien im AAA-Referenzmodell [AdV 2009c, 25]

Das Geometriekonzept des AAA-Basisschemas sieht abstrakte, nicht instanziierebare Klassen vor, die beispielsweise im AAA-Fachschemata nur über Vererbung verwendet werden können. Dabei müssen die instanziierebaren Klassen für die raumbezogenen Fachobjekte aus den folgenden abstrakten Supertypen abgeleitet werden, die ISO Raumbezugsgrundformen realisieren und diese tlw. um AAA-spezifische Eigenschaften erweitern [AdV 2009c, 25ff.; Schilcher et al. 2008, 16]:

- Objekte mit einfacher Topologie (knoten-, kanten-, maschenförmige Objekte): `TA_PointComponent`, `TA_CurveComponent`, `TA_SurfaceComponent`, `TA_MultiSurfaceComponent`.
- Objekte mit gemeinsamer Punkt- und/oder Liniengeometrie vom Typ `AG_ObjektMitGemeinsamerGeometrie` mit den abstrakten Subtypen: `AG_Objekt`, `AG_Punktobjekt`, `AG_Linienobjekt`, `AG_Flächenobjekt`.



- Objekte mit unabhängiger Geometrie vom Typ `AU_ObjektMitUnabhaengerigerGeometrie` mit den abstrakten Subtypen `AU_Objekt`, `AU_Punktobjekt`, `AU_Linienobjekt`, `AU_KontinuierlichesLinienobjekt`, `AG_Flaechenobjek` und `AU_Punkthaufenobjekt` für Fachobjekte, deren Geometrie aus voneinander unabhängigen Punkten, Linien, Flächen und Volumina besteht.

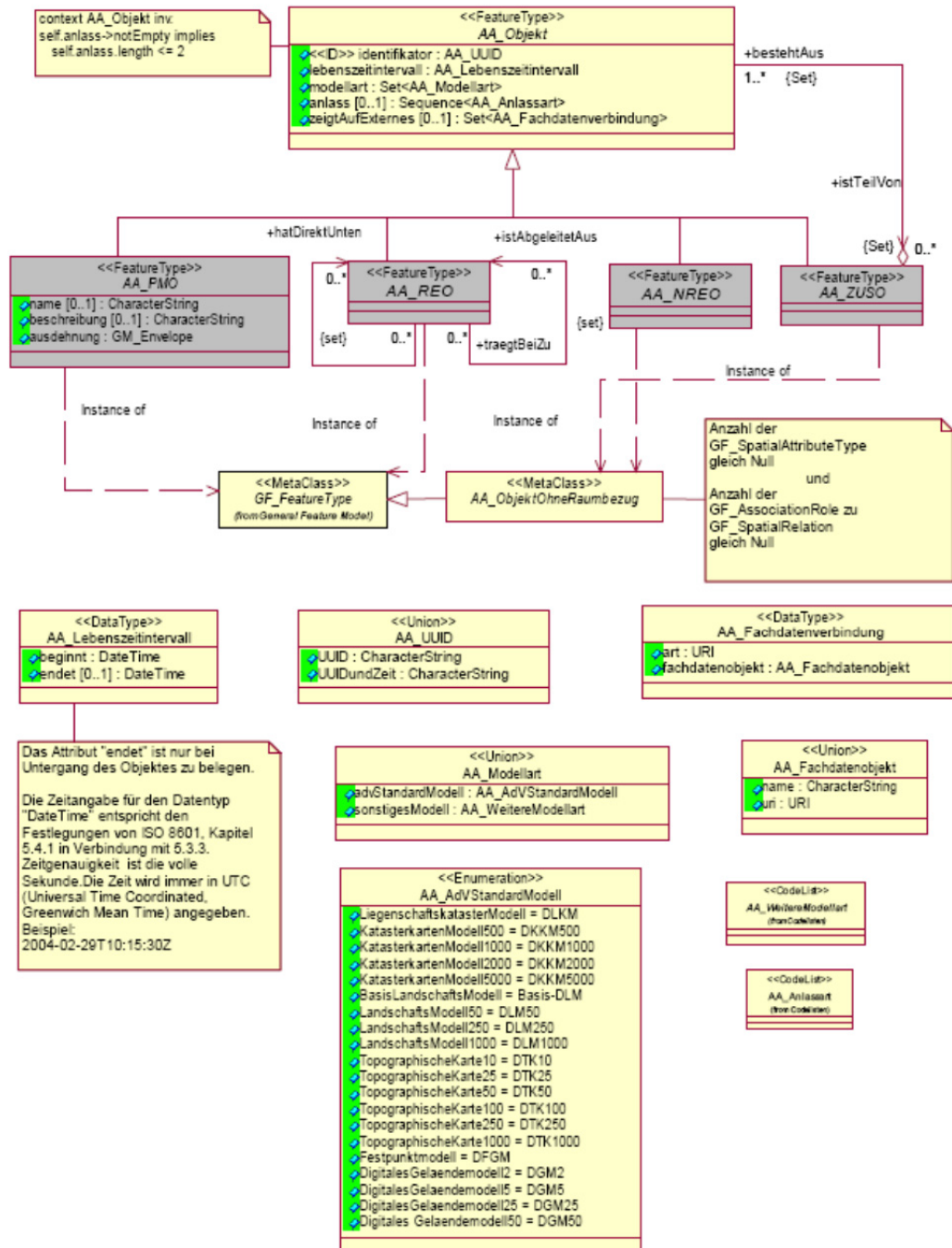


Abbildung 16: Basisklassen des AAA-Anwendungsschemas [AdV 2009c, 24]

Topologische Beziehungen werden nicht explizit modelliert, sondern nur implizit über die Zugehörigkeit von Objekten zu einem „Thema“, das alle betroffenen Objektarten zu einem „topologischen Komplex“ zusammenfasst.

Im AAA-Basisschema sind auch einige Assoziationstypen vordefiniert, wie beispielsweise eine Unterführungsrelation und die gerichtete Aggregation von Elementarobjekten zu einem AA\_ZUSO (s.o.). Die Unterführungsrelation (`hatDirektUnten`) dient der Abbildung einer vertikalen Lage einzelner Objekte relativ zu anderen Objekten. Hierbei werden zu Objekten direkt auf der Erdoberfläche keine expliziten Assoziationen hergestellt, sondern es gilt die implizite Annahme, dass z.B. eine Brücke über der Erdoberfläche und ein Tunnel darunter liegt [Jäger 2009, 293].

Ferner legt das AAA-Basisschema die Form von bundesweit und fachübergreifend eindeutigen, persistenten Identifikatoren fest [AdV 2009c, 49ff].

Im AAA-Fachschemata sind die eigentlichen AFIS-, ALKIS- und ATKIS-Fachobjekte als Erweiterungen von Klassen aus dem AAA-Basisschema modelliert. Eine Objektklasse im Fachschema kann dabei über das Attribut `modellart` mehreren Modellarten bzw. Produkten aus dem Bereich AFIS, ALKIS und ATKIS zugeordnet werden. Dadurch kann ein Realweltobjekt aus unterschiedlichen fachlichen Sichten abgebildet werden. Dem ATKIS Basis-DLM zugeordnete Objekte führen „Basis-DLM“ als Attributwert [Spilker 2011, 58; AdV 2009c, 51f.]. Objektklassen werden im AAA-Fachschemata in die neun Objektartenbereiche „Bauwerke, Einrichtungen und sonstige Angaben“, „Eigentümer“, „Flurstücke, Lage, Punkte“, „Gebäude“, „Gesetzliche Festlegungen, Gebietseinheiten, Kataloge“, „Migration“, „Nutzerprofile“, „Relief“ und „Tatsächliche Nutzung“ eingeteilt, die wiederum in Objektartengruppen untergliedert sind [AdV2009b]. Der Objektartenbereich „Tatsächliche Nutzung“ enthält Objektarten zur lückenlosen Beschreibung der Erdoberfläche und schließt die im alten ATKIS als Objektartenbereiche geführten „Siedlung“, „Verkehr“, „Vegetation“ und „Gewässer“ als Objektgruppen ein [Jäger 2009, 292]. Dabei orientiert sich „der Informationsumfang des Basis-DLM (...) am Inhalt der Topographischen Karte 1:25.000“ [BKG 2010, 4]. Der Ausschnitt des ATKIS Basis-DLM, der Informationen zum Gewässernetz enthält und in dieser Arbeit als Quellmodell dient, wird in Kapitel 6.1.3 im Detail beschrieben.

Das AAA-Anwendungsschema ist formell beschrieben unter Verwendung der UML gemäß der Norm ISO 19103 [ISO 2005b], d.h. in der Version 1.4.2 [Eisenhut und Kutzner 2010, 40]. Die Umstellung auf UML Version 2.1 ist derzeit in Arbeit. Das AAA UML-Schema ist unter AdV [2009b] im Internet frei zugänglich. Bis inklusive Version 6.0 war das Schema nur als RationalRose Modelldatei erhältlich, das auch an eine bestimmte Version dieser Software, mit der das Schema erstellt wurde, geknüpft war. Da RationalRose nicht mehr erhältlich ist, wurde das AAA-Anwendungsschema mit der Version 6.0.1 auf die Software Enterprise Architect umgestellt und ist nun als Enterprise Architect Project in einer Beta-Version erhältlich.

Darüber hinaus existiert sowohl für AFIS als auch für ALKIS und ATKIS [AdV 2008b] jeweils ein Objektartenkatalog. In den Objektartenkatalogen wird auch der sogenannte „Grunddatenbestand“ als Teilmenge des Gesamtinhaltes definiert, der von den Vermessungsverwaltungen aller deutschen Bundesländer einheitlich geführt und länderübergreifend zur Verfügung gestellt werden muss [AdV 2008c, 27].

In der GeoInfoDok sind ferner die Regeln für die Kodierung - d.h. die Überführung des konzeptuellen UML-Schemas in ein GML-Anwendungsschema für den Datenaustausch über die Normbasierte Austauschschnittstelle (NAS) - festgelegt. Diese wurden konform zur Norm ISO 19118 [DIN 2006a] definiert [AdV2009c, 78ff.]. Der Kodierungsprozess wird in zwei Stufen durchgeführt. In der ersten Stufe wird das AAA-Anwendungsschema skriptgestützt in ein Implementierungsschema konform zu

ISO 19136 Annex E [DIN 2009] und ISO 19139 für Metadaten überführt. Dies ist notwendig, da das AAA-Anwendungsschema einige UML-Konstrukte verwendet, die nicht von den o.g. Normen unterstützt werden (z.B. Mehrfachvererbung). Anschließend wird das Implementierungsschema gemäß der in o.g. Normen vorgegebenen Kodierungsregeln in ein GML-Anwendungsschema (GML Version 3.2.1) überführt [Eisenhut und Kutzner 2010, 41f.].

Der Stand der Migration bestehender Geobasisdaten in das neue AAA-Anwendungsschema in den Vermessungsverwaltungen der Bundesländer kann in Jäger [2010, 116] und AdV [2010] nachvollzogen werden. Demnach läuft in Bayern der ATKIS Echtbetrieb seit Februar 2010. Hierbei werden die DLM-Daten weitgehend in der alten Systemumgebung geführt und dann erst für die Datenabgabe in das neue AAA-Schema (in diesem Fall das externe Schema der NAS) transformiert. ATKIS-Daten können bei der Bayerischen Vermessungsverwaltung also bereits im NAS-Format bezogen werden. Beim Landesamt für Geoinformation und Landentwicklung Baden-Württemberg ist dies derzeit (Stand Mai 2011) noch nicht möglich; hier ist der Echtbetrieb für 2011 geplant.

Daten aus dem ATKIS Basis-DLM können in den Austauschformaten NAS und Shapefile bezogen werden. Im erstgenannten Format werden die Daten gemäß der vom Bundesamt für Kartographie und Geodäsie (BKG) heraus gegebenen Spezifikation „Kompakt“ exakt in der durch die GeoInfoDoc festgelegten Ausprägung abgegeben [BKG 2010, 4f.]. Hier ist durch das Verfahren der „Nutzerbezogenen Bestandsdatenaktualisierung“ (NBA) zukünftig auch die Möglichkeit einer differenziellen Datenaktualisierung gegeben [BKG 2010, 5]. Für die Abgabe im Shapefile-Format wird die Datenstruktur vereinfacht, in dem beispielsweise die im AAA-Anwendungsschema enthaltenen, teilweise zusammengesetzten Objektarten ohne Raumbezug (ZUSO, NREO, Kataloge) aufgelöst und darin enthaltene Informationen als Attribute direkt bei den relevanten Objekte mit Raumbezug (z.B. REO) geführt werden. Assoziationen wie beispielweise Unterführungsbeziehungen („hatDirektUnten“) werden in einer separaten Tabelle geführt. Ferner wird der Datenbestand – ähnlich wie bereits beim alten ATKIS Basis-DLM – in einzelne thematische Ebenen aufgeteilt, die wiederum in der Regel in Teilebenen, die nur einen Geometrietyp enthalten, untergliedert sind und in einzelnen Shapefiles abgegeben werden [BKG 2010, 6f.].

### 3.4.3 Digitales Landschaftsmodell in der Schweiz

#### Erste Generation: VECTOR25

Das vom Bundesamt für Landestopographie (swisstopo) geführte VECTOR25 repräsentiert die erste Generation der digitalen Landschaftsmodelle in der Schweiz. Es basiert inhaltlich und geometrisch auf der topographischen Landeskarte 1:25.000. Das Landschaftsmodell ist in die neun thematischen Ebenen „Straßennetz“, „Eisenbahnnetz“, „übriger Verkehr“, „Gewässernetz“, „Primärflächen (primäre Bodenbedeckung)“, „Gebäude“, „Hecken und Bäume“, „Anlagen“ und „Einzelobjekte“ gegliedert und enthält insgesamt 155 Objektarten. Eine thematische Ebene umfasst in der Regel mehrere Geometrietypen (Punkt, Linie, Fläche). Linienobjekte (z.B. Gewässernetz und Verkehrsnetze) sind als Teil einer expliziten Knoten-Kanten-Topologie modelliert.

Das Datenmodell ist in einem konzeptuellen Schema unter Verwendung des Schweizer Standards INTERLIS1 sowie in einem Objektartenkatalog [swisstopo 2007] beschrieben. VECTOR25 Daten werden in den Formaten INTERLIS1, ARC/INFO, Drawing Interchange File Format (DXF) sowie

Shapefile abgegeben. Letztere wurden im Transformationsfall IV verwendet und sind in Kapitel 6.2.3 näher beschrieben.

### **Zweite Generation: Topographisches Landschaftsmodell (TLM)**

Mit dem Topographischen Landschaftsmodell (TLM) befindet sich seit 2008 die zweite Generation der Schweizer digitalen Landschaftsmodelle bei swisstopo im Aufbau. Zur Modellierung wurde – wie bereits bei der ersten Generation – die konzeptuelle Schemasprache INTERLIS verwendet. Das Modell ist in die neun Themen „Strassen und Wege“, „Öffentlicher Verkehr“, „Bauten“, „Areale (Bodennutzung)“, „Bodenbedeckung“, „Gewässernetz“, „Grenzen“, „Namen“ sowie „Einzelobjekte“ gegliedert und beinhaltet zusätzlich das „digitale Terrainmodell“. Zum Aufbau des TLM werden die bestehenden Datenbestände u.a. aus VECTOR25, SwissNames, Gemeindegrenzen (GG25) und dem digitalen Terrainmodell (DTM-AV) in das neue Modell migriert. Beim TLM handelt es sich um ein internes Produktionsmodell, aus dem einerseits die Schweizer Landeskarten sowie die folgenden Produktmodelle abgeleitet werden [Eisenhut und Kutzner 2010, 43; Schmassmann und Bovier 2010, 407ff.]:

- swissTLM<sup>3D</sup>: enthält alle oben genannten Themen
- swissROUTES<sup>3D</sup>: enthält die Themen „Strassen und Wege“ sowie „Öffentlicher Verkehr“
- swissNAMES<sup>3D</sup>: enthält alle Namen in Punktform
- swissBOUNDARIES<sup>3D</sup>: enthält die Grenzen
- swissBUILDINGS<sup>3D</sup>: enthält zunächst ein LoD1 Klötzchenmodell, das später zum LoD2 Modell mit Gebäudedächern ausgebaut wird
- swissALTI<sup>3D</sup>: digitales Terrainmodell

Das swissTLM<sup>3D</sup> ist in einem INTERLIS-Schema (derzeit noch Version 1) sowie einem Objektartenkatalog, der im März 2011 veröffentlicht wurde [swisstopo 2011a], beschrieben. Alle swissTLM-Objekte haben eine dreidimensionale Geometrie.

Seit Herbst 2010 wird die Version 1.0 des swissTLM<sup>3D</sup> aus dem Produktionsmodell abgeleitet. Bei dieser Version entspricht die Informationstiefe dem VECTOR25 Landschaftsmodell der ersten Generation. Gegenüber den endgültigen Anforderungen des TLM ist also nur eine reduzierte Anzahl von Objektarten enthalten. Ab 2011 wird zudem eine systematische Qualitätsverbesserung des Datenbestandes beispielsweise durch Lagekorrekturen vorgenommen. swissTLM<sup>3D</sup> Daten werden in den Formaten Geodatabase (Nativformat), Shapefile (2,5D), DXF und INTERLIS1 abgegeben [Schmassmann und Bovier 2010, 407ff.; swisstopo 2011b, o.S.].

### 3.4.4 Digitales Landschaftsmodell in Österreich

In Österreich werden topographische Geobasisdaten in digitalen Landschaftsmodellen der ersten Generation verwaltet. Eine objektorientierte Neumodellierung unter Verwendung einer konzeptuellen Schemasprache ist bisher nicht erfolgt. Das vom Bundesamt für Eich- und Vermessungswesen (BEV) geführte Digitale Landschaftsmodell (DLM) ist in sieben Objektbereiche gegliedert („Verkehr“, „Siedlung“, „Gebietsnutzung“, „Gewässer“, „Bodenbedeckung“, „Gelände“ und „Namen“). Diese sind weiter untergliedert in Objektgruppen, die wiederum Objektarten enthalten. Der Aufbau des DLM ist noch nicht abgeschlossen. Bisher werden vier unabhängige Teil-DLM angeboten, die jeweils einen der folgenden Objektbereiche enthalten und zusammen ca. 130 Objektarten umfassen [BEV 2007, 4ff.; BEV 2008, 2ff.; Jäger 2009, 295]:

- Verkehr (DLM-V): umfasst linien- und punktförmige Elemente des Straßen-, Schienen-, Luft- und Fährverkehrs, Anlagen und Bauwerke hierfür sowie Liftanlagen.
- Siedlung (DLM-S): umfasst punktförmige Points of Interest zur Verortung von Siedlungsobjekten aus dem Bereich kommunaler Einrichtungen, Betriebseinrichtungen, Kultur, Freizeit und Sport.
- Namen (DLM-N): umfasst Bezugspunkte mit Namen von Siedlungen, Gebieten, Bergen, Gletschern, Gewässern, etc..
- Gewässer (DLM-G): umfasst linienförmige fließende Gewässer (Flüsse und Bäche), stehende Gewässer (Seen und Teiche), sowie punktförmige Quellen, Wasserfälle und Bauwerke für die Wasserversorgung (Wasserleitungen, Pumpwerke, Reservoirs, usw.).

Das DLM wird in den Formaten Shapefile und DXF sowie als Microsoft Access Datenbank (MDB) abgegeben.

Die österreichischen Bundesländer beziehen die DLM-Daten vom BEV und reichern diese teilweise um weitere Informationen an. So bietet beispielsweise das Land Vorarlberg den Datensatz „Fließgewässernetz Vorarlberg“ an, der in der vorliegenden Arbeit in Transformationsfall II als Quelldatensatz heran gezogen wurde und in Kapitel 6.1.3 näher beschrieben wird.

### 3.4.5 Weitere Datenquellen in der Bodenseeregion

Neben den oben beschriebenen digitalen Landschaftsmodellen der Vermessungsverwaltungen kommen in der Bodenseeregion eine Reihe weiterer Datenquellen im Kontext der INSPIRE Datenspezifikation Gewässernetz in Betracht. Der von der Koordinierungsstelle GDI-DE (KSt. GDI-DE) zu dieser Spezifikation ausgearbeitete Steckbrief listet beispielsweise folgende mögliche Informationsquellen in Deutschland auf [KSt. GDI-DE 2010b, 4]:

- Bund/Länder-Arbeitsgemeinschaft Wasser (LAWA)
- Bundesanstalt für Gewässerkunde (BfG)
- Umweltbundesamt (UBA)
- Bundesamt für Seeschifffahrt und Hydrographie (BSH)
- Wasserwirtschaftsverwaltungen (WWV) der Länder
- Wasser- und Schifffahrtsverwaltung des Bundes (WSV)

Tabelle 4 gibt Aufschluss darüber, für welche der Objektklassen des INSPIRE Geodaten-Themas Gewässernetz die Informationen der oben genannten Organisationen aus Sicht der KSt. GDI-DE relevant sein können.

Objektart	Schema-Paket	mögliche Datenquellen
Watercourse, StandingWater	HY.PhysicalWaters	BKG, AdV, BfG, UBA, Länder
LandWaterBoundary	HY.PhysicalWaters	BKG, AdV, BfG, UBA, Länder, BSH
DrainageBasin, RiverBasin	HY.PhysicalWaters	UBA, BfG, Wasserwirtschaftsverwaltungen (WWV) der Länder
Rapids, Falls	HY.PhysicalWaters.HydroPointOfInterest	AdV, Länder
Crossing, DamOrWeir, Sluice, Lock, Ford, ShorelineConstruction	HY.PhysicalWaters.ManMadeObject	BKG, AdV, Länder, WSV
HydroNode, WatercourseLink	HY.Network	BfG, Länder, UBA, BKG, AdV
WFDRiver, WFDLake, WFDTransitionalWater, WFDCoastalWater	HY.Reporting	BfG, WWV der Länder
Shore, Wetland	HY.PhysicalWaters (Kandidatentyp für Anhang II Geodaten-Thema Bodenbedeckung)	BKG, AdV, BSH, UBA, Länder
OceanRegion	HY.PhysicalWaters (Kandidatentyp für Anhang III Geodaten-Thema Meeresregionen)	BSH, BKG, AdV, UBA, BfG, Länder

Tabelle 4: Mögliche Datenquellen für Objektarten des INSPIRE Geodaten-Themas Gewässernetz in Deutschland  
[nach KSt. GDI-DE 2010b, 4, verändert]

Tabelle 5 enthält eine Zusammenstellung der im Rahmen des jüngsten INSPIRE Monitorings im Jahr 2010 von den Vermessungs- und Umweltverwaltungen Deutschlands [KSt. GDI-DE 2010a] und Österreichs [BMLFUW 2010] für das Geodaten-Thema Gewässernetz als relevant gemeldeten Datensätze sowie eine Kurzbeschreibung der jeweiligen datenhaltenden Stelle. Hierbei fällt auf, dass aus Deutschland eine Reihe von Geobasisdatenbeständen wie beispielsweise das in Kapitel 3.4.2 beschriebene ATKIS Basis-DLM von den Vermessungsverwaltungen gemeldet wurde, wohingegen in Österreich ausschließlich Umweltverwaltungen Datenbestände gemeldet haben. Dies spiegelt die starke Rolle, die die Vermessungsverwaltungen in Deutschland bei der Umsetzung der INSPIRE-Richtlinie spielen (s. Kapitel 3.2.1), wieder. Die Schweiz ist als Nichtmitglied der EU nicht zur Teilnahme am INSPIRE Monitoring verpflichtet. Potentiell relevante Organisationen sind in der Tabelle trotzdem aufgeführt.

Staat / Land	Organisation	Aufgaben / Datenbestand im Bereich Gewässer	Gemeldete Datensätze (INSPIRE Monitoring)
DE-BW	Landesamt für Geoinformation und Landentwicklung Baden-Württemberg (LGL) <i>www.lgl-bw.de</i>	Geobasisdaten	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Digitales Basis-Landschaftsmodell (ATKIS-Basis-DLM)</li> <li>• Digitales Landschaftsmodell 50.1 (ATKIS-DLM 50.1)</li> <li>• Rasterkarte 1:10.000 (RK 10)</li> <li>• Vorstufe (Rasterdaten) der Digitalen Topographischen Karte 1:25.000, 1:50.000 und 1:100.000 (ATKIS-DTK 25-V, ATKIS-DTK 50-V, ATKIS-DTK 100-V)</li> </ul>
DE-BW	Landesanstalt für Umwelt, Messungen und Naturschutz Baden-Württemberg (LUBW) <i>www.lubw.baden-wuerttemberg.de</i>	u.a. Umweltüberwachung, Berichterstattung gemäß WRRL; Bsp.: Zentraler Kartenservice Wasserrahmenrichtlinie (WRRL) Baden-Württemberg [LUBW o.J.]	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Amtliches Wasserwirtschaftliches Gewässernetz, Teilnetz Wasserstraßen</li> <li>• Fließgewässer 1:10000</li> <li>• Gewässereinzugsgebiete 1:10000</li> <li>• Stehende Gewässer 1:10000</li> </ul>
DE-BY	Landesamt für Vermessung und Geoinformation (LVG) <i>www.vermessung.bayern.de</i>	Geobasisdaten	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Digitales Landschaftsmodell (ATKIS-Basis-DLM)</li> <li>• Digitale Ortskarte (DOK)</li> <li>• Digitale Topografische Karte 1:25.000, 1:50.000 und 1:100.000 (DTK 25, DTK 50, DTK 100)</li> <li>• Vektordaten der Übersichtskarte 1:500.000 (Vektor500)</li> </ul>
DE-BY	Wasserwirtschaftsverwaltung (WVV): u.a. Bayerisches Staatsministerium für Umwelt und Gesundheit (STMUG) <i>www.stmug.bayern.de</i> Landesamt für Umwelt (LfU) <i>www.lfu.bayern.de</i> 17 Wasserwirtschaftsämlter	u.a. Messwerte zu Gewässerqualität, Niederschlag, Abfluss und Wasserstand	<i>keine</i>
DE	Umweltbundesamt (UBA) <i>www.umweltbundesamt.de</i>	u.a. Umweltüberwachung, Berichterstattung gemäß WRRL; Bsp.: Flusseinzugsgebiete (größer 100 km <sup>2</sup> , bezogen auf DLM 1000), Flussgebietseinheiten, Koordinierungsräume, Gewässerlandschaften	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Einzugsgebiete (EZG) Deutschland</li> </ul>
DE	Bundesanstalt für Gewässerkunde (BfG) <i>www.bafg.de</i>	u.a. Überwachung des Zustandes der Bundeswasserstraßen, Berichterstattung gemäß WRRL Bsp.: Wasserstände, Abflüsse, Morphologie, Gewässergüte, Ökosysteme	<ul style="list-style-type: none"> <li>• RiverBasinGt500sqkm</li> <li>• WFDCoastalWater</li> <li>• WFDLake</li> <li>• WFDRiver</li> <li>• WFDTransitionalWater</li> </ul>

Staat / Land	Organisation	Aufgaben / Datenbestand im Bereich Gewässer	Gemeldete Datensätze (INSPIRE Monitoring)
DE	Bundesamt für Seeschifffahrt und Hydrographie (BSH) <a href="http://www.bsh.de">www.bsh.de</a>	u.a. Dienstleistungen für die Seeschifffahrt, Überwachung des Meereszustandes Bsp.: Wasserstandsvorhersagen, Warndienste, physikalischer, chemischer und biologischer Zustand des Meeres, Abgrenzung der Ozeanischen Gebiete	<ul style="list-style-type: none"> <li>Elektronische Navigationskarten</li> </ul>
DE	Bund/Länder-Arbeitsgemeinschaft Wasser (LAWA) <a href="http://www.lawa.de">www.lawa.de</a>	u.a. Umweltüberwachung, Empfehlungen zur Umsetzung der WRRL Bsp.: Gewässerstruktur, Gewässergüte	<i>keine</i>
AT-V	Land Vorarlberg – Landesvermessungsamt <a href="http://www.vorarlberg.at">www.vorarlberg.at</a>	Geobasisdaten	<i>keine</i>
AT-V	Land Vorarlberg - Wasserwirtschaft <a href="http://www.vorarlberg.at">www.vorarlberg.at</a>	u.a. Messwerte zu Gewässerqualität, Niederschlag, Abfluss und Wasserstand	<ul style="list-style-type: none"> <li>Wasserschutzgebiete</li> </ul>
AT	Bundesamt für Eich- und Vermessungswesen (BEV) <a href="http://www.bev.gv.at">www.bev.gv.at</a>	Geobasisdaten	<i>keine</i>
AT	Umweltbundesamt (UBA) <a href="http://www.umweltbundesamt.at">www.umweltbundesamt.at</a>	u.a. Umweltüberwachung, Berichterstattung gemäß WRRL	<ul style="list-style-type: none"> <li>Berichtsgewässernetz des Bundes</li> <li>Berichtsgewässernetz des Bundes - Einzugsgebiete</li> <li>Gletscherflächen</li> <li>Oberflächenwasserkörper (Fließgewässer, stehende Gewässer)</li> <li>Querbauwerke</li> <li>Strukturökologie der Fließgewässer</li> <li>Wasserschongebiete</li> <li>Wasserwirtschaftliche Rahmenverfügungen und Rahmenpläne</li> </ul>
AT	Bundesministerium für Land- und Forstwirtschaft, Umwelt und Wasserwirtschaft (BMLFUW) - Wildbach- und Lawinenverbauung (WLV) <a href="http://www.die-wildbach.at/">http://www.die-wildbach.at/</a>	u.a. Analyse, Bewertung und Management von Naturgefahren im Bereich Wildbäche, Lawinen und Erosion	<ul style="list-style-type: none"> <li>Wildbachgewässernetz</li> </ul>
CH	Bundesamt für Landestopographie swisstopo <a href="http://www.swisstopo.admin.ch">www.swisstopo.admin.ch</a>	Geobasisdaten	<i>nicht zur Teilnahme am INSPIRE Monitoring verpflichtet</i>
CH	Bundesamt für Umwelt (BAFU) <a href="http://www.bafu.admin.ch">www.bafu.admin.ch</a>	u.a. Umweltüberwachung, Messwerte zu Gewässerqualität, Niederschlag, Abfluss und Wasserstand	<i>nicht zur Teilnahme am INSPIRE Monitoring verpflichtet</i>

Tabelle 5: Relevante Organisationen und Datenbestände im Bereich Gewässernetz in der Bodenseeregion



## 4 Stand der Forschung und Technik im Bereich der semantischen Transformation

### 4.1 Ansätze zur Beschreibung von semantischer Heterogenität

Die Analyse und Beschreibung der semantischen Heterogenität zwischen Datenmodellen ist eine der Grundlagen für semantische Transformationen. Unter Verwendung einer Heterogenitätsklassifikation können dabei unterschiedliche Heterogenitätstypen und dafür benötigte Transformationsfunktionen ermittelt werden. Es gibt eine Vielzahl von Ansätzen zur Beschreibung und Klassifikation von Heterogenität in unterschiedlichen Disziplinen. Im Folgenden werden einige Ansätze aus dem Bereich der Datenbankintegration in der allgemeinen IT [Batini et al. 1986; Kashyap und Sheth 1996], dem Ontologiebereich [Scharffe 2009] sowie dem Geoinformationbereich [Nyerges 1989; Annoni et al. 2008; Stoter et al. 2009; Reitz 2010] vorgestellt.

Batini et al. [1986, 334ff.] vergleichen verschiedene Methoden für die Integration von Datenbankschemata (engl. „database schema integration“). Basierend darauf identifizieren sie u.a. verschiedene Arten der Korrespondenz bzw. semantischen Beziehung zwischen Konzepten, die in verschiedenen Schemata abgebildet sind, sowie verschiedene Arten von Heterogenität zwischen Elementen der Schemata. Diese werden am Beispiel zweier einfacher Schemata aus dem Bereich der Beschreibung von Publikationen (z.B. Büchern) diskutiert. Grundsätzlich unterschieden wird zwischen dem Fall, dass gleiche Konzepte in verschiedenen Schemata unterschiedlich modelliert werden und dem Fall, dass den Schemata unterschiedliche Konzepte zugrunde liegen. Die semantischen Beziehungen zwischen gleichen Konzepten können dabei nach dem Grad ihrer Stärke als „identisch“, „äquivalent“, „kompatibel“ und „inkompatibel“ klassifiziert werden. Unterschiedliche Konzepte können beispielsweise über eine Teilmengenbeziehung verbunden sein. Bei den Heterogenitäten unterscheiden Batini et al. [1986, 344ff.] zwei Oberkategorien, nämlich (1) Benennungsheterogenitäten (engl. „naming conflicts“) und (2) strukturelle Heterogenitäten (engl. „structural conflicts“) mit insgesamt sechs Unterkategorien.

Kashyap und Sheth [1996] schlagen ein komplexes Modell der semantischen Nähe (engl. „semantic proximity“) zwischen Datenbankobjekten unter Berücksichtigung formalisierter Kontexte sowohl bei der Abbildung von Objekten der Realwelt in Datenmodellen als auch beim Vergleich zwischen den Objekten in Datenmodellen vor. Ähnlich wie bei Batini et al. [1986] werden auch hier verschiedene Grade der semantischen Nähe - insgesamt fünf von der Äquivalenz bis zur Inkompatibilität - definiert. Kashyap und Sheth [1996, 286ff.] unterscheiden fünf Oberkategorien von Inkompatibilitäten bedingt durch (1) den Wertebereich von Attributen (engl. „domain incompatibility“), (2) Inkonsistenzen bei den Attributwerten der eigentlichen Instanzen (engl. „data value incompatibility“), (3) die Definition und Beschreibung von Objekten (engl. „entity definition incompatibility“), (4) unterschiedliche Abstraktionsebenen von Objekten (engl. „abstraction level incompatibility“), sowie (5) schematische Diskrepanzen (engl. „schematic discrepancies“) durch Verwendung unterschiedlicher Konstrukte bei der Modellierung. Diese Oberkategorien werden weiter gegliedert in insgesamt zwanzig Unterkategorien.

Scharffe [2009] hat ein Framework für das Alignment von Ontologien, die beispielsweise unter Verwendung der Web Ontology Language (OWL) oder der Web Service Modelling Language (WSML) beschrieben sind, entwickelt. Die von ihm vorgeschlagene Klassifikation von „Ontology Mismatches“ (Diskrepanzen zwischen Ontologien) basiert auf den Arbeiten von Klein [2001] und Visser [1997] und enthält vier Oberkategorien von Diskrepanzen bedingt durch (1) die Konzeptualisierung einer Domäne (engl. „conceptualization mismatches“), (2) die Beschreibung der Konzepte (engl. „explication mismatches“), (3) die verwendeten Begriffe (engl. „terminological mismatches“), sowie (4) die Kodierung (engl. „encoding mismatches“) mit insgesamt 20 Unterkategorien [Scharffe 2009, 7ff.].

Nyerges [1989] beschreibt den Prozess der Analyse und Integration von Schemata für GIS-Datenbanken im Bereich Kataster. Er definiert Typen von Äquivalenzen zwischen Attributen, die von „starker“ über „schwache“ bis hin zur „disjunkten“ und schließlich „unbekannten“ (d.h. nicht feststellbaren) Äquivalenz reichen, je nachdem wie viele Kriterien für Attributäquivalenz erfüllt sind [166ff.]. Eine starke Attributäquivalenz ermöglicht dabei beispielsweise eine nicht-gerichtete (d. h. in beide Richtungen mögliche) 1:1 Transformation zwischen Attributwerten, bei der auch die Datenqualität erhalten bleibt, während eine schwache Attributäquivalenz nur gerichtete (also nicht umkehrbare) 1:1 Transformation von Attributwerten ermöglicht. Die Kriterien für Äquivalenz unterteilt Nyerges in neun verschiedene Kategorien, die u.a. Aspekte wie Wertebereiche, Maßeinheiten, Multiplizität und Integritätsbedingungen von Attributen sowie für Attributwerte erlaubte Operationen einschließen [1989, 163f.].

Annoni et al. [2008] erörtern Heterogenität als Herausforderung im Kontext der Schaffung einer Europäischen GDI gemäß INSPIRE. Ihre auf Kashyap und Sheth [1996] und Stuckenschmidt [2003] basierende Klassifikation umfasst fünf Kategorien von Heterogenität bedingt durch (1) Benennung von Elementen (engl. „naming conflicts“), (2) Maßeinheiten und Skalen von Attributwerten (engl. „scale conflicts“), (3) Auflösung und Genauigkeit von Attributwerten (engl. „precision or resolution conflicts“), (4) Integritäts- oder Datenerfassungs-Constraints (engl. „constraint conflicts“), sowie (5) Attributwerte bei grenzüberschreitenden Objekten (engl. „data value conflicts“) [Annoni et al 2008, 5f.].

Im Kontext der Harmonisierung von zwei topographischen Datenmodellen beschreiben Stoter et al. [2009, 92ff.] eine Reihe von Heterogenitätstypen bedingt durch Unterschiede u.a. bzgl. der Granularität (d.h. der Anzahl von verwendeten Objektklassen), der Abgrenzung von Objekten bei der Datenerfassung, der Definition von Klassen, der Wertebereiche und Klassifikationen von Attributwerten, der verwendeten Modellierungskonstrukte sowie der Benennung von Klassen und Attributen.

Als Basis für die Entwicklung einer Sprache zur Beschreibung von Zuordnungsproblemen bei der Schemaabbildung (Mismatch Description Language, s. unten) schlägt Reitz [2010a] eine Klassifikation basierend u.a. auf Visser et al. [1997], Scharffe [2009] und Klein [2001] vor, wobei er nur die Typen aufführt, die aus seiner Sicht mit bestehenden Transformationsansätzen nicht überwunden werden können. Zuordnungsprobleme entstehen demnach durch Unterschiede bzgl. (1) des Umfangs und der Abgrenzung von Objektklassen (z.B. durch unterschiedliche Klassifikation, unterschiedliche Abstraktionsebene oder Überlappung) (engl. „scope mismatches“); (2) der Struktur und Bedeutung von Beziehungen zwischen Objektklassen (engl. „structure mismatches“), (3) der Verwendung von Constraints (engl. „constraint mismatches“); und (4) Attributtypen und Wertebereiche (engl. „attribute type and encoding mismatches“) [Reitz 2010, 207ff.]

Die oben beschriebenen Ansätze stammen aus unterschiedlichen Disziplinen und basieren auf verschiedenen Anwendungsfällen. Sie beschreiben und klassifizieren Heterogenität auf unterschiedliche Art und Weise. Dennoch kann man Gemeinsamkeiten feststellen und eine Reihe von Grundtypen der Heterogenität destillieren, die jeweils in mehreren der ausgewerteten Literaturquellen beschrieben werden (s. Tabelle 6). Basierend auf dieser Literaturlauswertung und den empirischen Erfahrungen aus den beiden in dieser Arbeit vorgestellten Anwendungsfällen wurde eine eigene Klassifikation entwickelt, die in Kapitel 7.1 näher beschrieben wird. Die in Tabelle 6 aufgeführten Heterogenitätstypen lassen sich unter grobe Oberkategorien subsumieren. Diese betreffen Unterschiede bzgl.

- der Abgrenzung (engl. „scope“) und Definition der den Elementen des Datenmodells (z.B. Objektklassen) zugrunde liegenden Konzepte;
- der Benennung von Elementen;
- der Struktur, die durch Verwendung unterschiedlicher Konstrukte und Methoden bei der Datenmodellierung entstehen;
- den Bedingungen und Einschränkungen (engl. „constraints“), die im Datenmodell für verschiedene Elemente festgelegt werden;
- sowie Unterschiede durch Fehler in den Instanzen.

Im Folgenden wird die oben erwähnte, von Reitz [2010a] vorgeschlagene Mismatch Description Language (MDL) kurz vorgestellt. Mit Hilfe der MDL soll der Nutzer dabei unterstützt werden, Zuordnungsprobleme (engl. „mismatches“) als Teil der Abbildungsregeln sowie als Teil der Qualitätsinformationen in den Metadaten formal zu dokumentieren und damit u.a. für Nutzer der transformierten Daten transparent zu machen [ebenda, 205]. Die MDL wurde als Erweiterung der in Kapitel 6.2.5 beschriebenen Abbildungssprache gOML definiert (s. Abbildung 17). Jedes Zuordnungsproblem wird hierbei durch ein Tripel beschrieben: ein bestimmter „Mismatch“ (M) Typ tritt aufgrund von „Reason“ (R) auf und hat „Consequence(s)“ (C). Neben einer XML-Syntax (s. Listing 1) sollen auch textuelle Beschreibungen der Mismatches in natürlicher Sprache teilweise automatisiert aus MDL Elementen erzeugt werden können. Darüber hinaus ist eine kartographische Repräsentation von Unsicherheiten unter Verwendung der Instanzdaten mit festgelegten Qualitätsparametern vorgesehen [ebenda, 211ff.].

Heterogenität bzgl.	Annoni et al. 2008	Batini et al. 1986	Kashyap und Sheth 1996	Nyerges 1989	Reitz 2010	Scharffe 2009	Stoter et al. 2009
<b>Abgrenzung und Definition</b>							
Generalisierung / Aggregation			X			X	
Subsumption		X			X	X	
Überlappung					X	X	
Disjunkt				X		X	
<b>Benennung</b>							
Homonym	X	X	X			X	X
Synonym	X	X	X			X	
<b>Struktur</b>							
Modellierungskonstrukt		X	X				X
Klassifikation	X					X	X
Multiplizität von Attributen				X		X	
Multiplizität von Assoziationen		X					
Rollen in Assoziationen					X	X	
Objektidentifikation	X	X	X	X			
Datentyp von Attributen			X		X	X	
Wertebereich von Attributen	X		X	X	X		X
Skalierung von Attributwerten	X						
Maßeinheit von Attributwerten	X		X	X	X	X	
Genauigkeit von Attributwerten	X		X				
<b>Constraints</b>							
Konsistenzbedingungen	X		X	X	X	X	
Datenerfassungskriterien	X						X
zulässige Operationen		X		X			
<b>Fehler bei Instanzen</b>	X		X				

Tabelle 6: Heterogenitätstypen in ausgewählten Literaturquellen

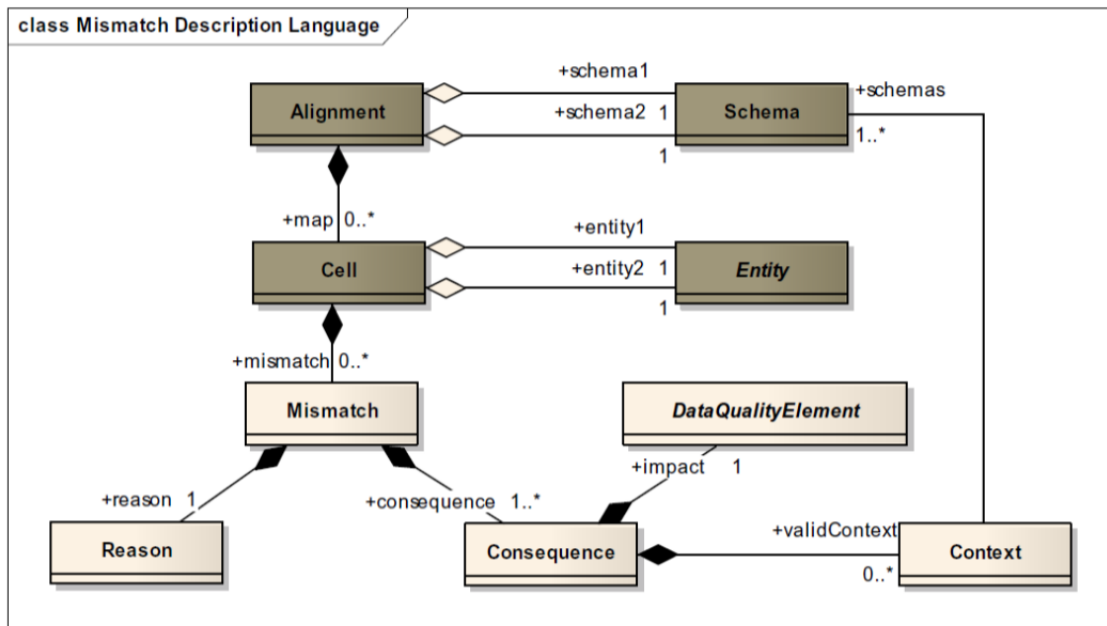


Abbildung 17: Erweiterung der OML Grundstruktur (dunkel) durch Elemente der MDL (hell) [Reitz 2010, 212]

```

<mismatch type="ConstraintMismatch">
  <reason>
    <source>cardinality:*</source>
    <target>cardinality:1..*</target>
    <description>
      Entity1 (names) may contain any number of elements, but
      Entity2 (geographicalNames) must contain 1 or more elements.
    </description>
  </reason>
  <consequence>
    <conceptualConsistency>
      <impact><validationResult>>false</validationResult></impact>
      <description>
        Cardinality constraint on Entity2 (1..*) can be violated.
      </description>
    </conceptualConsistency>
  </consequence>
</...>

```

Listing 1: Ausschnitt aus MDL XML-Dokument (Beschreibung eines „Constraint Mismatches“) [Reitz 2010, 212]

## 4.2 Transformationsansätze

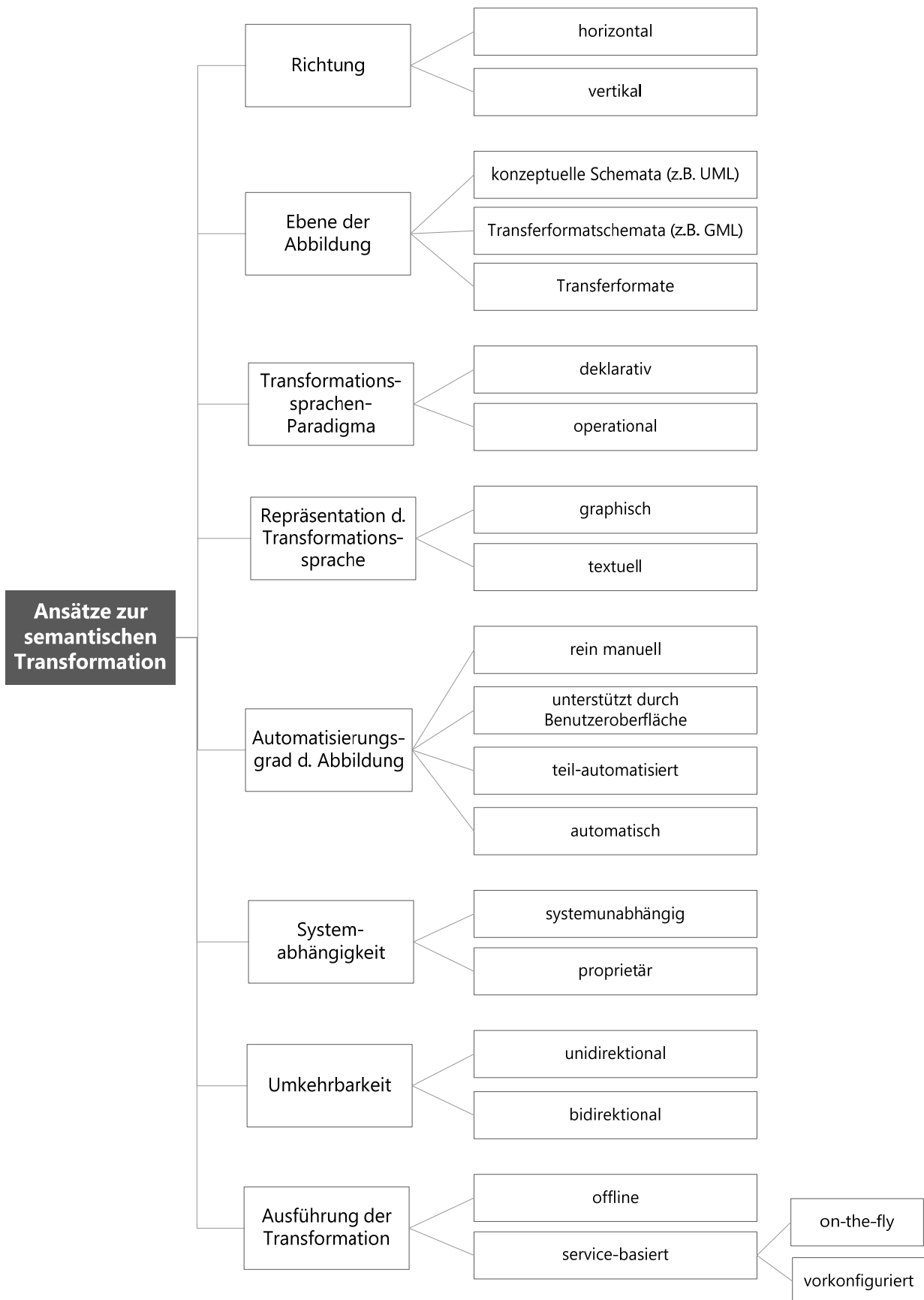


Abbildung 18: Klassifikation von Transformationsansätzen

Wie in Kapitel 1.1 kurz angerissen, existiert eine Vielzahl von Ansätzen, eine Schemaabbildung zu definieren und darauf basierend eine Transformation auszuführen. Die Ansätze lassen sich durch die jeweils individuelle Kombination der in Abbildung 18 vorgestellten und im Folgenden erläuterten Unterscheidungsmerkmale charakterisieren.

Transformationen können in vertikaler oder horizontaler Richtung erfolgen [Donaubauer et al. 2006, 33; Mens et al. 2005, 3]: Eine vertikale Transformation findet zwischen Schemata auf unterschiedlichen Abstraktionsebenen statt. Ein Beispiel hierfür ist die Ableitung eines GML-Anwendungsschemas aus einem konzeptuellen INSPIRE UML-Schema durch Kodierung. Der Fokus der vorliegenden Arbeit liegt auf horizontalen Transformationen zwischen verschiedenen Schemata auf derselben Abstraktionsebene. Hierbei können zwei Fälle unterschieden werden (s. Abbildung 19): zwei heterogene Schemata beispielsweise aus zwei verschiedenen Ländern können (1) direkt aufeinander abgebildet werden oder sie können (2) beide auf ein drittes Schema abgebildet werden. Beispiele für den zweiten Fall sind die in Kapitel 6 beschriebenen Anwendungsfälle, in denen Abbildungen zwischen Quellschemata aus Deutschland, Österreich und der Schweiz und einem INSPIRE-Zielschema erstellt werden sowie weitere Fälle u.a. in Afflerbach et al. [2004], Stoter et al. [2009]. Gedrange et al. [2011] hingegen beschreiben einen Anwendungsfall, bei dem ein Schema aus Deutschland und ein tschechisches Schema aufeinander abgebildet werden. Hierbei wird darüber hinaus Wert auf Bidirektionalität gelegt, denn die Abbildungen sollen in beide Richtungen funktionieren, also umkehrbar sein. Eine gerichtete Abbildung von einem Quell- in ein Zielschema (z.B. INSPIRE) ist dagegen unidirektional angelegt. Ob eine zwischen einem Element in einem Schema A und einem Element im Schema B definierte Abbildung in der Praxis umkehrbar ist, hängt aber vor allem mit der Art der zwischen den Elementen vorliegenden Heterogenität zusammen. So ist beispielsweise eine Abbildung von einer detaillierteren Klassifikation (z.B. Fluss und Kanal) auf ein gröbere Klassifikation (z.B. Fließgewässer) nicht umkehrbar, da sie mit einem Informationsverlust einhergeht. Wenn die Transformation dienste-basiert on-the-fly stattfinden soll (s.u.), muss Bidirektionalität berücksichtigt werden. In diesem Fall müssen auch die Anfragen an den Transformationsdienst, die aus einem System gestellt werden, das mit dem Zielschema arbeitet, in das Quellschema übersetzt werden (sofern diese beispielsweise Parameter zur Filterung von bestimmten Objektklassen beinhalten), damit der Transformationsdienst die gewünschten Objekte aus dem Quellsystem auswählen und transformieren kann [Lehto 2007b, 7].

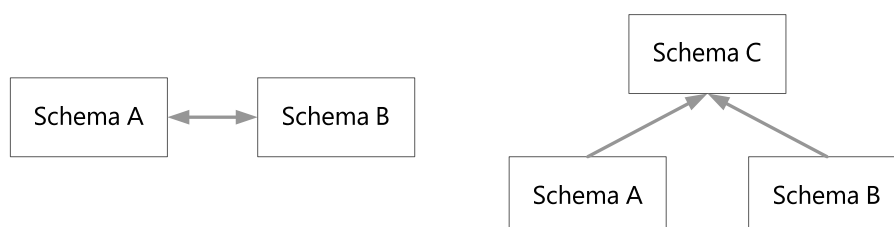


Abbildung 19: Abbildung zweier Schemata aufeinander (links) sowie auf ein drittes Schema (rechts)

Ein weiteres grundlegendes Unterscheidungsmerkmal ist die Ebene, auf der die Abbildung definiert wird. Während die Ausführung der Transformation immer auf der Datenebene stattfindet, kann die Abbildung definiert werden auf der Ebene:

- a) der konzeptuellen Schemata, beispielsweise beschrieben in der UML,
- b) der Transferformatschemata, beispielsweise GML-Anwendungsschemata, oder
- c) der Datenformate bzw. Instanzen (Daten) selbst.

In den Transformationsfällen der vorliegenden Arbeit erfolgt die Abbildung entweder auf der ersten oder auf der zweiten Ebene. Ein Beispiel für die dritte Ebene ist das Einlesen und Transformieren von Dateien im Shapefile-Format in einem Transformations-Werkzeug wie beispielsweise FME.

In den Transformationsansätzen wird eine Reihe von unterschiedlichen Abbildungssprachen eingesetzt. Diese unterscheiden sich u.a. bzgl. ihres grundlegenden Paradigmas. Bei deklarativen Sprachen liegt der Schwerpunkt auf dem „Was“, d.h. welche Elemente im Quellschema beispielsweise über Funktionen oder logische Ausdrücke auf welche Elemente im Zielschema abgebildet werden. Bei operationalen (auch „imperativ“ genannten) Sprachen hingegen liegt der Fokus auf dem „Wie“, d.h. die Art und Weise, wie die Transformation ausgeführt wird – beispielsweise als eine Abfolge von Prozessschritten. Dies ermöglicht eine gezieltere Steuerung der Reihenfolge, in der die einzelnen Transformationsschritte durchgeführt werden sollen. Dadurch dass prozedurale Details bei deklarativen Sprachen nicht explizit formuliert sind, sind die Abbildungsregeln hier oft kompakter und leichter verständlich [Mens et al. 2005, 8f.]. Ein Beispiel für deklarative Abbildungssprachen ist XSLT. Darüber hinaus gibt es auch hybride Ansätze die beide Paradigmen verbinden (z.B. QVT).

Abbildungssprachen können sich ferner darin unterscheiden, ob sie über eine graphische Notation verfügen oder ob die Definition der Abbildungsregeln in rein textueller Form erfolgt. Die in Kapitel 6.1.5 beschriebene UMLT ist ein Beispiel für eine graphische Notation während XSLT beispielsweise ausschließlich über eine textuelle Notation verfügt.

In den verschiedenen Transformationsansätzen werden unterschiedliche Grade der Automatisierung von Abbildung und Transformation angestrebt – von rein manuellem Vorgehen über eine Unterstützung durch Software-Werkzeuge mit graphischer Benutzeroberfläche bis hin zur (teilweisen) Automatisierung. Hierbei muss unterschieden werden zwischen der Definition der Abbildung und der Ausführung der Transformation. Während letztere durchaus automatisch ablaufen kann, sofern die Abbildungsregeln in maschineninterpretierbarer Form vorliegen und das Transformationswerkzeug über geeignete Parser und ausreichende Funktionalität verfügt, ist die Definition der Abbildung nach derzeitigem Stand der Technik kaum vollständig automatisierbar. Aus der Ontologie-Forschung kommende Ansätze wie beispielsweise das Schema Matching können zwar bei geeigneter Ausgangslage (z.B. zwei Ontologien mit semantischer Annotation basierend auf Referenzrahmen) potentielle Korrespondenzen zwischen Elementen in Schemata vorschlagen, letztendlich muss aber der Nutzer die Entscheidung treffen, ob er die Vorschläge annimmt oder ablehnt [Legler und Naumann 2007, o.S.].

Die Ansätze kann man ferner danach klassifizieren, ob sie an eine bestimmte Software oder Plattform gebunden sind oder ob sie systemunabhängig sind und ggf. auf internationalen Standards basieren. Wie in Kapitel 4.4 näher ausgeführt wird, gibt es derzeit noch keinen international anerkannten Standard für eine Abbildungssprache im Geoinformationbereich. Dennoch kann man bei den in den Ansätzen verwendeten Abbildungssprachen solche unterscheiden, die auf bestehenden internatio-



nen, offenen Standards aufbauen und solche, die proprietär sind, d.h. an ein bestimmtes Software-Werkzeug gebunden sind. Ein Beispiel für letztere ist die FME-interne Abbildungssprache. Bei Software-Werkzeugen kam man wiederum unterscheiden in Implementierungen, deren Code frei verfügbar ist („Open-Source-Software“), und proprietären Implementierungen.

Was die Prozesse und Systemarchitekturen zur Ausführung der Transformation und zur Bereitstellung der transformierten Daten betrifft, kann man schließlich grundsätzlich danach unterscheiden, ob die Transformation offline oder dienste-basiert über ein Netzwerk (z.B. das Internet) ausgeführt wird. Bei der dienste-basierten Variante, die auch explizit in Artikel 11 der INSPIRE-Richtlinie vorgesehen ist [Europäisches Parlament und Rat 2007a, 7] führt ein Transformationsdienst die Transformation immer dann durch, wenn ein Nutzer Daten im Zielschema abrufen will. Der Nutzer stellt dazu eine Anfrage an einen Dienst und erhält transformierte Daten zurück [Eisenhut und Kutzner 2010, 27; Spilker 2011, 5]. Die Transformation wiederum kann dabei on-the-fly (d.h. quasi in Echtzeit) oder vorkonfiguriert ablaufen. Bei einer on-the-fly Transformation werden beliebige Abbildungsregeln als Teil der Anfrage an den Dienst zur Laufzeit übergeben während bei der vorkonfigurierten Variante Abbildungsregeln für bestimmte Transformationsfälle beim Dienst gespeichert sind und in der Anfrage nur eine Referenz auf Abbildungsregeln für einen bestimmten Transformationsfall übergeben wird [Lehto 2007b, 7]. Die dienste-basierte Transformation hat dann Vorteile, wenn Aktualität besonders wichtig ist, da damit potentiell auf den aktuellen Stand des Originaldatenbestandes zugegriffen werden kann. Sie ist aber auch komplexer, da wie oben angesprochen nicht nur die Daten, sondern auch die Anfragen transformiert werden müssen. Ferner können große Datenmengen sowie komplexe Datenmodelle und Transformationen zu Performanz-Problemen führen [Eisenhut und Kutzner 2010, 27].

Transformationsdienste können mit unterschiedlichen Architekturen umgesetzt werden. Diese sind mit ihren jeweiligen Vor- und Nachteilen in Beare et al. [2010b, 46ff.] und INSPIRE DT NS [2009, 5ff.] im Detail beschrieben. Zusammenfassend können drei Grundtypen unterschieden werden (s. Abbildung 20) [ebenda, 5ff.; Fichtinger und Kutzner 2010, 38]

- a) *Kapselung der Transformation durch Downloaddienst (transformierender Downloaddienst):* In diesem Fall kommuniziert der Client des Nutzers nicht mit der Schnittstelle eines Transformationsdienstes, sondern direkt mit einem Downloaddienst, der die Transformation anstößt und die transformierten Daten ausliefert.
- b) *Kapselung des Downloaddienstes durch einen Transformationsdienst als Proxy:* In diesem Fall sendet der Nutzer seine Anfrage an einen Transformationsdienst, der die gewünschten Daten von den entsprechenden Downloaddiensten abrufen, transformiert und ausliefert.
- c) *Eigenständiger Transformationsdienst:* Hier existieren Download- und Transformationsdienst unabhängig voneinander. Der Nutzer ruft zuerst die gewünschten Daten im Quellschema von einem Downloaddienst ab und übergibt diese anschließend an einen Transformationsdienst. Dieser führt die Transformation durch und liefert die transformierten Daten an den Nutzer aus. In diesem Fall muss der Transformationsdienst über eine standardisierte Schnittstelle verfügen.

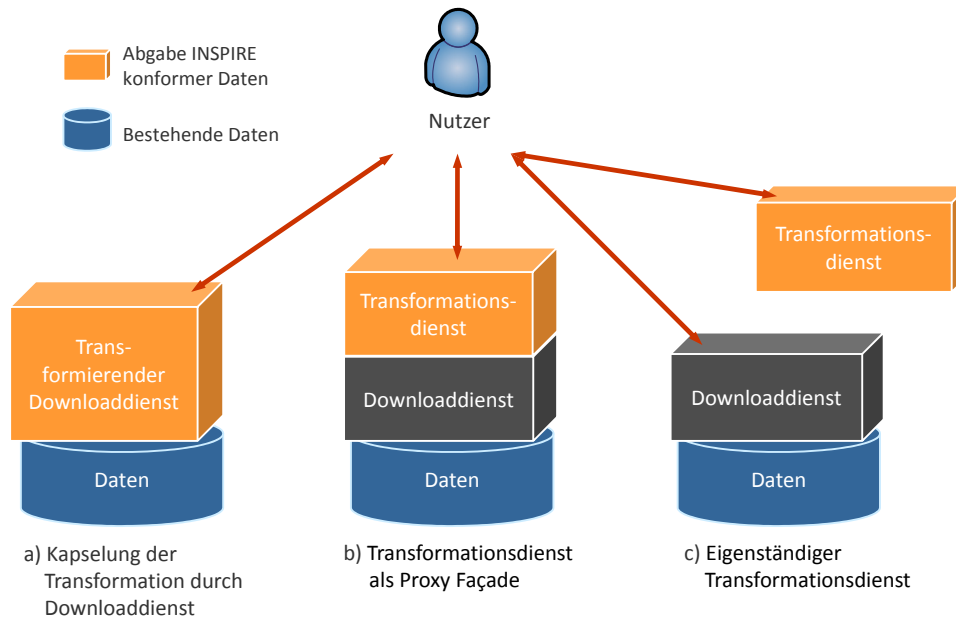


Abbildung 20: Architekturen für die Implementierung von Transformationsdiensten [Fichtinger und Kutzner 2010, 39]

Im Gegensatz zur dienste-basierten Transformation wird bei der Offline-Variante die Transformation als interner Prä-Prozessierungsprozess beim Datenbereitsteller durchgeführt. Die transformierten Daten werden dann in einer sekundären Datenbank gespeichert und aus dieser beispielsweise über einen INSPIRE-Downloaddienst zur Verfügung gestellt, auf den der Nutzer zugreift. Diese Variante ist weniger komplex und hat Vorteile bei der Performanz, da nicht bei jeder Anfrage eine Transformation durchgeführt und die Anfrage auch nicht aus dem Zielschema in das Quellschema übersetzt werden muss. Ferner wird es dabei dem Datenbereitsteller überlassen, für ihn geeignete Geschäftsprozesse zur Bereitstellung transformierter Daten zu definieren, die z.B. auch Qualitätssicherungsschritte enthalten können. Allerdings muss der Datenbereitsteller dann zwei redundante Datenbestände pflegen und geeignete Fortführungsmechanismen für den Sekundärdatenbestand implementieren. Aus der Sicht des Nutzers hat die Offline-Transformation potentielle Nachteile bzgl. der Datenaktualität, da auf einen Sekundärdatenbestand zugegriffen wird [Eisenhut und Kutzner 2010, 27; Beare et al. 2010a, 50]. Im Kontext von INSPIRE gilt hier aber generell die Regelung zur Aktualisierung in Artikel 8 Absatz 2 der Verordnung zur Interoperabilität, nach der Änderungen spätestens sechs Monate, nachdem sie im Quelldatensatz erfolgt sind, in die für die Europäische Geodateninfrastruktur bereitgestellten Daten zu übernehmen sind [Europäische Kommission 2010c, 13; Spilker 2011, 5].

### 4.3 Transformationsfunktionen

Transformationsfunktionen werden benötigt, um Daten von einem Schema (Q) in ein anderes Schema (Z) transformieren zu können. Hierbei können zwei Teilbereiche unterschieden werden. Zunächst müssen Korrespondenzen zwischen Elementen aus Q und Z hergestellt werden, d.h. Elemente aus Q werden Elementen aus Z zugeordnet. Diese Korrespondenzen können zwischen unterschiedlichen Arten von Elementen (z.B. Objektklassen oder Attributen) mit unterschiedlichen Multiplizitäten (z.B. 1:1, n:1, etc.) auftreten. Um die Instanzen der Elemente zu transformieren, werden unterschiedliche Funktionen benötigt.

In der Literatur wird eine Reihe von verschiedenen Klassifikationen für Korrespondenzen und Funktionen vorgeschlagen, bei denen jeweils unterschiedliche Aspekte im Vordergrund stehen.

Basierend auf den in Kapitel 4.1 beschriebenen „Ontology Mismatches“ definiert Scharffe [2009, 178ff.] Muster zur Beschreibung von Korrespondenzen zwischen Elementen in Ontologien (engl. „correspondence patterns“). Er unterscheidet Korrespondenzen zwischen Klassen, Attributen, Relationen und Instanzen, die von der einfachen Äquivalenz über die Verwendung von Bedingungen und Einschränkungen (z.B. basierend auf Attributwerten) bis hin zu komplexen Korrespondenzen, die aus mehreren einzelnen zusammengesetzt sind, reichen.

Legler und Naumann [2007, 4ff.] unterscheiden in ihrer Klassifikation grundsätzlich zwischen einfachen (engl. „single“), mehrfachen (engl. „multiple“) und fehlenden (engl. „missing“) Korrespondenzen. Einfache Korrespondenzen können mit unterschiedlichen Multiplizitäten auftreten, je nachdem, wie viele Elemente an einer Korrespondenz beteiligt sind (1:1, 1:n, n:1 und n:m). Bei mehrfachen Korrespondenzen sind die an der Korrespondenz teilnehmenden Elemente im Quellschema und / oder im Zielschema durch strukturelle Beziehungen (z.B. verschachtelte Elemente) oder Beziehungen über Schlüssel mit anderen Elementen verbunden, was bei der Abbildung berücksichtigt werden sollte. Wenn für ein Element im Zielschema ein korrespondierendes Element im Quellschema fehlt, werden verschiedene Fälle unterschieden, beispielsweise abhängig davon, ob das Element im Zielschema ein Pflichtelement ist oder mit Constraints versehen ist, die verletzt werden könnten.

Die von Legler und Naumann [2007] beschriebenen Kategorien werden auch von Howard et al. [2010] zur Beschreibung von Korrespondenzmustern (engl. „correspondence patterns“) im Kontext der Spezifikation von INSPIRE-Transformationsdiensten aufgegriffen.

Gedrange et al. [2011, o.S.] unterscheiden am Beispiel einer Abbildung zwischen Elementen in Datenmodellen topographischer Geobasisdaten sechs verschiedene Kategorien, die z.T. die in Kapitel 4.1 beschriebenen semantischen Relationen wiedergeben. Demnach können zwischen Elementen eineindeutige (engl. „biunique“), Ober- und Teilmengen-Korrespondenzen (engl. „subset“ und „superset“) sowie Überlappungs-Korrespondenzen (engl. „overlap“) bestehen. Darüber hinaus beschreiben sie Fälle, in denen eine Korrespondenz gar nicht oder - bei fehlendem direkt korrespondierendem Element - nur indirekt unter Einbeziehung anderer Elemente (engl. „derivation“), oder aber nur über ein Objekt auf höherer Abstraktionsebene (engl. „mapping to a superior object“) hergestellt werden kann.

Lehto [2007b, 5f.] legt eine umfassende Klassifikation von Funktionen vor, die für die Transformation von Daten von einem GML-Anwendungsschema in ein anderes benötigt werden. Folgende Trans-

formationsfunktionen werden beschrieben (in der Reihenfolge, in der ihre Ausführung bei Transformationsprozessen nach Lehto am meisten Sinn macht): Filtern (engl. „filtering“), Umbenennung (engl. „renaming“), Reklassifikation (engl. „reclassification“), Verschmelzung und Teilung (engl. „merge“ und „split“), Umstellung der Reihenfolge (engl. „reordering“), Wertumwandlung (engl. „value conversions“), Morphing, Ableitung von Werten oder Setzen von Standardwerten (engl. „augmentation“). Diese Funktionen können auf verschiedenen Ebenen des GML Feature Models zum Einsatz kommen, beispielsweise von der `FeatureCollection` über das `Feature` bis hin zum `componentPropertyValue`.

In ihrem Entwurf für die „Technical Guidance for the INSPIRE Schema Transformation Network Service“ beschreiben Howard et al. [2010, 80ff.] Transformationsfunktionen, deren Bedarf in Transformationstests mit INSPIRE-Schemata ermittelt wurde. Dazu gehören u.a. Setzen von Standardwerten (engl. „default value setting“), Wertumwandlung über Funktionen (engl. „functional value setting“), Wertebereichsumwandlung (engl. „domain mapping“), Reklassifikation, Zuweisung von eindeutigen Objektidentifikatoren sowie die Definition von Funktionen für Superklassen, die auf alle Subklassen anwendbar sind. Darüber hinaus werden komplexe Operationen, die mehrere Funktionen umfassen, sowie Transformationen in mehreren Schritten mit Erzeugung von Zwischenobjekten beschrieben.

Beare et al. [2010b, 59ff.] unterscheiden sechs verschiedene Komplexitätsebenen der Transformation, wobei jede Ebene die Funktionen des vorhergehenden Levels umfasst. Diese sind (1) Umbenennung von Objektklassen und Attributen, (2) Einfache Ableitung von Attributwerten über Funktionen unter Beteiligung einer einzelnen Objektklasse im Quellschema, (3) Aggregation von mehreren Instanzen einer Objektklasse in den Quelldaten (oft in relationalen Datenbanken) zur Bildung einer Instanz einer Zielschemaobjektklasse, (4) komplexe Ableitung von Attributwerten einer Objektklasse im Zielschema aus einem oder mehreren Attributen einer Objektklasse im Quellschema über Funktionen mit logischen Operatoren sowie dynamische Auswahl von Objektklassen im Zielschema, auf die eine Objektklasse im Quellschema abgebildet werden soll, basierend auf Attributwerten der Klasse im Quellschema, (5) Ableitung von Attributwerten für eine Objektklasse im Zielschema aus mehreren Objektklassen im Quellschema, die beispielsweise über topologische Beziehungen oder Schlüssel verbunden sind und (6) Verschmelzung und Teilung von Objekten und Modellgeneralisierung

Nissen et al. [2011] stellen ein im Rahmen des ESDIN Projektes entwickeltes Framework für die abstrakte, plattform-neutrale Spezifikation von Abbildungsregeln in Abbildungstabellen vor. Sie unterscheiden drei Grundtypen: (1) Filtern, (2) Funktionen mit geometrischen oder nicht-geometrischen Operatoren und (3) Bedingungen (z.B. bestimmte Attributwerte) [7]. Ferner werden die dafür benötigten Konstrukte wie beispielsweise logische Vergleichs- und Verknüpfungsoperatoren, arithmetische Operatoren und Textoperatoren sowie geometrische Funktionen aufgelistet [10ff.].

Mit über 400 Funktionen enthält der für die Software FME (s. Kapitel 4.6) verfasste „Transformer Reference Guide“ [Safe Software 2011] die wohl umfangreichste Sammlung von Funktionen zur Datentransformation. Beschrieben wird eine Vielzahl von geometrischen, topologischen, numerischen, Text-, und Filter-Funktionen und darüber hinaus auch beispielsweise Funktionen zur Transformation von Koordinaten und Darstellungsstilen.

Ähnlich wie bei den Ansätzen zur Beschreibung von Heterogenität werden in den o.g. Ansätzen Korrespondenzen und Transformationsfunktionen unterschiedlich beschrieben und klassifiziert. Basierend auf dieser Literaturlauswertung und den empirischen Erfahrungen aus den beiden in

Kapitel 6 beschriebenen Anwendungsfällen wurde eine eigene Klassifikation entwickelt, die in Kapitel 7.2 näher beschrieben wird.

## 4.4 Abbildungssprachen

Wie in Kapitel 4.2 angesprochen, existiert eine Reihe von unterschiedlichen Abbildungssprachen, die zum größten Teil aus der allgemeinen IT sowie dem Ontologiebereich kommen. Nur sehr wenige davon wurden bisher von den entsprechenden Gremien als internationale Normen oder Standards definiert. Im Geoinformationsbereich gibt es bisher keine standardisierte Abbildungssprache [Beare et al. 2010a, 17; INSPIRE DT DS 2010b, 29; Lehto 2007b, 3].

Einige der häufiger verwendeten Abbildungssprachen, die in Beare et al. [2010b, 17f.] detailliert beschrieben sind, werden im Folgenden kurz vorgestellt.

### **Extensible Stylesheet Language for Transformations (XSLT)**

Die XSLT ist eine vom W3C standardisierte [W3C 2007], weit verbreitete Sprache zur Transformation von XML-Dokumenten [Beare et al. 2010a, 18 u. 31ff.; Lehto 2007b, 8]. Dabei werden die XML-Dokumente als Document Object Model (DOM) Baum betrachtet und Abbildungsregeln zwischen den einzelnen DOM-Elementen als „template rules“ in einem „stylesheet“ genannten XML-Dokument definiert. Vorteile der XSLT sind, dass es bereits eine Reihe von Implementierungen für Editoren und Prozessoren gibt und eine Vielzahl von Transformationsfunktionen mit XSLT ausgedrückt werden kann. Als Nachteile können angeführt werden, dass XSLT nur mit XML-basierten Schemata verwendet werden kann und dass darüber hinaus im XSLT-Standard keine geometrischen Funktionen definiert sind. Melsom Klausen [2006] hat mit „GeoXSLT“ eine prototypische Erweiterung für Geodaten vorgelegt, die aber nicht weiterentwickelt wurde. Darüber hinaus können Performanz-Probleme entstehen, wenn umfangreiche GML-Dokumente mit XSLT transformiert werden sollen, diese aber dafür erst in einen DOM-Baum geparkt werden müssen [Beare et al. 2010a, 33]. Eisenhut und Kutzner [2010, 59f.] weisen ferner darauf hin, dass XSLT möglicherweise zur Transformation von GML-Anwendungsschemata nur bedingt nützlich ist, da beide auf unterschiedlichen Paradigmen basieren. Während XSLT auf das XML-Paradigma ausgerichtet ist, basieren GML-Anwendungsschemata auf dem objektorientierten General Feature Model der Norm ISO 19109 (s. Kapitel 3.1).

### **Query/View/Transform (QVT)**

QVT ist ein durch die OMG definierter Standard [OMG 2008] für Modelltransformationen im Rahmen der modellbasierten Softwareentwicklung (MDA), beispielsweise von plattformunabhängigen auf plattformspezifische Modelle. QVT besteht aus einem deklarativen Teil (mit den zwei Sprachen „Core“ und „Relations“) sowie einem imperativen Teil, der „Operational Mapping Language“ [Staub 2009, 50]. Der QVT-Standard hat den Vorteil, dass er durch seine Objektorientierung mit Konzepten wie Vererbung und Assoziationen umgehen kann und zur Transformation von UML-Schemata, die auf der MOF basieren, geeignet ist. Ferner steht mit dem Eclipse Modelling Framework (EMF) ein Open-Source-Werkzeug zur Verfügung [Beare et al. 2010a, 31; Eisenhut und Kutzner 2010, 60]. Der Standard ist allerdings komplex und die QVT-Modelle sind nicht leicht verständlich. [Donaubauer et al. 2010, 273].

### **Rule Interchange Format (RIF)**

Das RIF ist ein neuer W3C Standard [W3C 2010] aus dem „Semantic Web“ Bereich für den Austausch von logischen Regeln zwischen Systemen. Das RIF verwendet XML-Syntax und besteht aus einem „Core“ Dialekt, in dem Syntax und Semantik festgelegt sind sowie ebenfalls aus einem deklarativen („Basic Logic“ Dialekt) und einem imperativen Teil („Production Rule“ Dialekt). Es ist kompatibel mit anderen Semantic Web Sprachen wie dem Resource Description Framework (RDF) und der Web Ontology Language (OWL) [Beare et al. 2010a, 19f.], allerdings gemäß Eisenhut und Kutzner [2010, 60], für die Transformation zwischen UML-Modellen ungeeignet. Ferner verwendet das RIF teilweise mathematische Notation, die nicht leicht verständlich ist [Beare et al. 2010a, 27]. In dem Entwurf des Technical Guidance Dokuments für INSPIRE-Transformationsdienste wird die Verwendung von RIF zum systemunabhängigen Austausch von Abbildungsregeln empfohlen [Howard et al 2010, 26].

### **Web Ontology Language (OWL) und Semantic Web Rule Language (SWRL)**

OWL und SWRL sind zwei weitere Sprachen aus der „Semantic Web“ Initiative des W3C. Der W3C Standard OWL [W3C 2009] beinhaltet verschiedene Dialekte zur Beschreibung von Ontologien, die u.a. unter Verwendung der RDF-XML-Syntax ausgedrückt werden können. In Ontologien werden Informationen grundsätzlich anders modelliert (in Form von Begriffen, die durch ihre Beziehungen zu anderen Begriffen definiert werden) als beispielsweise in konzeptuellen Datenmodellen. Ferner können verschiedene UML-Konstrukte wie beispielsweise Aggregation und Komposition auch nicht direkt in OWL umgesetzt werden. Darüber hinaus ist Know-how zu Ontologien und OWL im Geoinformationsbereich kaum verbreitet [Beare et al. 2010a, 15 u. 19]. Die SWRL kombiniert OWL und die Datalog Sprache der Rule Markup Language (RuleML), um Regeln für Ontologien beschreiben zu können und könnte somit auch zur Definition von Transformationen verwendet werden. SWRL hat beim W3C bisher nur den Status einer Member Submission [W3C 2004a]. Auch hier fehlt die Möglichkeit, eine Reihe von in der konzeptuellen Datenmodellierung verwendeten Konzepten wie beispielsweise Multiplizität auszudrücken. Ferner stehen nur Operatoren für einfache XML-Schema Datentypen und nicht für komplexe Typen (wie beispielsweise Geometriotypen) zur Verfügung, während eine Erweiterung durch nutzer-definierte Funktionen nicht möglich ist [Beare et al. 2010a, 24].

Die Abbildungssprachen UMLT und gOML, die in den Lösungsansätzen aus den Projekten mdWFS und HUMBOLDT verwendet werden, sind in den Kapiteln 6.1.5 bzw. 6.2.5 näher beschrieben.

## 4.5 Ansätze zur Beschreibung der Qualität von Transformationen

Die Qualität von semantischen Transformationen wird von unterschiedlichen Faktoren beeinflusst, wie von der Qualität der Quelldaten und -schemata, der Qualität der Abbildungsregeln sowie der Qualität der transformierten Daten.

Die Norm ISO 19113 legt u.a. folgende Elemente zur Beschreibung der Qualität von Geodaten fest [DIN 2005c, 2]:

- *Vollständigkeit*: Vorhandensein oder Fehlen von Objekten, Attributwerten und Assoziationen.
- *Logische Konsistenz*: Grad der Einhaltung von logischen Regeln des konzeptuellen Schemas bzw. der physischen Datenstruktur, beispielsweise in Bezug auf Wertebereiche von Attributen oder topologischen Beziehungen.
- *Lagegenauigkeit*: Genauigkeit der Lageangabe für Objekte.
- *Zeitliche Genauigkeit*: Genauigkeit von Zeitangaben für Objekte sowie von chronologischen Beziehungen zwischen Objekten.
- *Thematische Genauigkeit*: Richtigkeit der Klassifizierung von Objekten, Genauigkeit von quantitativen Attributwerten sowie Richtigkeit von qualitativen Attributwerten.

Reitz und Kuijper [2009, o.S.] schlagen basierend auf den oben genannten Qualitätselementen für Geodaten folgende Qualitätselemente und -parameter für Schemata vor:

- *Vollständigkeit* von Klassen und Attributen: Anteil der Objektklassen / Attribute in einem Schema, für die keine Instanzen in einem Datensatz vorliegen sowie Anteil der Objekte / Attribute in einem Datensatz, für die keine entsprechende Objektklasse / Attribut im Schema definiert ist.
- *Richtigkeit* des Schemas: Anteil der Objektklassen in einem Schema, der für das Schema gültige Axiome verletzt (z.B. aus dem Metamodell) sowie Anteil der Objektklassen in einem Schema, deren Beziehungen zu Uneindeutigkeit führen oder logisch inkonsistent sind (z.B. zyklische Vererbung).

Shi [2004, 20ff.] definiert ebenfalls die Richtigkeit – hier am Beispiel von XML-Schemata - und schlägt darüber hinaus u.a. noch folgende weitere Kriterien für Schemaqualität vor:

- *Richtigkeit* des Schemas: syntaktische Richtigkeit (das Schema ist wohlgeformt und valide, wenn es den entsprechenden Spezifikationen und deren Syntax entspricht) sowie konzeptuelle Richtigkeit (ein Schema stellt das Modell eines Realweltausschnittes konzeptuell richtig dar).
- *Eindeutigkeit*.
- *Einfachheit* und *Lesbarkeit*: keine Verwendung komplexer syntaktischer Ausdrücke, wenn dafür auch einfache syntaktische Ausdrücke bestehen, geringe Größe eines Schemas und geringe Tiefe der Verschachtelung, geringe Anzahl von Verweisen, modularer Aufbau des Schemas, Kommentierung.
- *Maschineninterpretierbarkeit*.
- *Erweiterbarkeit*: das Schema kann erweitert werden, ohne es umzudefinieren.
- *Wiederverwendbarkeit*: das Schema oder seine Komponenten können auch von anderen Schemata verwendet werden.

Basierend auf diesen Ansätzen zur Beschreibung der Daten- und Schemaqualität sowie unter Einbeziehung von durch Beare et al. [2010b, 45], Mens et al. [2005, 5], Reitz und Kuijper [2009, o.S.]

sowie Staub [2009a, 128] vorgeschlagenen Qualitätsmerkmalen lassen sich folgende Qualitätskriterien für semantische Transformationen beschreiben:

*Vollständigkeit:*

- Anteil der im Zielschema vorgesehenen Elemente (Objektklassen, Attribute und Assoziationen), der durch die Abbildung aus dem Quellschema abgeleitet wird.
- Anteil der Instanzen (Objekte), der durch die Abbildung der Objektklassen, zu denen jene gehören, bei der Transformation erzeugt werden kann.

*Richtigkeit:*

- Die bei der Abbildung aufgestellten Abbildungsregeln entsprechen der Syntax und den Regeln des Metamodells der Abbildungssprache.
- Die transformierten Daten (z.B. GML-Daten) entsprechen syntaktisch dem entsprechenden Zielschema (z.B. INSPIRE GML-Anwendungsschema).
- Die transformierten Daten halten logische Regeln des Zielschemas ein (z.B. Wertebereiche bei Attributen, Constraints, etc.).
- Grad der inhaltlichen Konformität der transformierten Daten mit dem durch das Zielschema repräsentierten Modell des Realweltausschnittes (z.B. Spezifikation für ein INSPIRE Geodaten-Thema).

Die Vollständigkeit und Richtigkeit der erstellten Abbildungsregeln wird u.a. beeinflusst

- dadurch dass im Zielschema vorgesehene Konzepte im Quellschema fehlen,
- durch die Art der Heterogenität zwischen Elementen der Quell- und Zielschemata sowie
- durch unzureichende oder uneindeutige Beschreibung der Quell- und Zielschemata, die u.a. zu Fehlinterpretationen durch den Ersteller der Abbildung führen können.

Einige der oben genannten, von Shi [2004, 20ff.] vorgeschlagenen Qualitätskriterien für Schemata fließen in die Definition von Anforderungen an Lösungen zur semantischen Transformation ein (s. Kapitel 5).



## 4.6 Software-Werkzeuge

Sowohl in der allgemeinen IT als auch im Geoinformationsbereich wird mittlerweile eine Reihe von Software-Werkzeugen zur Definition von Abbildungen und zur Ausführung von Transformationen angeboten. Bei der Mehrzahl sind dabei beide Phasen der Transformation (Definition und Ausführung) in einem Werkzeug abgedeckt. Tabelle 7 gibt einen Überblick über Werkzeuge aus dem Geoinformationsbereich. Diese werden in Beare et al. [2010b, 35ff.] detailliert beschrieben und evaluiert. Im Folgenden werden Sie anhand ihrer wichtigsten Charakteristika kurz vorgestellt.

Name	Hersteller / Open Source	Ebene d. Abbildung	Transformations-sprache	Ausführung d. Transformation
<b>FME Server</b>	Safe Software	Datenformate , konzeptuelle Schemata (INTERLIS, UML*) *in Entwicklung	proprietär	offline oder dienste-basiert
<b>FUSION Data Service</b>	AED-SICAD AG	Datenformate	proprietär (FME)	offline oder dienste-basiert (FME Server)
<b>GO Publisher</b>	Snowflake Software	Datenformate	proprietär	offline oder dienste-basiert
<b>Spatial Data Integrator</b>	Talend (Open Source)	Datenformate	-	offline
<b>Radius Studio</b>	1Spatial	Datenformate	proprietär	offline oder dienste-basiert
<b>XtraServer</b>	interactive instruments GmbH	Datenformate	proprietär	offline oder dienste-basiert
<b>model-driven WFS</b>	Forschungsprojekt, TUM	konzeptuelle Schemata	UMLT	offline oder dienste-basiert
<b>HUMBOLDT Alignment Editor</b>	Forschungsprojekt, HUMBOLDT Consortium (Open Source)	GML-Anwendungsschemata, Datenformate	gOML	offline oder dienste-basiert* * in Entwicklung

Tabelle 7: Software-Werkzeuge für semantische Transformation

### Feature Manipulation Engine (FME)

Die bisher am häufigsten für Transformationen von Geodaten eingesetzte Software ist das ETL („Extract, Transform, Load“) Werkzeug FME. Die Transformationen werden hier unter Verwendung einer benutzerfreundlichen graphischen Oberfläche in der Regel auf der Ebene der Datenformate definiert. FME ermöglicht das Lesen und Schreiben einer Vielzahl von Datenformaten und stellt über 400 Transformationsfunktionen (sog. „Transformers“) – darunter auch viele geometrische und topologische – zur Verfügung. Die Transformationen können offline oder alternativ mit dem FME Server auch dienste-basiert ausgeführt werden. Die in FME verwendete Abbildungssprache ist proprietär, d.h. mit FME erstellte Abbildungsregeln können nicht in anderen Werkzeugen verwendet werden [Beare et al. 2010a, 38f.]. Ferner arbeitet FME mit relationalen Datenstrukturen und kann bisher keine konzeptuellen UML-Schemata verarbeiten. Diese Funktionalität wird allerdings derzeit im Rahmen des mdWFS Projektes als Erweiterung prototypisch realisiert (s. Kapitel 6.1.5) [Eisenhut und Kutzner 2010, 60].

### **FUSION Data Service (FDS)**

Die FME bildet auch die Basis der Software FDS, welche FME um ein Semantic-Mapper-Modul u.a. zur Erstellung und Verarbeitung von Excel-Konfigurationstabellen erweitert. Im Rahmen einer Kooperation zwischen der AED-SICAD AG und der TUM wurde die Transformation von ALKIS und ATKLIS (AAA) Daten in INSPIRE Schemata mit dem FDS getestet (s. Kapitel 6.1.5) [Banfi et al. 2010, 40].

### **GO Publisher**

Ähnlich wie bei der FME werden auch mit der GO Publisher Software Abbildungen unter Verwendung einer graphischen Benutzeroberfläche auf der Ebene der Datenformate definiert. Als Transformationsziel können hier auch XML-Schemata dienen, gegen die die transformierten Daten anschließend validiert werden können. Die angebotene Transformationsfunktionalität kann durch den Nutzer selbst erweitert werden, z.B. durch XSLT-Dokumente oder Java Code. Auch hier ist die Abbildungssprache proprietär [Beare et al. 2010a, 39].

### **Spatial Data Integrator (SDI)**

Die Open-Source-Software SDI ist eine Erweiterung des ETL-Werkzeugs Talend Open Studio für die Transformation von Geodaten auf der Ebene der Datenformate. Die Transformationsfunktionalität kann durch den Nutzer unter Verwendung der Java Topology Suite (JTS) erweitert werden. Das von INSPIRE geforderte GML wird bisher gar nicht als Ausgabeformat unterstützt [Beare et al. 2010a, 40].

### **Radius Studio**

Radius Studio ist eine Plattform für Datenintegration, Data Mining und Qualitätssicherung basierend auf Regeln, die vom Nutzer über eine graphische Oberfläche definiert werden können. Die für Radius Studio entwickelte Abbildungssprache SQUIRL (Spatial QUality Integration Rules Language) ist proprietär, verwendet aber XML-Syntax. Daher können die Abbildungsregeln theoretisch in andere XML-Formate überführt werden [Beare et al. 2010a, 40f.].

### **XtraServer**

Die Software XtraServer stellt Werkzeuge zum Aufbau von OGC Geo Web Services zur Verfügung und unterstützt die Transformation von verschiedenen Eingangsdatenformaten gemäß einem GML-Zielschema. Unter Verwendung der Structured Query Language (SQL) können benutzer-definierte Funktionen erstellt werden. Die verwendete Abbildungssprache ist proprietär, nutzt aber XML-Syntax [Beare et al. 2010a, 37f.]

Die in den Projekten mdWFS und HUMBOLDT verwendeten Werkzeuge (model-driven WFS und HUMBOLDT Alignment Editor) werden in den Kapiteln 6.1.5 und 6.2.5 näher beschrieben.

Zusammenfassend kann festgestellt werden, dass mit Ausnahme von mdWFS und HUMBOLDT Alignment Editor sowie (mit Einschränkungen) FME, Transformationen bei allen Werkzeugen auf der Basis von Datenformaten als Quelle definiert werden. Größtenteils wird dabei eine proprietäre Abbildungssprache verwendet, die nur innerhalb des jeweiligen Software-Werkzeugs genutzt werden kann. Fast alle Werkzeuge verfügen über die Möglichkeit, Transformationen dienste-basiert auszuführen. Die Erzeugung von Daten in der von ISO 19136 und INSPIRE geforderten GML-Version 3.2.1 als Ergebnis einer Transformation ist nach Angaben der Hersteller mit sechs der acht

Werkzeugen möglich. Um hier eine belastbarere Aussage zu treffen, müssten alle Werkzeuge allerdings einem Praxistest unterzogen werden.

## 4.7 Anwendungspraxis

Die Bereitstellung INSPIRE-konformer Daten durch semantische Transformation ist eine zukünftige Aufgabe, mit der sich sowohl Software-Hersteller als auch Datenanbieter erst seit relativ kurzer Zeit näher beschäftigen. Daher liegen diesbezüglich noch keine umfangreichen Erfahrungen aus der Anwendungspraxis vor. Ungeachtet dessen hatten Datenanbieter auch in der Vergangenheit bereits semantische Transformationsaufgaben zu lösen, beispielsweise bei der Migration von alten in neue Datenmodelle oder der Transformation zwischen Modellen für Geobasis- und Geofachdaten.

Um den Austausch von Erfahrungen und möglichen zukünftigen Ansätzen zu fördern, wurden im Rahmen der Tagung „Münchner Fortbildungsseminar Geoinformationssysteme“ in den Jahren 2010 und 2011 Expertenworkshops zum Thema „Semantische Datenmodelltransformation im Kontext von INSPIRE“ mit Vertretern von Datenanbietern, Softwareherstellern und Forschungseinrichtungen durchgeführt.

In den Workshops wurden die Vorteile der konzeptuellen Datenmodellierung (u.a. Langlebigkeit, Systemunabhängigkeit, Standardisierung) und der Definition von Abbildungen auf Ebene der konzeptuellen Schemata (s. Kapitel 7.4) hervorgehoben. In der heutigen Praxis stehen allerdings noch eine Reihe von limitierenden Faktoren dem gegenüber [Eisenhut et al 2010, o.S.; Illert und Kutzner 2011, o.S.]:

- Bisher sind nur wenige Datenbestände mit konzeptuellen Schemata beschrieben.
- Für die konzeptuelle Modellierung und semantische Transformation auf konzeptueller Ebene ist umfangreiches Know-how notwendig, das nicht bei allen Datenanbietern vorhanden ist.
- Die bestehenden konzeptuellen Schemata sind oft komplex und nicht leicht verständlich (Bsp. AAA-Anwendungsschema und INSPIRE-Schemata).
- Die bestehenden konzeptuellen Schemata wurden z.B. in Deutschland und der Schweiz mit unterschiedlichen UML-Profilen modelliert
- Datenanbieter und Werkzeuge müssen mit sehr großen Datenmengen umgehen.
- Bestehende Abbildungssprachen und -werkzeuge sind für Fachexperten, die das zur Erstellung von Abbildungen nötige Wissen über die Modellinhalte haben, aber keine IT-Experten sind, oft nicht leicht verständlich.

Dies spiegelt sich auch in den Ergebnissen einer von der Autorin durchgeführten Umfrage unter Datenanbietern aus Deutschland, Österreich und der Schweiz (neun Vermessungsverwaltungen und eine Umweltverwaltung) im Rahmen des Workshops 2011 wieder. Die Befragten gaben dabei Auskunft über Erfahrungen und Pläne im Hinblick auf die Ebene der Abbildungsdefinition, verwendete Werkzeuge und Systemarchitekturen für die Bereitstellung INSPIRE-konformer Geodatendienste. Bisher haben nur zwei der befragten Organisationen semantische Transformationen erstellt. Im Hinblick auf INSPIRE plant die Mehrheit der Datenanbieter, die Abbildungen auf Ebene der konzeptuellen Modelle zu definieren (s. Abbildung 21), wobei sich die Antworten hier nicht auf die formalisierten konzeptuellen Schemata (z.B. UML) beschränkten, sondern auch

Objektartenkataloge genannt wurden. Die Abbildungen werden voraussichtlich zunächst oft in einfachen Zuordnungstabellen definiert. Für die Transformation plant die Mehrheit der Befragten die Verwendung von proprietärer / kommerzieller Software (s. Abbildung 22), wobei FME am häufigsten genannt wurde.

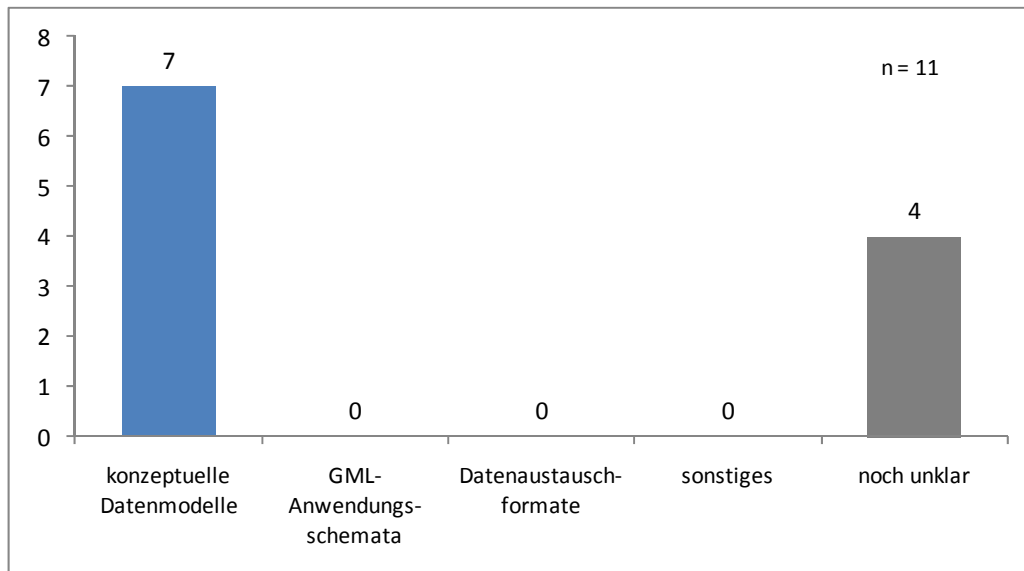


Abbildung 21: Ebene der Erstellung von Abbildungsregeln

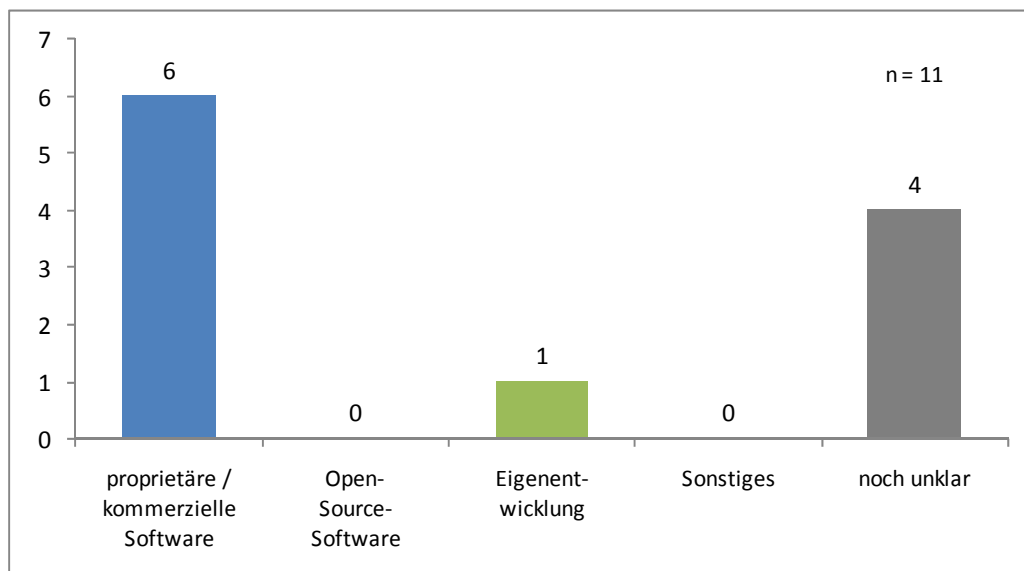


Abbildung 22: Werkzeuge zur Definition der Abbildung u. Ausführung der Transformation

Die Software FME wurde auch bei einer im Rahmen des HUMBOLDT-Projektes durchgeführten Expertenumfrage am häufigsten als den Befragten bereits bekanntes Transformationswerkzeug genannt (s. Abbildung 23). Ferner tauchen einige der in Kapitel 4.6 angesprochenen Hersteller von Software-Werkzeugen auf. Antworten aus Deutschland sind in der Abbildung in grün dargestellt, Antworten aus den restlichen EU-Mitgliedstaaten in blau.

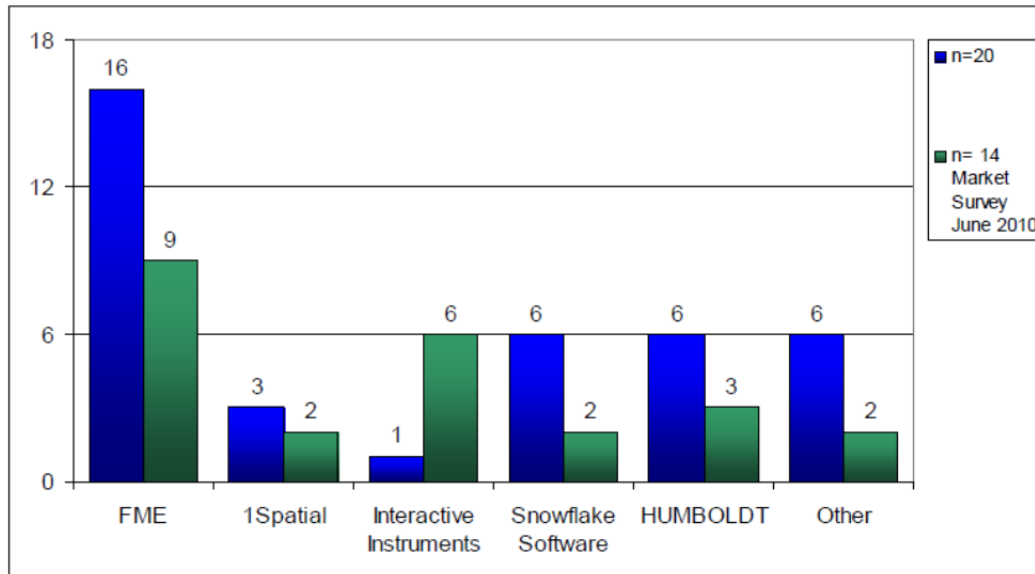


Abbildung 23: Bekannte Transformationswerkzeuge / Hersteller [Rix 2011, 96]

Was die geplanten Prozesse und Systemarchitekturen für die Bereitstellung INSPIRE-konformer Geodatendienste betrifft, so ergaben Umfrage und Diskussion in den Workshops ein recht eindeutiges Bild. Die Mehrheit der Datenanbieter plant derzeit die Transformation in Form einer internen Prä-Prozessierung, bei der ein INSPIRE-konformer Sekundärdatenbestand erzeugt wird, und nicht als on-the-fly Transformationsdienst (s. Abbildung 24). Als Gründe hierfür werden befürchtete Performanz-Probleme bei großen Datenbeständen und komplexen Schemata angegeben. On-the-fly-Transformation wird lediglich bei einfachen, überschaubaren Schemata und in Fällen, in denen Aktualität eine entscheidende Rolle spielt, als sinnvolle Option angesehen [Eisenhut et al 2010, o.S.; Illert und Kutzner 2011, o.S.]. Diese Einschätzung wird auch von Banfi et al. [2010, 42] geteilt.

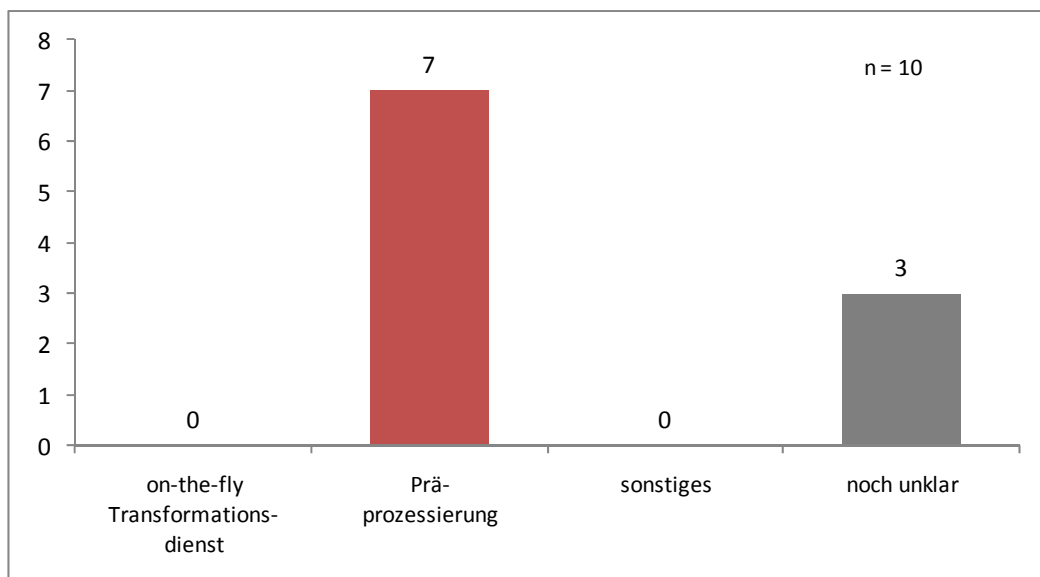


Abbildung 24: Prozesse / Systemarchitekturen zur Bereitstellung INSPIRE-konformer Datendienste

Angesichts der Umfrageergebnisse und der oben beschriebenen limitierenden Faktoren wurden von den Workshop-Teilnehmern u.a. folgende Empfehlungen erarbeitet [Eisenhut et al. 2010, o.S.; Kutzner 2010a, 37; Illert und Kutzner 2011, o.S.]:

- Vereinfachung von Datenmodellen sowie leichter lesbare Dokumentationen.
- Veröffentlichung von Richtlinien und Best-Practice-Beispielen für die konzeptuelle Datenmodellierung und semantische Transformation beispielsweise durch die GDI-DE.
- Bildung von Fachinformationsgemeinschaften und bessere Einbeziehung der Fachexperten durch Schließen der Lücke zwischen IT- und Fachwelt.
- Konsequente Anwendung des modellbasierten Vorgehens bei der Datenmodellierung, keine Definition neuer UML-Profile, Bereitstellung eindeutiger Kodierungsregeln sowie Vorgabe von UML- und GML-Versionen / Profilen durch Datenanbieter bei Ausschreibungen.
- Einigung auf Sprachen zur Modellierung und Transformation, bevor Systemanbieter die modellbasierte Transformation realisieren.
- Mehr praxisorientierte Forschung und Tests, bevor Standards festgelegt werden.
- Engere Kooperationen zwischen Softwareherstellern und Endnutzern / Forschungseinrichtungen, Einholen von Feedback bzgl. der Nutzbarkeit entwickelter Transformationswerkzeuge.
- Berücksichtigung der Skalierbarkeit von Transformationslösungen.
- Weiterentwicklung generischer Lösungen zur Transformation auf konzeptueller Ebene durch die Forschung, Einbringen der Erkenntnisse für eine mögliche Standardisierung von Abbildungssprachen.

## 5 Anforderungen an Lösungen zur semantischen Transformation

Aus den vorangegangenen Kapiteln lässt sich eine Reihe von Anforderungen an Lösungen zur semantischen Transformation, die in dieser Arbeit im Kontext von INSPIRE betrachtet wird, ableiten. Unter Hinzuziehung weiterer Literaturquellen, in denen explizit auf Anforderungen eingegangen wird [Annoni et al. 2008, 7f; Beare et al. 2010a, 25f.; Eisenhut und Kutzner 2010, 57f.; Fichtinger et al. 2010b, o.S.; Legler und Naumann 2007, 3; Lehto 2007b, 7ff.; Mens et al. 2005, 5ff.; Schade 2009, 34f.], können folgende Anforderungsbereiche identifiziert werden:

### **Expressivität:**

- Die Abbildungssprache muss in der Lage sein, alle Konstrukte, die bei der Modellierung der Quell- und Zielschemata verwendet werden (z.B. Vererbung, Assoziationen, Aggregation, Komposition, Multiplizitäten von Attributen, Constraints, Wertebereiche, Codelists und Enumerations, komplexe Geometrietypen des ISO 19107 Schemas), zu verarbeiten.
- Die Abbildungssprache sollte unterschiedliche Versionen und verschiedene Profile einer Modellierungssprache unterstützen (beispielsweise UML-Profile, sofern diese gemäß der UML-Spezifikation erzeugt wurden).
- Die Abbildungssprache muss Konstrukte für alle benötigten Transformationsfunktionen bereit stellen und sollte komplexe, aus mehreren Schritten zusammengesetzte Transformationsfunktionen unterstützen.
- Die Abbildungssprache muss die Beschreibung der Abbildungsregeln auf formale, eindeutige und maschineninterpretierbare Art und Weise ermöglichen, so dass keine zusätzlichen Informationen bei der Ausführung der Transformation zur Laufzeit benötigt werden.

### **Benutzerfreundlichkeit:**

- Die Syntax der Abbildungssprache sollte weder zu komplex noch zu umfangreich (banal ausgedrückt: „so viel wie nötig, so wenig wie möglich“) sein, so dass Abbildungen übersichtlich und effizient ausgedrückt werden können.
- Neben der maschineninterpretierbaren Notation sollte die Abbildungssprache auch noch über eine von Menschen intuitiv lesbare Notation (textuell oder graphisch) verfügen, um Fachexperten das Verständnis zu erleichtern.
- Die Abbildungssprache sollte in einem Werkzeug mit einer graphischen Benutzeroberfläche, das den Anwender beim Erstellen der Abbildungsregeln unterstützen kann, verwendbar sein.

### **Erweiterbarkeit der Abbildungssprache:**

Eine Erweiterbarkeit der Funktionalität um nutzerdefinierte Funktionen sollte möglich sein.

### **Systemunabhängigkeit / Offenheit:**

- Die Abbildungssprache sollte eine generische Beschreibung der Abbildungsregeln ermöglichen, die nicht an ein bestimmtes Software-Werkzeug gebunden ist. Aus der generischen Beschreibung sollte der für die Ausführung der Transformation in einem bestimmten System benötigte Code ableitbar sein.

- Die Abbildungssprache sollte nicht proprietär sein und soweit wie möglich auf offenen, internationalen Standards und Normen basieren.

**Kompatibilität mit Web Services:**

Sofern die Transformation dienste-basiert ausgeführt wird, sollten dabei die Grundprinzipien der service-orientierten Architektur (SOA) berücksichtigt werden (Möglichkeit der losen Kopplung über standardisierte Schnittstellen sowie Verkettung mit anderen Diensten).

**Automatisierbarkeit:**

Die Ausführung der Transformation basierend auf den Abbildungsregeln sollte automatisierbar sein.

**Skalierbarkeit:**

Der Transformationsansatz sollte die Verarbeitung großer Datenmengen und komplexer Datenmodelle bei angemessener Performanz ermöglichen.

**Bidirektionalität der Transformation:**

Bei der dienste-basierten Ausführung einer Transformation müssen auch die Anfragen an den Transformationsdienst transformierbar sein, sofern diese Parameter z.B. zum Filtern bestimmter Objektklassen enthalten.

**Qualitätsprüfung und Fehlerbehandlung:**

- Der Transformationsansatz sollte eine Überprüfung der Vollständigkeit und Richtigkeit der erstellten Abbildungsregeln sowie der Vollständigkeit und Richtigkeit des Transformationsergebnisses, d.h. der transformierten Daten (s. Kapitel 4.4) ermöglichen.
- Es sollte die Möglichkeit bestehen, Fehler und Ungenauigkeiten während des Prozesses der Erstellung der Abbildungsregeln zu erkennen und – falls jene nicht behoben werden können – als Teil der Abbildung zu beschreiben.

**INSPIRE-spezifische Anforderungen:**

- Bezüglich der Aktualität besteht die Anforderung, dass Änderungen spätestens sechs Monate, nachdem sie im Quelldatensatz erfolgt sind, in die INSPIRE-konform bereitgestellten Daten zu übernehmen sind.
- Falls die Transformation dienste-basiert von einem INSPIRE-Transformationsdienst ausgeführt wird, müssen die in der entsprechenden Verordnung definierten Anforderungen bzgl. der unterstützenden Operationen sowie der Dienstqualität (Leistung, Kapazität und Verfügbarkeit) erfüllt werden (s. Kapitel 3.2.1).

Die hier beschriebenen Anforderungskriterien fließen in den Vergleich der beiden in Kapitel 6 vorgestellten Transformationsansätze ein (s. Kapitel 7.4).



## 6 Lösungsansätze zur semantischen Transformation

### 6.1 Semantische Transformation auf Ebene der konzeptuellen Datenmodelle

#### 6.1.1 Das Forschungsprojekt „Modellbasierter Ansatz für den Web-Zugriff auf verteilte Geodaten am Beispiel grenzübergreifender GIS-Anwendungen“

Das Forschungsprojekt „Modellbasierter Ansatz für den Web-Zugriff auf verteilte Geodaten am Beispiel grenzübergreifender GIS-Anwendungen“ - kurz „mdWFS“ - läuft seit 2006. Auftragnehmer sind die Technische Universität München (TUM) und die Eidgenössische Technische Hochschule Zürich (ETHZ), Auftraggeber das Bundesamt für Kartographie und Geodäsie (BKG) sowie das Bundesamt für Landestopografie (swisstopo). TUM und BKG arbeiten seit 2006 kontinuierlich zusammen, während ETHZ und swisstopo in den Jahren 2006 bis 2008 sowie von Herbst 2010 bis Frühjahr 2011 beteiligt waren.

Die Projektziele und Inhalte der einzelnen Projektstufen sind in einer Reihe von internen Projektberichten [Schilcher et al. 2006, 2008, 2009b, 2010; Donaubaueer et al. 2007a] und Veröffentlichungen [Donaubaueer et al. 2006, 2007b, 2008, 2009, 2010; Fichtinger und Kutzner 2010; Kutzner 2010b, Kutzner und Fichtinger 2011; Schilcher et al. 2009a; Spilker 2011; Staub 2009] dokumentiert. Kernziel des Projektes ist es, die grenzüberschreitende, web-basierte Nutzung vorhandener, verteilter Geodaten durch die Kombination von modellbasiertem Datentransfer und OGC Web Services zu erleichtern. Das Projekt wird dadurch charakterisiert, dass die Abbildung auf der Ebene der konzeptuellen Schemata plattformunabhängig definiert wird und dass Geo Web Services für den modellbasierten Datentransfer und die Ausführung der Transformation verwendet werden.

In den folgenden Kapiteln werden der im mdWFS Projekt herangezogene Anwendungsfall (s. Kapitel 6.1.2), die verwendeten Quell- und Zielschemata (s. Kapitel 6.1.3 und 6.1.4) sowie der verfolgte Transformationsansatz (s. Kapitel 6.1.5) beschrieben.

Im Kontext des mdWFS Projektes wird an der TUM in Kooperation mit den am Bodensee-Geodatenpool beteiligten Vermessungsverwaltungen aus Baden-Württemberg, Bayern, Österreich und der Schweiz noch ein weiteres Projekt durchgeführt. In einer ersten Stufe wurde im Jahr 2010 eine Vergleichsstudie zur Modellierung in Deutschland, der Schweiz und der EU (INSPIRE) erstellt. Der Schwerpunkt lag dabei auf den unterschiedlichen UML-Profilen [Eisenhut und Kutzner 2010]. In der zweiten Stufe (Beginn April 2011) wird die INSPIRE-konforme Bereitstellung von Daten aus der Bodenseeregion in einem Modellprojekt erprobt. Dabei wird neben der oben angesprochenen modellbasierten semantischen Transformation auch eine Transformation auf der Ebene der Datenformate in Kooperation mit der AED-SICAD AG durchgeführt.

## 6.1.2 Anwendungsfall

Die grenzüberschreitende Bodenseeregion wurde als Testgebiet (s. Kapitel 3.4) für das Projekt gewählt. Als Anwendungsfall dient ein Szenario im INSPIRE-Kontext, in dem ein Mitarbeiter einer EU-Umweltbehörde länderübergreifende Informationen über die Bodenseeregion aus den digitalen Landschaftsmodellen Bayerns, Baden-Württembergs und der Schweiz abrufen möchte. Diese kann er aber bisher noch nicht auf einfache und konsistente Art und Weise miteinander kombinieren, da sie in unterschiedlichen topographischen Informationssystemen basierend auf unterschiedlichen Datenmodellen vorgehalten und über unterschiedliche Datentransformate abgegeben werden [Kutzner 2010b, 35]. Daher muss eine semantische Transformation zwischen Quell- und Zielschemata durchgeführt werden, so dass die Daten über Geo Web Services konform zum Zielschema abgerufen werden können (s. Abbildung 25).

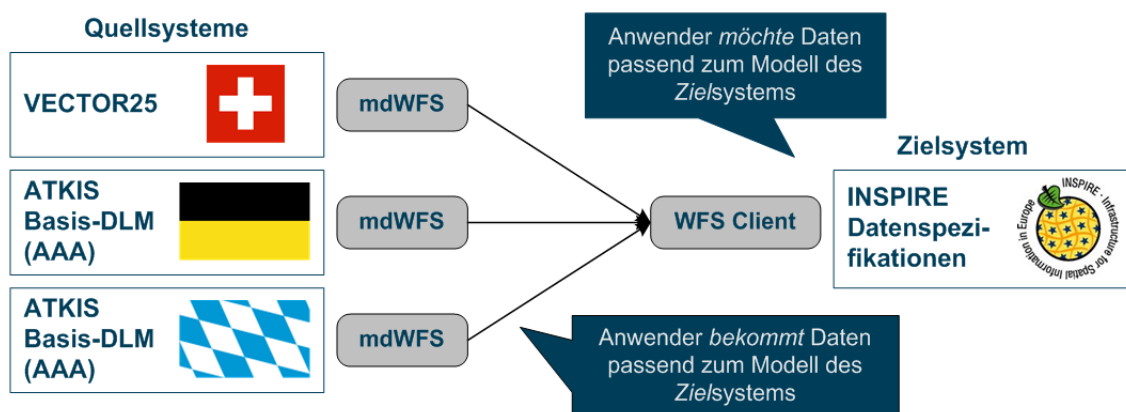


Abbildung 25: Anwendungsfall im mdWFS Projekt [nach Eisenhut und Kutzner 2010, 38, verändert]

Im Einzelnen wurden im Rahmen des Projektes folgende Abbildungen definiert:

- Schweizer Gemeindegrenzen (GG25) → EuroSpec Feature Catalogue Administrative Boundaries als Vorläufer der INSPIRE Datenspezifikation Verwaltungseinheiten [Staub 2009, 121ff.],
- Ausschnitt aus ATKIS Basis-DLM (AAA) → EuroSpec Feature Catalogue Administrative Boundaries [lebenda],
- Ausschnitt aus ATKIS Basis-DLM (AAA) → INSPIRE Datenspezifikation Schutzgebiete [Donaubauer et al. 2010, 278ff.; Schilcher et al. 2008, 14ff.; Staub 2009, 129ff.],
- Ausschnitt aus ATKIS Basis-DLM (AAA) → INSPIRE Datenspezifikation Gewässernetz [Donaubauer et al. 2010, 278ff.; Schilcher et al. 2008, 14ff.]

Ursprünglich war auf Schweizer Seite die Verwendung des neuen TLM als digitales Landschaftsmodell der zweiten Generation vorgesehen. Dieses Modell war allerdings zum Zeitpunkt der Definition der Abbildung noch in Entwicklung und stand daher nicht zur Verfügung. Daher wurde auf das digitale Landschaftsmodell der ersten Generation zurückgegriffen (VECTOR25 und GG25).

Im Rahmen des Projektes nahm das Projektteam der TUM im Jahr 2008 im Auftrag des BKG am Test der INSPIRE Datenspezifikationen Schutzgebiete und Gewässernetz teil. Die Ergebnisse sind in Fichtinger und Donaubauer [2008] dokumentiert.

In der vorliegenden Arbeit wird die semantische Transformation zwischen dem Quellschema ATKIS Basis-DLM (AAA) und dem Zielschema aus der INSPIRE-Datenspezifikation Gewässernetz als „Transformationsfall I“ näher betrachtet.

### 6.1.3 Quellschemata und –daten

Im Transformationsfall I wurde eine Teilmenge des AAA-Anwendungsschemas in der Version 6.0.1 als Quellschema verwendet. Die Teilmenge umfasst Objektklassen aus unterschiedlichen Paketen des AAA-Anwendungsschemas, die dem ATKIS Basis-DLM zugeordnet sind, in den Themenbereich Gewässernetz fallen und für das in Kapitel 6.1.4 beschriebene Zielmodell relevant sind. Tabelle 8 gibt einen Überblick über die verwendeten Objektklassen, ihre Definition und Herkunftspakete [AdV 2008b]. Abstrakte Supertypen sind kursiv geschrieben. Die Objektklasse *AA\_Objekt* stammt aus dem AAA-Basisschema, alle anderen stammen aus dem AAA-Fachschemata.

Objektklasse	Definition	Enthalten in Paket
<b>AA_Objekt</b>	Klasse, die für Fachobjekte grundlegende Eigenschaften realisiert. AA_Objekt fasst Verwaltungseigenschaften, die allen Objekten gemeinsam sind, zusammen. Soll ein Objekt auf ein Fachdatenobjekt zeigen, das in einem fremden Fachdatensystem unter "AA_Fachdatenobjekt" geführt wird, so kann das optional durch das Attribut "zeigtAufExternes" beschrieben werden. Das Attribut "zeigtAufExternes" ist im Objektartenkatalog zu erläutern. Fachobjekte können Teil von zusammengesetzten Objekten sein.	AAA_Basisklassen
<b>AX_Tatsaechliche Nutzung</b>	Die abstrakte Oberklasse für alle tatsächlichen Nutzungen. Objekte in der Grundfläche besitzen alle dasselbe Thema (TS_Theme 'Tatsächliche Nutzung (Grundfläche)'). Alle anderen AX_TatsaechlicheNutzung-Objekte liegen in einem anderen Thema. I.d.R. wird hierbei jedem überlagernden Objekt ein eigenes Thema zugeordnet. Unterführungsreferenzen regeln den Schichtenaufbau der verschiedenen Nutzungsebenen. Unterführungsreferenzen bestehen stets zwischen einer Nutzungsfläche und einem Bauwerk (z.B. Straße über Brücke).	Tatsächliche Nutzung
<b>AX_Wasserlauf</b>	'Wasserlauf' ist ein auf oder unter der Erdoberfläche fließendes Gewässer.	Tatsächliche Nutzung\Gewässer
<b>AX_Kanal</b>	'Kanal' ist ein für die Schifffahrt angelegter künstlicher Wasserlauf.	
<b>AX_Fliessgewaesser</b>	'Fließgewässer' ist ein geometrisch begrenztes, oberirdisches, auf dem Festland fließendes Gewässer, das die Wassermengen sammelt, die als Niederschläge auf die Erdoberfläche fallen oder in Quellen austreten, und in ein anderes Gewässer, ein Meer oder in einen See transportiert oder in einem System von natürlichen oder künstlichen Bodenvertiefungen verlaufendes Wasser, das zur Be- und Entwässerung an- oder abgeleitet wird oder ein geometrisch begrenzter, für die Schifffahrt angelegter künstlicher Wasserlauf, der in einem oder in mehreren Abschnitten die jeweils gleiche Höhe des Wasserspiegels besitzt.	
<b>AX_Gewaesserachse</b>	'Gewässerachse' repräsentiert eine Wasserfläche, die Bestandteil des topologischen Gewässernetzes ist.	
<b>AX_Stehendes Gewaesser</b>	'Stehendes Gewässer' ist eine natürliche oder künstliche mit Wasser gefüllte, allseitig umschlossene Hohlform der Landoberfläche ohne unmittelbaren Zusammenhang mit 'Meer'.	

Objektklasse	Definition	Enthalten in Paket
<b>AX_Gewaessermerkmal</b>	'Gewässermerkmal' sind besondere Eigenschaften eines Gewässers.	Bauwerke, Einrichtungen und sonstige Angaben \Besondere Eigenschaften von Gewässern
<b>AX_BauwerkImGewaesserbereich</b>	Bauwerk im Gewässerbereich' ist ein Bauwerk, mit dem ein Wasserlauf unter einem Verkehrsweg oder einem anderen Wasserlauf hindurch geführt wird. Ein 'Bauwerk im Gewässerbereich' dient dem Abfluss oder der Rückhaltung von Gewässern oder als Messeinrichtung zur Feststellung des Wasserstandes oder als Uferbefestigung.	Bauwerke, Einrichtungen und sonstige Angaben \Bauwerke, Anlagen und Einrichtungen für den Verkehr
<b>AX_BauwerkImVerkehrsbereich</b>	'Bauwerk im Verkehrsbereich' ist ein Bauwerk, das dem Verkehr dient.	
<b>AX_Strassenverkehrsanlage</b>	'Straßenverkehrsanlage' ist eine besondere Anlage für den Straßenverkehr.	
<b>AX_Schleuse</b>	Anlage zur Überführung von Wasserfahrzeugen zwischen Gewässern verschiedener Wasserspiegellhöhen einschließlich der Betriebsflächen und -gebäude.	Bauwerke, Einrichtungen und sonstige Angaben \Besondere Anlagen auf Siedlungsflächen
<b>AX_HistorischesBauwerk OderHistorischeEinrichtung</b>	Historisches Bauwerk oder historische Einrichtung' ist ein Bauwerk oder eine Einrichtung vor- oder frühgeschichtlicher Kulturen.	Bauwerke, Einrichtungen und sonstige Angaben \Bauwerke und Einrichtungen in Siedlungsflächen

Tabelle 8: Definition der in Transformationsfall I verwendeten Objektklassen des Quellmodells

Abbildung 26 zeigt einen Ausschnitt des für diesen Transformationsfall erstellten UML-Klassendiagramms, in dem die o.g. Objektklassen sowie Datentypen, Enumerationen und Codelisten zusammengestellt wurden. Das vollständige Diagramm ist in Anhang E abgebildet.

Das Diagramm illustriert einige Besonderheiten der Modellierung von Gewässerobjekten im AAA-Anwendungsschema. Die Objektarten `AX_Wasserlauf` und `AX_Kanal` sind zusammengesetzte Objekte vom Typ `AA_ZUSO`. Sie bestehen aus einem oder mehreren raumbezogenen Elementarobjekten (`AA_REO`) `AX_Fliessgewaesser` und / oder `AX_Gewaesserachse` (Aggregation über `AA_Objekt`). Dabei werden Gewässer bis 12 m Breite als linienförmige Objekte der Klasse `AX_Gewaesserachse` und Gewässer über 12 m Breite als flächenförmige Objekte der Klasse `AX_Fliessgewaesser` modelliert (s. Abbildung 27) [AdV 2008c, 55]. Die Klasse `AX_Gewaesserstationierungssachse` repräsentiert fiktive Achsen von Objekten der Klasse `AX_Fliessgewaesser` und dient dazu, zusammen mit Objekten der Klasse `AX_Gewaesserachse` ein topologisches Gewässernetz zu bilden [Fichtinger und Donaubaue 2008, o.S.].

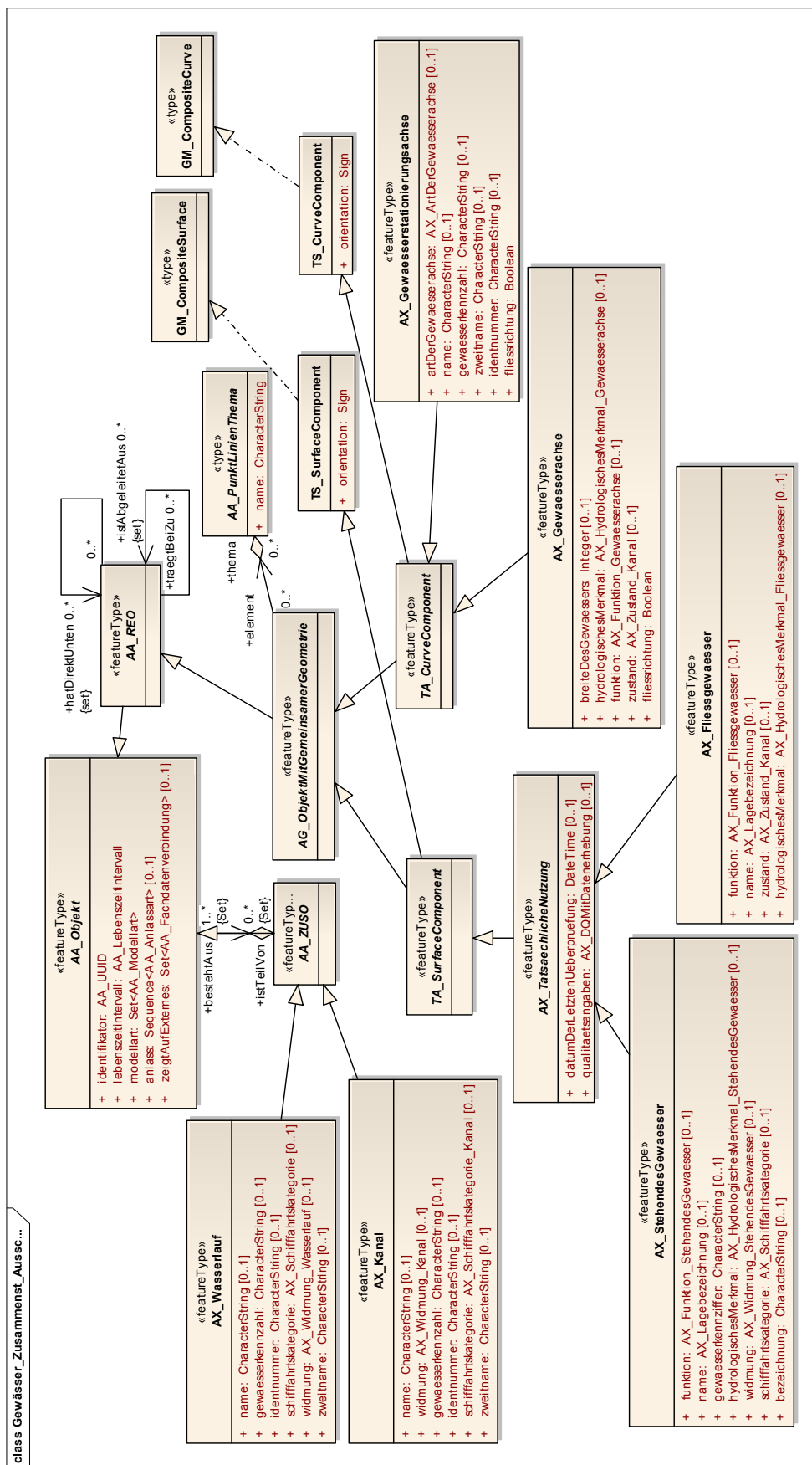


Abbildung 26: Ausschnitt aus dem Klassendiagramm mit ATKIS Basis-DLM (AAA) Gewässer-Objektklassen

Die komplexe Art der Repräsentation geometrischer Eigenschaften wird auch in Abbildung 26 ersichtlich. Jene werden nicht als Attribute bei den tatsächlichen fachlichen Objektklassen – wie beispielsweise `AX_Fliessgewaesser` – geführt, sondern über Vererbung und Realisierung verwendet. So erbt beispielsweise die Objektklasse `AX_Fliessgewaesser` von der abstrakten Klasse `AX_TatsaechlicheNutzung`. Diese wiederum erbt von der abstrakten AAA-Basischema-Klasse `TA_SurfaceComponent`, die von `TS_SurfaceComponent` (Realisation von `GM_CompositeSurface` mit Beziehung zu `TS_Face`) abgeleitet ist und zusätzlich (Mehrfachvererbung) von der „Zwischenklasse“ `AG_ObjektMitGemeinsamerGeometrie` erbt. Diese ermöglicht, dass Objekte an Punkt-Linien Themen teilnehmen können. Die abstrakte Klasse `AA_REO` als nächst höhere Ebene in der Vererbungshierarchie stellt eine Realisierung einer Metaklasse `GF_FeatureType` gemäß des ISO 19109 General Feature Model dar und erlaubt u.a. Unterführungsrelationen zu anderen Objekten [Fichtinger und Donaubaer 2008, o.S.].

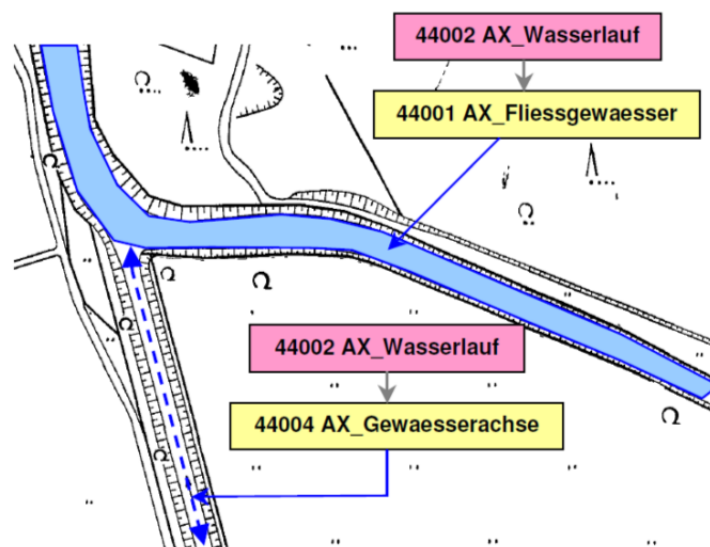


Abbildung 27: Modellierung eines Wasserlaufs im ATKIS Basis-DLM (AAA) [AdV 2008c, 55]

Als Quelldaten standen für den Transformationsfall I ATKIS Basis-DLM Daten im Format NAS GML aus Bayern zur Verfügung. Diese wurden vom Landesamt für Vermessung und Geoinformation basierend auf der aktuellen GeoInfoDok Version 6.0.1 erzeugt. Die Daten decken ein Gebiet von 323.77 km<sup>2</sup> in der Bodenseeregion ab. Die Ergebnisse der Quelldaten-Analyse sind in Tabelle 9 dargestellt. Die Analyse beschränkte sich dabei auf Objekte der oben genannten Teilmenge des ATKIS Basis-DLMs, die für die Abbildung in das Zielschema relevant sind. Falls bestimmte Objektklassen nicht vollständig darunter fallen, sondern nur bestimmte Objektinstanzen der Objektklasse – abhängig beispielsweise von einem Attributwert – ist dies bei der jeweiligen Objektklasse angegeben. Die Angaben zu Objektanzahl und Attributen beziehen sich dann nur auf diese Auswahl. Die Tabelle zeigt, dass nicht alle Attribute, die gemäß des ATKIS Basis-DLM (AAA) Objektartenkataloges bei einem Objekt geführt werden können, im Datensatz auch tatsächlich geführt werden. Dies betrifft aber ausschließlich Attribute, die als optional gekennzeichnet sind – d.h. eine Multiplizität mit „0“ als untere Schranke haben – hat aber aufgrund fehlender Informationen natürlich Auswirkungen auf die Abbildung (s. Kapitel 7.1). Bei einigen geführten Attributen existiert im Datensatz darüber hinaus ein unterschiedlich hoher Anteil an Nullwerten, was ebenfalls bei der

Abbildung berücksichtigt werden muss. Die im Schema vorgesehene Objektklasse AX\_Gewaesserstationierungsachse wird im Datensatz nicht geführt.

Objektklasse	Anzahl Objekte	Attribute gemäß Objektartenkatalog ATKIS Basis-DLM (fett: geführt, in Klammern: Anteil der Nullwerte)
<b>AX_Wasserlauf</b>	2160	<b>name</b> (76 %) <b>gewaesserkennzahl</b> (1 %) <b>widmung</b> identnummer schiffahrtskategorie zweitname
<b>AX_Kanal</b>	0	
<b>AX_Fliessgewaesser</b>	112	<b>position</b> funktion zustand hydrologischesMerkmal
<b>AX_Gewaesserachse</b>	4215	<b>position</b> <b>breiteDesGewaessers</b> <b>fliessrichtung</b> <b>hydrologischesMerkmal</b> funktion zustand (da kein AX_Kanal Objekt vorhanden)
<b>AX_StehendesGewaesser</b>	181	<b>position</b> <b>widmung</b> <b>hydrologischesMerkmal</b> <b>name</b> (als AX_Lagebezeichnung.unverschluesselt) (96 %) funktion gewaesserkennziffer schiffahrtskategorie bezeichnung
<b>AX_Gewaessermerkmal</b> if art in (1620, 1630)	2	<b>position</b> <b>art</b> <b>name</b> (100 %) bezeichnung objekthoehe hydrologischesMerkmal
<b>AX_BauwerkImGewaesserbereich</b> if bauwerksfunktion in (2010, 2011, 2012, 2030, 2040, 2050, 2060, 2070, 2080, 2130, 2131, 2132, 2133, 2134, 2135, 2136)	1115	<b>position</b> <b>bauwerksfunktion</b> <b>name</b> bezeichnung zustand
<b>AX_BauwerkImVerkehrsbereich</b> if bauwerksfunktion in (1800, 1801, 1802, 1803, 1804, 1805, 1806, 1807, 1808, 1820)	494	<b>position</b> <b>bauwerksfunktion</b> <b>bezeichnung</b> (56%) <b>name</b> (99%) zustand durchfahrtshoehe breiteDesObjektes

Objektklasse	Anzahl Objekte	Attribute gemäß Objektartenkatalog ATKIS Basis-DLM (fett: geführt, in Klammern: Anteil der Nullwerte)
<b>AX_Strassenverkehrsanlage</b> if art = 2000	3	<b>position</b> <b>art</b> <b>name</b> (100%) <b>bezeichnung</b> (100%) <b>strassenschlüssel</b> (100%) zweitname
<b>AX_Schleuse</b>	0	
<b>AX_HistorischesBauwerkOder HistorischeEinrichtung</b> if archaeologischerTyp = 1110	0	

Tabelle 9: Analyse der ATKIS Basis-DLM NAS GML Quelldaten

### 6.1.4 Zielschema

Das Zielschema ist Bestandteil der Datenspezifikation zum INSPIRE Geodaten-Thema Gewässernetz (engl. „Hydrography“) in der Version 3.0.1 von April 2010 [INSPIRE TWG HY 2010]. Diese unter Vorbehalt endgültige Version fand auch Eingang in die Verordnung hinsichtlich der Interoperabilität von Geodaten und -diensten [Europäische Kommission 2010c], die im Dezember 2010 in Kraft getreten ist. Das Thema „Gewässernetz“ gehört zu den Geodaten-Themen aus dem Anhang I der INSPIRE-Richtlinie und umfasst per Definition „Elemente des Gewässernetzes, einschließlich Meeresgebieten und allen sonstigen Wasserkörpern und hiermit verbundenen Teilsystemen, darunter Einzugsgebiete und Teileinzugsgebiete. Gegebenenfalls gemäß den Definitionen der Richtlinie 2000/60/EG des Europäischen Parlaments und des Rates vom 23. Oktober 2000 zur Schaffung eines Ordnungsrahmens für Maßnahmen der Gemeinschaft im Bereich der Wasserpolitik und in Form von Netzen“ [Europäisches Parlament und Rat 2007a, 11].

Das Datenmodell ist in der Datenspezifikation durch UML-Diagramme und einen Objektartenkatalog in englischer Sprache beschrieben. Die o.g. Verordnung enthält eine deutsche Übersetzung der Objektklassen und Definitionen. Das UML-Schema selbst ist im INSPIRE Consolidated UML Model Version 3.1 vom April 2010 [INSPIRE DT DS TWG 2010b] enthalten, welches von der INSPIRE Webseite bezogen werden kann (<http://inspire.jrc.ec.europa.eu/>).

Das Schema ist in vier Pakete untergliedert. Die ersten drei ermöglichen dabei verschiedene Repräsentationen von Realwelt-Objekten basierend auf den drei der Spezifikation zugrundeliegenden Anwendungsfällen (s. Kapitel 3.3) während das vierte als Basis für die Verknüpfung dieser dient [INSPIRE TWG HY 2010, 6ff.; Europäische Kommission 2010c, 82ff.; Spilker 2011, 49]:

- Das „Hydro – Physische Gewässer“ (engl. „Hydro – Physical Waters“) Schema enthält Objektklassen, die v.a. zur kartographischen Darstellung von Realwelt-Objekten des Gewässernetzes wie beispielsweise Wasserläufen oder stehenden Gewässern (Ausschnitt s. Abbildung 29, vollständiges Diagramm in Anhang E), von hydrologisch interessanten Punkten wie beispielsweise Wasserfällen (engl. „HydroPointOfInterest“, s. Abbildung 30) oder von Bauwerken an Gewässern (engl. „ManMadeObject“, s. Abbildung 31) benötigt werden.



- Das „Hydro – Netzwerk“ (engl. „Hydro – Network“) Schema basiert auf dem Generic Network Model aus dem Generic Conceptual Model und enthält Objektklassen, die zur Abbildung eines hydrographischen topologischen Netzes mit Knoten und Kanten für räumliche Analysen und Modellierung verwendet werden können.
- Das „Hydro – Berichtswesen“ (engl. „Hydro – Reporting“) Schema enthält Objektklassen, die als Basis für Berichterstattungseinheiten gemäß der Wasserrahmenrichtlinie dienen können und stellt somit eine Verbindung zum Geodaten-Thema „Bewirtschaftungsgebiete/ Schutzgebiete/ geregelte Gebiete und Berichterstattungseinheiten“ aus Anhang III her.
- Das Hydro - Grundlagen (engl. „Hydro – base“) Schema enthält eine abstrakte Basis-Objektklasse `HydroObject` (s. Abbildung 28), die eine Verknüpfung der o.g. verschiedenen Sichten entweder implizit über einen gemeinsamen Namen (Attribut `geographicalName`) bzw. gemeinsamen Hydro-Identifikator (Attribut `hydroId`) oder explizit über eine Assoziation ermöglicht.

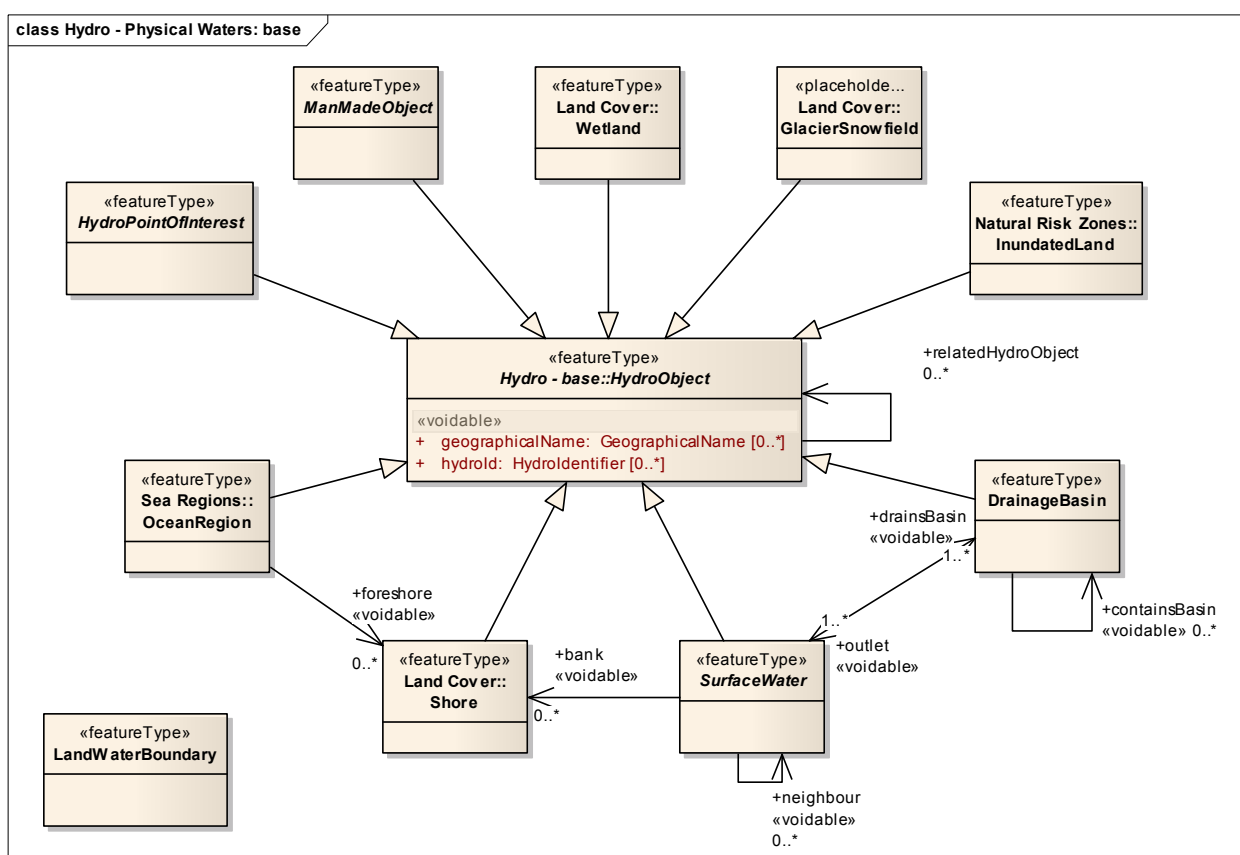


Abbildung 28: Klassendiagramm Hydro – base inkl. Hydro – Physical Waters Objektklassen  
[INSPIRE DT DS TWG 2010b]

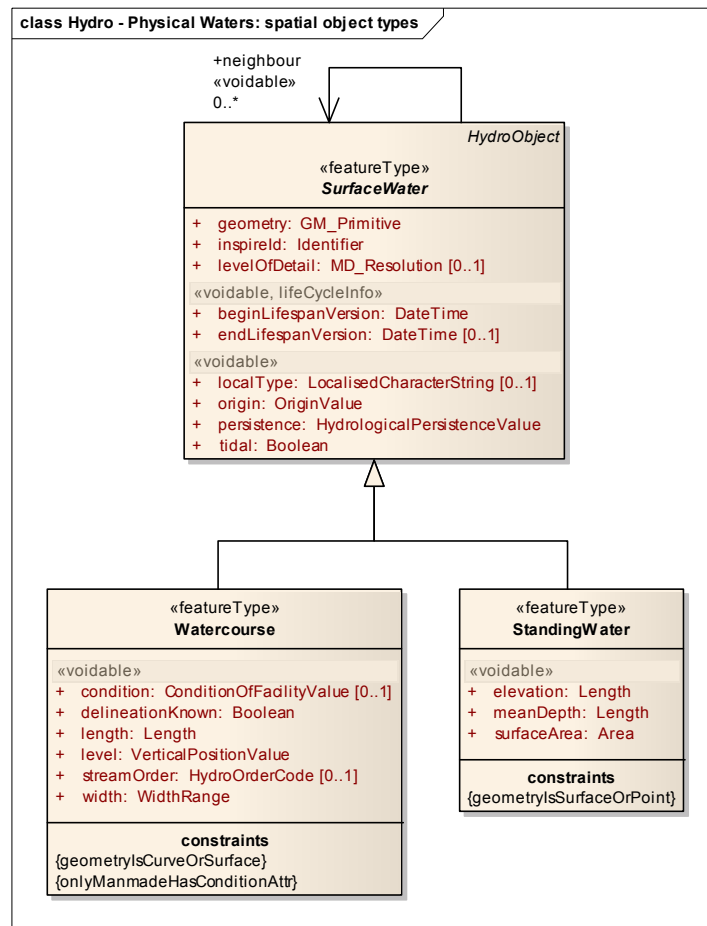


Abbildung 29: Ausschnitt aus dem Hydro – Physical Waters Klassendiagramm [INSPIRE DT DS TWG 2010b]

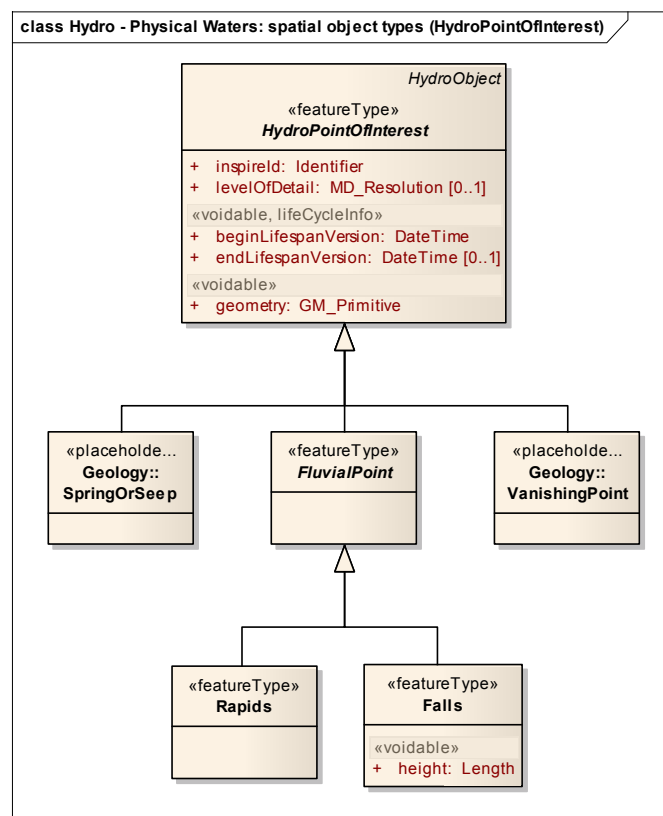


Abbildung 30: Klassendiagramm Hydro – Physical Waters (HydroPointOfInterest) [INSPIRE DT DS TWG 2010b]

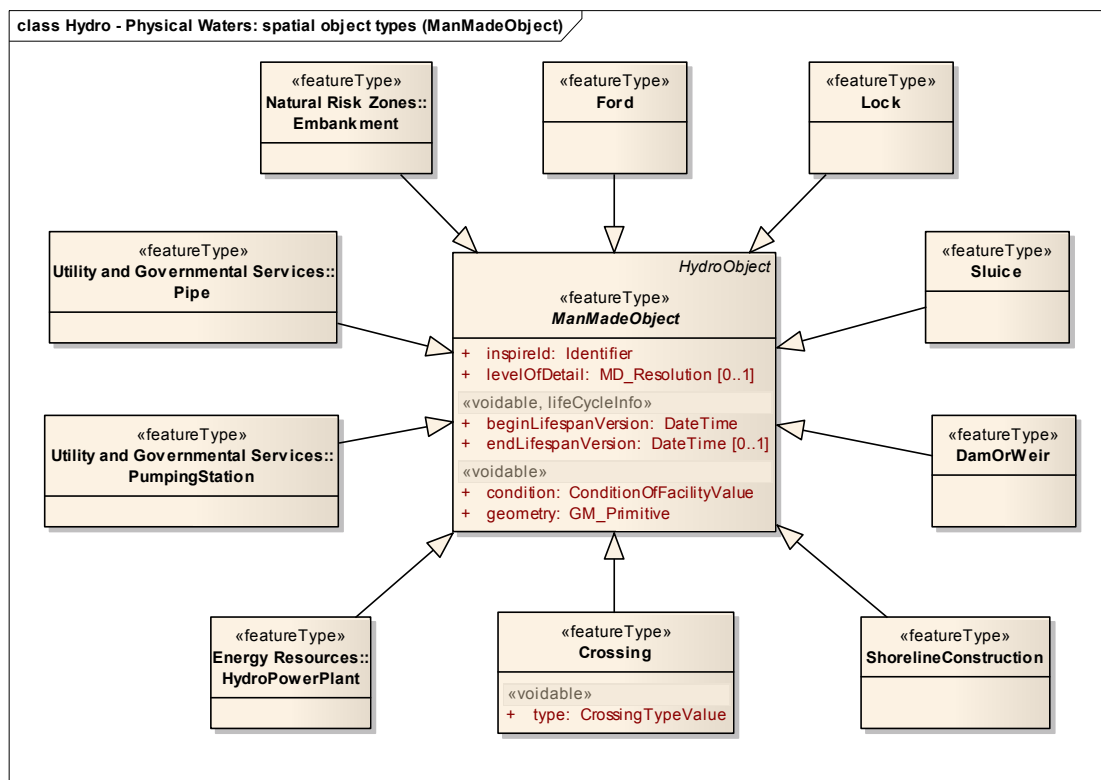


Abbildung 31: Klassendiagramm – Physical Waters (ManMadeObject) [INSPIRE DT DS TWG 2010b]

Im Transformationsfall I wurden die Objektklassen des „Hydro – Physical Waters“ Paketes berücksichtigt. Ausgenommen wurden hierbei Objektklassen, die zwar als sogenannte Kandidaten oder Platzhalter bereits als Entwürfe in der Gewässernetz-Spezifikation enthalten sind, aber eigentlich anderen Geodaten Themen aus den Anhängen II & III zugeordnet sind und bei denen daher noch mit Änderungen zu rechnen ist. Dazu gehören die Objektklassen (Geodaten-Thema jeweils in Klammern angegeben) *Wetland*, *Shore* und *GlacierSnowfield* (alle Bodenbedeckung); *InundatedLand* und *Embankment* (Gebiete mit naturbedingten Risiken); *OceanRegion* (Meeresregionen), *SpringOrSeep* und *VanishingPoint* (Geologie), *Pipe* und *PumpingStation* (Versorgungswirtschaft und staatliche Dienste), *HydroPowerPlant* (Energiequellen).

Tabelle 10 gibt einen Überblick über die verwendeten Objektklassen und ihre Definition [Europäische Kommission 2010c, 82ff.]. Abstrakte Supertypen sind kursiv geschrieben.

Objektklasse (engl.)	Objektklasse (dt.)	Definition
<i>HydroObject</i>	Hydro-Objekt	Eine Identifikationsgrundlage für reale hydrografische (darunter auch künstliche) Objekte.
<i>SurfaceWater</i>	Oberflächengewässer	Jedes bekannte Binnengewässer.
<i>Watercourse</i>	Wasserlauf	Ein natürlicher oder künstlicher Wasserlauf oder ein Fließgewässer.
<i>StandingWater</i>	Stehendes Gewässer	Ein Gewässer, das vollständig von Land umgeben ist.
<i>LandWater Boundary</i>	Uferlinie	Die Berührungslinie einer Landmasse mit einem Gewässer.
<i>DrainageBasin</i>	Wassereinzugsgebiet	Ein Gebiet mit einem gemeinsamen Abfluss für alle Oberflächenabflüsse.

Objektklasse (engl.)	Objektklasse (dt.)	Definition
<b>RiverBasin</b>	Flusseinzugsgebiet	Das Gebiet, aus dem über Ströme, Flüsse und möglicherweise Seen der gesamte Oberflächenabfluss an einer einzigen Flussmündung, einem Ästuar oder Delta ins Meer gelangt.
<b>HydroPointOfInterest</b>	Interessanter hydrologischer Punkt	Ein natürlicher Ort, an dem Wasser auftaucht, verschwindet oder seine Fließigenschaften verändert.
<b>FluvialPoint</b>	Durchflussspunkt	Ein interessanter hydrologischer Punkt, der den Durchfluss eines Wasserlaufs beeinflusst.
<b>Rapids</b>	Stromschnellen	Teilstrecken eines Fließgewässers mit beschleunigter Strömung, die zwar reißend abfallen, jedoch keinen für einen Wasserfall ausreichenden Bruch im Bett aufweisen.
<b>Falls</b>	Wasserfall	Ein von einer höher gelegenen Position vertikal abfallender Teil eines Wasserlaufs.
<b>ManMadeObject</b>	Bauwerk am Gewässer	Ein künstliches Objekt, das in einem Gewässer liegt und eine der folgenden Funktionen innehat: Wasser zu speichern, die Wassermenge zu regulieren, den Wasserlauf zu ändern oder zu ermöglichen, dass Wasserläufe sich kreuzen.
<b>ShorelineConstruction</b>	Uferbefestigung	Eine künstliche Struktur, die in unveränderbarer Position mit einem an ein Gewässer grenzenden Stück Land verbunden ist.
<b>Crossing</b>	Überleitung	Ein künstliches Objekt, das den Fluss von Wasser über ein Hindernis hinweg oder unter einem Hindernis hindurch erlaubt.
<b>DamOrWeir</b>	Damm oder Wehr	Eine dauerhafte, quer über einen Wasserlauf führende Barriere, die dazu dient, ein Gewässer aufzustauen oder seinen Durchfluss zu steuern.
<b>Ford</b>	Furt	Ein flacher Teil eines Wasserlaufs, der als Übergang genutzt wird.
<b>Lock</b>	Schleuse	Abgeriegeltes großes Wasserbecken mit zwei oder mehreren Toren, das dazu genutzt wird, Wasserfahrzeuge anzuheben oder abzusenken, damit sie Gewässer mit unterschiedlichen Wasserspiegeln passieren können.
<b>Sluice</b>	Siel	Ein offener, durch Gefälle ausleitender Durchlass, der mit einem Tor zur Regulierung des Wasserstroms ausgestattet ist.

Tabelle 10: Definition der in Transformationsfall I verwendeten Objektklassen des Zielmodells

### 6.1.5 Transformationsansatz

Der im mdWFS Projekt entwickelte Transformationsansatz besteht aus zwei Hauptkomponenten:

- UMLT (UML Transformations), einer Sprache zur Formalisierung der Abbildungsregeln sowie
- einem modellbasierten WFS (mdWFS) zur Konfiguration und Ausführung der Transformation.

#### Abbildungssprache UMLT

Die an der ETHZ entwickelte Abbildungssprache UMLT dient zur systemunabhängigen, exakten Formalisierung von Abbildungen zwischen konzeptuellen Datenmodellen. Grundlagen und Elemente der UMLT sind in einer Reihe von Veröffentlichungen beschrieben [Donaubauer et al. 2008, 28f.; Donaubauer et al. 2010, 273ff.; Morf 2009, 22f.; Spilker 2011, 32ff.; Staub 2009, 104ff.] und werden im Folgenden basierend auf diesen Quellen kurz zusammen gefasst.

Das UMLT Metamodell wurde als unabhängige Erweiterung der Metaklassen des UML 2-Metamodells spezifiziert, insbesondere der UML 2 Activities (s. Abbildung 32). Von diesen (in der Abbildung weiß dargestellt) werden die UMLT Metaklassen (in der Abbildung grau dargestellt) durch Vererbung abgeleitet. Das UMLT-Metamodell setzt auf Aktionen (Actions) und Aktivitäten (Activities) aus der UML 2 Superstructure-Specification (OMG 2010) auf. Aktionen sind elementare ausführbare Funktionen, die einen Input verarbeiten und als Output ausgeben. In Aktivitäten wird eine Prozess-Sequenz definiert, über die die Ausführung der Aktionen durch einen Objekt- und einen Kontrollfluss strukturiert und koordiniert werden kann. UML wurde als Basis gewählt, da so relativ leicht lesbare Aktivitätsdiagramme als Grundlage für die Beschreibung der Transformation verwendet werden können und darüber hinaus in der UML Superstructure [OMG 2007b] eine klare Beschreibung der Semantik und eines Transferformats (XMI 2.1) gegeben ist.

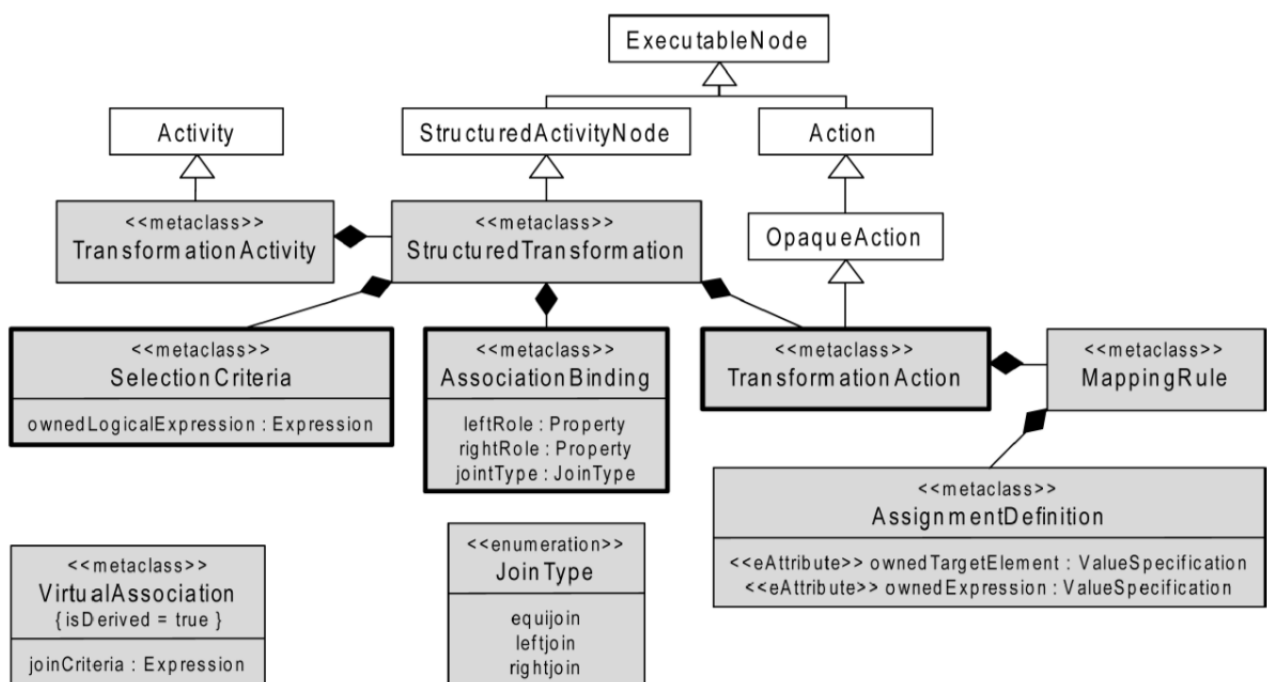


Abbildung 32: UMLT-Metamodell [Staub 2007, 42]

Neben der oben beschriebenen graphischen Repräsentation basierend auf Aktivitätsdiagrammen wurde für UMLT auch noch eine sowohl von Menschen lesbare als auch von Maschinen interpretierbare textuelle Notation HUTN (Human Usable Textual Notation) entwickelt. Die HUTN Syntax wurde unter Verwendung der Extended Backus-Naur Form (EBNF) definiert. Sie basiert auf der Sprachspezifikation von INTERLIS 2.3 und erweitert diese.

In Tabelle 11 werden die UMLT-Metamodellelemente und die UMLT HUTN-Sprachelemente zusammengefasst. Tabelle 12 gibt einen Überblick über bereits implementierte UMLT-Funktionen. Die komplette UMLT HUTN Syntax kann Anhang C entnommen werden.

UMLT Metamodellelement	UMLT HUTN Sprachelement / Funktion	Beschreibung
<b>TransformationActivity</b>	Activitiy („ACTIVITY“)	Element zur Strukturierung eines Transformationsprozesses, das sich aus einem oder mehreren StructuredTransformation Elementen zusammensetzt.
<b>StructuredTransformation</b>	Transformation („TRANSFORMATION“)	Strukturierungselement einer Transformation, das SelectionCriteria, AssociationBinding und TransformationAction umfasst.
<b>InputPinUMLT (OutputPin aus UML2)</b>	Input- und Output-Pins („IN, OUT“)	Input- und Output-Pins definieren, welche Objekte in Aktivitäten, Transformationen und Aktionen verwendet werden.
<b>SelectionCriteria</b>	SelectionCriteria („WHERE“)	Filterung der Input-Objekte über logische Ausdrücke vor der Transformation.
<b>AssociationBinding</b>		Falls die selektierten Objekte Assoziationen führen, kann festgelegt werden, wie die assoziierten Objekte und Assoziationsrollen in der Transformation behandelt werden.
<b>JoinType</b>		Enumeration-Typ zur Festlegung der Art der Verbindung im AssociationBinding.
<b>TransformationAction</b>	Action („TRAFO_ACTION“)	Elementare Aktion einer Transformation, die aus einer oder mehreren MappingRules (Abbildungsregeln) besteht.
<b>MappingRule</b>	„MAPPING“	Die eigentliche Abbildungsregel, die sich aus einer oder mehreren AssignmentDefinitions (Zuweisungsdefinitionen) zusammensetzt.
<b>AssignmentDefinition</b>	Assignment	Zuweisungsdefinition einer Abbildungsregel, durch die ein Zielobjekt bzw. -attribut über einen Ausdruck oder eine Funktion generiert wird.
<b>VirtualAssociation</b>	VirtualAssoc („VIRTUAL ASSOCIATION“)	Konstrukt, um Input-Objekte, die zwar nicht explizit assoziiert sind, aber einen Zusammenhang aufweisen, der für die Transformation von Belang ist, zur Laufzeit temporär / virtuell zu verbinden (z.B. über Fremdschlüssel-Attribute).
	ValueMap („MAP“)	Wertzuweisungsliste für die Abbildung von Attributenwerten aus Enumerations oder Codelists.
	TempVariable („VARIABLE“)	Definition von temporären Variablen innerhalb einer Aktion.
	FlowDef („CONTROLFLOW“, „DATAFLOW“)	Prozess-Definition: CONTROLFLOW (Kontrollfluss) legt fest, in welcher Reihenfolge die Aktionen ausgeführt werden, DATAFLOW (Daten- bzw. Objektfluss) zwischen Input- und Output-Pins.
	ValueMapper	Weist einem Attribut des Quellschemas den in der Wertzuweisungsliste (ValueMap) vorgesehenen Wert zu.

Tabelle 11: UMLT-Metamodellelemente, UMLT HUTN-Sprachelemente  
[nach Spilker 2011, 35, verändert und erweitert]

UMLT HUTN Funktion	Beschreibung
<b>ValueMapper</b>	Weist einem Quell-Attribut den in der ValueMap vorgesehenen Wert zu.
<b>substring</b>	Entnimmt einen Teil aus einer Zeichenkette.
<b>concatenator</b>	Fügt zwei Zeichenketten zusammen.
<b>parseString</b>	Wandelt eine Zeichenkette in eine Zahl um.
<b>polygonbuilder</b>	Erzeugt einen geschlossenen Linienzug (INTERLIS Geometriotyp Polygon) aus Linienobjekten.
<b>areabuilder</b>	Erzeugt ein Flächenobjekt (INTERLIS Geometriotyp AREA) aus einem geschlossenen Linienzug.
<b>boundary</b>	Erzeugt einen Randlinienzug aus einem Flächenobjekt (INTERLIS Geometriotyp AREA).
<b>area</b>	Berechnet den Flächeninhalt eines Flächenobjekts vom INTERLIS Geometriotyp SURFACE.
<b>isOfType</b>	Generische Funktion, die einem Attribut einen Datentyp zuweist. Spezifische Umwandlungen beispielsweise von Geometriotypen müssen implementiert werden.

Tabelle 12: UMLT Funktionen [nach Spilker, 41ff.]

### Modellbasierter WFS

Neben der Abbildungssprache UMLT ist der modellbasierte Web Feature Service (mdWFS) die zweite wichtige Komponente des Transformationsansatzes. Er ermöglicht die Konfiguration der Transformation und den Abruf der transformierten Daten in einer SOA. Die Spezifikation und Implementierung des mdWFS sind u.a. in Donaubauer et al. [2007b, 7ff.; 2008, 29f; 2010, 276ff.] ausführlich beschrieben. Für den mdWFS wurde die WFS 1.1 Spezifikation des OGC [OGC 2005] durch Andreas Donaubauer und Florian Straub vom TUM-Team erweitert. Die Operation DescribeFeatureType wurde dahingehend modifiziert, dass als Antwort das konzeptuelle Schema der über den WFS angebotenen Daten im Transferformat XMI geliefert wird. Darüber hinaus wurde eine neue GetCapabilities Operation definiert, die als Antwort eine Auflistung der über die mdWFS-Instanz abrufbaren konzeptuellen Schemata liefert, sowie eine DoTransform Operation zur Ausführung der semantischen Transformation unter Übergabe der Quell- (über DescribeFeatureType URL) und Zielschemata sowie der UMLT Abbildungsregeln im XMI Format als Parameter. Die erfolgreiche Ausführung dieser Operation erzeugt eine neue, herkömmliche WFS-Instanz, die die transformierten Daten bereit stellt und auf die mit einem herkömmlichen WFS-Client zugegriffen werden kann.

Das mdWFS Konzept wurde im Laufe des Projektes in Form von zwei verschiedenen Prototypen implementiert. Der erste Prototyp wurde überwiegend an der ETHZ unter Verwendung des deegree-Frameworks (Open-Source-Softwarepaket zur Java-basierten Implementierung von OGC Web Services), von INTERLIS-Tools und einer ORACLE Spatial Datenbank entwickelt. Er bestand aus einem bestehenden Tool zur Konfiguration einer dem Zielschema entsprechenden ORACLE Datenbankinstanz, einem neu entwickelten Transformationsmodul und einem WFS-Modul zur Bereitstellung der oben beschriebenen mdWFS Schnittstelle. Das Transformationsmodul beinhaltete zum einen Parser für die Quell- und Zieldatenmodelle sowie die Abbildungsregeln und zum anderen die Funktionalität zur Ausführung der eigentlichen Datentransformation unter Verwendung von SQL-Anweisungen und Java-Code [Donaubauer et al. 2008, 30f].

Aufgrund der Einbettung des UMLT-Metamodells und v.a. der UMLT HUTN in INTERLIS und der Tatsache, dass das Schweizer Quellschema in INTERLIS modelliert war, mussten sowohl das deutsche Quellschema als auch das INSPIRE Zielschema in INTERLIS nachmodelliert werden, um die Transformation mit dem Prototypen ausführen zu können. Um diesen Aufwand künftig zu vermeiden, wurde 2009 an der TUM durch Tatjana Kutzner mit der Entwicklung eines neuen Prototypen begonnen. Dabei wurde in Absprache mit dem Auftraggeber BKG auch die dortige Produktionsumgebung berücksichtigt und entschieden, für die Ausführung der Transformation die umfangreichen Funktionen der Software FME zu nutzen. Dazu musste FME durch zwei neu entwickelte Komponenten erweitert werden. Dies ist zum einen ein XMI Reader Plug-in, das die im Transferformat XMI vorliegenden UML-Quell- und Zielschemata parsen und in das interne FME Schema konvertieren kann, und zum anderen ein UMLTApplier Transformer, der die in XMI kodierten Abbildungsregeln parsen und auf die FME-internen Transformationsfunktionen abbilden kann. Bei der Entwicklung des XMI Readers mussten Lösungen gefunden werden, wie objektorientierte Konzepte aus den Schemata wie beispielsweise Vererbung und Assoziationen in das auf dem relationalen Paradigma basierende FME-Konzept umgesetzt werden können. Eine weitere wichtige Komponente des neuen Prototypen ist der unter Verwendung des Eclipse Modeling Frameworks (EMF) sowie des Graphic Modeling Framework (GMF) von Daniel Banfi entwickelte UMLT-Editor. Dieser hat eine graphische Benutzeroberfläche (s. Abbildung 33) und ermöglicht eine visuelle, benutzerfreundlichere Beschreibung der Abbildungsregeln, die anschließend im plattformneutralen XMI-Transferformat exportiert und vom UMLTApplier verarbeitet werden können [Kutzner und Fichtinger 2011, o.S.].

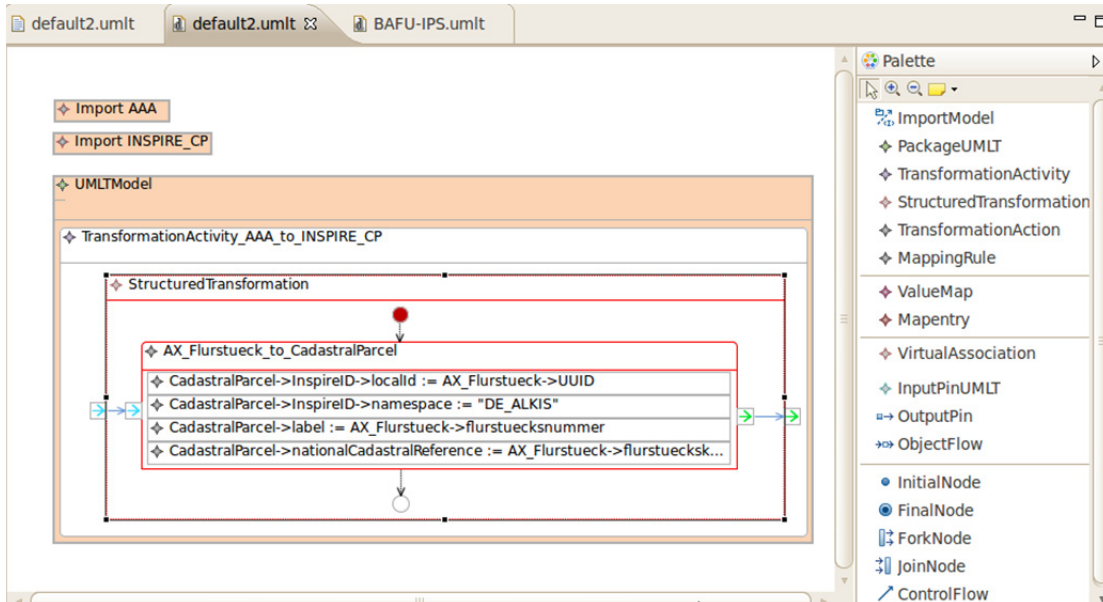


Abbildung 33: Benutzeroberfläche des UMLT-Editors [Kutzner und Fichtinger 2011, o.S.]

Die Entwicklung des zweiten Prototyps läuft derzeit noch. Daher war es noch nicht möglich, die kompletten Abbildungsregeln für den Transformationsfall I der vorliegenden Arbeit mit dem UMLT-Editor graphisch zu erstellen, im XMI Format zu exportieren und in FME auszuführen. Sie wurden daher von der Autorin zunächst manuell unter Verwendung der UMLT HUTN beschrieben (s. Anhang H). Basierend darauf wurden die Abbildungsregeln anschließend durch den Entwickler des UMLT-



Editors unter Verwendung des aktuellen Stands dieses Werkzeuges textuell erstellt und im XMI-Format exportiert. Ein Ausschnitt daraus kann ebenfalls Anhang H entnommen werden

Neben der hier beschriebenen modellbasierten Transformation wird – wie in Kapitel 6.1.1 kurz angesprochen – die Transformation in Kooperation mit der AED-SICAD AG auch formatbasiert durchgeführt. Dazu werden u.a. ALKIS- und ATKIS-Daten unter Verwendung des AED-SICAD FUSION Data Service (FDS) in relationale Datenbanken überführt, die auf Basis der INSPIRE-Schemata für verschiedene Geodaten-Themen (Anhang I) erstellt wurden [Banfi et al. 2010, 40ff.].

## **6.2 Semantische Transformation auf Ebene der Transferformatschemata**

### **6.2.1 Das EU Forschungsprojekt „HUMBOLDT“**

Das im 6. Forschungsrahmenprogramm der Europäischen Kommission geförderte EU-Projekt HUMBOLDT wurde im März 2011 nach viereinhalb jähriger Laufzeit abgeschlossen. Unter der Leitung des Fraunhofer-Instituts für Graphische Datenverarbeitung (IGD) kooperierten 28 Organisationen aus 14 Ländern mit dem Ziel, die grenzüberschreitende Datenharmonisierung im Kontext von INSPIRE zu erleichtern.

Im Rahmen des Projektes wurde ein Open-Source-Software Framework mit verschiedenen Werkzeugen und Diensten entwickelt, die in Fichtinger et al. [2010b, o.S.] beschrieben sind. Für die in der vorliegenden Arbeit gestellte Aufgabe der semantischen Transformation sind hieraus v.a. der HUMBOLDT Alignment Editor (HALE), mit dem Abbildungen zwischen Quell- und Zielschemata erstellt werden können, sowie der Conceptual Schema Transformer (CST) zur dienste-basierten Ausführung der darauf basierenden Datentransformationen von Interesse. Die entwickelten Werkzeuge wurden in neun Anwendungsszenarien aus den Bereichen Hochwasserinformation („European Risk Atlas“), Schutzgebietsmanagement („Protected Areas“), Stadtplanung („Urban Planning“ und „Sustainable Urban Atlas“) Grenzsicherung („Border Security“), Forstmanagement („Forest“), Einzugsgebietsmanagement („Transboundary Catchments“), Monitoring von Ölverschmutzungen im Meer („Ocean“) sowie Luftqualität („Atmosphere“) erprobt, aus denen auch die Anforderungen für die Entwicklung stammten. Die Anwendungsfälle in diesen Szenarien wurden so gewählt, dass sie für die GMES-Themen der Umwelt und Risikoüberwachung relevante Fragestellungen in grenzüberschreitenden Testgebieten betrachten [Fichtinger et al. 2010a, 38; [Fichtinger und Kutzner 2010, 13f.]. Ein Team der TUM unter Leitung von Stefan Mayr, Ulrich Schäffler und der Autorin war für die Entwicklung des European Risk Atlas (ERiskA) Szenarios in Kooperation mit der Intergraph SG&I Deutschland GmbH und der ETHZ verantwortlich.

Im Folgenden werden das Anwendungsszenario ERiskA (s. Kapitel 6.2.2), die verwendeten Quell- und Zielschemata (s. Kapitel 6.2.3 und 6.2.4 sowie der im HUMBOLDT Projekt erarbeitete Transformationsansatz unter Verwendung des HALE (s. Kapitel 6.2.5) beschrieben.

## 6.2.2 Anwendungsfall „European Risk Atlas“

Für das ERiskA Szenario wurde – wie bereits im mdWFS Projekt – die Bodenseeregion als Testgebiet gewählt. Ziel war die prototypische Entwicklung einer grenzüberschreitenden Hochwasserinformations-Anwendung, die als Ergänzung zu bestehenden Hochwassermanagement- und Einsatzleitsystemen genutzt werden kann, den Austausch von räumlichen Informationen über potentiell überflutete Gebiete und Infrastruktur ermöglicht und damit die grenzüberschreitende Kooperation zwischen den für Katastrophenmanagement zuständigen Behörden in der Bodenseeregion erleichtern kann. Für das ERiskA Szenario wurden eine Reihe von Datenquellen aus den Bodenseeanrainerländern heran gezogen. Dazu gehörten u.a. Ausschnitte der digitalen Landschaftsmodelle (z.B. Gewässernetze), Orthophotos, aktuelle Pegelstände und für verschiedene Pegelstände vorberechnete Überflutungsflächen sowie digitale Geländemodelle. Die verwendeten Daten weisen Heterogenitäten in einer Reihe von Bereichen wie beispielsweise der Raumbezugsysteme (s. Abbildung 34) und der Datenmodellierung auf. Für die ERiskA Anwendung wurde ein gemeinsames Zielschema entworfen (s. Kapitel 6.2.4), auf das die Schemata der Quelldaten abgebildet wurden (s. Abbildung 35). Die Transformationen wurden dabei unter Verwendung des HALE auf der Ebene der Transferformatschemata (GML-Anwendungsschemata) definiert und ausgeführt [Schäffler 2010, o.S.; Fichtinger und Kutzner 2010, 14].

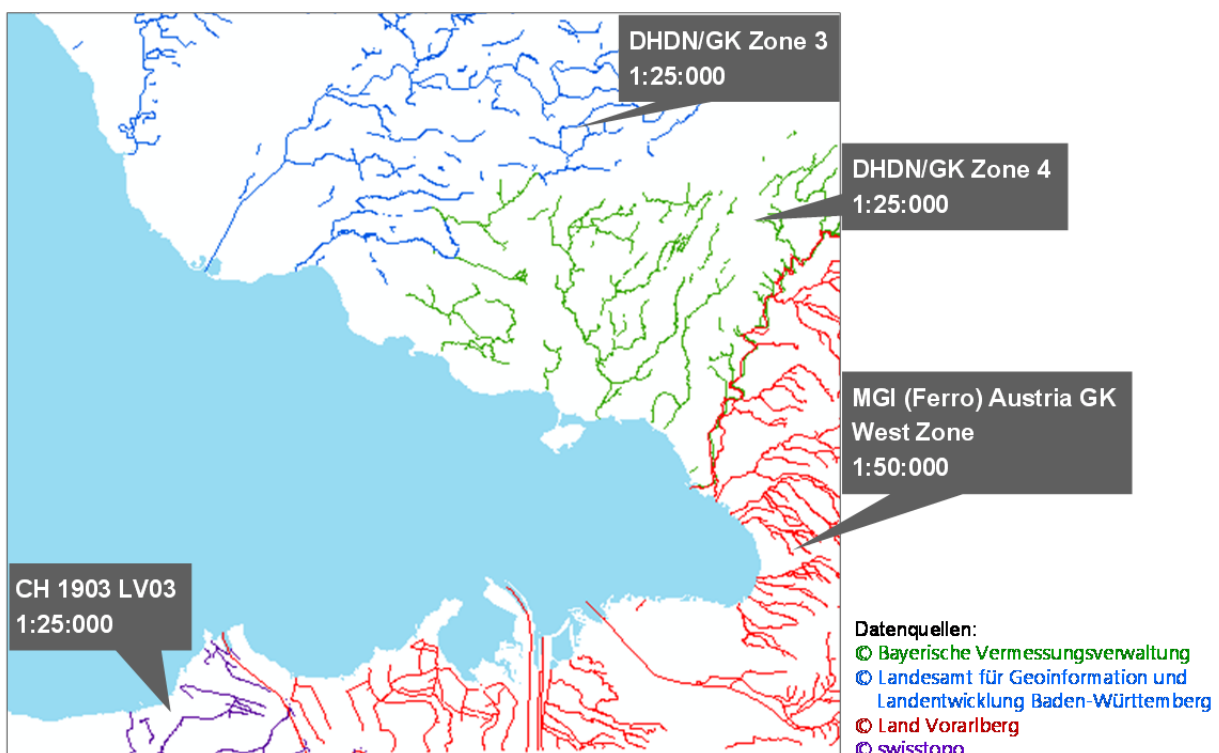


Abbildung 34: Unterschiedliche Raumbezugsysteme im ERiskA Testgebiet Bodenseeregion

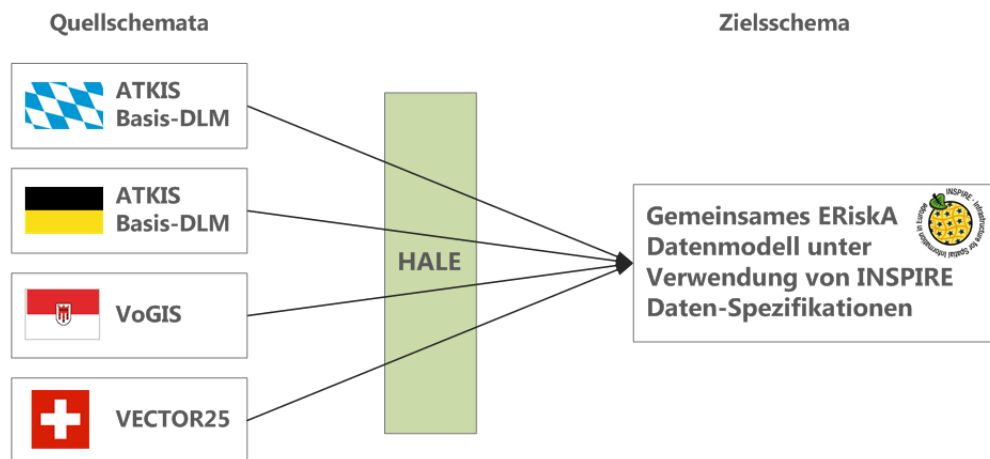


Abbildung 35: Transformationsfälle im HUMBOLDT Projekt

Aus Gründen der Vergleichbarkeit mit dem Transformationsfall I aus dem mdWFS Projekt liegt der Fokus in der vorliegenden Arbeit auf dem Gewässernetz-Teil des gemeinsamen ERiska-Datenmodells („ERiska Hydrography“). Dabei werden folgende Transformationsfälle näher betrachtet:

- ATKIS Basis-DLM (alt) Gewässerdatensatz und -schema aus Deutschland → ERiska Hydrography (im Folgenden als „*Transformationsfall II*“ bezeichnet).
- VoGIS Gewässerdatensatz und -schema aus Vorarlberg → ERiska Hydrography (im Folgenden als „*Transformationsfall III*“ bezeichnet)
- VECTOR25 Gewässerdatensatz und -schema aus der Schweiz → ERiska Hydrography (im Folgenden als „*Transformationsfall IV*“ bezeichnet)

### 6.2.3 Quellschemata und -daten

Im Gegensatz zum mdWFS Projekt stammen die bei HUMBOLDT verwendeten Quelldaten durchweg aus der zweiten Generation der digitalen Landschaftsmodelle. Mit Ausnahme der Schweizer VECTOR25 Daten (mit INTERLIS 1 modelliert) existiert für keinen der Quelldatensätze ein mit einer konzeptuellen Schemasprache beschriebenes Schema. Dies war auch in den anderen HUMBOLDT Anwendungsszenarien oft der Fall. Im Hinblick auf INSPIRE kann davon ausgegangen werden, dass diese Situation ebenfalls häufiger auftreten wird, da viele der Quelldatensätze aus den unterschiedlichen EU-Mitgliedstaaten, die künftig INSPIRE-konform bereit gestellt werden müssen, derzeit nicht über ein formalisiertes konzeptuelles Schema verfügen. In diesen Fällen kann man auf zwei verschiedene Arten vorgehen: Man kann (1) die Transformation direkt auf der Datenebene durchführen oder man kann (2) nachträglich ein Schema erstellen, das die Daten beschreibt, und die Transformation auf Schemaebene durchführen. Der Vorteil der zweiten Vorgehensweise ist, dass eine einmal definierte Transformation für alle Datensätze, die diesem Schema entsprechen, wieder verwendet werden kann. Daher wurde im HUMBOLDT-Projekt dieser Weg gewählt. Ein Schema kann nachträglich wiederum auf zwei verschiedene Arten erzeugt werden: Man kann (1) auf Basis der beispielsweise in Objektartenkatalogen oder den Daten selbst enthaltenen Informationen ein konzeptuelles Schema „von Hand“ unter Verwendung eines UML-Tools neu modellieren oder man kann (2) versuchen, ein Schema möglichst automatisiert aus dem Datensatz selbst zu erzeugen. Da im ERiska Szenario eine Vielzahl von Datensätzen zu unterschiedlichen Themen aus vier ver-

schiedenen Ländern zu verarbeiten war, wurde aus pragmatischen Gründen – wie auch in den anderen HUMBOLDT Anwendungsszenarien – auf eine komplette konzeptuelle Neumodellierung verzichtet und stattdessen die zweite Methode gewählt. Die als Shapefiles vorliegenden Datensätze wurden über WFS 1.1 Instanzen verfügbar gemacht und anschließend wurde mittels der `DescribeFeatureType` Anfrage ein GML-Anwendungsschema erzeugt. Dabei muss berücksichtigt werden, dass dem so erzeugten GML-Anwendungsschema zum einen das proprietäre Datenaustauschformat Shapefile und zum anderen das GML-Profil der Software, mit der die WFS-Instanzen erzeugt wurden, zugrunde liegt und somit keine Systemunabhängigkeit gegeben ist. Dies hat beispielsweise Auswirkungen auf die Geometrietypern im Schema. Die WFS Instanzen wurden sowohl mit der Software Geomedia Web Map der Firma Intergraph [Luderschmid 2010, 81ff.] als auch mit der Open-Source-Software GeoServer erzeugt. Dabei zeigte sich, dass Geomedia WebMap auf ein eigenes GML-Profil zurück greift, das beispielsweise einen Geometrietypern „`LineString_Curve_MultiCurve_CompositeCurvePropertyType`“ verwendet (s. Listing 2 oben, rot hervorgehoben), der nicht im Standard GML-Schema enthalten ist, das wiederum von GeoServer verwendet wird (s. Listing 2 unten). Aus diesem Grund konnte das mit Geomedia erzeugte GML-Anwendungsschema auch nicht problemlos von der Software HALE gelesen werden. Andererseits wird der Shapefile Geometrietypern `Polyline` bei der Geoserver WFS 1.1 Instanz mit dem GML Geometrietypern `MultiLineString` umgesetzt. Dieser wurde aber in den jüngsten GML Versionen eigentlich durch `MultiCurve` ersetzt. Ferner ist zu berücksichtigen, dass GeoServer Daten über eine WFS-Instanz bisher nur in der GML Version 3.1.1 zur Verfügung stellen kann, wohingegen die INSPIRE Kodierungsregeln die Verwendung der in der Norm ISO 19136 festgeschriebenen Version 3.2.1 vorsehen [INSPIRE DT DS 2010a, 17].

```
<x:schema targetNamespace="http://www.intergraph.com/geomedia/gml" ...>
...
<xs:import namespace="http://www.opengis.net/gml"
schemaLocation="http://.../watercourse_by/schemas/gml/gml311exportprofile.xsd"/>
...
<xs:element name="Geometry"
type="gmml:LineString_Curve_MultiCurve_CompositeCurvePropertyType" ... />
...
</xs:schema>
```

```
<xsd:schema elementFormDefault="qualified"
targetNamespace="http://gis.bv.tum.de/eriska">
...
<xsd:import namespace="http://www.opengis.net/gml"
schemaLocation="http://.../geoserver/schemas/gml/3.1.1/base/gml.xsd"/>
...
<xsd:element maxOccurs="1" minOccurs="0" name="the_geom" nillable="true"
type="gml:MultiLineStringPropertyType"/>
...
</xsd:schema>
```

Listing 2: Ausschnitte aus GML-Anwendungsschema erzeugt mit Intergraph Geomedia Web Map (oben) und GeoServer WFS (unten)

Im Folgenden werden die in den Transformationsfällen II, III und IV verwendeten Quelldaten näher beschrieben. Der Focus liegt dabei auf einer Teilmenge der Daten, die für die Abbildung auf die Objektklasse `Watercourse` aus dem gemeinsamen ERiskA Zielschema relevant sind.

## Transformationsfall II: ATKIS Basis-DLM Bayern und Baden-Württemberg

Die verwendeten Datensätze stammen aus dem ATKIS Basis-DLM der ersten Generation. Obwohl dieses bezüglich des Informationsumfangs inhaltlich mit dem ATKIS Basis-DLM (AAA) vergleichbar ist, ist es wesentlich einfacher strukturiert. Dies gilt im Besonderen für die Datensätze im Shapefile-Format. Bei der Abgabe von ATKIS-Datensätzen als Shapefiles werden die Basis-DLM-Objekte gemäß der vom BKG erstellten „Ebenen“ Spezifikation auf thematische Ebenen aufgeteilt, die inhaltlich verwandte Objektarten zusammen fassen. Unter Berücksichtigung des Ebenenkonzeptes in GIS-Software wie beispielsweise ArcGIS enthält eine Ebene auch nur genau einen Geometriotyp (Punkt, Linie oder Fläche). Ein Basis-DLM Objekt wie beispielsweise ein Fluss wird dabei in Form von Teilstücken mit z.T. redundanten Attributen geführt. Die Zugehörigkeit der Teilstücke zu einem Fluss ist dabei nur noch über gleiche Werte des Objektnummer-Attributes (OBJNR) erkennbar. Unterführungsrelationen (wie beispielsweise zwischen einer Brücke und einem Fluss) werden über separate Tabellen, die jeweils in einer Zeile Objekt- und Objektteilnummern der an der Relation beteiligten Objekteile verknüpfen, hergestellt [BKG 2008, 11]. Die Strukturierung der im Shapefile-Format vom LVG aus Bayern abgegebenen ATKIS Basis-DLM Datensätze [BVV 2007] entspricht den Vorgaben des BKG. Die Objektarten des Objektbereichs Gewässer sind demgemäß in drei thematische Ebenen („GEW01“, „GEW02“ und „GEW03“) gegliedert, die wiederum basierend auf dem Geometriotyp in unterschiedliche Dateien (z.B. „\_L“ für Linien und „\_F“ für Flächen aufgeteilt sind (s. Tabelle 13). Letzteres ist auch bei den vom LGL Baden-Württemberg abgegebenen Shapefiles der Fall. Allerdings enthält hier ein Datensatz im Gegensatz zu Bayern nur eine Objektart. Tabelle 13 gibt einen Überblick über die für das ERiskA Szenario aus Bayern und Baden-Württemberg bezogenen Datensätze. Die für die Abbildung auf die Objektklasse Watercourse des Zielschemas relevanten Objektarten und Datensätze sind fett gedruckt.

Analog zum im Kapitel 6.1.3 beschriebenen ATKIS Basis-DLM (AAA) sind auch hier Gewässer bis 12 m Breite als linienförmige Objekte und Gewässer über 12 m Breite als flächenförmige Objekte repräsentiert, mit dem Unterschied, dass sie hier allerdings in zwei getrennten Datensätzen abgegeben werden (d.h. die flächenförmigen Gewässer fehlen im Linien-Datensatz). Da für das ERiskA Anwendungsszenario aus jedem Land ein vollständiges Fließgewässernetz zur Verfügung stehen sollte, mussten die Daten unter Verwendung von GIS-Software vorprozessiert werden [Luderschmid 2010, 68ff.]. Hierbei wurden bei den Daten aus Baden-Württemberg die zwei Linien-Datensätze (5101\_L\_line, 5103\_L\_line) zunächst zusammengefügt. Anschließend wurden für die flächenförmigen Fließgewässer Mittellinien generiert, die dann dem Linien-Datensatz hinzugefügt wurden. Dies wurde bei den bayerischen Daten ebenfalls durchgeführt, wobei hier zusätzlich vorher die ebenfalls im Flächen-Datensatz (GEW01\_F) enthaltenen stehenden Gewässer (Objektart „5112 Binnensee, Stausee, Teich“) entfernt wurden. Da sich die ATKIS Basis-DLM Datenbestände aus Baden-Württemberg und Bayern trotz der strukturellen Differenzen im Datenaustauschformat inhaltlich stark ähneln, werden die Analysen, Schema-Abbildungen und Ergebnisse im Folgenden und in Kapitel 7 beispielhaft an nur einem der Datenbestände, nämlich dem bayerischen, illustriert.

ATKIS Basis-DLM Bayern		Enthaltene Objektarten		ATKIS Basis-DLM Baden-Württemberg	
Dateiname	Geometrietyp			Geometrietyp	Dateiname
GEW01_L	Polyline	<b>5101</b>	<b>Strom, Fluß, Bach</b>	Polyline	<b>5101_L_line</b>
		<b>5103</b>	<b>Graben, Kanal</b>	Polyline	<b>5103_L_line</b>
GEW01_F	Polygon	<b>5101</b>	<b>Strom, Fluß, Bach</b>	Polygon	<b>5101_P_polygon</b>
		<b>5102</b>	<b>Kanal (Schifffahrt)</b>		
		<b>5103</b>	<b>Graben, Kanal</b>		
		5112	Binnensee, Stausee, Teich	Polygon	5112_P_polygon
GEW02_L	Polyline	5302	Talsperre, Wehr		
		5321	Uferbefestigung	Polyline	5321_L_line
		5321	Uferbefestigung	Polygon	5321_P_polygon
GEW03_F	Polygon	5201	Sandbank		
		5202	Stromschnelle	Polygon	5202_P_polygon
		5203	Wasserfall		
		5304	Schleusenkammer		
		3402	Hafenbecken		
		5105	Quelle	Polygon	5105_P_polygon
		5311	Pegel	Point	5311_PKT_point

Tabelle 13: Gewässer-Datensätze aus Bayern (links) und Baden-Württemberg (rechts)

Die Attribute des so erzeugten bayerischen Fließgewässerdatensatzes sind in Tabelle 14 beschrieben. Die Definitionen für die fett gedruckten Attribute sind dabei dem ATKIS Basis-DLM Objektartenkatalog [AdV 2003, o. S.] entnommen. Die kursiv gedruckten Attribute stammen aus der o.g. BKG Spezifikation [BKG 2008, 38]. Sofern der Datensatz bei einem Attribut Nullwerte enthält, ist der entsprechende Anteil an der Gesamtzahl an Objekten beim Attributnamen angegeben. Das aus diesem Datensatz erzeugte GML-Anwendungsschema kann Anhang E entnommen werden.

<b>Attributname</b> (ggf. Anteil Nullwerte)	<b>Definition / Wertebereich</b>
<b>OBJNR</b>	Objektnummer (deutschlandweit eindeutige Zeichenkette, erstes Zeichen landesspezifisch vergeben)
<b>OBJTNR</b>	Nummer des Objektteiles, z.B. eines zu einem Fluss gehörenden Teilstückes
<b>OBJART</b>	Objektart
<b>OB</b>	OBJNR und OBJTNR zusammengesetzt
<b>GN</b> (Geographischer Name) (65%)	Eigenname (z.B. 'Weser')
<b>KN</b> (Kurzbezeichnung) (100%)	Gewässerkennziffer: 01. bis 19. Stelle: Gewässerkennzahl laut LAWA, 20. bis 29. Stelle: Angabe der zusätzlichen Gebiets- oder Abschnittskennung zur Gewässerkennzahl
<b>ZN</b> (Zweitname) (100%)	Zweitname
<b>BRG</b> (Breite des Gewässers)	Klassenangabe: bis 3 m = 3, über 3 m bis 6 m = 6, über 6 m bis 12 m = 12
<b>HYD</b> (Hydrologisches Merkmal) (nur bei Objektarten 5101 & 5103 geführt)	1000 = ständig Wasser führend 2000 = nicht ständig Wasser führend
<b>OFL</b> (Lage zur Erdoberfläche)	1100 = auf der Erdoberfläche 1800 = verrohrt, unterirdisch, bedeckt (Wenn die Verrohrung lediglich der Unterführung des Wasserlaufs unter ein Gewässer, einen Verkehrsweg o.ä. dient, ist die Objektart 'Durchlass' zu beachten. Wenn die Länge der Bedeckung geringer als die durch BRG angegebene Breite des Gewässers und die Bedeckung Träger für ein Objekt vom Objektbereich 'VERKEHR' ist, ist die Objektart 'Brücke, Überführung, Unterführung' zu beachten.) 1810 = Sickerstrecke
<b>SFK</b> (Schifffahrtskategorie, Hafenkategorie) (nur bei Objektarten 5101 & 5102 geführt)	1000 = Binnenwasserstraße 3000 = Seewasserstraße 5000 = Landesgewässer mit Verkehrsordnung 9997 = Attribut trifft nicht zu
<b>VEG</b> (Vegetationsmerkmal) (100%)	4000 = Röhricht, Schilf 9997 = Attribut trifft nicht zu
<b>WDM</b> (Widmung)	1501 = 1. Ordnung (Bundeswasserstraße) 1502 = 1. Ordnung (Landesgewässer) 1503 = Gewässer 2. Ordnung 1504 = Gewässer 3. Ordnung 9997 = Attribut trifft nicht zu
<b>ZUS</b> (Zustand) (nur bei Objektart 5102 geführt)	1100 = in Betrieb 1200 = außer Betrieb, stillgelegt 1300 = im Bau

Tabelle 14: Attribute im bayerischen ATKIS Basis-DLM Fließgewässer-Datensatz

### Transformationsfall III: VoGIS Fließgewässer Vorarlberg

Der für das ERiskA Szenario vom Landesvermessungsamt Vorarlberg bezogene Datensatz stammt aus dem Projekt „Fließgewässernetz Vorarlberg“. In diesem Projekt wurden vom BEV bezogene vektorisierte Fließgewässerdaten durch das Landesvermessungsamt überarbeitet, indem

- Fließgewässer ergänzt,
- Fließgewässer-Geometrien korrigiert,
- eindeutige Identifikatoren vergeben,
- ein Routen-System (Kilometrierung) erstellt,
- die Benamung hinzugefügt sowie
- die Ordnungszahlen nach Strahler berechnet wurden [LVA 2008, o.S.].

Der so erzeugte VoGIS Fließgewässer Datensatz enthält die in Tabelle 15 aufgeführten Attribute [LVA 2008, o.S.]. Sofern der Datensatz bei einem Attribut Nullwerte enthält, ist der entsprechende Anteil an der Gesamtzahl an Objekten beim Attributnamen angegeben.

Attributname (ggf. Anteil Nullwerte)	Definition
<b>FLU_50T_</b>	Laufende Nummer
<b>FLU_50T_ID</b>	Eindeutiger Identifikator
<b>LEVEL</b>	Objektart
<b>FGW_ID</b>	Eindeutige Kennung jedes Fließgewässers in Anlehnung an System des Hydrographischen Zentralbüros, wobei jedoch nicht auf Einzugsgebiete Rücksicht genommen wurde, sondern jedes Gewässer vom Ursprung bis zur Mündung dieselbe Kennung erhielt. Der Rhein hat die Kennung '81'. Alle Nebenflüsse, beginnend mit der Leiblach, haben die nächst höhere Ordnung; z.B. Leiblach: '8101', Bregenzerach: '8111', Dornbirnerach: '8115', usw. Der erste Nebenfluss der Leiblach (gesehen von der Mündung aus) hat somit '810101', usw.
<b>FGW_ID_LONG</b>	Entspricht FGW-ID, nur mit Zwischenräumen zwischen den einzelnen Ordnungen für die bessere Lesbarkeit
<b>OEK50_NAME</b>	Fließgewässernamen aus ÖK50
<b>NAME</b>	Fließgewässernamen welcher vom Landeswasserbauamt bzw. Umweltinstitut als richtig befunden wird und normalerweise bei der Kartenerstellung verwendet wird.
<b>BEMERKUNG</b>	Zusätzliche Möglichkeit einen weiteren Namen oder Ähnliches anzuführen.
<b>WRRLEZGGR</b>	Einzugsgebietsgrößenklassen für die Selektion der Fließgewässer 100 ... Fließgewässer mit einem Einzugsgebiet > 100 km <sup>2</sup> 10 ... Fließgewässer mit einem Einzugsgebiet > 10 km <sup>2</sup> 0 ... kleinere Fließgewässer
<b>ORDNUNG2</b>	Flussordnungszahl, entspricht der Gliederung des Items FGW-IDLONG. Der Rhein (Bodensee) bzw. die Donau erhalten die Ordnungszahl 1, jeder Zufluss in diese Gewässer die Ordnungszahl 2, usw.
<b>ORDSTRAHLER</b>	Ordnungszahl nach Strahler. Jeder Quellbach erhält die Ordnungszahl 1. Kommen zwei Quellbäche zusammen (jeweils OZ 1), erhält der daraus entstehende Bach die Ordnungszahl 2. Mündet in diesen Bach (OZ 2) ein Quellbach (OZ 1), dann behält der Bach die Ordnungszahl 2. Mündet in diesen Bach ein Bach mit der Ordnungszahl 2, dann entsteht ein Bach mit der Ordnungszahl 3, usw.
<b>LAENGE_ARC</b>	Summe der Längen aller zu einem berouteten Fließgewässer gehörenden Arcs in km.
<b>LAENGE_ROUTE</b>	Summe der Längen aller zu einem berouteten Fließgewässer gehörenden Sections in km. Die Werte der Items LAENGE_ARCS und LAENGE_ROUTE unterscheiden sich nur dann, wenn die Route an Stationierungen angepasst wurde.

Tabelle 15: Attribute im VoGIS Fließgewässer-Datensatz



Das aus diesem Datensatz erzeugte GML-Anwendungsschema kann ebenfalls Anhang E entnommen werden.

#### Transformationsfall IV: VECTOR25 Schweiz

Die in Transformationsfall IV verwendeten Daten stammen aus der Ebene „Gewässernetz“ des VECTOR25 Landschaftsmodells. Diese bildet die Grundlage des vom Bundesamt für Umwelt geführten Gewässerinformationssystems Schweiz (GEWISS) und wird seit 2007 in überarbeiteter Struktur und mit Attributen aus dem GEWISS publiziert. Das topologische Gewässernetz wird in Form von drei Dateien abgegeben [swisstopo 2007, 14ff.]:

- a) Flüsse, Bäche und Seeufer und weitere Objektarten (s. Tabelle 16) in Linienform in einem zusammenhängenden hydrologischen Netz. Zur Erzeugung eines geschlossenen Netzwerks sind auch Objekte wie „Seeachse“ enthalten, die den fiktiven Verlauf eines Fließgewässers innerhalb eines Sees repräsentieren.
- b) Gewässernetzknoten als Punktobjekte.
- c) Tabelle "Referenzorte", die als Grundlage für eine lineare Referenzierung Referenzen zwischen Orten wie beispielsweise Zuflüsse oder Kreuzungen und Gewässerknoten enthält.

Für die Abbildung auf das Zielschema wurde die erstgenannte Datei verwendet, deren Attribute in Tabelle 17 beschrieben sind. Die Definitionen sind dabei swisstopo [2007, 14f.] entnommen. Optionale Attribute sind mit einem Stern gekennzeichnet. Sofern der Datensatz bei einem Attribut Nullwerte enthält, ist der entsprechende Anteil an der Gesamtzahl an Objekten beim Attributnamen angegeben.

Attribut	Definition
<b>Bach</b>	Bach, kleiner Fluss (in Landeskarte linienförmig dargestellt)
<b>Bachachs</b>	fiktiver Bachverlauf vom Flussufer bis zur Flussachse
<b>Bach_U</b>	Bachverlauf unterirdisch oder auf Pixelkarte nicht dargestellt
<b>Bisse</b>	Suone: Bewässerungskanäle an den Talflanken
<b>Druckl_1</b>	Druckleitung einfach
<b>Druckl_2</b>	Druckleitung mehrfach
<b>Drucksto</b>	Druckstollen
<b>Fluss</b>	Fluss (in Landeskarte flächig dargestellt)
<b>Fluss_U</b>	Flussverlauf unterirdisch oder auf der Pixelkarte nicht dargestellt
<b>Kanal</b>	Bach ohne erkennbare / eindeutige Fließrichtung
<b>Seeachse</b>	Fiktive Seeachse innerhalb eines Sees
<b>Seeinsel</b>	Seeinsel
<b>See</b>	Seeufer

Tabelle 16: Objektarten in der VECTOR25 Gewässernetz-Ebene

Attributname (ggf. Anteil Leerwerte)	Definition
<b>ObjectID</b>	Eindeutiger und stabiler Identifikationsschlüssel
<b>ObjectOrigin</b>	Herkunft der Daten
<b>ObjectVal</b>	Objektart
<b>YearOfChange</b>	Nachführungsjahr des Objektes (z.B. Bildflug)
<b>GEWISSNR*</b> (18%)	GEWISS-Attribut: Gewässercode gemäss GEWISS (Gewässerinformationssystem Schweiz)
<b>LaufNr*</b>	GEWISS-Attribut: nummeriert die Gewässerläufe eines Gewässers: LaufNr = 0: Hauptlauf, Seeufer LaufNr > 0 = Nebenlauf, Seeinsel LaufNr = 999: Seeanschluss LaufNr = -1: nicht Bestandteil von GWL (z.B. dynamische Nebenarme in Auengebieten)
<b>Linst*</b> (17%)	GEWISS-Attribut: Strukturinstanz Gewässerlauf CH = Bund (Gewässer der LK200 (Landeskarte 1:200 000), Grenzgewässer, Gewässer ohne kantonale Strukturinformationen) Kantonskürzel (z.B. ZH) = Struktur aus kantonalem Gewässernetz übernommen
<b>GWLNR*</b> (18%)	GEWISS-Attribut: eindeutige Gewässerlauf-Nummer Position 1-2: Linst (rechtsbündig) Position 3-8: GEWISSNR (rechtsbündig) Position 9-12 (LaufNr (rechtsbündig) GWRNR wird nur gerechnet, wenn GEWISSNR ungleich 0 und LauNr ungleich -1
<b>BachNr*</b> (54%)	GEWISS-Attribut: kantonale Nummer des Gewässerlaufs
<b>Unterirdisch*</b>	GEWISS-Attribut: Art unterirdischer Verläufe bei Bach_U, Fluss_U und Drucksto
<b>Name*</b> (77%)	GEWISS-Attribut: Name des Gewässers aus LK25 (Landeskarte 1:25 000), identisch mit demjenigen aus dem hydrologischen Atlas, nur ein Name pro Gewässerlauf

Tabelle 17: Attribute im VECTOR25 Gewässernetz-Datensatz

Anhang E enthält das aus diesem Datensatz erzeugte GML-Anwendungsschema.

#### 6.2.4 Zielschema

Für das ERiskA Szenario wurde ein gemeinsames konzeptuelles Zielschema unter Verwendung der UML erstellt. Bei der Modellierung wurde auf das INSPIRE Consolidated UML Model [INSPIRE DT DS TWG 2010b] aufgesetzt und Elemente aus den INSPIRE Anwendungsschemata für die Geodaten-Themen Gewässernetz und Verkehrsnetze aus Anhang I der Richtlinie sowie Gebiete mit naturbedingten Risiken aus Anhang III („Kandidaten“-Objektklasse im Entwurfsstadium) wiederverwendet und um zusätzliche, ERiskA-spezifische Elemente ergänzt. Bei der Erweiterung der INSPIRE Schemata wurden die hierfür in Anhang F des INSPIRE Generic Conceptual Model Dokuments definierten Regeln befolgt [INSPIRE DT DS 2010b, 127ff.]. Diese besagen, dass durch eine Erweiterung nichts an den bestehenden INSPIRE-Anwendungsschemata verändert werden darf, aber u.a. neue Anwendungsschemata sowie neue Objektklassen und Datentypen hinzugefügt werden können. Dementsprechend wurde für das ERiskA Schema ein neues Anwendungsschema mit mehreren Paketen angelegt (z.B. „ERiskA\_HY“ für Gewässer- und Hochwasserinformationen). Das ERiskA\_HY Paket importiert dann die oben genannten Schemata Gewässernetz und Gebiete mit naturbedingten Risiken, wodurch die in diesen enthaltenen Elemente zur Verfügung stehen. In den Fällen, in denen für das ERiskA Szenario zusätzliche Attribute bei bestehenden Objektklassen benötigt wurden,

musste gemäß der oben genannten Regeln jeweils eine neue Objektklasse als Subtyp der entsprechenden INSPIRE-Objektklasse gebildet werden und die zusätzlichen Attribute bei jener definiert werden. Zusätzliche für ERiskA benötigte Objektklassen, die noch nicht in INSPIRE modelliert waren (z.B. „Gauge“ für Pegel) wurden als Subtyp der abstrakten INSPIRE `HydroObject` Objektklasse modelliert [Fichtinger et al. 2010b, o.S.].

Das komplette ERiskA-Schema ist in Fichtinger et al. [2010c] dokumentiert. Abbildung 36 zeigt den Ausschnitt, in dem Gewässer- und Hochwasserinformationen modelliert sind (Paket „ERiskA\_HY“). Die Erweiterungen für ERiskA sind dabei dunkelgrau hinterlegt.

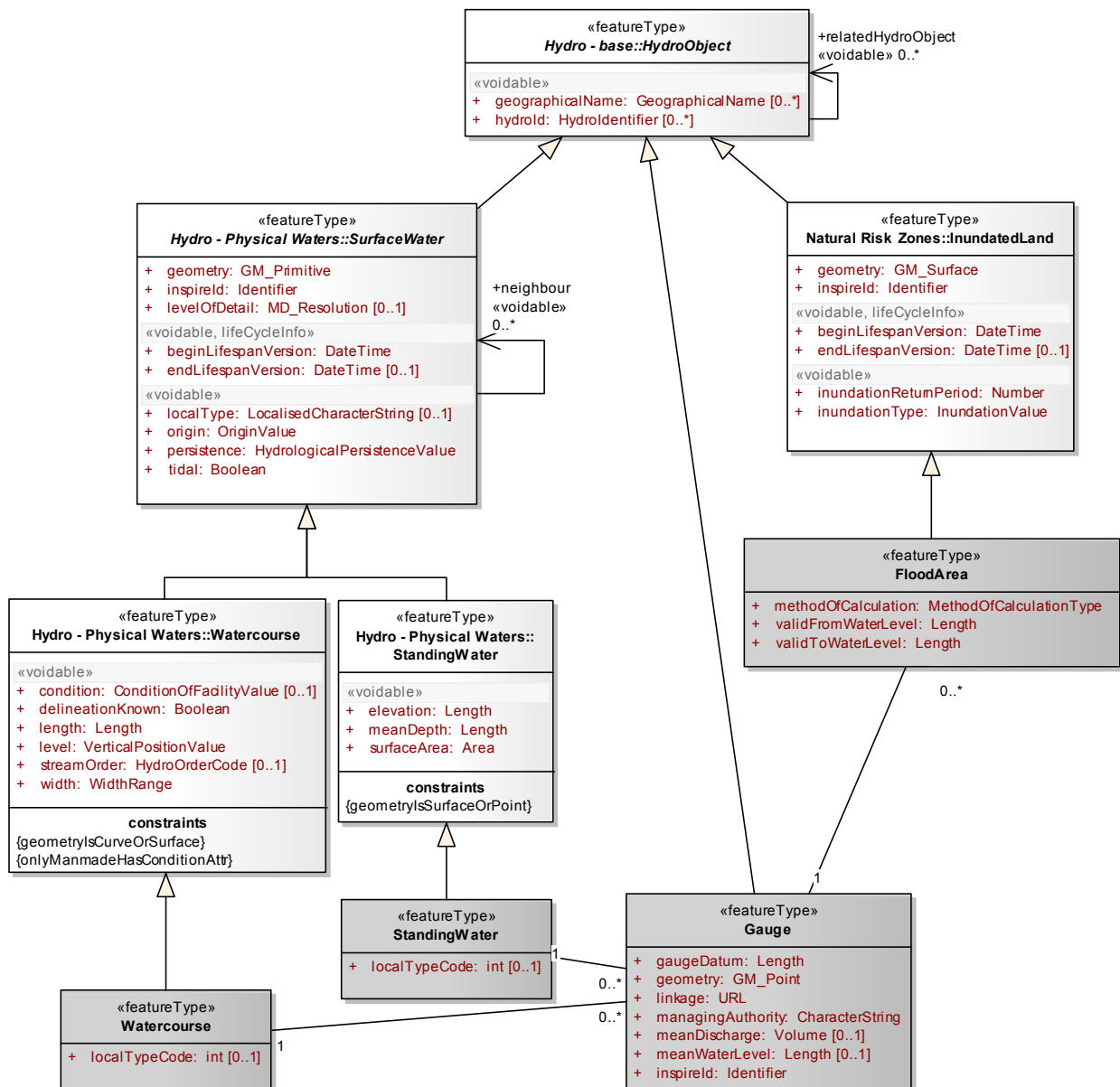


Abbildung 36: Ausschnitt aus ERiskA Schema mit INSPIRE-Objektklassen (hellgrau) und ERiskA Erweiterungen (dunkelgrau) [Fichtinger et al. 2010b, o.S.]

Im nächsten Schritt musste aus dem ERiskA UML-Schema ein GML-Anwendungsschema erzeugt werden. Dies erwies sich aus verschiedenen Gründen als nicht trivial. Wie in Eisenhut und Kutzner [2010, 44ff.] beschrieben, wurden für die INSPIRE Datenspezifikationen spezifische Erweiterungen der UML sowie – in textueller Form – spezifische Kodierungsregeln definiert. Eine automatische Ablei-

tung des ERiskA GML-Anwendungsschemas mit bestehenden Tools sozusagen „auf Knopfdruck“ ist daher nicht möglich. Entsprechend vorkonfigurierte Werkzeuge sind noch nicht öffentlich zugänglich. Verfügbare Werkzeuge wie beispielsweise ShapeChange in der aktuellen Version (1.0rc) sind darüber hinaus auf mit der UML 1.3 beschriebene Schemata im XMI 1.0 als Input ausgelegt, wohingegen die INSPIRE Schemata mit der UML 2.1 (XMI 1.1) beschrieben sind. Daher wurden die GML-Anwendungsschemata im HUMBOLDT-Projekt mit Hilfe eines an der Delft University of Technology erstellten, maßgeschneiderten Skriptes und manueller Intervention abgeleitet.

Zu berücksichtigen ist ferner, dass das INSPIRE UML-Schema, auf dem das ERiskA-Schema basiert, eine ganze Reihe von grundlegenden OGC- und ISO-Schemata importiert. Da dies bei der Kodierung berücksichtigt wird, importiert folglich auch das ERiskA GML-Anwendungsschema die entsprechenden INSPIRE-Schemata, die wiederum die OGC und ISO GML-Anwendungsschemata importieren. Daher müssen immer alle diese Schemata verfügbar sein, wenn das ERiskA GML-Anwendungsschema in einem Software-Werkzeug wie beispielsweise dem HALE geladen werden soll. Der Zugriff muss entweder online über die beim `namespace` angegebene `schemaLocation` URL möglich sein oder sie müssen lokal auf demselben Rechner vorgehalten werden. In letzterem Fall müssten allerdings alle `schemaLocation`-Verweise in allen Schemata manuell geändert werden, was recht zeitaufwändig ist.

### 6.2.5 Transformationsansatz

Der im HUMBOLDT Projekt entwickelte Transformationssansatz besteht aus drei Hauptkomponenten:

- a) einer Abbildungssprache zur Formalisierung von Abbildungsregeln („gOML“),
- b) dem HUMBOLDT Alignment Editor (HALE), einem Software-Werkzeug mit graphischer Benutzeroberfläche zur Definition der Abbildung, sowie
- c) dem Conceptual Schema Transformer (CST) zur dienste-basierten Ausführung der auf der Abbildung basierenden Datentransformation

Die Abbildungssprache basiert auf der „Alignment Language“, die auf den Grundlagen der im Rahmen der Ontology Management Working Group (OMWG) definierten „Mapping Language“ (OMWG-ML) [Scharffe 2005; Banfi 2009] in mehreren EU Projekten (u.a. „SEKT“ und „KnowledgeWeb“) weiterentwickelt wurde und in Scharffe [2009] sowie Euzenat et al. [2007] dokumentiert ist. Für die Alignment Language wurde die XML-Syntax des Resource Description Frameworks (RDF) erweitert [Banfi 2009, 15]. So entstand eine deklarative, maschineninterpretierbare und systemunabhängige Sprache, die nicht nur zur Abbildung zwischen beispielsweise in OWL beschriebenen Ontologien, sondern auch zwischen in UML oder GML beschriebenen Schemata verwendet werden kann. Abbildungsregeln werden dabei als "Alignment" ausgedrückt, das aus Zellen (engl. „cells“) besteht. Jede Zelle enthält eine Abbildung zwischen einer Quell-Entität (engl. „source entity“) und einer Ziel-Entität (engl. „target entity“) wobei als Entitäten z.B. Klassen, Attribute oder Assoziationen auftreten können. Für jede Entität kann eine Transformation durch Angabe einer Transformationsfunktion definiert werden und ferner Bedingungen beispielsweise bzgl. Attributwerten („attribute value conditions“) oder Typen („type conditions“) festgelegt werden [Reitz et al. 2010, 1ff.].

Im Rahmen des HUMBOLDT-Projektes wurde ein Profil der Sprache für die Abbildung von Geodaten definiert, das als „geo Ontology Mapping Language“ (gOML) bezeichnet wird. Die gOML XML-Syntax

ist in Reitz et al. [2009, 14ff.] im Detail beschrieben. Im Rahmen der Erweiterung wurde u.a. auch die Verwendung von in der OGC Common Query Language (CQL) formulierten Ausdrücken ermöglicht, um beispielsweise die Definition von Filtern zu erleichtern. Ferner wurden Ausdrücke zur Verschmelzung (engl. „merge“) von mehreren Instanzen (Objekten / Attributen) in den Quelldaten zu einer Instanz (Objekt / Attribut) in den Zieldaten bzw. umgekehrt zur Teilung (engl. „split“) definiert, die als Parameter einer Transformationsfunktion angegeben werden (InstanceSplitCondition, InstanceMergeCondition). Ein Beispiel hierfür wäre die Verschmelzung von mehreren Objekten vom Geometriotyp `LineString` zu einem Objekt vom Geometriotyp `MultiLineString` [Reitz et al. 2010, 4f.].

Listing 3 zeigt einen Ausschnitt der mit gOML beschriebenen Abbildung aus Transformationsfall III, in der Objekte aus dem Quellschema (Fließgewässernetz Vorarlberg) basierend auf dem Wert des Attributes `LEVEL` gefiltert und auf die Objektklasse `Watercourse` im Zielschema abgebildet werden.

```

<align:map>
  <align:Cell>
    <omwg:entity1>
      <omwg:Class rdf:about="http://gis.bv.tum.de/eriska/flu50t">
        <omwg:transf rdf:resource="eu.esdihumboldt.cst.transformer.service.rename.RenameFeatureFunction">
          <omwg:param>
            <omwg:name>SelectedAttribute</omwg:name>
            <omwg:value></omwg:value>
          </omwg:param>
        </omwg:transf>
        <omwg:attributeValueCondition>
          <omwg:Restriction>
            <goml:cqlStr>LEVEL = 2 OR LEVEL = 3 OR LEVEL = 4 OR LEVEL = 7 OR LEVEL = 21 OR LEVEL = 22 OR LEVEL = 23 OR LEVEL = 24 OR LEVEL = 25 OR LEVEL = 59 OR LEVEL = 70 OR LEVEL = 71 OR LEVEL = 72 OR LEVEL = 73 OR LEVEL = 74</goml:cqlStr>
          </omwg:Restriction>
        </omwg:attributeValueCondition>
      </omwg:Class>
    </omwg:entity1>
    <omwg:entity2>
      <omwg:Class rdf:about="http://humboldt/eriska/Watercourse"/>
    </omwg:entity2>
    <align:relation>Equivalence</align:relation>
  </align:Cell>
</align:map>

```

Listing 3: Ausschnitt aus einer mit der gOML beschriebenen Abbildung

Neben der RDF/XML Syntax existiert für die Alignment Language - ähnlich wie im mdWFS-Projekt - auch noch eine menschenlesbare, kompaktere Syntax [Euzenat et al. 2007, 33ff.], die im HUMBOLDT-Projekt aber nicht genutzt wurde, da die Abbildungen unter Verwendung der graphischen Benutzeroberfläche direkt im HALE erstellt werden und aus dem HALE im XML-Format exportiert werden.

Die Funktionsweise des HALE ist in Reitz und Templer [2011] detailliert beschrieben und wird im Folgenden kurz zusammengefasst. Die geladenen Quell- und Zielschema werden auf der HALE Benutzeroberfläche (s. Abbildung 37) im „Schema Explorer“ Fenster in einer Baumstruktur angezeigt.

Sofern die Schemata eine Vererbungshierarchie beinhalten, können dabei Attribute entweder bei der Superklasse, bei der sie im Schema definiert sind, oder über die Funktion „Repeat inherited properties“ zusätzlich auch bei den Subklassen, die von der Superklasse erben, dargestellt werden. Ferner können für Attribute definierte Codelisten geladen werden. Bei Elementen des Zielschemas, die aus dem INSPIRE GML-Anwendungsschemata stammen, werden die in diesen Schemata enthaltenen Definitionen eingeblendet, wenn die Maus über eine Objektklasse oder ein Attribut gehalten wird. Pflichtattribute, die auch nicht mit dem <<voidable>> Stereotyp versehen sind, werden mit einem roten Stern gekennzeichnet. Neben den Schemata kann im HALE auch ein dem Quellschema entsprechender Quelldatensatz geladen und im „Map Viewer“ Fenster angezeigt werden. Dieses ermöglicht ferner eine Vorschau darauf, wie die Daten nach Ausführung der Transformation aussehen werden - entweder durch die Visualisierung der Geometrie oder die Darstellung der Attribute in Tabellenform in der „Data“ Einstellung. Im „Mapping“ Fenster werden Informationen zu den zwischen Elementen des Quell- und Zielschemas definierten Abbildungen angezeigt. Wenn der Nutzer ein Quellelement mit einem Zielelement verbindet, werden in HALE automatisch Aufgaben (engl. „tasks“) angelegt, die im „Task“ Fenster angezeigt werden. Dort wird beispielsweise angezeigt, für welche Attribute noch keine Abbildung definiert wurde und mit einer Warnung darauf hingewiesen, wenn es sich dabei um Pflichtattribute im Zielschema handelt. Zukünftig soll hier auch das in Kapitel 4.5 beschriebene Qualitätsmodell integriert werden, das dann eine Qualitätsprüfung der Abbildung sowie die Beschreibung von Mismatches ermöglichen würde.

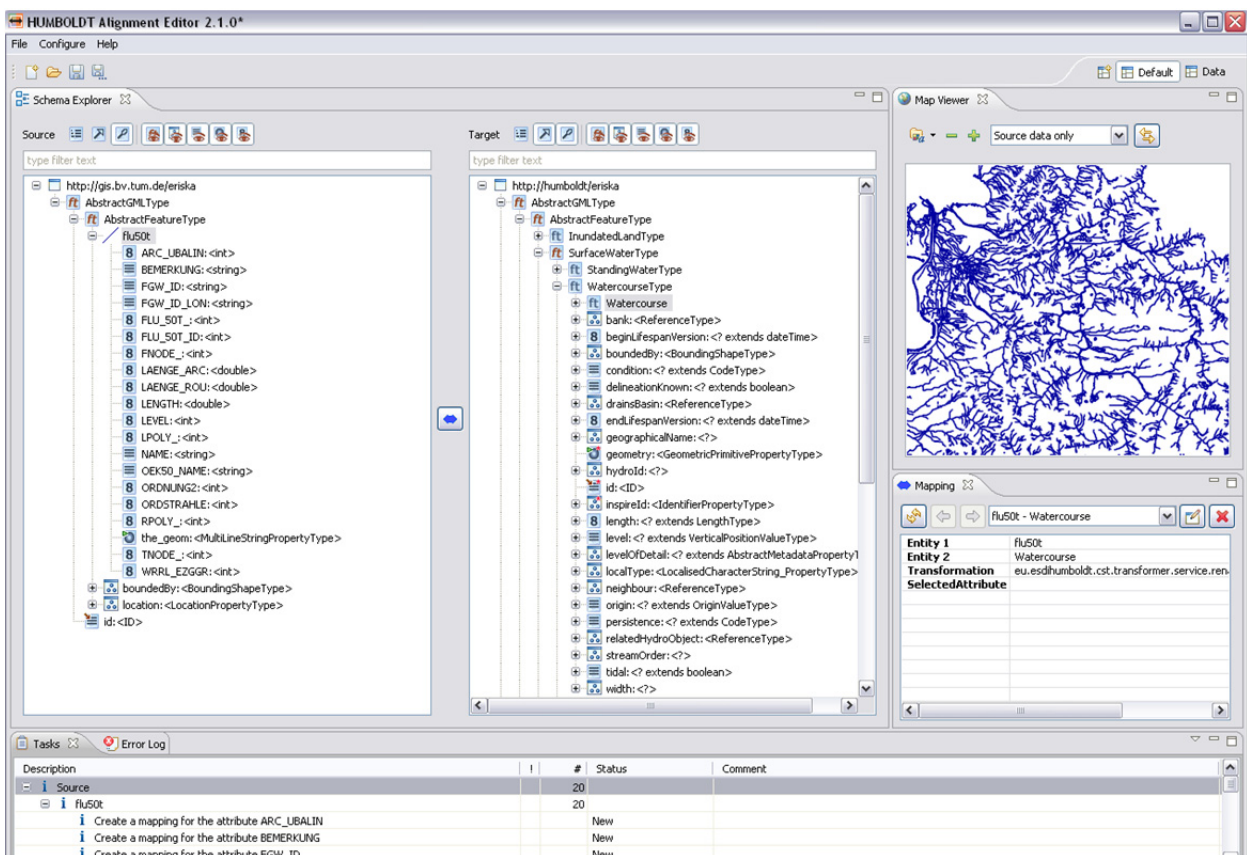


Abbildung 37: Benutzeroberfläche des HALE

Der HALE wurde von einem Team unter der Leitung von Thorsten Reitz und Simon Templer (Fraunhofer IGD) basierend auf der Eclipse Rich Client Platform (RCP) als Java SE Desktop-

Anwendung implementiert. In der aktuellen Version 2.1.0 vom 12. April 2011 sind im HALE die in Tabelle 18 aufgelisteten Funktionen verfügbar [Reitz und Templer 2011, 14f.]

Auf Basis der mit dem HALE definierten Abbildungen kann mit dem CST die Datentransformation ausgeführt werden. Dies geschieht in Form eines Prozesses, in dem zunächst die Zellen der in gOML formalisierten Abbildung analysiert und klassifiziert werden, wobei z.B. Zellen mit Filtern identifiziert werden, die im Prozess dann als erstes ausgeführt werden. Danach werden die Ziel-Objekte erzeugt, Attributtransformationen ausgeführt und schließlich Wertzuweisungen vorgenommen (s. Abbildung 38) [Reitz et al. 2010, 2f.] Die CST Funktionalität ist einerseits direkt in HALE integriert, so dass die Transformationen aus HALE heraus angestoßen werden können. Alternativ kann die Transformation auch dienste-basiert ausgeführt werden, in dem der CST über eine Web Processing Service (WPS 1.0.0) Schnittstelle angesprochen wird, wobei die gOML-Abbildungsregeln, die Quelldaten und das Zielschema als Parameter übergeben werden [Reitz et al. 2010, 2ff]. Die Implementierung dieser Alternative war zum Zeitpunkt des Verfassens der vorliegenden Arbeit allerdings nicht abgeschlossen.

Im Rahmen des Auftragsprojektes zur Erarbeitung der Technical Guidance für INSPIRE Schema Transformation Network Services wurde von der Firma 1Spatial ein Plug-in für HALE entwickelt, das den Export der in HALE definierten Abbildungsregeln im RIF (s. Kapitel 4.4) ermöglicht. HALE wurde im Rahmen der Entwicklung eines Demonstrators in diesem Projekt zur Definition der Abbildungen verwendet [Beare et al. 2010b, 27ff.].

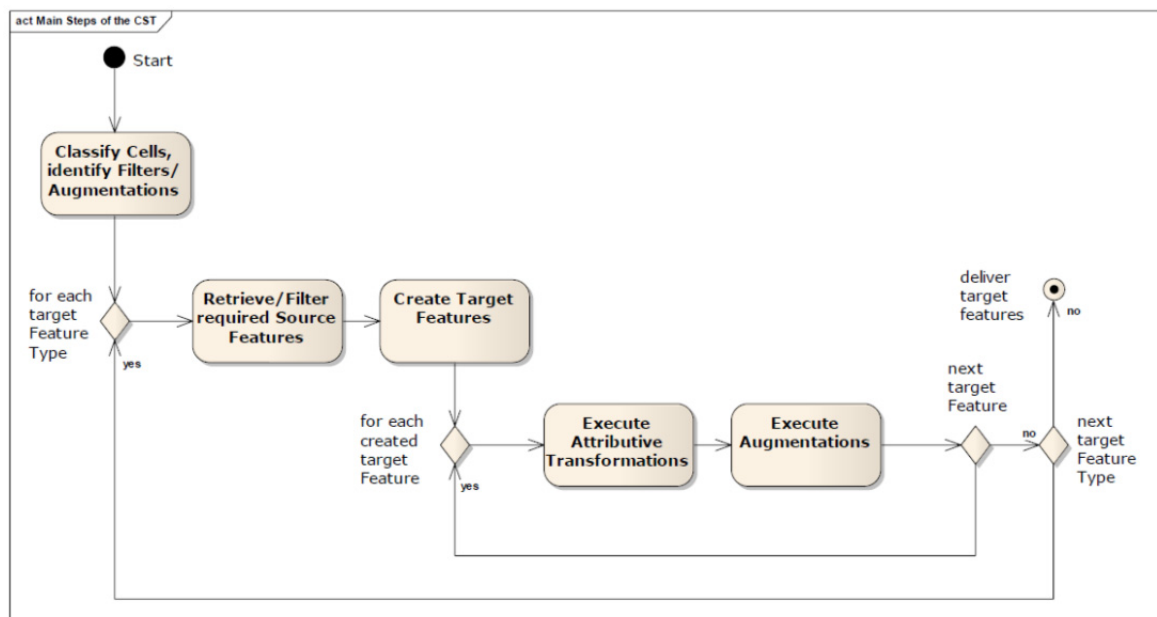


Abbildung 38: Prozess der Ausführung einer in HALE definierten Transformation (UML Aktivitätsdiagramm) [Reitz et al. 2010, 3]

HALE Funktion	Beschreibung
<b>BoundingBox</b>	Erzeugt ein neues geometrisches Attribut für eine Bounding Box im Zielschema, die aus einer Geometrie in den Quelldaten abgeleitet wird.
<b>CalculateArea</b>	Erzeugt ein Geometrieattribut im Zielschema, in das die aus Geometrieobjekten in den Quelldaten berechnete die Fläche geschrieben wird.
<b>CalculateLength</b>	Erzeugt ein neues Geometrieattribut im Zielschema, in das die aus einem Geometrieobjekt im Quelldatensatz berechnete Länge geschrieben wird.
<b>Centroid</b>	Erzeugt ein neues Geometrieattribut im Zielschema, das den aus einem Geometrieobjekt im Quelldatensatz berechneten Flächenschwerpunkt aufnimmt.
<b>Classification Mapping</b>	Ermöglicht die Abbildung von Attributwerten (Codelisten und anderen Wertebereichen) zwischen Attributen im Quell- und Zielschema.
<b>ClipByRectangle</b>	Ermöglicht das Beschneiden von Geometrien mit Hilfe eines über Koordinaten definierten Rechtecks.
<b>ConcatenationOf Attributes</b>	Erzeugt ein Attribut im Zielschema durch Verkettung von Attributwerten aus dem Quellschema und/oder benutzerdefinierten Zeichenketten.
<b>ConstantValue</b>	Ermöglicht das Setzen eines Standardwertes für ein Attribut im Zielschema, für das keine entsprechenden Informationen aus einem Attribut im Quellschema abgeleitet werden können.
<b>CQL-based filter</b>	Ermöglicht das Filtern von Objekten unter Verwendung von Ausdrücken der CQL, entweder über ein Formular oder über die manuelle Eingabe eines CQL Ausdrucks.
<b>CreateGMLReference</b>	Ermöglicht die Erzeugung einer GML Referenz zu einem anderen Element in demselben oder einem anderen Datensatz. Dabei wird ein Fremdschlüssel in einen GML referenceType transformiert.
<b>DateExtraction</b>	Extrahiert Datum und Uhrzeit aus einer Zeichenkette in einem Attribut im Quellschema, formatiert es gemäß auswählbarer Parameter um und schreibt es in ein Attribut im Zielschema.
<b>GenericMath</b>	Ermöglicht die Verwendung von Attributwerten im Quellschema als Variablen in einem beliebigen mathematischen Ausdruck zur Berechnung von Attributen im Zielschema.
<b>inspire.Geographical Name</b>	Erzeugt ein INSPIRE-konformes GeographicalName Attribut im Zielschema aus einem Set von einfachen Zeichenketten-Parametern, die in einem Wizard einzeln angegeben werden können.
<b>inspire.Identifier</b>	Erzeugt einen INSPIRE-konformen Identifikator vom Typ Identifier im Zielschema, basierend auf dem lokalen Identifikator eines Objektes im Quelldatensatz.
<b>NetworkExpansion</b>	Erzeugt Puffer um Punkt- oder Linienobjekte, so dass sie zu Polygonen werden.
<b>NilReason</b>	Füllt das nilReason Attribut bei Attributen im Zielschema, denen kein Wert zugewiesen wurde mit dem VoidReasonValue „Unknown“.
<b>OrdinatesToPoint</b>	Erzeugt ein neues Geometrieattribut im Zielschema, für das aus zwei numerischen Werten eine Punktgeometrie abgeleitet wird.
<b>RenameAttribute</b>	Kopiert Attribute aus dem Quell- ins Zielschema und benennt diese um. Mit Hilfe dieser Funktion können auch folgende Umwandlungen von Geometrietypen vorgenommen werden: LineString ↔ MultiPoint, MultiLineString ↔ MultiPoint, Polygon ↔ MultiPoint, Polygon ↔ LineString, Polygon ↔ MultiLineString, MultiPolygon ↔ MultiPoint, MultiPolygon ↔ LineString.
<b>RenameFeature</b>	Erzeugt einen neuen Objekttyp im Zielschema und kopiert für die Instanzen auch den Geometriety, falls möglich.

Tabelle 18: HALE Funktionen



## 7 Ergebnisse

### 7.1 Heterogenität der Quell- und Zielschemata

Die Darstellung in den vorausgegangenen Kapiteln gibt bereits einen ersten Eindruck davon, dass ähnliche Realwelt-Objekte aus dem Gewässerbereich in den Quellschemata aus Deutschland, Österreich und der Schweiz sowie den INSPIRE-Zielschemata sehr unterschiedlich modelliert wurden. Im Folgenden wird das Ergebnis der Heterogenitätsanalyse wiedergeben. Dies geschieht zunächst auf der Ebene der digitalen Landschaftsmodelle als Ganzes, die anhand einer Reihe von Kriterien verglichen werden. Anschließend werden die Heterogenitäten auf der Ebene der Elemente in den Quell- und Zielschemata detailliert betrachtet.

Das vollständige Ergebnis des Vergleichs der digitalen Landschaftsmodelle der ersten Generation aus Deutschland (ATKIS Basis-DLM), Österreich (DLM / VoGIS) und der Schweiz (VECTOR25) kann Tabelle 36 in Anhang F entnommen werden. Dabei wurde auf österreichischer Seite sowohl das DLM des Bundes als auch der Fließgewässernetz-Datensatz aus Vorarlberg berücksichtigt. Zusammenfassend lässt sich sagen, dass die Landschaftsmodelle in allen drei Ländern erwartungsgemäß ähnlichen Zwecken dienen (z.B. als räumliche Geobasisdaten in GIS u.a. zur Anbindung von Fachdaten sowie als Grundlage für die Kartenproduktion). Auch die Methoden zur Ersterhebung ähneln sich. So wurden in allen drei Ländern u.a. topographische Karten als Digitalisierungsgrundlage verwendet, wenn auch in unterschiedlichen Maßstäben (Deutschland und Schweiz: 1:25.000; Österreich: 1:50.000). In allen drei Modellen wird die Landschaft zweidimensional unter Verwendung einfacher Geometrietypen (Punkte, Linien sowie in Deutschland und der Schweiz auch Flächen) abgebildet. Einzig in der Schweiz wurde darüber hinaus eine explizite Knoten-Kanten-Topologie modelliert. Die Modelle sind in allen drei Ländern in Objektartenkatalogen in natürlicher Sprache beschrieben. In der Schweiz existiert darüber hinaus ein in der Sprache INTERLIS beschriebenes konzeptuelles Schema. Obwohl die digitalen Landschaftsmodelle einen ähnlichen Realweltausschnitt, nämlich auf der Erdoberfläche erkennbare Landschaftsobjekte abbilden, werden für die Einteilung der Objekte in Objektbereiche und Objektarten unterschiedliche Klassifikationen verwendet (s. Abbildung 39). Die Gesamtzahl der Objektarten variiert deutlich aber nicht extrem – sie liegt zwischen 130 (DLM), 150 (ATKIS Basis-DLM) und 155 (VECTOR 25) bzw. 27, 17 und 13 im Bereich Gewässer. Ein weiterer Unterschied liegt in der Abbildung zeitlicher Information. Während im ATKIS-Basis-DLM (alt) keine zeitlichen Informationen geführt werden, erhalten die Objekte in Österreich und der Schweiz einen Zeitstempel, der entweder das Datum (DLM) oder das Jahr (VECTOR25) der letzten Fortführung angibt.

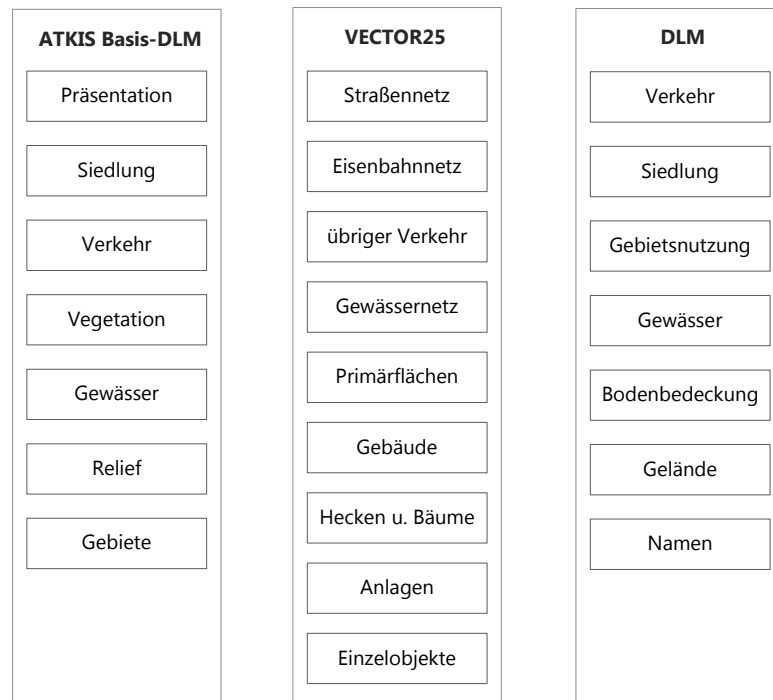


Abbildung 39: Objektbereiche in ATKIS Basis-DLM, VECTOR25 und DLM

Im Vergleich der digitalen Landschaftsmodelle der zweiten Generation wird das deutsche ATKIS Basis-DLM (AAA) dem Schweizer TLM sowie der Modellierung bei INSPIRE (allgemein und speziell im Geodaten-Thema Gewässernetz) gegenüber gestellt. Die vollständige Vergleichstabelle ist in Anhang F enthalten. Die im Kontext der vorliegenden Arbeit wichtigsten Unterschiede liegen in den Bereichen:

- Metamodell, Schemasprache und -profil sowie Kodierung
- Modellierung von Geometrie
- Informationsumfang und Komplexität

Der erste Themenbereich – vor allem die Problematik unterschiedlicher UML-Profile – wird in der Studie „Vergleichende Untersuchungen zur Modellierung und Modelltransformation in der Region Bodensee im Kontext von INSPIRE“ [Eisenhut und Kutzner 2010, 39ff.] ausführlich erörtert und im Folgenden kurz zusammen gefasst. Sowohl die Modellierung der INSPIRE-Schemata als auch des ATKIS-Basis -DLMs im AAA-Anwendungsschema basiert auf dem General Feature Model (GFM) aus der Norm ISO 19109 (s. Kapitel 3.1). Beide Schemata wurden überdies unter Verwendung der Schemasprache UML beschrieben. Dies ist beim standardmäßig unter Verwendung der INTERLIS (basierend auf einem eigenen Metamodell) beschriebenen TLM nicht der Fall. INTERLIS-Schemata können allerdings mit Hilfe eines Werkzeugs auch in der UML visualisiert werden, wofür eine UML-Erweiterung definiert wurde. Alle drei Schemata wurden mit unterschiedlichen UML-Profilen modelliert, wobei das AAA- und die INSPIRE-Schemata auf dem in der ISO 19103 definierten UML-Profil basieren. Ferner werden unterschiedliche Versionen der UML verwendet (AAA: derzeit noch Version 1.4.2 gemäß ISO 19103, INSPIRE: Version 2.1). Das INSPIRE-UML-Profil definiert darüber hinaus spezifische Konstrukte wie beispielsweise den Stereotyp <<voidable>> zum Umgang mit Attributen ohne Wert (s. Kapitel 3.2.2). Analog zur Modellierung unterscheidet sich auch die Kodierung aller drei Schemata. Die Kodierung des AAA-Anwendungsschemas und der INSPIRE-Schemata basiert auf den Normen ISO 19118 und 19136 (Anhang E), allerdings jeweils erweitert um spezifische, in Dokumen-

ten in natürlicher Sprache beschriebene Kodierungsregeln (s. Kapitel 3.4.2 und 3.2.2). Bei beiden erfolgt die Kodierung ferner über den Zwischenschritt eines GML-spezifischen Implementierungsschemas. Demgegenüber wird aus einem INTERLIS-Schema unter Verwendung eigener Regeln standardmäßig das INTERLIS-Transfer-Format (ITF) erzeugt bzw. alternativ ein XML-Schema unter Berücksichtigung von ISO 19118. So kann schließlich auch ein mit GML 3 kompatibles Austauschformat abgeleitet werden, wobei aber nicht alle Konzepte von INTERLIS in GML repräsentierbar sind.

In Bezug auf geometrische Objekteigenschaften liegen die größten Unterschiede bei der Art und Weise, wie diese eingebunden werden sowie der Auswahl an erlaubten Geometrietyphen. Während beim TLM und den INSPIRE-Schemata geometrische Eigenschaften direkt bei einer konkreten, fachlichen Objektklasse als Wert eines Geometrieattributs modelliert werden, werden sie beim AAA-Anwendungsschema über abstrakte Basisklassen, die ISO Raumbezugsgrundformen realisieren, von den konkreten Objektklassen geerbt (s. Kapitel 3.4.2). Im Rahmen der Kodierung werden dann allerdings doch Geometrieattribute eingeführt (s. u.). Die Auswahl an erlaubten Geometrietyphen aus der Norm ISO 19107 ist für das AAA-Anwendungsschema explizit angegeben (s. Kapitel 3.4.2) [Eisenhut und Kutzner 2010, 40ff.]. Für die INSPIRE-Schemata wird die Empfehlung ausgesprochen, sich auf solche ISO 19107 Geometrietyphen zu beschränken, für die es auch in der OGC „simple features“ Spezifikation eine Entsprechung gibt. Hier wären dann im Gegensatz zur Auswahl des AAA-Anwendungsschemas keine geometrischen Komplexe vorgesehen. Im TLM werden weder geometrische Komplexe noch Multi-Geometrietyphen verwendet.

Topologie wird im AAA-Anwendungsschema im Gegensatz zum TLM und zu INSPIRE (Bsp. Geodaten-Themen Verkehrsnetze und Gewässernetz) nicht explizit, sondern nur implizit über die Zugehörigkeit von Objekten zu topologischen Komplexen / Themen modelliert.

Informationsumfang und Komplexität der digitalen Landschaftsmodelle aus Deutschland und der Schweiz können nur schwierig direkt verglichen werden. Während das TLM nur topographische Objekte umfasst, sind die topographischen Objekte des ATKIS Basis-DLM als integrierter Bestandteil des AAA-Anwendungsschemas modelliert, das darüber hinaus auch noch Kataster- und Festpunktinformationen abbildet, wobei Objekte mehreren dieser Sichten zugeordnet sein können. Das gesamte AAA-Anwendungsschema erhält also eine sehr viel höhere Anzahl an Objektklassen als das TLM. Dies trifft aber auch für die Ausschnitte aus beiden Schemata zu, die Gewässerinformationen modellieren (AAA: 15 Objektklassen, TLM: 3 Objektklassen). Das AAA-Anwendungsschema ist im Vergleich zum TLM auch deutlich komplexer strukturiert, beispielsweise mit einer deutlich höheren Anzahl an Stufen in der Vererbungshierarchie [Schilcher et al. 2006, 13].

Darüber hinaus gibt es Unterschiede beim Zeit- bzw. Versionierungskonzept, wo nur das AAA-Anwendungsschema eine Versionierung im eigentlichen Sinne vorsieht, in dem zu jedem Objekt aktuelle und ggf. historische Versionen inkl. Lebenszeitintervall-Informationen in einem Objektbehälter gespeichert werden können. Bei INSPIRE und TLM wird nur eine Version eines Objektes mit Information über den Beginn der Lebensdauer (TLM) bzw. das Lebenszeitintervall (INSPIRE) gespeichert.

Weitere Unterschiede bestehen darin, dass nur im AAA-Anwendungsschema neben der statischen Datenmodellierung auch Operationen und Prozesse modelliert sind [Schilcher et al. 2006, 13].

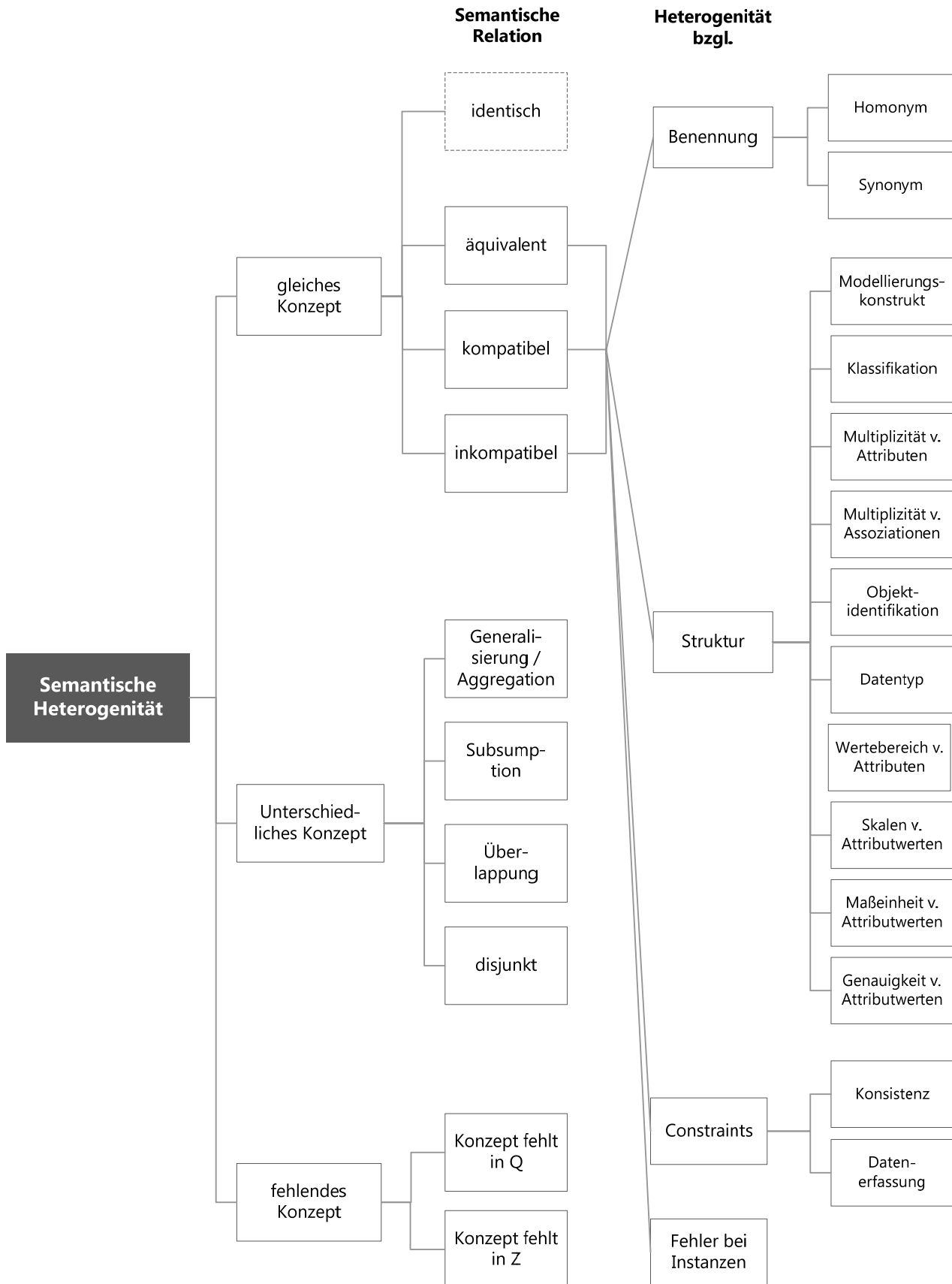


Abbildung 40: Klassifikation der semantischen Relationen und Heterogenitäten

Die detaillierte Analyse der Heterogenität zwischen Elementen („E“) in allen in Kapitel 6 vorgestellten Quell- und Zielschemata („Q“ und „Z“) wurde in der vorliegenden Arbeit unter Verwendung einer eigens entwickelten Klassifikation durchgeführt (s. Abbildung 40 und Tabelle 19). Die Elemente der Klassifikation sowie deren Beschreibung basieren auf Annoni et al. [2008, 5f.], Batini et al. [1986, 334ff.], Kashyap und Sheth [1996, 286ff.], Nyerges [1989, 163ff.], Reitz [2010a, 207ff.], Scharffe [2009, 7ff.] und Stoter et al. [2009, 92ff.] sowie auf den empirischen Erfahrungen aus den in dieser Arbeit untersuchten Transformationsfällen. Beispiele werden – soweit möglich – ebenfalls aus den Transformationsfällen herangezogen. Ausgewählte Beispiele sind im Anschluss an die Tabelle ausführlich erläutert. Hierbei liegt der Schwerpunkt auf dem Transformationsfall I, da dieser der umfangreichste und komplexeste ist.

Die in Tabelle 19 aufgeführten Arten von semantischen Relationen und Heterogenitäten können dabei prinzipiell auf unterschiedlichen Ebenen auftreten. Sie können sich auf konzeptuelle Schemata bzw. Anwendungsschemata als Ganzes beziehen, und dann beispielsweise den Grad der Abdeckung einer Anwendungsdomäne in unterschiedlichen Detaillierungsgraden (Granularität) beschreiben. Andere sind erst auf der Datenebene, d.h. unter Heranziehung von dem Schema entsprechenden Instanzen identifizierbar. Die Heterogenitäten können sich darüber hinaus auf unterschiedliche Elemente eines Schemas beziehen (z.B. Objektklassen, Attribute, Relationen oder Constraints). Zwischen der semantischen und strukturellen Ebene ist oft keine scharfe Trennung möglich, da beispielsweise ein Unterschied in der Semantik strukturelle Unterschiede bedingen kann und umgekehrt.

Art der semantischen Relation	Abk.	Beschreibung	Beispiel
<b>Gleiches Konzept</b>	GK		
<b>identisch</b>	GK-ID	E <sub>Q</sub> und E <sub>Z</sub> sind exakt gleich, d.h. gleiche Konzepte, denen die gleichen Vorstellungen zu Grunde liegen wurden auf gleiche Art und Weise modelliert.	Ein See wird in zwei Schemata mit den gleichen Attributen (gleiche Namen, gleiche Datentypen, gleiche Wertebereiche, gleiche Constraints, etc.) und gleichen Assoziationen modelliert (kommt in den hier vorgestellten Transformationsfällen nicht vor)
<b>äquivalent</b>	GK-Ä	E <sub>Q</sub> und E <sub>Z</sub> sind nicht exakt gleich, d.h. gleiche Konzepte, denen die gleichen Vorstellungen zu Grunde liegen wurden auf unterschiedliche, aber äquivalente Art und Weise modelliert. Zwischen E <sub>Q</sub> und E <sub>Z</sub> kann eine 1:1 Korrespondenz hergestellt werden oder E <sub>Z</sub> kann aus E <sub>Q</sub> durch eine äquivalenzerhaltende Transformation abgeleitet werden.	Ein Attribut, das eine auf der gleichen Methodik basierende Gewässerordnungszahl enthält hat in Q den Datentyp Integer und in Z den Datentyp CharacterString.
<b>kompatibel</b>	GK-K	E <sub>Q</sub> und E <sub>Z</sub> sind weder identisch noch äquivalent, aber die für die gleichen Konzepte verwendeten Modellierungskonstrukte, Vorstellungen sowie Bedingungen und Einschränkungen sind kompatibel und widersprechen sich nicht.	Die Breite eines Gewässers ist in Q in drei Breitenklassen eingeteilt, die sich auf untere und obere Bereichswerte eines Breitenattributs in Z abgebildet werden können (s. Abbildung 46).
<b>inkompatibel</b>	GK-IK	E <sub>Q</sub> und E <sub>Z</sub> sind inkompatibel, obwohl sie das gleiche Konzept abbilden.	In Q und Z wird die Breite eines Gewässers durch inkompatible Breitenklassen verwendet, die sich auch nicht ineinander überführen lassen.

Art der semantischen Relation	Abk.	Beschreibung	Beispiel
<b>Unterschiedliches Konzept</b>	UK		
<b>Generalisierung / Aggregation</b>	UK-GA	Ein Konzept wird in Q und Z als Objektklasse auf unterschiedlicher Generalisierungsebene abgebildet, d.h. $E_Q$ ist Subtyp / Supertyp von $E_Z$ oder umgekehrt. Ein Konzept wird in einem der beiden Schemata (Q oder Z) als Aggregation mehrerer Elemente abgebildet und im anderen nicht.	s.u.
<b>Subsumption</b>	UK-S	Ein Konzept wird in einem Schema als Element abgebildet, das von einem Element im anderen Schema subsummiert wird, d.h. $E_Q$ ist Teilmenge von $E_Z$ ( $E_Q \subset E_Z$ ) oder umgekehrt.	s.u., Abbildung 41
<b>Überlappung</b>	UK-Ü	Ein Konzept wird in den Schemata durch sich überlappende Elemente abgebildet, d.h. die Schnittmenge von $E_Q$ und $E_Z$ ist nicht leer ( $E_Q \cap E_Z \neq \emptyset$ ).	s.u.
<b>Disjunkte Konzepte</b>	UK-D	Ein Konzept wird in den Schemata durch komplett disjunkte Elemente abgebildet, d.h. die Schnittmenge von $E_Q$ und $E_Z$ ist leer ( $E_Q \cap E_Z = \emptyset$ ).	s.u.
<b>Fehlendes Konzept</b>	FK	Ein bestimmtes Konzept fehlt entweder in Q oder Z ganz.	s.u.
Heterogenität bzgl.	Abk.	Beschreibung	Beispiel
<b>Benennung</b>	B		
<b>Homonym</b>	B-HN	Gleiche Begriffe werden für unterschiedliche Konzepte in Q und Z verwendet.	Als klassisches Beispiel wird hier meist „Bank“ als Sitzgelegenheit oder als Geldinstitut angeführt.
<b>Synonym</b>	B-SN	Unterschiedliche Begriffe werden für gleiche Konzepte in Q und Z verwendet.	„Kläranlage“ im deutschen Schema, „Abwasserreinigungsanlage“ im Schweizer Schema.
<b>Struktur</b>	S		
<b>Modellierungs-konstrukt</b>	S-MK	Gleiche Konzepte wurden in Q und Z unter Verwendung unterschiedlicher Typen von Modellierungskonstrukten abgebildet.	s.u.
<b>Klassifikation</b>	S-K	In Q und Z werden unterschiedliche Klassifikationssysteme bei der Einteilung in Objektklassen oder in Attributwerte verwendet.	s.u.
<b>Multiplizität von Attributen</b>	S-MAT	Attribute haben in Q und Z eine unterschiedliche Multiplizität (z.B. 0..1, 1, 1..*).	s.u.
<b>Multiplizität von Assoziationen</b>	S-MAS	Mehrere Objekte sind in Q über Assoziationen mit anderen Multiplizitäten verbunden als in Z.	Eine Pegelmessstelle kann in Q mit genau einer verantwortlichen Stelle und in Z mit mehreren verantwortlichen Stellen verbunden sein.
<b>Objekt-identifikation</b>	S-OID	Gleichen Konzepten in Q und Z sind unterschiedliche Arten von Schlüsseln zugeordnet.	s.u.
<b>Datentyp von Attributen</b>	S-DTA	Attribute in Q und Z haben einen unterschiedlichen Datentyp.	s.u.

Heterogenität bzgl.	Abk.	Beschreibung	Beispiel
<b>Wertebereich von Attributwerten</b>	S-WBA	Für Attribute in Q und Z ist ein unterschiedlicher Wertebereich definiert.	Ein Attribut zur Beschreibung des Zustandes eines künstlichen Wasserlaufes (z.B. Kanal) hat in Q den Wertebereich „Außer Betrieb, stillgelegt, verlassen“ , „im Bau“ und in Z den Wertebereich „disused“ (stillgelegt), „functional“ (funktionsfähig), „projected“ (projektiert), „underConstruction“ (im Bau).
<b>Skalierung von Attributwerten</b>	S-SKA	Attributwerte in Q und Z haben ein unterschiedliches Skalenniveau.	Eine Benotung wird in Q in Form einer Ordinalskala mit Noten von 1 bis 6 und in Z in Form einer Verhältnisskala mit den erreichten Punktwerten abgebildet.
<b>Maßeinheit von Attributwerten</b>	S-MEA	Attributwerte in Q und Z werden in unterschiedlichen Maßeinheiten angegeben.	Die Länge eines Flusselements wird in Q in Kilometern und in Z in Metern angegeben.
<b>Genauigkeit von Attributwerten</b>	S-GA	Die Genauigkeit oder Auflösung von Attributwerten unterscheidet sich in Q und Z.	Eine Längenangabe basiert in Q und Z auf unterschiedlichen Messgenauigkeiten.
<b>Constraints</b>	C		
<b>Konsistenzbedingungen</b>	C-IB	Ein Attribut hat nur in einem von beiden Schemata (Q oder Z) Konsistenzbedingungen oder die Attribute in Q und Z haben unterschiedliche, nicht kompatible Konsistenzbedingungen.	s.u.
<b>Datenerfassungskriterien</b>	C-DE	Die Bedingungen für die Erfassung und Unterteilung von Objekten der realen Welt unterscheiden sich in Q und Z.	s.u.
<b>Fehler bei Instanzen</b>	FI	Die Instanzen sind fehlerhaft z.B. durch verletzte Integritätsbedingungen, fehlende oder falsche Attributwerte.	Ein Attribut hat einen Wert, der außerhalb des Wertebereichs liegt oder hat keinen Wert, obwohl keine Nullwerte vorgesehen sind.

Tabelle 19: Klassifikation und Definition der semantischen Relationen und Heterogenitäten

### Aggregation

Folgendes Beispiel aus Transformationsfall I illustriert die Zuordnungsprobleme in Fällen, in denen ein ähnliches Konzept in einem der beiden Schemata als Aggregation mehrerer Objekte modelliert wird:

Wie in Kapitel 6.1.3 beschrieben, sind im Quellschema Objekte der Klasse `AX_Wasserlauf` aus einem oder mehreren REO Objekten der Klasse `AX_Fliessgewaesser` (Gewässer über 12 m Breite als flächenförmige Objekte) und/oder `AX_Gewaesserachse` (Gewässer bis 12 m Breite als linienförmige Objekte) aggregiert. Die geometrischen Eigenschaften werden dabei nicht bei `AX_Wasserlauf` sondern bei den Bestandteilen `AX_Fliessgewaesser` oder `AX_Gewaesserachse` – und hier auch nur über Vererbung und Realisierung – geführt. Im Zielschema gibt es eine Klasse `Watercourse`, bei der die Geometrie direkt als Attribut geführt wird. Prinzipiell wären zwei verschiedene Zuordnungen möglich [Spilker 2011, 71f.]:

- a) Überführung eines jeden `AX_Fliessgewaesser` / `AX_Gewaesserachse` Objektes in ein eigenes `Watercourse` Objekt
- b) Verschmelzung aller mit einem `AX_Wasserlauf` über Aggregationsbeziehungen verbundenen `AX_Fliessgewaesser` / `AX_Gewaesserachse` Objekte zu einem Objekt der Klasse `AX_Wasserlauf` und anschließende Überführung in ein `Watercourse` Objekt.

In der vorliegenden Arbeit wird die erste Variante verfolgt. Dies ist zum einen in den o.g. Objektbildungsregeln im Quellmodell begründet, nach denen ein neues REO Objekt erzeugt wird, wenn sich beispielsweise der Geometrietyp oder ein Attributwert ändert. Im Zielmodell haben alle Attribute (bis auf `geographicalName`) Multiplizitäten von maximal 1, d.h. bei einer Objektinstanz kann bei einem Attribut auch nur ein Wert geführt werden. Auf der Ebene der elementaren Objekte `AX_Fliessgewaesser` bzw. `AX_Gewaesserachse` wird darüber hinaus auch ein eindeutiger Objektidentifikator geführt, der für die Generierung des `inspireID` Attributs benötigt wird. Bei Variante 1 muss allerdings beachtet werden, dass einige für die Herleitung von Attributen der Zielobjektklasse `Watercourse` benötigte Informationen in Attributen der zusammengesetzten Objekten der Klasse `AX_Wasserlauf` geführt werden (z.B. `name`, `gewaesser kennzahl`).

Im GML-Instanzdokument wird die Verbindung zu Objekten der Klasse `AX_Wasserlauf` bei den `AX_Fliessgewaesser` Objekten über die die „istTeilVon“ Assoziation, ausgedrückt als XLink Referenz geführt (s Listing 4).

```
<AX_Fliessgewaesser gml:id="DEBY7937002SC002">
  <gml:identifizier codeSpace="http://www.adv-online.de
  /">urn:adv:oid:DEBY7937002SC002</gml:identifizier>
  ...
  <istTeilVon xlink:href="urn:adv:oid:DEBY7937002SC000" />
  ...
</AX_Fliessgewaesser>
```

Listing 4: Aggregationsbeziehung bei `AX_Fliessgewaesser` im ATKIS Basis-DLM (AAA) NAS GML-Instanzdokument

### Subsumption

Die Objektklasse `Watercourse` im INSPIRE Gewässernetz Zielschema in Transformationsfall I beinhaltet natürliche und künstliche Fließgewässer, während die Objektklasse `AX_Kanal` im ATKIS Basis-DLM (AAA) Quellschema nur künstliche Fließgewässer umfasst und daher eine Teilmenge der erstgenannten Objektklasse bildet.

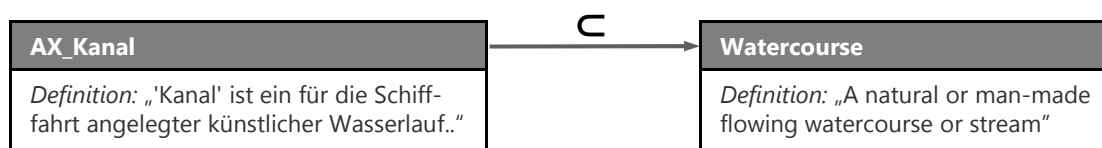


Abbildung 41: Subsumption von `AX_Kanal` im ATKIS Basis-DLM (AAA) unter `Watercourse` im INSPIRE Gewässernetz

Ein weiteres Beispiel auf der Attributebene sind die Attribute, die den Namen eines Objektes führen. Bei allen in den Transformationsfällen verwendeten Quellschemata wird der Name durch ein einfaches Textattribut (Ausnahme: der Datentyp `AX_Lagebezeichnung`, s.u.) wiedergegeben. In den INSPIRE-Schemata hingegen wird das komplexe, mehrfach geschachtelte `geographicalName` Attribut verwendet (s. Abbildung 42), das neben dem eigentlichen Namen noch eine Reihe weiterer Informationen enthält wie beispielsweise die Sprache, Quelle oder Aussprache des Namens.



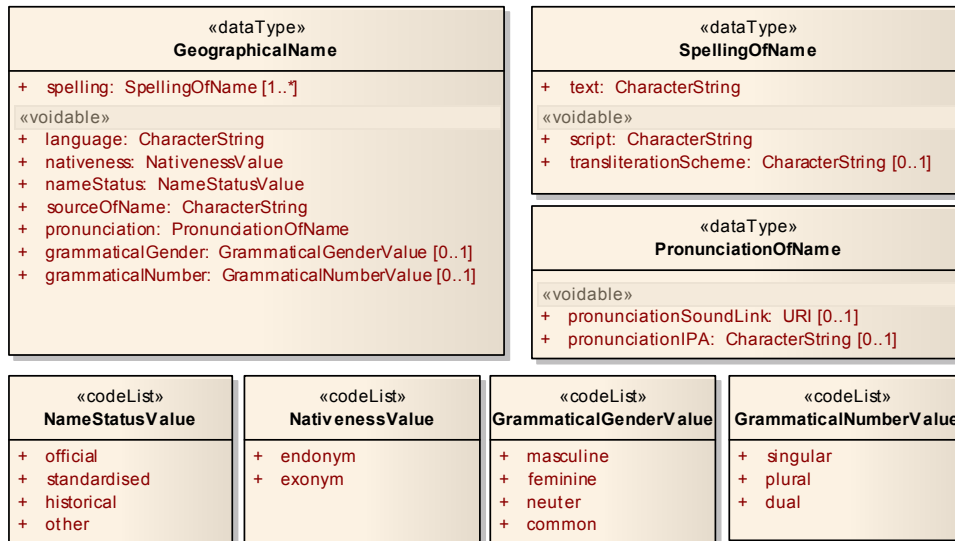


Abbildung 42: Attribut geographicalName im INSPIRE Gewässernetz Schema [INSPIRE DT DS TWG 2010b]

### Disjunkte Konzepte

Im Transformationsfall I werden sowohl im Quell- als auch im Zielschema Informationen zur Gewässerordnung geführt. Hierbei handelt es sich aber um zwei völlig unterschiedliche Konzepte, was aus der Definition der jeweiligen Attribute ersichtlich wird (s. Abbildung 43). Das Attribut *widmung* der Objektklasse *AX\_Wasserlauf* im ATKIS Basis-DLM (AAA) beinhaltet eine gesetzliche Klassifizierung, die ausdrückt, welche Ebene (z.B. Bund oder Land) für ein bestimmtes Gewässer zuständig ist, wobei die erste Ordnung darüber hinaus durch zwei Werte repräsentiert wird („Gewässer I. Ordnung – Bundeswasserstraße“ und „Gewässer I. Ordnung - nach Landesrecht“) [AdV 2008b, 147f.]. Im INSPIRE Gewässernetz Schema hingegen ist im Attribut *streamOrder* der Objektklasse *Watercourse* eine hydrologische Klassifizierung (z.B. nach Strahler) gefragt, die den Grad der Verzweigung in einem Gewässernetz ausdrückt [INSPIRE TWG HY 2010, 27]. Eine Abbildung zwischen diesen beiden Attributen ist semantisch gesehen nicht sinnvoll und wird daher nicht durchgeführt.

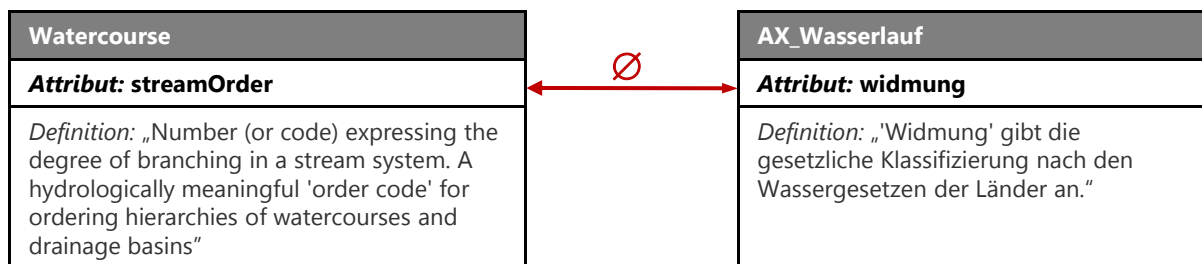


Abbildung 43: Disjunkte Konzepte bei der Gewässerordnung in INSPIRE Gewässernetz (links) und ATKIS Basis-DLM (AAA) (rechts)

## Fehlendes Konzept

Das Fehlen eines im Zielschema beispielsweise in einem Objekt oder Attribut modellierten Konzeptes in den Quellschemata ist der am häufigsten auftretende Heterogenitätstyp. Hier lassen sich grundsätzlich drei Fälle unterscheiden:

- Ein Attribut fehlt im Quellschema, das Attribut im Zielschema kann aber durch das Setzen eines Standardwertes befüllt werden.
- Ein direkt korrespondierendes Objekt / Attribut fehlt im Quellschema, benötigte Informationen können aber aus anderen Objekten / Attributen über eine Transformationsfunktion hergeleitet werden.
- Ein Objekt / Attribut fehlt im Quellschema und kann auch nicht hergeleitet werden. Bei Attributen kann hier wiederum unterschieden werden, ob es sich um ein Pflichtattribut handelt oder nicht und ob es „voidable“ ist.

Ein Beispiel für den ersten Fall ist das Attribut `geographicalName` im INSPIRE Gewässernetz-Schema (s. Abbildung 42). Wie oben beschrieben, ist in den Quellschemata in der Regel nur ein einfaches Namensattribut vorhanden, das auf das `text` Subattribut abgebildet werden kann. Einige der anderen Subattribute können mit Standardwerten belegt werden, z.B. „Latn“ für `geographicalName.spelling.script` (im Datensatz wird lateinische Schrift verwendet), „ger“ für `geographicalName.language` oder „endonym“ für `geographicalName.nativeness` (da Datensätze in der Landessprache in der Regel die Endonyme enthalten).

Der zweite Fall kann durch ein Beispiel aus Transformationsfall III illustriert werden. Für die bei der Objektklasse `Watercourse` im INSPIRE Gewässernetz-Zielschema geführten Attribute `origin` und `level`, die angeben, ob ein Wasserlauf natürlicher oder anthropogener Herkunft ist bzw. ob er über, auf oder unter der Erde verläuft, gibt es im VoGIS Fließgewässerdatensatz keine direkt korrespondierenden Attribute. Dennoch können Werte für die Attribute `origin` und `level` zum Teil aus Werten des Attributs `LEVEL` indirekt hergeleitet werden (s. Abbildung 44). So kann beispielsweise davon ausgegangen werden, dass eine Wasserleitung menschengemacht ist während ein Fluss natürlicher Herkunft ist. Bei der Klasse „See, Teich“ ist hier hingegen keine eindeutige Zuordnung möglich, weswegen der Wert auf „Unknown“ gesetzt werden muss. Dies ist ebenso der Fall bei der Abbildung des Wertes „Wasserleitung (oberirdisch)“, da nicht eindeutig erkennbar ist, ob die Wasserleitung auf der Erdoberfläche („onGroundSurface“) oder darüber („suspendedOrElevated“) verläuft.

Sofern keine Informationen für ein Attribut im Zielschema herleitbar sind (Fall 3), und es sich hierbei um ein „voidable“ Attribut handelt, kann es mit dem Wert „void“ bzw. dem Grund für das Nichtvorhandensein („Unknown“ oder „Unpopulated“) belegt werden. Entsprechende Fälle sind in Tabelle 33 in Kapitel 7.3 ersichtlich.

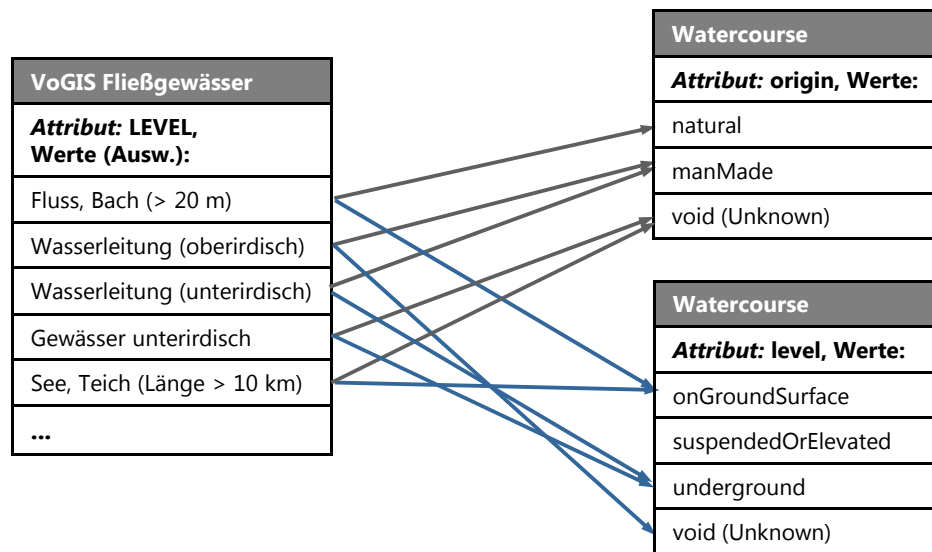


Abbildung 44: Indirekte Herleitung von Werten für Attribute der INSPIRE Gewässernetz Objektklasse Watercourse (rechts) aus einem Attribut der VoGIS Fließgewässerdaten (links) [nach Fichtinger und Kutzner 2010, 40]

Was bei einer Definition der Abbildung ferner berücksichtigt werden muss, ist die Tatsache, dass das AAA-Anwendungsschema verschiedene Sichten auf ein Objekt ermöglicht, das nur einmal modelliert ist. Dies ist einerseits ein Vorteil, weil Redundanzen verringert werden. Aus der Sicht der semantischen Transformation kann dies aber auch zu Problemen führen, wenn die Abbildung unter Verwendung des konzeptuellen AAA-Anwendungsschemas definiert wird, die zur Transformation herangezogenen Daten aber aus einem der drei Informationsprodukte – im Falle des INSPIRE Gewässernetz-Schemas aus dem ATKIS Basis-DLM – stammen. Das durch den entsprechenden Objektartenkatalog definierte ATKIS Basis-DLM [AdV 2008b] sieht für eine Reihe von Objektklassen nämlich nur die Führung einer Teilmenge der im Gesamtschema modellierten Informationen vor. Ein Beispiel hierfür ist das Attribut `funktion` der Objektklasse `AX_StehendesGewaesser`, für das im AAA-Anwendungsschema eine CodeList mit folgenden möglichen Werten modelliert ist [AdV 2009b]:

- See = 8610
- Teich = 8620
- Stausee = 8630
- Speicherbecken = 8631
- Baggersee = 8640
- Sonstiges = 9999

In der Abbildung könnten daraus z.B. Werte für das oben beschriebene Attribut `origin` der Objektart `StandingWater` im Zielschema abgeleitet werden. Gemäß des Objektartenkatalogs für das ATKIS Basis-DLM ist in diesem die Belegung des Attributs allerdings auf den Wert für „Baggersee“ beschränkt [AdV 2008b, 157]. [Spilker 2011, 79f.]. In der durch den entsprechenden Objektartenkatalog festgelegten ALKIS-Sicht sind dagegen alle o.g. Werte für die Belegung vorgesehen [AdV 2008a, 278].

## Modellierungskonstrukt

Bestimmte Arten von Realweltobjekten (z.B. Dämme) werden im Quell- und Zielschema unter Verwendung unterschiedlicher Modellierungskonstrukte abgebildet. So fasst beispielsweise die Objektklasse `AX_BauwerkImGewaesserbereich` verschiedene Objektarten zusammen, die durch die Werte des Attributes `bauwerksfunktion` unterschieden werden. Im INSPIRE Gewässernetz-Schema werden Dämme dagegen (zusammengefasst mit Wehren) als eigene Objektklasse modelliert (s. Abbildung 45). Ferner unterscheidet sich hier die Klassifikation von Objektarten in ihrer Granularität. Während im Zielschema nur eine Klasse `DamOrWeir` (Damm oder Wehr) existiert, werden im Quellschema Dämme weiter in zwei verschiedene (durch Attributwerte ausgedrückte) Klassen (Staumauer und Staudamm) unterschieden. Eine Abbildung ist hier nur in eine Richtung (Quelle → Ziel) möglich.

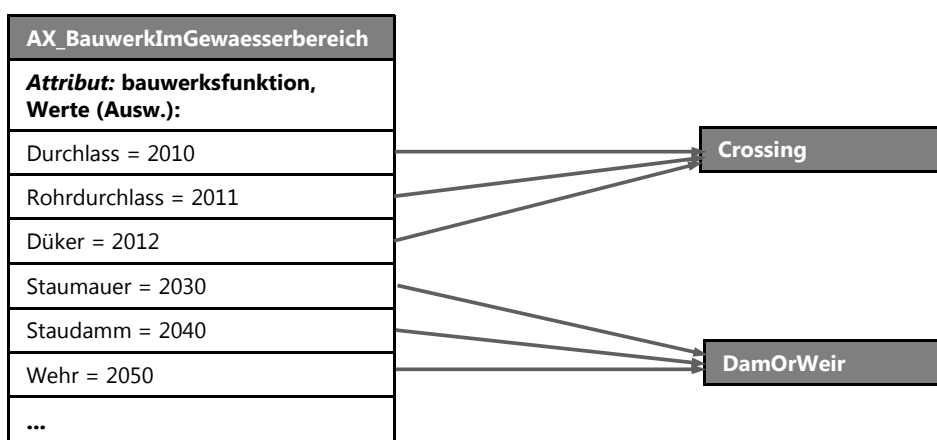


Abbildung 45: Modellierung einer Objektart als Attributwert im ATKIS Basis-DLM (AAA) (links) und als Objektklasse im INSPIRE Gewässernetz-Schema (rechts)

## Klassifikation

Die zur Einteilung von Objekten in Objektklassen als auch zur Einteilung in Attributwerte verwendeten Klassifikationen unterscheiden sich in den Quell- und Zielschemata.

Die VoGIS Quelldaten aus Transformationsfall III enthalten beispielsweise verschiedene Arten von Gewässern (Flüsse, Seen, Wasserleitungen, etc.). Unterscheidbar sind diese über Werte des Attributs `LEVEL` (s. Tabelle 20). Dieses Attribut beinhaltet darüber hinaus weitere, unterschiedliche Informationsebenen, beispielsweise in welche Breitenklasse ein Gewässer fällt, ob es ober- oder unterirdisch verläuft oder ob es sich um eine fiktive Gewässerachse handelt. Diese Art der Klassifikation spiegelt den ursprünglichen Zweck der Daten zur kartographischen Darstellung wieder. Durch Filtern von Objekten basierend auf den Werten des Attributs `LEVEL` können jene dann beispielsweise der Objektklasse `Watercourse` (bei Werten 1, 2, 3, etc.) oder `StandingWater` (bei Werten 11, 12, 13, etc.) im ERiskA-Zielschema zugeordnet werden. Hier liegt darüber hinaus ein Beispiel für eine Überlappung vor. Während `Watercourse` alle Arten von natürlichen oder menschengemachten Fließgewässer-Objekten (also z.B. auch Kanäle) umfasst, sind Kanäle im Quellschema nicht repräsentiert. Die Klassifikation im Quellschema enthält darüber hinaus aber auch stehende Gewässer wie beispielsweise Seen oder Teiche.

Datensatz flu50t			
Attribut: LEVEL			
Wert	Definition	Wert	Definition
1	Fluss, Bach ( > 20 m)	22	imag. Achse f. Fluss, Bach ( 5-20 m)
2	Fluss, Bach ( 5-20 m)	23	imag. Achse f. Fluss, Bach ( < 5 m)
3	Fluss, Bach ( < 5 m)	24	imag. Achse f. zw. wasserf. Gew.
4	zeitweise wasserführend	25	imag. Linie zw. Einmündung und Flussmitte (nur bei Rheinzufüssen)
5	Wasserleitung (oberirdisch)	30	Insel
6	Wasserleitung (unterirdisch)	59	Fiktiver unterirdischer Verlauf
7	Gewässer unterirdisch	60	Imaginäres Ufer
11	See, Teich (Länge > 10 km)	70	in OK50 fehlend, Breite nicht bekannt
12	See, Teich (Länge 4-10 km)	71	Fluss, Bach ( > 20 m), korrigiert
13	See, Teich (Länge 2-4 km)	72	Fluss, Bach ( 5-20 m), korrigiert
14	See, Teich (Länge < 2 km)	73	Fluss, Bach ( < 5 m), korrigiert
18	Nasser Boden	74	zeitweise wasserführend, korrigiert
19	Sumpf, Moorboden	80	Überlauf
21	imag. Achse f. Fluss, Bach ( > 20 m)		

Tabelle 20: Werte des Attributs LEVEL im VoGIS Fließgewässernetz-Datensatz [nach LVA 2008]

Die oben angesprochene Gewässerbreite ist gleichzeitig ein Beispiel für die unterschiedliche Klassifikation von Attributwerten. Da sich die tatsächliche Breite eines Gewässers im Verlauf eines Gewässers von der Quelle bis zu Mündung ändert und darüber hinaus zeitlichen Schwankungen unterliegt, wird die Breite oft nicht absolut sondern durch eine Zuordnung zu Breitenklassen angegeben. Im ATKIS Basis-DLM (AAA) beispielsweise werden Gewässerobjekte der Klasse `AX_Gewaesserachse` (Breite bis zu 12 m) in drei Breitenklassen eingeteilt (bis zu 3 m, über 3 bis 6 m, über 6 bis 12 m) [AdV 2008b, 152]. In den VoGIS Daten werden Objekte der Klasse `Fluss` ebenfalls in drei Breitenklassen (kleiner 5 m, 5 bis 20 m und über 20 m) eingeteilt [LVA 2008, o.S.], die allerdings nicht mit denen aus dem ATKIS Basis-DLM kompatibel sind (s. Abbildung 46). Im INSPIRE Gewässernetz-Zielschema wird die Breite bei Objekten der Klasse `Watercourse` im Attribut `width` als Bereich mit einer unteren („lower“) und oberen („upper“) Schranke angegeben. Dies würde eine Abbildung der Attributwerte aus beiden Quellschemata auf das `width` Attribut möglich machen, beispielsweise folgendermaßen für die ATKIS Basis-DLM Daten:

- if LEVEL = 3, then width.lower = 1 and width.upper = 3 (Bei nicht angegebener unterer Schranke sieht INSPIRE die Zuweisung des Wertes 1 vor.)
- if LEVEL = 6, then width.lower = 3 and width.upper = 6
- if LEVEL = 12, then width.lower = 6 and width.upper = 12

Streng genommen müsste es hier allerdings „≤ 3, „> 3“ und „> 6“ und heißen, um eine eindeutige Zuordnung dieser Werte zu gewährleisten, was in der Praxis aber wohl vernachlässigt werden kann.

Für die als Objekte der Klasse `AX_Fliessgewaesser` flächenhaft modellierten Gewässer mit einer Breite von über 12 m wird kein Breitenattribut geführt. Die Breite könnte hier evtl. aus der Geometrie abgeleitet werden, wobei festgelegt werden müsste, in welchen Abständen die Breite ermittelt werden soll. Die INSPIRE Gewässernetz Datenspezifikation schreibt nun für das `width` Attribut vor, dass die Breitenklassifikation innerhalb eines Datensatzes konsistent sein muss. Also müssten die aus der Geometrie ermittelten Breitenwerte ausgedrückt werden, in dem die oben beschriebene Abbildung der Klassifikation erweitert wird. In der INSPIRE-Datenspezifikation wird darüber hinaus allerdings empfohlen, in Fällen, in denen die tatsächliche Breite bekannt ist, die Werte für die unteren und oberen Schranken gemäß folgender Klassifikation anzugeben: 1 bis 5 m, 5 bis 20 m, 20 bis 50 m, 50 bis 125m [INSPIRE TWG HY 2010, 89]. Diese ist wiederum inkonsistent mit der oben genannten Abbildung. Eine pragmatische Lösung ist, für `AX_Gewaesserachse` oben beschriebene Abbildung zu verwenden und bei `AX_Fliessgewaesser` das `width` Attribut mit dem Wert „Void („Unpopulated“) zu belegen.

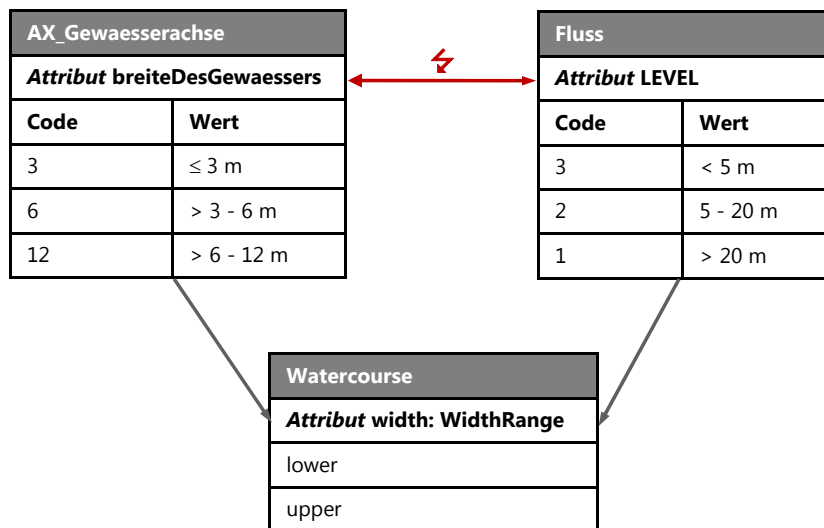


Abbildung 46: Semantische Heterogenität - Klassifikation

### Multiplizität von Attributen

Der Fall, dass korrespondierende Attribute in Quell- und Zielschema mit unterschiedlichen Multiplizitäten belegt sind, tritt häufig auf. So sind beispielsweise alle bis auf ein bei der Objektklasse `AX_Gewaesserachse` im ATKIS Basis-DLM (AAA) definiertes Attribut optional (s. Abbildung 47). Die Attribute `breiteDesGewaessers` und `hydrologischesMerkmal` würden allerdings für die Abbildung auf die Attribute `width` und `persistence` der Objektklasse `Watercourse` im INSPIRE Gewässernetz Zielschema benötigt, die beide Pflichtattribute (Multiplizität = 1) sind.

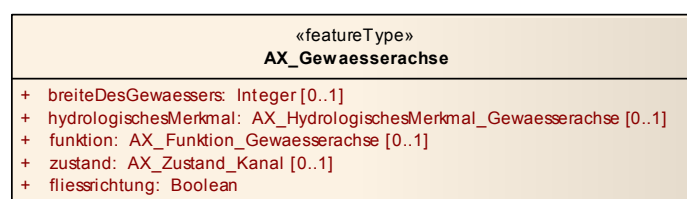


Abbildung 47: Multiplizität der Attribute der Objektklasse `AX_Gewaesserachse` aus dem ATKIS Basis-DLM (AAA) [AdV2009b]

### Datentyp von Attributen

Ein Sonderfall sind hierbei Auswahldatentypen mit dem Stereotyp <<Union>>. Dieser ermöglicht, dass für Instanzen in einem Datensatz unterschiedliche Attribute aus der bei dem Datentyp angegebene Auswahl verwendet werden können. Das Attribut name der Objektklasse AX\_StehendesGewaesser mit dem Auswahldatentyp AX\_Lagebezeichnung ist ein Beispiel hierfür (s. Abbildung 48). AX\_Lagebezeichnung beinhaltet entweder eine unverschlüsselte Lagebezeichnung vom Typ CharacterString oder eine verschlüsselte Lagebezeichnung vom Typ AX\_VerschlüsselteLagebezeichnung, die sich aus den Attributen land, regierungsbezirk, kreis, gemeinde und lage zusammensetzt. Das name Attribut von Objekten der Klasse AX\_StehendesGewaesser wird bei der Transformation zur Erzeugung des geographicalName Attributs der StandingWater Objekte benötigt [Spilker 2011, 72]. Es wäre also eigentlich erst auf der Ebene des GML-Instanzdokuments ersichtlich, welches der beiden AX\_Lagebezeichnung Attribute bei einem Objekt geführt wird. Im Erläuterungsdokument zum ATKIS Basis-DLM ist aber festgeschrieben, dass bei zur ATKIS-Sicht gehörenden Objekten, AX\_Lagebezeichnung nur in der unverschlüsselten Form, d.h. mit Langnamen, geführt wird [AdV 2008c, 40]. In den in Transformationsfall I verwendeten NAS GML-Instanzdaten wird bei AX\_StehendesGewaesser Objekten das Attribut name allerdings gar nicht geführt, was aber nicht heißt, dass dies für alle Objekte dieser Klasse in ganz Deutschland genau so gehandhabt wird und oben genannte Probleme nicht doch auftreten könnten.

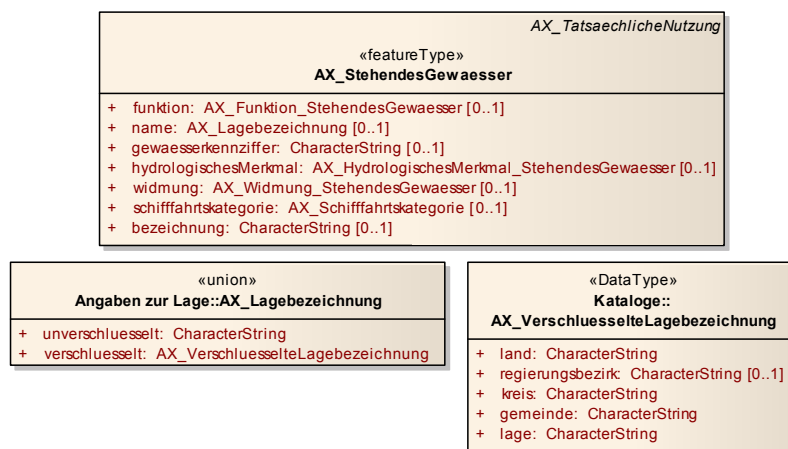


Abbildung 48: Auswahldatentyp für name Attribut der ATKIS Basis-DLM (AAA) Objektklasse AX\_StehendesGewaesser [AdV 2009b]

## Modellierung geometrischer Eigenschaften als Spezialfall von Datentypen

Aus den Beschreibungen in den Kapiteln 6.1.3 und 6.1.4 wird ersichtlich, dass in Transformationsfall I geometrische Eigenschaften in den konzeptuellen Quell- und Zielschemata auf unterschiedliche Weise modelliert werden. Im ATKIS Basis-DLM (AAA) Quellschema werden geometrische Eigenschaften nicht – wie im INSPIRE Gewässernetz-Zielschema – als Attribute bei den tatsächlichen fachlichen Objektklassen geführt, sondern über Vererbung und Realisierung verwendet (s. Abbildung 49). Die in der Abbildung auf der rechten Seite dargestellte Objektklasse `AX_Fliessgewaesser` erbt über mehrere Stufen von der abstrakten Klasse `TS_SurfaceComponent`, die im UML-Schema als Realisierung von `GM_CompositeSurface` modelliert ist. Bei der auf der linken Seite dargestellten Klasse `SurfaceWater` wird ein `geometry` Attribut vom Typ `GM_Primitive` direkt geführt. Dieser abstrakte Typ würde theoretisch die Verwendung aller geometrischen Primitive (Subtypen von `GM_Primitive`) als Geometrietypen erlauben (also z.B. `GM_Point`, `GM_Curve`, `GM_OrientableCurve`, `GM_Surface` oder `GM_OrientableSurface` für zweidimensionale Geometrien). In der Subklasse `Watercourse` wird dies allerdings über eine Constraint auf `Curve` (d.h. `GM_Curve`, `GM_OrientableCurve`) oder `Surface` (d.h. `GM_Surface`, `GM_OrientableSurface`) beschränkt. `GM_CompositeSurface` hingegen ist ein geometrischer Komplex. Der semantische Unterschied zwischen geometrischen Primitiven und Komplexen besteht darin, dass erstere Einzelobjekte sind, die nicht mehr in weitere Primitive zerlegt werden können wohingegen letztere aus geometrischen Primitiven und deren topologischen Randmengen zusammen gesetzt sind, wobei sich die Elemente nicht selbst überschneiden und nicht gegenseitig überlappen dürfen. Darüber hinaus werden im Quellschema auch noch geometrische Aggregate (z.B. `GM_MultiCurve` und `GM_MultiSurface`) verwendet, die semantisch gesehen unstrukturierte Sammlungen von geometrischen Primitiven sind [Andrae 2009, 45ff.]. Das INSPIRE Generic Conceptual Model legt fest, dass geometrische Eigenschaften auf vier verschiedene Arten modelliert werden dürfen: (1) über ein Attribut mit einem Geometrietyt als Wert bei der Objektklasse, (2) über einen geographischen Identifikator aus einem Gazetteer als Attributwert bei der Objektklasse, (3) über eine Coverage Funktion als Attributwert bei der Objektklasse, oder (4) über Referenzen zu anderen räumlichen Objekten [INSPIRE DT DS 2010b, 80]. Eine Modellierung über Vererbung und Realisierung wie im Quellschema ist also nicht vorgesehen. In den INSPIRE-Anwendungsschemata wird die o.g. Empfehlung der Beschränkung auf „simple features“ nicht immer umgesetzt. In einigen Schemata (z.B. „Geographische Bezeichnungen“, „Flurstücke“, „Schutzgebiete“) wird bei machen Objektklassen nur die abstrakte Basisklasse `GM_Object` als Geometrietyt angegeben und es wären somit alle Subtypen von `GM_Object` zulässig. In den anderen Schemata werden von den ISO 19107 Geometrietypen (s. Abbildung 7) hauptsächlich geometrische Primitive, wie beispielsweise die abstrakte Superklasse `GM_Primitive` sowie ihre Subklassen wie `GM_Point`, `GM_Curve` und `GM_Surface` (z.B. bei den Geodaten-Themen Gewässernetz und Verkehrsnetze) oder geometrische Aggregate wie `GM_MultiSurface` (z.B. bei den Geodaten-Themen Verwaltungseinheiten, Flurstücke und Schutzgebiete) verwendet.



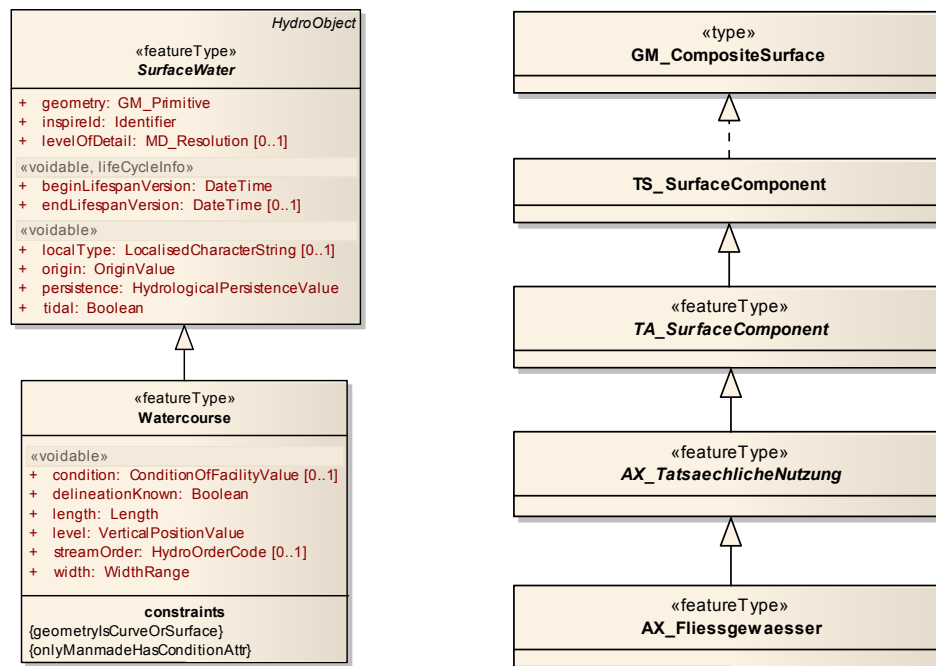


Abbildung 49: Unterschiedliche Modellierung von geometrischen Eigenschaften bei INSPIRE Gewässernetz (links) und ATKIS Basis-DLM (AAA) (rechts) [AdV AdV2009b; Eisenhut und Kutzner 2010, 41; INSPIRE DT DS TWG 2010]

Zur genaueren Betrachtung der Geometrie-Problematik muss die Kodierung (s. Listing 5 und Listing 6) berücksichtigt werden. Gemäß den speziellen NAS-Kodierungsregeln [AdV 2009c, 88] werden die oben genannten geometrischen Eigenschaften kodiert, indem die Objektklasse `TA_SurfaceComponent` im Implementierungsschema-Zwischenschritt ein neues Attribut `position` vom Typ `GM_Surface` erhält. Analog erhält `TA_CurveComponent` ein neues Attribut `position` vom Typ `GM_Curve`. Bei den abstrakten Klassen `AG_Objekt` und `AU_Objekt` erhält das bereits im UML Modell vorhandene Attribut `position` `GM_Object` als neuen Typ, wodurch alle Subtypen dieses abstrakten Basistyps zulässig sind (wobei bei den Objektklassen des Gewässer-Themas allerdings nur zweidimensionale Geometrien eine Rolle spielen). Im NAS GML AAA-Basisschema werden die o.g. Typen durch die entsprechenden GML Property Typen (`SurfacePropertyType`, `CurvePropertyType` und `GeometryPropertyType`) ausgedrückt. Tabelle 21 gibt einen Überblick über die Geometrietypen in den Quell- und Zielschemata sowie den Instanzdaten aus Transformationsfall I. Durch die Verwendung der generischen Typen `GM_Primitive` und `GM_Object` kann hier erst auf der Ebene der individuellen Instanz entschieden werden, welche Transformationsfunktionen zur Umwandlung von Geometrietypen benötigt werden. Einen Überblick über potentiell benötigte Funktionen zur Umwandlung von geometrischen Aggregaten (beispielsweise `GM_MultiCurve`) oder Komplexen (beispielsweise `GM_CompositeCurve`) durch Aufteilung in ihre primitiven Einzelteile wie beispielsweise `GM_Curve` gibt Spilker [2011, 78]. Im Falle der Teilung müsste für die neu entstandenen Objekte ein neuer Identifikator generiert werden, was wiederum Probleme aufwirft. Bei einer erneuten Ausführung der Transformation – beispielsweise im Fortführungsfall – müsste gewährleistet sein, dass genau derselbe Identifikator erneut erzeugt wird, da sonst nicht von einem persistenten Identifikator gesprochen werden kann. Eine genauere Betrachtung der Geometrietypen im NAS GML Schema (s. Tabelle 21) zeigt, dass geometrische Aggregate bzw. Komplexe potentiell in den Objektklassen `AX_Gewaessermerkmal`, `AX_BauwerkImGewaesserbereich`, `AX_Schleuse`, `AX_BauwerkIm`

Verkehrsbereich, AX\_HistorischesBauwerkOderHistorischeEinrichtung und AX\_Strassenverkehrsanlage vorkommen können. Geometrietypen, die in den bei Transformationsfall I verwendeten Quelldaten tatsächlich auch vorkommen, sind fett markiert. Geometrische Aggregate kommen demnach nicht vor, geometrische Komplexe ausschließlich in Form von GM\_CompositeCurve. Für diese Fälle wäre die oben genannte Funktion zur Teilung der Geometrie notwendig. Darüber hinaus fällt auf, dass Objekte der Klasse AX\_Gewaesserachse in den Quelldaten Geometrien vom Typ GM\_CompositeCurve führen (s. rote Markierung in der Tabelle), was im Widerspruch zu den oben beschriebenen Kodierungsregeln steht.

```
<element abstract="true" name="SurfaceWater" substitutionGroup="gml:AbstractFeature"
type="hy-p:SurfaceWaterType">
...
  <complexType abstract="true" name="SurfaceWaterType">
    <complexContent>
      <extension base="gml:AbstractFeatureType">
...
          <element name="geometry" type="gml:GeometricPrimitivePropertyType">
...
          </element>
        </complexContent>
      </complexType>
    </element>
  </complexContent>
</element>
```

Listing 5: SurfaceWater im INSPIRE Hydrography- Physical Waters GML-Anwendungsschema [INSPIRE DT DS TWG 2010a]

```
<element abstract="true" name="TA_SurfaceComponent"
substitutionGroup="adv:AG_ObjektMitGemeinsamerGeometrie"
type="adv:TA_SurfaceComponentType"/>
  <complexType abstract="true" name="TA_SurfaceComponentType">
    <complexContent>
      <extension base="adv:AG_ObjektMitGemeinsamerGeometrieType">
        <sequence>
          <element name="position" type="gml:SurfacePropertyType"/>
        </sequence>
      </extension>
    </complexContent>
  </complexType>
</element>
```

Listing 6: TA\_SurfaceComponent im NAS GML AAA-Basischema [AdV2009b]

INSPIRE Gewässernetz		ATKIS Basis-DLM (AAA)		
Objektklasse	Geometriotyp	Objektklasse	Geometriotyp im UML-Schema	Geometriotyp im GML-Schema
<b>Watercourse</b>	GM_OrientableCurve GM_Curve GM_OrientableSurface GM_Surface	AX_Fliessgewaesser	TA_SurfaceComponent (GM_CompositeSurface)	<b>GM_Surface</b>
		AX_Gewaesserachse	TA_Curve_Component <b>(GM_CompositeCurve)</b>	GM_Curve
<b>StandingWater</b>	GM_Point GM_OrientableSurface GM_Surface	AX_StehendesGewaesser	TA_SurfaceComponent (GM_CompositeSurface)	<b>GM_Surface</b>
<b>Rapids</b>	GM_Primitive (GM_Point GM_Curve GM_OrientableCurve GM_Surface GM_OrientableSurface)	AX_Gewaessermerkmal	AU_Geometrie (GM_Point GM_Curve GM_MultiCurve GM_PolyhydralSurface GM_MultiSurface)	GM_Object <b>(GM_Point</b> GM_Curve GM_OrientableCurve GM_Surface GM_OrientableSurface GM_Aggregate GM_MultiCurve GM_MultiPoint GM_MultiPrimitive GM_MultiSurface GM_Complex GM_Composite GM_CompositeCurve GM_CompositePoint GM_CompositeSurface)
<b>Falls</b>	GM_Primitive, s.o.	AX_Gewaessermerkmal	AU_Geometrie, s.o.	GM_Object, s.o.
<b>ShorelineConstruction</b>	GM_Primitive, s.o.	AX_BauwerkImGewaesser bereich	AG_Geometrie (GM_PointRef GM_CompositeCurve GM_PolyhydralSurface GM_MultiSurface)	GM_Object, s.o. <b>GM_CompositeCurve</b>
<b>Crossing</b>	GM_Primitive, s.o.	AX_BauwerkImGewaesser bereich, AX_BauwerkImVerkehrs bereich, AX_HistorischesBauwerk OderHistorischeEinrich tung	AG_Geometrie, s.o.	GM_Object, s.o. <b>GM_Surface</b> <b>GM_CompositeCurve</b>
<b>DamOrWeir</b>	GM_Primitive, s.o.	AX_BauwerkImGewaesser bereich	AG_Geometrie, s.o.	GM_Object, s.o. <b>GM_CompositeCurve.</b>
<b>Ford</b>	GM_Primitive, s.o.	AX_Strassenverkehrsanla ge	AU_Geometrie, s.o.	GM_Object, s.o. <b>GM_Point</b> <b>GM_CompositeCurve</b>
<b>Lock</b>	GM_Primitive, s.o.	AX_Schleuse	AU_Geometrie, s.o.	GM_Object, s.o.
<b>Sluice</b>	GM_Primitive, s.o.	AX_BauwerkImGewaesser bereich	AG_Geometrie, s.o.	GM_Object, s.o. <b>GM_CompositeCurve</b>

Tabelle 21: Gegenüberstellung der Geometriotypen im Transformationsfall I  
[nach Spilker 2011, 76f., verändert und erweitert]

## Objektidentifikation

Alle Objekte im INSPIRE Gewässernetz-Schema sind mit einem eindeutigen, persistenten Objektidentifikator zu versehen. Dieser wird gebildet aus den ersten zwei Subattributen des `inspireId` Attributs vom Typ `Identifier`, nämlich `namespace` zur Identifikation des Datenanbieters (der im INSPIRE External Object Identifier Namespaces Register registriert sein muss) und `localId` für den lokalen Objektidentifikator aus den Quelldaten. Im ATKIS Basis-DLM (AAA) ist ein eindeutiger, persistenter Objektidentifikator modelliert, nämlich im Attribut `identifikator` vom Typ `AA_UUID` der abstrakten Superklasse `AA_Objekt`. `AA_UUID` ist als `<<union>>` modelliert und kann demgemäß entweder als `UUID` und `UUIDundZeit` geführt werden wobei letzteres eine Verkettung von `UUID` und mit dem Subattribut `beginnt` des Attributs `AA_Lebenszeitintervall` darstellt. In der GeoInfoDok ist festgelegt, dass der `UUID` Identifikator aus 16 Zeichen besteht (2 Zeichen für die Kennung „DE“, sechs Zeichen für das Präfix inkl. Bundesland und acht Zeichen für eine laufende Nummer) [AdV 2009c, 49ff.]. Die Zeichen werden ohne Leerzeichen aneinander gereiht, beispielsweise zu „DEBY84250013A001“. Der `UUID` kann auf das `localId` Attribut abgebildet werden und muss dann noch mit dem `namespace` versehen werden. Da das INSPIRE External Object Identifier Namespaces Register allerdings noch nicht zur Verfügung steht, kann der `namespace` Wert in der vorliegenden Arbeit noch nicht endgültig festgelegt werden. Bei der Transformation der Quelldaten sind wiederum die NAS Kodierungsregeln zu beachten, die besagen, dass nur dann `UUIDundZeit` statt `UUID` verwendet wird, wenn mehrere Versionen eines Objekts im abgegebenen NAS GML-Instanzdokument vorkommen. Dies ist aber in den vorliegenden Quelldaten aus Transformationsfall I nicht der Fall. Ansonsten müssten über einen Textoperator die ersten 16 Zeichen entnommen und damit das Attribut `localId` gefüllt werden.

Darüber hinaus kann `versionId` als das dritte Subattribut von `inspireId` geführt werden, um verschiedene Versionen eines Objektes mit demselben Identifikator unterscheiden zu können, falls das Quellschema Versionierung unterstützt bzw. Lebenszeitintervall-Informationen vorsieht. Die `versionId` soll dann in Form eines Zeitstempels basierend auf ISO 8601 geführt werden [INSPIRE DT DS 2010b 137]. Hierbei ist allerdings zu beachten, dass nur im AAA-Anwendungsschema ein echtes Versionierungskonzept modelliert wurde bei dem zu jedem Objekt neben der aktuellen auch historische Versionen in einem „Objektbehälter“ gespeichert werden können [AdV 2009c, 57f.]. Bei INSPIRE ist dies hingegen bisher nicht vorgesehen und es wird nur die aktuellste Version eines Objektes geführt, die gültig oder nicht mehr gültig (also mit einem `endLifespanVersion` Attribut versehen) sein kann.

## Konsistenzbedingungen

Konsistenzbedingungen, die beispielsweise festlegen, für welche Attributwerte eine Relation gültig ist oder welchen Wert ein Attribut annehmen kann, sind ebenfalls bei der Definition der Abbildung zu berücksichtigen.

Wie in Kapitel 6.1.3 beschrieben, besteht die `AA_ZUSO` Objektklasse `AX_Wasserlauf` im ATKIS Basis-DLM (AAA) Quellschema aus einem oder mehreren Objekten der Klasse `AX_Fliessgewaesser` und / oder `AX_Gewaesserachse` – allerdings nur, wenn bei diesen der Wert des Attributes `funktion` ungleich 8300 (= Kanal) ist (s. Abbildung 50). Andernfalls bilden sie ein Objekt der Klasse `AX_Kanal`.

Bei der Objektklasse `AX_Gewaessermerkmal` wird durch Bedingungen zum einen die Auswahl der erlaubten Geometrietypen eingeschränkt, und zum anderen festgelegt, dass bestimmte Attribute nur dann mit einem Wert belegt werden, wenn andere Attribute einen bestimmten Wert haben (s. Abbildung 51). So wird beispielsweise das Attribut `bezeichnung`, welches für die Abbildung auf das Attribut `hydroId` im INSPIRE Zielschema benötigt wird, nur geführt, wenn das Attribut `art` den Wert 1610 hat, d.h. wenn es sich bei dem Objekt um eine Quelle handelt.

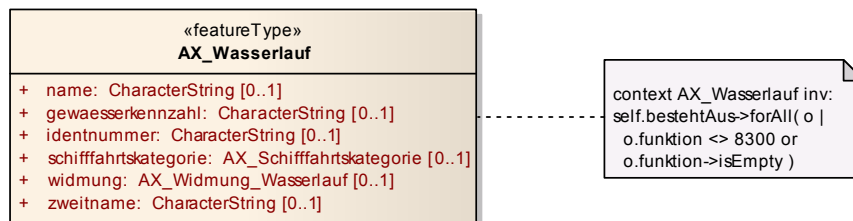


Abbildung 50: Konsistenzbedingungen für die Objektklasse `AX_Wasserlauf` im ATKIS Basis-DLM (AAA) [AdV 2009b]

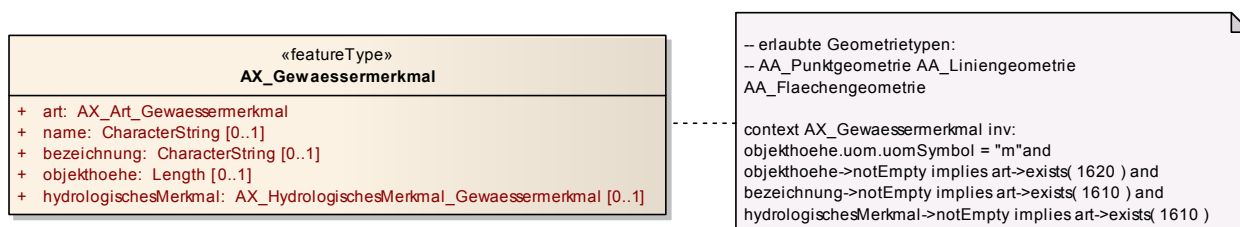


Abbildung 51: Konsistenzbedingungen für die Objektklasse `AX_Gewaessemerkmal` im ATKIS Basis-DLM (AAA) [AdV 2009b]

### Datenerfassung (Erfassungskriterien und Objektbildung)

Im Gegensatz zu den INSPIRE Datenspezifikationen machen die Quellschemata in einigen Fällen Vorgaben, wann und in welcher Form ein Objekt der Realwelt zu erfassen ist. Dies kann abhängig sein von der Größe eines Objektes, beispielsweise durch die Kriterien im ATKIS Basis-DLM (AAA), dass nicht ständig Wasser führende Gewässer erst ab einer Länge von 500 m erfasst werden sowie dass Gewässer bis 12 m Breite als linienförmige Objekte der Klasse `AX_Gewaesserachse` und Gewässer über 12 m Breite als flächenförmige Objekte erfasst werden [AdV 2008b, 144 ff.]. Darüber hinaus können auch noch andere Faktoren eine Rolle spielen. So werden beispielsweise bestimmte Objekte der Objektklasse `AX_BauwerkImGewaesserbereich` (z.B. Staumauern und -dämme, Wehre, Sicherheitstore und Siele) nur dann vollzählig erfasst, wenn sie ein Schiffahrtshindernis in einem Objekt der Klasse `AX_Fliessgewaesser` darstellen oder zur Bildung eines `AX_StehendesGewaesser` dienen [ebenda, 224].

In den Bereich der Datenerfassung fallen auch die Regeln zur Objektbildung. Im AAA-Anwendungsschema wird u.a. immer dann ein neues Objekt gebildet, wenn sich der Geometriety (z.B. von Fläche in Linie) oder ein Attributwert ändert oder wenn sich linienförmigen Objekte, die zu einem topologischen Netz gehören, auf gleicher Höhe schneiden [AdV 2008c, 18]. Die INSPIRE Dokumente machen bisher keine Angaben zur Objektbildung.

Tabelle 22 gibt einen Überblick darüber, in welchen Transformationsfällen welche Arten von semantischen Relationen und Heterogenitäten wie oft auftreten. Bei komplexen Attributen werden die Relationen / Heterogenitäten dabei auf der Ebene der Subattribute betrachtet. Attribute des Zielschemas, die durch Vererbung bei jeder Objektklasse geführt werden (`geographicalName`, `inspireId`, `levelOfDetail`, `beginLifespanVersion` und `endLifespanVersion`) und bei denen es zwischen dem Vorkommen bei den Objekten keine Unterschiede bzgl. der Art der Relationen / Heterogenitäten gibt, wurden nur einmal (bei ihrem ersten Vorkommen) mitgezählt. Da im Transformationsfall I im Gegensatz zu den anderen drei Transformationsfällen Abbildungen zu mehreren Objektklassen des Zielschemas definiert wurden, ist hier zur besseren Vergleichbarkeit die Gesamtanzahl der Fälle in Klammern angegeben. Die Zahl links daneben gibt das Vorkommen der Relationen / Heterogenitäten bei der Abbildung auf die Objektklasse `Watercourse` – wie bei den Transformationsfällen II, III und IV – wieder. Im Detail können die Relationen und Heterogenitäten in den Abbildungstabellen in Anhang G nachvollzogen werden, in denen für jede Abbildung zwischen zwei Elementen der Relations- bzw. Heterogenitätstyp anhand der in Tabelle 19 eingeführten Abkürzungen angegeben ist.

Der mit Abstand am häufigsten auftretende Fall ist der, dass ein im Zielschema vorgesehenes Konzept im Quellschema fehlt. Insgesamt gesehen häufiger auftretende semantische Relationen sind ferner Subsumption, Äquivalenz und Kompatibilität. Komplett disjunkte Konzepte existieren in zwei Transformationsfällen. Komplett identische Konzepte treten erwartungsgemäß nicht auf. Heterogenitäten treten am häufigsten im Bereich der Datentypen auf, gefolgt von Attribut-Wertebereichen sowie Datenerfassungskriterien und Konsistenzbedingungen. Die Benennungsheterogenitäten wurden hier nicht aufgeführt, da aufgrund der unterschiedlichen natürlichen Sprachen der Quellschemata (Deutsch) und Zielschemata (Englisch) Homonyme generell nie, Synonyme hingegen immer vorliegen. Die Unterschiede bei der Genauigkeit von Attributwerten konnten nicht im Detail untersucht werden, da für die Quelldatenbestände entweder gar keine oder nur ungefähre Angaben z.B. zur Lagegenauigkeit auf Ebene des Datensatzes und nicht auf Objekt- / Attributebene existieren. Eine komplette Überprüfung aller Instanzen der Quelldaten auf Fehler war im Rahmen der vorliegenden Arbeit ebenfalls nicht möglich.

Aus der Sicht des späteren Transformationsergebnisses ist interessant, die unterschiedlichen Arten von Relationen / Heterogenitäten bzgl. ihrer Auswirkungen dahingehen zu unterscheiden, ob

- eine Abbildung ohne Informationsverlust,
- eine Abbildung mit Informationsverlust oder Abbildungsungenauigkeit oder
- gar keine Abbildung zwischen zwei Elementen möglich ist.

Bei äquivalenten Konzepten ist in der Regel eine Abbildung ohne Informationsverlust möglich. Ein Informationsverlust kann beispielsweise bei einer Überlappung auf der Ebene der Objektklassenabgrenzung oder der Wertebereiche eines Attributs sowie bei einer gröberen Klassifikation im Zielschema auftreten, wenn das Quellelement mehr Informationen umfasst, als im Zielmodell vorgesehen sind. Ferner ist dies u.a. der Fall, wenn im Quellschema Datenerfassungskriterien vorliegen (z.B. Erhebung eines Objektes erst ab einer bestimmten Größe), diese Informationen aber bei der Abbildung nicht transportiert werden. Abbildungsungenauigkeiten entstehen beispielsweise, wenn durch ein Element im Quellschema ein Element im Zielschema nur zum Teil abgedeckt wird (Subsumption) oder bei nicht 1:1 abbildbaren unterschiedlichen Wertebereichen sowie potentiell bei

der Konvertierung zwischen unterschiedlichen Datentypen, Skalierungen und Maßeinheiten. Bei inkompatiblen oder komplett disjunkten Konzepten ist in der Regel keine Abbildung möglich. Wenn es für ein im Zielschema vorgesehenes Konzept im Quellschema keine direkte Entsprechung gibt (fehlendes Konzept) kann hingegen in einer Reihe von Fällen durch das Setzen eines Standardwertes oder die Herleitung von Informationen aus einem anderen Element im Quellschema trotzdem eine Abbildung definiert werden.

Art der semantischen Relation	Auftreten in Transformationsfall (Anzahl)			
	I	II	III	IV
<b>Gleiches Konzept</b>				
identisch	0 (0)	0	0	0
äquivalent	6 (13)	5	5	4
kompatibel	3 (13)	6	1	1
inkompatibel	1 (1)	0	0	0
<b>Unterschiedliches Konzept</b>				
Generalisierung / Aggregation	2 (2)	0	0	0
Subsumption	8 (28)	13	1	2
Überlappung	0 (0)	0	1	1
Disjunkte Konzepte	2 (2)	2	0	0
Fehlendes Konzept	36 (55)	49	30	29
<b>Heterogenität bzgl.</b>				
<b>Struktur</b>				
Modellierungskonstrukt	0 (9)	0	0	0
Klassifikation	0 (0)	0	1	1
Multiplizität von Attributen	3 (6)			
Multiplizität von Assoziationen	0			
Rollen in Assoziationen	0			
Objektidentifikation	1 (1)	1	1	1
Datentyp von Attributen	5 (13)	12	6	7
Wertebereich von Attributen	5 (15)	7	0	0
Skalierung von Attributwerten	0 (0)	0	0	0
Maßeinheit von Attributwerten	0 (0)	0	0	0
<b>Constraints</b>				
Konsistenzbedingungen	0 (0)	3		0
Datenerfassungskriterien	2 (2)	3		0

Tabelle 22: Auftreten der semantischen Relationen und Heterogenitäten in den Transformationsfällen

## 7.2 Bedarf an Transformationsfunktionen

Der Bedarf an Transformationsfunktionen in den in Kapitel 6 vorgestellten Anwendungsfällen wird in dieser Arbeit unter Verwendung einer eigens entwickelten Klassifikation untersucht, die sich aus vier Teilklassifikationen zusammen setzt, die jeweils folgende Aspekte umfassen:

- Art und Richtung der Korrespondenz zwischen Elementen (s. Tabelle 23). „O“ steht hierbei für eine Objektklasse, „A“ für ein Attribut und „R“ für eine Relation (Assoziation). Die Richtung wird durch Pfeile angezeigt: bidirektional ( $\leftrightarrow$ ), unidirektional ( $\rightarrow$ ).
- Multiplizität der Korrespondenz zwischen Elementen (s. Tabelle 24)
- Transformationsfunktionen (s. Abbildung 52 und Tabelle 25)
- Funktionen und Operatoren für Wertumwandlung und bedingte Ausdrücke (s. Tabelle 26)

Die Elemente der Klassifikationen sowie deren Definitionen basieren auf Beare et al. [2010b, 59ff.], Gedrange et al. [2011, o.S.], Gedrange und Neubert 2008, 831], Howard et al. [2010, 72ff.], Legler und Naumann [2007, 4f.], Lehto [2007b, 5ff.], Nissen et al. [2011, 10ff.], Safe Software [2011], Scharffe [2009, 178ff.] sowie auf den empirischen Erfahrungen aus den in dieser Arbeit untersuchten Transformationsfällen. Beispiele werden – soweit möglich – ebenfalls aus den Transformationfällen herangezogen.

Ausdruck	Beschreibung
$O_Q \leftrightarrow O_Z$	Bidirektionale Korrespondenz zwischen Objektklassen
$O_Q \rightarrow O_Z$	Unidirektionale Korrespondenz zwischen Objektklassen
$SubO_Q \rightarrow SuperO_Z$	Unidirektionale Korrespondenz zwischen einer Subklasse und ihrer Superklasse
$O_Q \rightarrow A_Z$	Unidirektionale Korrespondenz zwischen Objektklasse und Attribut
$O_Q \rightarrow R_Z$	Unidirektionale Korrespondenz zwischen Objektklasse und Assoziation
$A_Q \leftrightarrow A_Z$	Bidirektionale Korrespondenz zwischen Attributen
$A_Q \rightarrow A_Z$	Unidirektionale Korrespondenz zwischen Attributen
$A_Q \rightarrow O_Z$	Unidirektionale Korrespondenz zwischen Attribut und Objektklasse
$A_Q \rightarrow R_Z$	Unidirektionale Korrespondenz zwischen Attribut und Assoziation
$R_Q \leftrightarrow R_Z$	Bidirektionale Korrespondenz zwischen Assoziationen
$R_Q \rightarrow R_Z$	Unidirektionale Korrespondenz zwischen Assoziationen
$R_Q \rightarrow A_Z$	Unidirektionale Korrespondenz zwischen Assoziation und Attribut
$R_Q \rightarrow O_Z$	Unidirektionale Korrespondenz zwischen Assoziation und Objektklasse

Tabelle 23: Klassifikation der Art und Richtung von Korrespondenzen



Ausdruck	Beschreibung
<b>1:1</b>	Korrespondenz zwischen einem Element in Q und einem Element in Z
<b>1:n</b>	Korrespondenz zwischen einem Element in Q und mehreren Elementen in Z
<b>n:1</b>	Korrespondenz zwischen mehreren Elementen in Q und einem Element in Z
<b>n:m</b>	Korrespondenz zwischen mehreren Elementen in Q und mehreren Elementen in Z
<b>1:0</b>	Für ein Element in Q ist kein korrespondierendes Element in Z vorhanden
<b>0:1</b>	Für ein Element in Z ist kein korrespondierendes Element in Q vorhanden

Tabelle 24: Klassifikation der Multiplizität der Korrespondenz

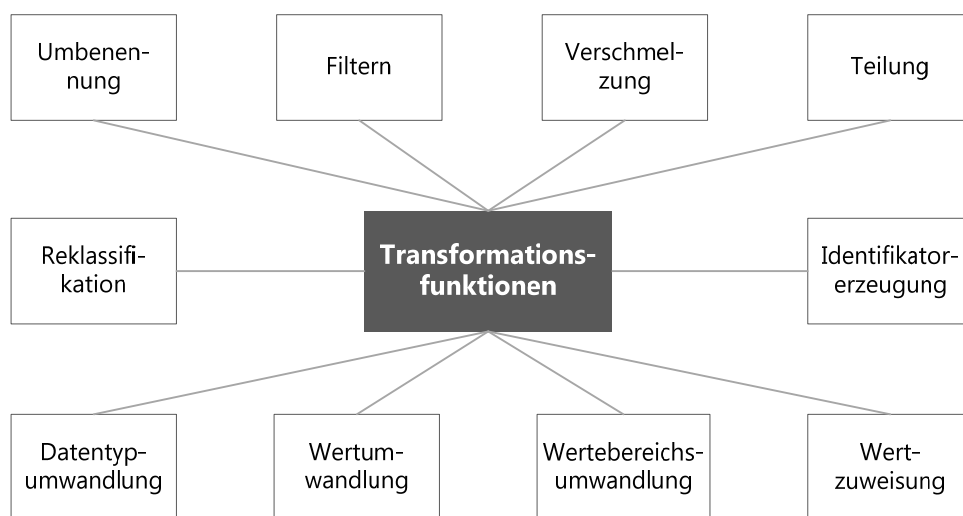


Abbildung 52: Klassifikation der Transformationsfunktionen

Funktion	Abk.	Beschreibung	Beispiel
<b>Umbenennung</b>	UB	Ein Element aus Q, das sich von einem Element in Z nur durch seine Bezeichnung unterscheidet, wird umbenannt.	Bei einer 1:1 Abbildung mit gleichen Geometrietypen wird das Attribut <code>position</code> in Q in das Attribut <code>geometry</code> in Z umbenannt
<b>Filtern</b>	FL	Unter Anwendung einer Bedingung (z.B. bei bestimmten Werten eines Attributs) wird nur ein Teil der Elemente aus Q nach Z überführt.	Nur Objekte mit bestimmten Werten des Attributs <code>ObjectVal</code> in Q, das die Objektart angibt, werden auf die Objektklasse <code>Watercourse</code> in Z abgebildet.
<b>Verschmelzung</b>	VE	Mehrere Instanzen oder Attributwerte aus Q werden unter Verwendung von Operatoren (z.B. geometrisch, arithmetisch oder textuell) zu einer Instanz oder einem Attributwert in Z verschmolzen.	Mehrere Segmente eines Fließgewässers werden geometrisch zu einem Objekt verschmolzen.
<b>Teilung</b>	TE	Eine Instanz oder ein Attributwert aus Q wird unter Verwendung von Operatoren (z.B. geometrisch, arithmetisch oder textuell) in mehrere Instanzen oder Attributwerte in Z aufgeteilt.	Ein Objekt mit einem komplexen Geometrietyp (z.B. <code>CompositeCurve</code> ) wird geometrisch in mehrere Objekte vom Typ geometrischer Primitive (z.B. <code>Curve</code> ) aufgeteilt.

Funktion	Abk.	Beschreibung	Beispiel
<b>Identifikator- erzeugung</b>	ID	Für Instanzen aus Q wird ein persistenter, eindeutiger Identifikator erzeugt (z.B. in Form des <code>inspireId</code> Attributs)	Ein bestehender, lokaler Identifikator wird durch Hinzufügen eines <code>namespace</code> Bestandteils in einen europaweit eindeutigen Identifikator umgewandelt. Hierbei müssen auch Fälle berücksichtigt werden, bei denen durch Teilung oder Verschmelzung von Objekten neue Objekte entstehen, für die neue Identifikatoren generiert werden müssen. Um Persistenz zu gewährleisten, müssten bei einer erneuten Ausführung der Transformation genau dieselben Identifikatoren erzeugt werden.
<b>Wertzuweisung</b>	WZ	Einem Attribut in Z, für das es kein direkt korrespondierendes Attribut in Q gibt, werden Werte zugewiesen. Diese können entweder z.B. durch Operatoren von den Werten eines anderen Attributs abgeleitet werden oder es wird ein Standardwert gesetzt.	Allen Objekten des Q (z.B. VECTOR25) wird „25000“ als Wert für das Attribut <code>levelOfDetail</code> des Z zugewiesen, da VECTOR25 auf der topographischen Karte im M 1:25.000 basiert.
<b>Wertebereichs- umwandlung</b>	WB	Der Wertebereich eines Attributes aus Q (z.B. Codelist, Enumeration) wird in den Wertebereich eines Attributes aus Z umgewandelt.	Der WB des <code>zustand</code> Attributs in Q wird in den WB des <code>condition</code> Attributs in Z umgewandelt: „in Betrieb“ -> „functional“ „außer Betrieb, stillgelegt“ -> „disused“ „im Bau“ -> „underConstruction“
<b>Wertum- wandlung</b>	WU	Werte eines Attributs in Q werden unter Verwendung von Funktionen / Operatoren in Werte eines Attributes in Z umgewandelt (s. Tabelle 26).	Die Länge eines Fließgewässers wird von km in m umgerechnet.
<b>Datentyp- umwandlung</b>	DT	Der Datentyp eines Attributes in Q wird in einen anderen Datentyp eines Attributes in Z umgewandelt.	Umwandlung einer Zeichenkette zu einem Datum.
<b>Reklassifikation</b>	RK	Elemente aus Q werden reklassifiziert, so dass sie dem Klassifikationssystem in Z entsprechen, das beispielsweise gröber sein kann.	Die Bodenbedeckungsarten „Laubwald“ und „Nadelwald“ werden in die Bodenbedeckungsart „Wald“ überführt.

Tabelle 25: Klassifikation der Transformationsfunktionen

Die Transformationsfunktionen lassen sich grob drei verschiedenen Komplexitätslevels zuordnen:

- einfache Umbenennung oder Zuweisung eines Standardwertes
- einfache Datentypumwandlung
- komplexere Funktion

Tabelle 26 enthält eine Auswahl an Funktionen und Operatoren für die Wertumwandlung und die Angabe von Bedingungen. Eine umfassende Liste ist in Nissen et al. [2011, 11ff.] enthalten.

Art	Funktionen / Operatoren
<b>Bedingte Anweisung, Verzweigung</b>	„falls“-Bedingung (if), weitere Bedingung (elseif), „andernfalls“ (else)
<b>Schleifen</b>	for, foreach
<b>Logische Operatoren - Verknüpfung</b>	und (and), oder (or), nicht (not)
<b>Logische Operatoren - Vergleich</b>	gleich (==), ungleich (!=), größer als (>), kleiner als (<), größer oder gleich als (>=), kleiner oder gleich als (<=), enthält (in), etc.
<b>Topologische Operatoren</b>	disjoint, touches, equals, inside, contains, covered by, covers, overlaps
<b>Numerische Operatoren</b>	Addition (+), Subtraktion (-), Multiplikation (*), Division (/), Rundung (Round), etc.
<b>Textoperatoren</b>	Verkettung (Concat(string,string)), Entnahme eines Teils von einer bestimmten Position bis zu einer bestimmten Position SubString(int,int), etc.
<b>Geometrische Funktionen</b>	Länge (Length()), Fläche (Area()), Schwerpunkt (Centroid()), etc.
<b>Währungsumrechnung</b>	z.B. Englische Pfund in Euro
<b>Maßeinheitenumrechnung</b>	z.B. km in m

Tabelle 26: Funktionen und Operatoren für Wertumwandlung und bedingte Ausdrücke

Im Folgenden werden die Ergebnisse der Analyse der in Kapitel 6 vorgestellten Transformationsfälle im Hinblick auf die Art, Richtung und Multiplizität der Korrespondenz zwischen Elementen sowie die benötigten Transformationsfunktionen dargestellt. Im Detail kann dies in den Zuordnungstabellen in Anhang G nachvollzogen werden, in denen für jede Abbildung zwischen zwei Elementen Art, Richtung und Multiplizität der Korrespondenz sowie die Transformationsfunktion anhand der oben eingeführten Ausdrücke und Abkürzungen angegeben ist.

Multiplizität d. Korrespondenz	Auftreten in Transformationsfall (Anzahl)			
	I	II	III	IV
<b>1:1</b>	16 (40)	26	9	8
<b>1:n</b>	1 (7)	3	0	0
<b>n:1</b>	0 (0)	0	0	0
<b>n:m</b>	0 (0)	0	0	0
<b>1:0</b>	0 (0)	0	0	0
<b>0:1</b>	35 (53)	44	29	28

Tabelle 27: Multiplizitäten der Korrespondenz in den Transformationsfällen

Art u. Richtung d. Korrespondenz	Auftreten in Transformationsfall (Anzahl)			
	I	II	III	IV
<b>O<sub>Q</sub> → O<sub>Z</sub></b>	3 (11)	3	1	1
<b>O<sub>Q</sub> → A<sub>Z</sub></b>	0 (0)	0	0	0
<b>O<sub>Q</sub> → R<sub>Z</sub></b>	0 (0)	0	0	0
<b>A<sub>Q</sub> → A<sub>Z</sub></b>	19 (35)	23	8	8
<b>A<sub>Q</sub> → O<sub>Z</sub></b>	0 (8)	0	0	0
<b>A<sub>Q</sub> → R<sub>Z</sub></b>	0 (0)	0	0	0
<b>R<sub>Q</sub> → R<sub>Z</sub></b>	0 (0)	0	0	0
<b>R<sub>Q</sub> → A<sub>Z</sub></b>	0 (0)	0	0	0
<b>R<sub>Q</sub> → O<sub>Z</sub></b>	0 (0)	0	0	0

Tabelle 28: Arten und Richtung von Korrespondenz in den Transformationsfällen

Die häufigste Art der Korrespondenz ist die zwischen einem Attribut aus dem Quellschema und einem Attribut aus dem Zielschema. Die deutlich geringere Anzahl von Abbildungen zwischen Objekten in den Transformationsfällen II, III und IV erklärt sich damit, dass in diesen nur eine Objektklasse des Zielmodells in die Abbildung miteinbezogen wurde. In den Transformationsfällen I und II treten trotzdem mehrere Fälle von  $O_Q \rightarrow O_Z$  Korrespondenzen auf, da dort jeweils drei Objektklassen des Quellmodells auf eine Objektklasse des Zielmodells abgebildet werden. Dies geschieht allerdings jeweils durch drei 1:1 Korrespondenzen zwischen den drei Objekten des Quellschemas und dem Zielschemaobjekt. Eine echte n:1 Korrespondenz läge nur vor, wenn mehrere Objektinstanzen zu einer Objektinstanz im Zielschema verschmolzen würden [Reitz et al. 2010, 3f.] (z.B. mehrere als Einzelobjekte vorhandene Flussegmente werden zu einem Fließgewässer-Objekt zusammengesetzt). Der umgekehrte Fall der Teilung von Objektinstanzen (1:n Korrespondenz) tritt jedoch auf, da im Zuge der Umwandlung von Geometrietypen (s.u.) Objektinstanzen mit komplexen Geometrien (z.B. CompositeCurve) in ihre Einzelteile (z.B. Curve) zerlegt werden müssen. Gemäß der in den Anwendungsfällen vorgesehenen gerichteten Transformation aus den Quellschemata in die INSPIRE-Zielschemata wurden die Korrespondenzen nur unidirektional beschrieben. Für die im Zielschema modellierten Relationen waren in den Quellschemata keine Entsprechungen vorhanden. Aus Sicht der Multiplizitäten tritt mit Abstand am häufigsten eine 0:1 Korrespondenz auf. Dies entspricht dem in Kapitel 7.1 beschriebenen Sachverhalt, nachdem die häufigste semantische Relation ein fehlendes Konzept im Quellschema ist.

Tabelle 29 gibt Aufschluss darüber, welche der oben beschriebenen Transformationsfunktionen in welchen Transformationsfällen benötigt werden und ob für diese in den Transformationsansätzen aus dem mdWFS-Projekt (UMLT) oder dem HUMBOLDT-Projekt (HALE/gOML) ein Konstrukt zur Verfügung steht. Funktionen, die in mindestens einem der Transformationsfälle benötigt werden, sind in der linken Spalte fett gedruckt. Der Vollständigkeit halber sind ferner Funktionen, die in UMLT oder HALE/gOML zur Verfügung stehen, aber in keinem der Transformationsfälle benötigt werden, in den jeweiligen „Realisierung“-Spalten aufgeführt (in Klammern gesetzt). Die Kategorien „Datentypumwandlung“ und „geometrische Funktionen“ sind jeweils weiter untergliedert durch Aufführung spezieller Funktionen, die in den Fällen für die Konvertierung zwischen zwei bestimmten Datentypen benötigt werden. Hierbei ist ferner zu berücksichtigen, dass die Transformationsfälle II, III und IV nur mit dem HALE getestet werden konnten, da für die Quellschemata in diesen Fällen kein konzeptuelles UML-Schema zur Verfügung steht. Im Transformationsfall I hingegen stehen für das Quellschema sowohl UML-Schemata als auch GML-Anwendungsschemata zur Verfügung, was prinzipiell die Verwendung beider Ansätze ermöglicht.

Transformationsfunktion	Realisierung im mdWFS-Ansatz (UMLT) durch	Realisierung im HUMBOLDT-Ansatz (HALE / gOML) durch	Benötigt in Transformationsfall (Anzahl)			
			I	II	III	IV
<b>Umbenennung</b>	Assignment ( <i>ohne spezielle Funktion</i> )	RenameFeature / RenameAttribute	7 (15)	0	0	0
<b>Filtern</b>	SelectionCriteria	CQL-based filter	0 (9)	0	1	1
Verschmelzung	-	( <i>über Parameter InstanceMergeCondition</i> )	0	0	0	0
<b>Teilung</b>	-	<i>über Parameter InstanceSplitCondition</i>	1 (7)	0	0	0

Transformationsfunktion	Realisierung im mdWFS-Ansatz (UMLT) durch	Realisierung im HUMBOLDT-Ansatz (HALE / gOML) durch	Benötigt in Transformationsfall (Anzahl)			
<b>Identifikatorerzeugung</b>	<i>ohne spezielle Funktion, kann über mehrere Assignments zu Subattributen abgedeckt werden</i>	inspire.Identifier	2 (2)	1	1	1
<b>Wertzuzuweisung</b>	Assignment	<i>nur für Standardwerte: ConstantValue</i>	46 (50)	44	29	28
<b>Wertebereichsumwandlung</b>	ValueMap	ClassificationMapping	3 (12)	5	0	0
Wertumwandlung	<i>(Assignment m. Textoperatoren, s.u.)</i>	<i>(numerische und Textoperatoren, s.u.)</i>	0	0	0	0
<b>Datentypumwandlung</b>						
<b>Integer → CharacterString</b>	isOfType	automatisch	0	0	2	1
<b>Double → Length</b>	isOfType	-	0	0	1	1
<b>Integer → DateTime</b>	isOfType	DateExtraction	0	0		1
<b>DateTime → CharacterString</b>	isOfType	automatisch	2 (2)	0	0	0
<b>GM_CompositeCurve → GM_Curve</b>	-	über Parameter InstanceSplitCondition	1 (6)	0	0	0
<b>Polyline / MultiLineString → Curve</b>	-	automatisch	0	3	1	1
<b>Polygon/ MultiPolygon → Surface</b>	-	automatisch	0	3	0	0
<b>Bedingte Anweisung, Verzweigung</b>	„WHERE“	attributeValueCondition	10 (30)	15	6	5
<b>Logische Operatoren-Verknüpfung</b>	„AND“, „OR“	„AND“, „OR“	0 (7)	0	6	4
<b>Logische Operatoren-Vergleich</b>	gleich (==), ungleich (!=), größer als (>), kleiner als (<), größer oder gleich (>=), kleiner oder gleich (<=)	IsEqualTo, IsNotEqualTo, (IsLessThan, IsGreaterThan, IsLessThanOrEqualTo, IsGreaterThanOrEqualTo, IsLike, IsNull, IsBetween)	10 (29)	15	6	5
Topologische Operatoren	-	-	0	0	0	0
Numerische Operatoren	-	<i>(beliebige mathematische Ausdrücke über GenericMath)</i>	0	0	0	0
Textoperatoren	(substring, concatenator)	(ConcatenationOfAttributes)	0	0	0	0
<b>Geometrische Funktionen</b>	(polygonbuilder, areabuilder, boundary)	(Centroid, ClipByRectangle, NetworkExpansion, OrdinatesToPoint)				
<b>Centerline aus GM_Surface</b>	-	-	1 (1)	0	0	0
<b>Länge aus GM_Curve / LineStringSegment</b>	-	CalculateLength	2 (2)	0	0	0
<b>Area aus GM_Surface</b>	area	CalculateArea	1 (1)	0	0	0

Tabelle 29: In Anwendungsfällen benötigte Transformationsfunktionen

Zusammenfassend lässt sich sagen, dass die Mehrheit der in den Transformationsfällen benötigten Funktionen in den beiden Ansätzen zur Verfügung steht. Ausnahmen bestehen lediglich im Bereich der Datentypumwandlungen sowie der geometrischen Funktionen.

Im mdWFS-Ansatz steht dafür die generische `isOfType` Funktion zur Verfügung, wobei spezielle geometrische Typumwandlungen wie beispielsweise von `GM_CompositeCurve` zu `GM_Curve` noch implementiert werden müssten. Daraus ergibt sich dann auch der Bedarf einer Teilungsfunktion.

Neben einzelnen Datentypumwandlungsfunktionen fehlt in HALE bisher die Möglichkeit, eine Wertzuweisung mit Bedingung (z.B. bzgl. der Werte eines Attributs im Quellschema) bei Attributen im Zielmodell, bei denen kein Wertebereich festgelegt ist, vorzunehmen. In diesen Fällen kann nämlich die `ClassificationMapping` Funktion nicht eingesetzt werden.

Bei eher rechenintensiven geometrischen Funktionen wie beispielsweise der Erzeugung einer Mittelachse (engl. „centerline“) aus flächenhaften Flussgeometrien ist abzuwägen, ob diese aus Performanzgründen nicht besser mit geeigneten Werkzeugen in einem Prä-Prozessierungsprozess vor der eigentlichen Schematransformation durchgeführt werden. Im Transformationsfall II wurde so verfahren.

Ferner wäre aus Gründen der Benutzerfreundlichkeit überlegenswert, die in HALE implementierten INSPIRE-spezifischen Funktionen zur Erzeugung von bei allen Objekten geführten, komplexen Attributen wie `geographicalName` und `inspireID` auch im mdWFS-Ansatz umzusetzen. Wie in Kapitel 7.1 beschrieben, besteht das komplexe INSPIRE `geographicalName` Attribut aus mehreren Subattributen. Mit den in den Quellschemata vorhandenen Namensinformationen (z.B. Attribut `name` der Objektklasse `AX_Wasserlauf`) kann direkt in der Regel nur das `geographicalName.spelling.text` Subattribut gefüllt werden. Für weitere Attribute können Standardwerte angenommen werden, z.B. „Latn“ für `geographicalName.spelling.script`, „ger“ für `geographicalName.language` oder „endonym“ für `geographicalName.nativeness`. Für alle anderen muss der Wert „void“ mit der `VoidReasonValue` „Unpopulated“ bzw. im GML-Instanzdokument das  `xsi:nil „true“` und die `nilReason` „Unpopulated“ gesetzt werden. Zur Erzeugung des Objektidentifikators `inspireId` wird der im Quellschema vorhandene lokale Identifikator in das `localId` Subattribut überführt und um einen durch den Nutzer einzugebenden `namespace` ergänzt. Sofern im Quellschema entsprechende Informationen vorhanden sind, kann ferner das `versionId` Subattribut befüllt werden.

Ebenfalls aus Gründen der Benutzerfreundlichkeit wäre die Festlegung spezieller Regeln für Attribute im INSPIRE-Zielschema, die mit dem Sterotypen `<<voidable>>` versehen sind, denkbar. So könnte z.B. bei Attributen des Zielschemas, für die mangels entsprechender Informationen im Quellschema keine Abbildung definiert wird, der Wert automatisch auf „void“ mit dem `VoidReasonValue` „Unpopulated“ (bzw. `nil = true` mit `nilReason` in GML) gesetzt werden. Alternativ könnten auch von Haus aus alle `<<voidable>>` Attribute mit „Unpopulated“ vorbelegt werden.

Bei der Beurteilung der zur Verfügung stehenden Funktionen ist hier zu berücksichtigen, dass sowohl der mdWFS- als auch der HUMBOLDT-Ansatz prototypische Entwicklungen aus Forschungsprojekten sind, die darüber hinaus noch nicht vollständig abgeschlossen sind. Die Implementierung von Funktionen erfolgte jeweils auf Basis der Anforderungen aus den jeweiligen Anwendungsfällen (im

mdWFS-Projekt beispielsweise Transformationen für die Geodaten-Themen Verwaltungseinheiten und Schutzgebiete)

### 7.3 Abbildung zwischen Quell- und Zieldatenschemata

Die Definition der Regeln für die Transformation von Quelldaten in das Zielschema erfolgt in zwei Schritten. Zunächst werden für jeden Transformationsfall in Abbildungstabellen Elemente aus dem jeweiligen Quellschema Elementen aus dem Zielschema zugeordnet. Anschließend werden die Abbildungsregeln unter Verwendung eines Software-Werkzeugs formalisiert und somit maschineninterpretierbar gemacht.

Die Abbildungstabellen wurden mit der Software MS Excel erstellt. Eine erste Version der Abbildungstabellen für Transformationsfall I wurde von der Autorin im Rahmen des Testings der INSPIRE Datenspezifikationen Version 2.0 im Jahr 2008 [Fichtinger und Donaubauer 2008] erarbeitet. Diese wurde in gegenseitiger Abstimmung und Austausch dem BKG (Herr Dr. Illert) und der AdV (Herr Bischoff) sowie unter Berücksichtigung der aktuellen Version 3.0.1 der Datenspezifikation aus dem Jahr 2010 vollständig überarbeitet und ergänzt. Dabei wurden auch die Ergebnisse von Spilker [2011, 60 ff.] mit einbezogen. Die Abbildungstabellen für die Transformationsfälle I, III und IV wurden von der Autorin im Rahmen des HUMBOLDT-Projektes erstellt.

Die vollständigen, in Anhang G enthalten Abbildungstabellen sind folgendermaßen aufgebaut:

- Informationen zu Elementen des Zielschemas in der linken Tabellenhälfte
  - Name der Objektklasse
  - Name des Attributs / der Assoziationsrolle / der Constraint
  - Attributtyp
  - Definition der Objektklasse / des Attributs / der Assoziation / der Constraint
  - Multiplizität des Attributs (M)
  - Angabe, ob das Attribut den Stereotyp <<voidable>> trägt
  - ggf. Wertebereich des Attributs (z.B. durch Enumerationen und Codelisten angegeben)
  - Information, von welcher Super-Objektklasse das Attribut ggf. vererbt ist

INSPIRE Data Specification Hydrography <sup>1</sup> (Physical Waters)							
Objektklassenname	Attributname / Assoziationsrolle / Constraint	Attributtyp	Objektklassen-/Attributdefinition	M	Voidable	Wertebereich	Attribut geerbt von Objektklasse
ManMadeObject. Sluice			An open, inclined conduit fitted with a gate for regulating water flow .				
	condition	ConditionOfFacilityValue	The state of planning, construction, repair, and/or maintenance of the structures and/or equipment comprising a facility and/or located at a site, as a whole.	0..1	ja	«codeList» disused functional projected underConstruction	PhysicalWaters:: ManMadeObject

Tabelle 30: Informationen zu Elementen des Zielschemas in Abbildungstabelle (Ausschnitt)

- Informationen zu korrespondierenden Elementen des Quellschemas sowie zur Abbildung und Transformation in der rechten Tabellenhälfte
  - Name der Objektklasse
  - Definition der Objektklasse
  - Name des Attributs
  - Attributtyp
  - Definition des Attributs
  - Multiplizität des Attributs
  - ggf. Wertebereich des Attributs (z.B. durch Enumerationen und Codelisten angegeben)
  - Information, von welcher Super-Objektklasse das Attribut ggf. vererbt ist
  - Art der semantischen Relation / Heterogenitäten zwischen den Elementen aus Ziel- und Quellschema (durch Abkürzung angeben)
  - Art, Richtung und Multiplizität der Korrespondenz zwischen den Elementen aus Ziel- und Quellschema
  - Funktion zur Transformation aus dem Quell- in das Zielschema (Angabe der Transformationsart durch Abkürzung und ggf. „Pseudo-Code“ für Funktionen, Bedingungen und Operatoren)
  - Kommentar

AAA ATKIS Basis-DLM <sup>2</sup>											
Objektklassen-name	Objektklassendefinition	Attributname	Attributtyp	Attributdefinition	M	Wertebereich	Attribut geerbt von Objektklasse	Heterogenität	Korrespondenz	Funktion	Kommentar
AX_BauwerkIm Gewaesserbereich	Bauwerk im Gewaesserbereich ist ein Bauwerk, mit dem ein Wasserlauf unter einem Verkehrsweg oder einem anderen Wasserlauf hindurch geführt wird. Ein Bauwerk im Gewaesserbereich dient dem Abfluss oder der Rückhaltung von Gewässern oder als Messeinrichtung zur Feststellung des Wasserstandes oder als Uferbefestigung.	bauwerksfunktion	AX_Bauwerksfunktion_BauwerkIm Gewaesserbereich		1	<<enumeration>> Sicherheitstor = 2060 Siel = 2070 Sperrwerk = 2080		UK-S, S-MK	Aq -> Oz, 1:1	FL: if bauwerksfunktion in (2060, 2070, 2080)	
		zustand	AX_Zustand_BauwerkIm Gewaesserbereich	Zustand beschreibt die Beschaffenheit von Bauwerk im Gewaesserbereich.	0..1	<<enumeration>> Außer Betrieb, stillgelegt, verlassen = 2100 im Bau = 4000		UK-S, S-WBA	Aq -> Az, 1:1	WB-B: if zustand == 2100 then "disused"; if zustand == 4000 then "underConstruction" else "functional"	Attribut in Datensatz nicht geführt

Tabelle 31: Informationen zu Elementen des Quellschemas, Abbildung und Transformation in Abbildungstabelle (Ausschnitt)

Zweck der Abbildungstabellen ist es, alle für die Definition der Abbildungen und der Abbildungsregeln notwendigen Informationen an einem Ort zu sammeln. Durch die Verwendung eines weit verbreiteten Office-Produkts sind diese für alle an dem Prozess beteiligten Personen – sowohl für Fachleute der jeweiligen Anwendungsdomäne als auch für Experten aus den technischen Bereichen Datenmodellierung, Transformation und Softwareentwicklung – leicht zugänglich und lesbar. Dies kommt auch dem voraussichtlichen Vorgehen in der Anwendungspraxis entgegen. Je nach Anzahl der beteiligten Elemente in Quell- und Zielschema und in Fällen, bei denen mehrere Elemente aus dem Quellschema einem Zielschema-Element zugeordnet werden müssen, können die Tabellen allerdings schnell sehr groß und damit unübersichtlich werden. Diese Erfahrung wurde auch von Spilker [2011, 60] bestätigt. Basierend auf den Abbildungstabellen wurden Abbildungsregeln unter Verwendung der UMLT und des Werkzeugs HALE formalisiert, die Anhang H entnommen werden können.



Objektklassen		
INSPIRE Gewässernetz	ATKIS Basis-DLM (AAA)	nicht herleitbare Pflichtattribute (v = voidable)
<b>Watercourse</b>	AX_Fliessgewaesser, AX_Gewaesserachse zusätzl. Attribute aus AX_Wasserlauf, AX_Kanal	delineationKnown (v) length (v) (evtl. ableitbar aus Geometrie) level (v) (evtl. über Assoziation "hatDirektUnten") width (v) (evtl. ableitbar aus Geometrie) origin* (v) persistence* (v)
<b>StandingWater</b>	AX_StehendesGewaesser	origin* (v) elevation (v) meanDepth (v) surfaceArea (v) (evtl. aus Geometrie)
<b>LandWaterBoundary</b>	<i>evtl. ableitbar aus Randgeometrie von AX_Meer, für Quelldaten nicht relevant</i>	
<b>DrainageBasin</b>		
<b>RiverBasin</b>		
<b>Rapids</b>	AX_Gewaessermerkmal	
<b>Falls</b>	AX_Gewaessermerkmal	height* (v)
<b>ShorelineConstruction</b>	AX_BauwerkImGewaesserbereich	condition* (v)
<b>Crossing</b>	AX_BauwerkImGewaesserbereich, AX_BauwerkImVerkehrsbereich, AX_HistorischesBauwerkOderHistorischeEi nrichtung	condition* (v)
<b>DamOrWeir</b>	AX_BauwerkImGewaesserbereich	condition* (v)
<b>Ford</b>	AX_Strassenverkehrsanlage	condition (v)
<b>Lock</b>	AX_Schleuse	
<b>Sluice</b>	AX_BauwerkImGewaesserbereich	condition* (v)

Tabelle 32: Abbildung im Transformationsfall I (ATKIS Basis DLM → INSPIRE Gewässernetz)

Im Folgenden werden die Ergebnisse der Abbildung kurz zusammen gefasst. Tabelle 32 gibt einen Überblick über die Zuordnung von Objektklassen des Quellschemas ATKIS Basis-DLM (AAA) zu Objektklassen des Zielschemas INSPIRE Gewässernetz in Transformationsfall I. Zur Darstellung, inwieweit die Objektklassen des Zielschemas durch Zuordnung aus dem Quellschema abgedeckt werden können, werden folgende Farbmarkierungen verwendet:

- grün = Objektklasse kann vollständig abgedeckt werden (alle Attribute) – kommt im vorliegenden Transformationsfall nicht vor.
- gelb = Objektklasse kann überwiegend abgedeckt werden (alle Pflichtattribute).
- orange = Objektklasse kann teilweise abgedeckt werden (nicht alle Pflichtattribute). Die nicht abgedeckten Pflichtattribute sind angeben und im Falle, dass sie „voidable“ sind mit einem „v“ gekennzeichnet.
- rot = Objektklasse kann nicht abgedeckt werden.

Pflichtattribute, die nicht hergeleitet werden können, weil korrespondierende Attribute in den Quelldaten nicht geführt werden, obwohl sie im Quellschemata modelliert sind (allerdings als optional), sind mit einem Stern markiert.

Was die Vollständigkeit der Abbildung anbelangt, so können 3 von 13 Objektklassen des Zielschemas gar nicht abgedeckt werden. Alle Pflichtattribute können bei 2 Objektklassen abgedeckt

werden. Bei den restlichen 8 Objektklassen können eine unterschiedliche Anzahl von Pflichtattributen nicht abgedeckt werden, die aber alle „voidable“ sind. Diese Objektklassen könnten somit trotzdem INSPIRE-konform zur Verfügung gestellt werden.

Aus der Tabelle wird ferner ersichtlich, dass in einigen Fällen Informationen aus mehreren Objektklassen des Quellschemas zur Herleitung einer Objektklasse des Zielschemas heran gezogen werden müssen. So werden beispielsweise Informationen aus *AX\_Fliessgewaesser*, *AX\_Gewaesserachse*, sowie den daraus aggregierten Objektklassen *AX\_Wasserlauf* und *AX\_Kanal* zur Abbildung von Attributen der Objektklasse *Watercourse* im Zielschema heran gezogen.

Tabelle 33 gibt einen detaillierteren Überblick über die Abbildung aller Attribute der Objektklasse *Watercourse* in den Transformationsfällen I bis IV. Für die Attribute im Quellschema des Transformationsfalls I sowie die Attribute im Zielschema, die aus einem Supertyp von *Watercourse* geerbt werden, ist der Objektklassenname dem Attributnamen vorangestellt. Bei komplexen Attributen werden die zu diesen gehörigen Subattribute darunter aufgelistet. Pflichtattribute des Zielschemas sind fett gedruckt. Farbige Markierungen weisen dabei auf den Komplexitäts-Level der benötigten Transformationsfunktion hin bzw. geben an, dass ein Attribut nicht herleitbar ist:

- grün: einfache Umbenennung oder Zuweisung eines Standardwertes
- gelb: einfache Datentypumwandlung
- orange: komplexere Funktion
- rot: nicht über eine Funktion herleitbar

Attribute die zwar in den Quellschemata modelliert sind, aber in den Quelldaten nicht geführt werden, weil sie optional sind, sind mit einem Stern markiert.

Attribute der Objektklasse <i>Watercourse</i> (INSPIRE Hydrography) (v = voidable)	Attribute in Quellschemata der Transformationsfälle I bis IV			
	I ATKIS Basis-DLM (AAA)	II ATKIS Basis-DLM (alt)	III VoGIS	IV VECTOR25
HydroObject. geographicalName (v)				
.spelling	.text = AX_Wasserlauf/AX_Kanal .name	Geographischer Name	NAME	Name
	.script = „Latn“	.script = „Latn“	.script = „Latn“	.script = „Latn“
.language	„ger“	„ger“	„ger“	„ger“
.nativeness	„endonym“	„endonym“	„endonym“	„endonym“
.nameStatus	„void“ („Unpopulated“)	„void“ („Unpopulated“)	„official“	„official“
.sourceOfName	„void“ („Unpopulated“)	„void“ („Unpopulated“)	„void“ („Unpopulated“)	„LK25“
.pronunciation				
HydroObject.hydroId (v)				
.classificationScheme	„National“	„National“	„National“	„National“
.localId	AX_Wasserlauf/AX_Kanal .gewaesserkennzahl	Kurzbezeichnung	FGW-ID	GEWISSNR
namespace	„DE“	„DE“	„AT“	„CH“

SurfaceWater. <b>geometry</b>	AX_Fliessgewaesser/ AX_Gewaesserachse .position	shape / the_geom	shape / the_geom	shape / the_geom
SurfaceWater. <b>inspireId</b>				
.localId	AX_Fliessgewaesser/ AX_Gewaesserachse UUID	OB	FLU_50T_ID	ObjectId
.namespace	<i>vorläufig „DEAAA“, noch nicht festgelegt</i>	<i>vorläufig „DELVG“, noch nicht festgelegt</i>	<i>vorläufig „ATLVAVFLU50T“, noch nicht festgelegt</i>	<i>vorläufig „CHSWISSTOPO“, noch nicht festgelegt</i>
.versionId	AX_Fliessgewaesser/ AX_Gewaesserachse. lebenszeitintervall. beginnt	„void“ („Unpopulated“)	„void“ („Unpopulated“)	„void“ („Unpopulated“)
SurfaceWater. levelOfDetail	modellart	25000	50000	25000
SurfaceWater. <b>beginLifespanVersion</b> (v)	AX_Fliessgewaesser/ AX_Gewaesserachse. lebenszeitintervall. beginnt	„void“ („Unpopulated“)	„void“ („Unpopulated“)	YearOfChange
SurfaceWater. endLifespanVersion (v)	AX_Fliessgewaesser/ AX_Gewaesserachse. lebenszeitintervall. endet	„void“ („Unpopulated“)	„void“ („Unpopulated“)	„void“ („Unpopulated“)
SurfaceWater. localType	AX_Fliessgewaesser/ AX_Gewaesserachse. funktion*	OBJART	LEVEL	ObjectVal
SurfaceWater. <b>origin</b> (v)	AX_Fliessgewaesser/ AX_Gewaesserachse. funktion*	OBJART	LEVEL	ObjectVal
SurfaceWater. <b>persistence</b> (v)	AX_Fliessgewaesser/ AX_Gewaesserachse. hydrologischesMerkmal	Hydrologisches Merkmal	LEVEL	„void“ („Unpopulated“)
SurfaceWater. <b>tidal</b> (v)	0 ( <i>Annahme für Bayern</i> )	0 ( <i>Annahme für Bayern</i> )	0 ( <i>Annahme</i> )	0 ( <i>Annahme</i> )
<b>condition</b> (v)	AX_Fliessgewaesser/ AX_Gewaesserachse. zustand ( <i>nur bei Objektart AX_Kanal</i> )	Zustand ( <i>nur bei Objektart 5102</i> )	„void“ („Unpopulated“)	„void“ („Unpopulated“)
<b>delineationKnown</b> (v)	„void“ („Unpopulated“)	„void“ („Unpopulated“)	„void“ („Unpopulated“)	ObjectVal
<b>length</b> (v)	<i>evtl. aus Geometrie</i>	<i>evtl. aus Geometrie</i>	LENGTH	length
<b>level</b> (v)	<i>evtl. über Assoziation "hatDirektUnten"</i>	Lage zur Erdoberfläche	LEVEL	ObjectVal
streamOrder (v)				
.order	„void“ („Unpopulated“) <i>evtl. ableitbar aus gewaesserkennzahl</i>	„void“ („Unpopulated“) <i>evtl. ableitbar aus gewaesserkennzahl</i>	ORDSTRAHLER	„void“ („Unpopulated“) <i>evtl. ableitbar aus GEWISSNR</i>
.orderScheme	„void“ („Unpopulated“)	„void“ („Unpopulated“)	„Strahler“	„void“ („Unpopulated“)
.scope	„void“ („Unpopulated“)	„void“ („Unpopulated“)	„National“	„void“ („Unpopulated“)
<b>width</b> (v)	AX_Gewaesserachse. breiteDesGewaessers, <i>bei AX_Fliesgewaesser evtl. aus Geometrie</i>	bei linienförmigen Obj.: Breite des Gewässers; bei flächenförmigen Obj.: <i>evtl. aus Geometrie</i>	LEVEL	„void“ („Unpopulated“)

Tabelle 33: Abbildung der Attribute der Objektklasse Watercourse in den Transformationsfällen I bis IV

Wenn man nun die Vollständigkeit auf der Ebene der Attribute der Objektklasse *Watercourse* in den einzelnen Transformationsfällen betrachtet, so kann Folgendes festgestellt werden:

- Im Transformationsfall I können 6 von 17 Attributen gar nicht abgedeckt werden, davon sind 4 Pflichtattribute (allerdings alle „voidable“). Für die Herleitung von 5 Attributen sind komplexere Funktionen notwendig (z.B. Geometrietypumwandlung, Wertzuweisungen mit Bedingungen und Vergleichsoperatoren, etc.).
- Im Transformationsfall II können 5 von 17 Attributen gar nicht abgedeckt werden, davon sind 3 Pflichtattribute (alle „voidable“). Für die Herleitung von 7 Attributen sind komplexere Funktionen notwendig.
- Im Transformationsfall III können ebenfalls 5 von 17 Attributen gar nicht abgedeckt werden, davon sind 3 Pflichtattribute (alle „voidable“). Für die Herleitung von 6 Attributen sind komplexere Funktionen notwendig.
- Im Transformationsfall IV können wiederum 5 von 17 Attributen gar nicht abgedeckt werden, davon sind 3 Pflichtattribute (allerdings alle „voidable“). Für die Herleitung von 5 Attributen sind komplexere Funktionen notwendig.

Die Abbildungen können also allesamt als nicht vollständig bezeichnet werden. Nachdem aber alle Pflichtattribute, die nicht „voidable“ sind, abgedeckt werden können, könnte die Objektklasse *Watercourse* in allen Transformationsfällen entsprechend der INSPIRE-Anforderungen bereit gestellt werden, wenn auch aus den verschiedenen Quellschemata der Länder mit Abdeckung unterschiedlicher Attribute. Der Informationsgehalt der transformierten Daten wäre allerdings maximal für den in der INSPIRE Datenspezifikation Gewässernetz genannten Anwendungsfall „Mapping“ brauchbar, nicht aber für die beiden anderen Anwendungsfälle „Reporting“ sowie „Spatial Analysis & Modelling“.

Wenn man das gesamte Geodaten-Thema Gewässernetz betrachtet, kann die eingangs dieser Arbeit gestellte Frage, ob hierfür Geobasisdaten aus digitalen Landschaftsmodellen aus Deutschland, Österreich und der Schweiz jeweils ausreichen mit „nein“ beantwortet werden. Es werden also weitere Informationsquellen - z.B. aus dem Kreise der in Kapitel 3.4.5 Aufgeführten - benötigt.

Zu einer ähnlichen Einschätzung kommen Banfi et al. [2010, 41] nach ihren Tests mit ALKIS und ATKIS Daten (AAA) für die Geodaten-Themen Geografische Bezeichnungen, Adressen und Verkehrsnetze. Das Geodaten-Thema Flurstücke/Grundstücke (Katasterparzellen) sei hingegen zur Gänze aus jenen Datenquellen herleitbar.

Bezüglich der Frage, welche Informationsquellen notwendig sind, um eine Abbildung zwischen Quell- und Zielmodellen erstellen zu können, muss festgestellt werden, dass dafür die in den (konzeptuellen) Schemata enthaltenen Informationen allein nicht ausreichen. Zusätzlich wurden in den Transformationsfällen folgende Informationsquellen benötigt:

- *Objektartenkataloge in Textform*: In Transformationsfall I war beispielsweise nur aus dem ATKIS-Objektartenkatalog ersichtlich, dass für Instanzen bestimmter Objektklassen nur eine Teilmenge der bei der jeweiligen Objektklasse im integrierten AAA-Anwendungsschema modellierten Informationen geführt wird, wenn die Instanzen dem Informationsprodukt ATKIS Basis-DLM zugeordnet sind (s. Kapitel 7.1). In den Transformationsfällen II, III und IV sind die Objektartenkataloge unerlässlich, da die über den WFS erzeugten GML-Anwendungsschemata keinerlei Informationen zu Inhalt und Definition der Objektklassen und Attribute enthalten.

- *Kodierungsregeln:* In Transformationsfall I, bei dem die Abbildung auf der Ebene der konzeptuellen Schemata definiert und später auf der Datenebene ausgeführt wird, ist die Berücksichtigung der Kodierungsregeln besonders wichtig. So ist beispielsweise nur aus den in natürlicher Sprache in der GeoInfoDok beschriebenen Kodierungsregeln ersichtlich, dass die im UML-Schema über Vererbung und Realisierung modellierten geometrischen Eigenschaften bei der Kodierung in ein Geometrieattribut `position` umgesetzt werden, und welchen Geometrietyp dieses Attribut hat. Ferner ist sowohl für das Quell- als auch für das Zielschema in den Kodierungsregeln festgelegt, dass das Identifikator-Attribut in GML sowohl über das GML-Attribut `gml:id` als auch über das GML-Element `gml:identifizier` kodiert wird [Eisenhut und Kutzner 2010, 53f.] und wie diese aufgebaut sein müssen. Der Umgang mit Attributen mit dem Stereotyp `<<voidable>>` sowie mit Codelisten bei der Kodierung des Zielschemas ist ebenfalls nur aus den Kodierungsregeln ersichtlich. Die Codelisten werden in Form von GML Dictionaries kodiert, die außerhalb des INSPIRE-Schemas in einer Registry geführt werden und auf die bei Instanzen über eine Referenz verwiesen wird [INSPIRE DT DS 2010a, 38].
- *Instanzen:* Ob Attribute, die im Schema als optional definiert sind, in den zu transformierenden Daten geführt werden oder nicht, kann nur durch die Sichtung der Instanzen ermittelt werden. Das gleiche gilt für Fälle, in denen ein Attribut zwar geführt wird, aber Nullwerte oder Fehler vorhanden sind. Ferner ist in Fällen, in denen im Schema ein abstrakter Geometrietyp wie beispielsweise `GM_Object` verwendet wird, erst auf der Ebene der Instanzen festgestellt werden, welche der Subtypen von `GM_Object` tatsächlich verwendet werden.
- *Weitere Quellen:* Um bei der Abbildung zwischen Schemata, in denen beispielsweise Bezeichnungen, Definitionen und Codelistwerte in zwei unterschiedlichen natürlichen Sprachen verfasst sind (z.B. in Deutsch und Englisch wie in der vorliegenden Arbeit) Begriffe richtig zuordnen zu können, muss der Ersteller der Abbildung über Kenntnisse in beiden Sprachen verfügen. Zusätzlich müssen zur Begriffsklärung ggf. zweisprachige Wörterbücher oder Fachlexika in der jeweiligen Sprache heran gezogen werden. Der Idealfall wäre hier durch das Vorhandensein eines zweisprachigen Thesaurus beispielsweise mit Begriffen aus dem Themenbereich Hydrologie gegeben.

## 7.4 Vergleich, Möglichkeiten und Grenzen der Transformationsansätze

Im Folgenden werden die beiden in Kapitel 6 beschriebenen Transformationsansätze anhand der in Kapitel 4.2 definierten Klassifikationsmerkmale sowie der in Kapitel 5 beschriebenen Anforderungskriterien verglichen sowie ihre Möglichkeiten und Grenzen eingeschätzt. Diese Einschätzung basiert nicht auf einer streng methodischen Evaluierung mit Gruppen von Endnutzern sondern lediglich auf den bei der Erprobung der Ansätze in den oben beschriebenen Transformationsfällen gemachten eigenen Erfahrungen. Ferner muss berücksichtigt werden, dass es sich bei beiden Ansätzen um prototypische Entwicklungen aus Forschungsprojekten – deren Entwicklung überdies noch nicht abgeschlossen ist – und nicht um operationelle Systeme handelt.

Kriterium	mdWFS-Ansatz (UMLT)	HUMBOLDT-Ansatz (HALE / gOML)
<b>Ebene der Abbildung</b>	Konzeptuelle Schemata (UML-Schemata im XMI Austauschformat)	Transferformat-Schemata (GML-Anwendungsschemata)
<b>Abbildungssprache</b>	UMLT	gOML
Paradigma	Deklarativ und operational	Deklarativ
Repräsentation	Graphisch und textuell	Textuell
<b>Automatisierungsgrad</b>	Manuelle Definition der Abbildungsregeln, unterstützt durch Benutzeroberfläche. Automatisierte Ausführung der Transformation	Manuelle Definition der Abbildungsregeln, unterstützt durch Benutzeroberfläche. Automatisierte Ausführung der Transformation
<b>Ausführung der Transformation</b>	Offline oder dienste-basiert (vorkonfiguriert) möglich.	Offline oder dienste-basiert (vorkonfiguriert) möglich.
<b>Systemunabhängigkeit / Offenheit</b>	Generische Beschreibung der Abbildungsregeln mit nicht proprietärer Abbildungssprache, die einen internationalen Standard erweitert. Open-Source-Implementierung (mdWFS Prototyps) und teilweise proprietäre Implementierung (Nutzung der Transformationsfunktio-nalität der Software FME). Für FME entwickelte Plug-Ins vrstl. Open Source.	Generische Beschreibung der Abbildungsregeln mit nicht proprietärer Abbildungssprache. Open-Source-Implementierung der Transformationsfunktionalität.
<b>Expressivität</b>	UML-Konstrukte in Schemata (Vererbung, Assoziation und Multiplizitäten) verarbeitbar.  Fehlende Konstrukte für 4 benötigte Transformationsfunktionen.  Beschreibung der Abbildungsregeln auf formale, eindeutige und maschineninterpretierbare Art und Weise möglich.	UML-Schemata nicht verarbeitbar (nur GML-Anwendungsschemata und Shapefiles), Vererbung und Multiplizitäten verarbeitbar.  Fehlende Konstrukte für 2 Transformationsfunktionen.  Beschreibung der Abbildungsregeln auf formale, eindeutige und maschineninterpretierbare Art und Weise möglich.
<b>Benutzerfreundlichkeit</b>	Abbildungsregel-Dokument im XMI-Format umfangreich und mit komplexer Syntax Menschenlesbare, intuitive HUTN Notation.  Werkzeug mit graphischer Benutzeroberfläche (in Entwicklung).	Abbildungsregel-Dokument im gOML-Format umfangreich und mit komplexer Syntax  Abbildungsregeln aus HALE auch in menschenlesbarer, intuitiver Version (HTML, CSV) exportierbar Werkzeug mit graphischer Benutzeroberfläche.
<b>Erweiterbarkeit</b>	Gegeben.	Gegeben.
<b>Kompatibilität mit Web Services</b>	XMI-Serialisierung der Abbildungssprache kompatibel mit Web Services.  Dienste-basierte Ausführung der Transformation unter Berücksichtigung der SOA Prinzipien möglich.	XMI-basierte Abbildungssprache kompatibel mit Web Services.  Dienste-basierte Ausführung der Transformation unter Berücksichtigung der SOA Prinzipien möglich (in Entwicklung).
<b>Qualitätsprüfung und Fehlerbehandlung</b>	Bisher nicht möglich.	Qualitätsprüfung z.T. möglich (s.u.), Beschreibung von Ungenauigkeiten vorgesehen aber noch nicht implementiert.

Tabelle 34: Vergleich der beiden Transformationsansätze anhand ausgewählter Kriterien

Drei der in Kapitel 5 genannten Anforderungskriterien sind nicht in den Vergleich eingeflossen. Um die Skalierbarkeit der Lösungen aus den Ansätzen fundiert bewerten zu können, wären weitere Tests in einem operativen Umfeld mit großen Datenmengen notwendig, die nicht Gegenstand der Forschungsprojekte waren. Gleiches gilt für die INSPIRE-spezifischen Anforderungen zur Leistung, Kapazität und Verfügbarkeit von Transformationsdiensten. Da gemäß der in den Anwendungsfällen vorgesehenen gerichteten Transformation aus den Quellschemata in die INSPIRE-Zielschemata die Abbildungsregeln nicht bidirektional beschrieben wurden, floss auch dieses Kriterium nicht ein.

Der Vergleich zeigt, dass die Ansätze eine Reihe von Gemeinsamkeiten haben, sich aber auch in einigen grundlegenden Punkten unterscheiden. In beiden Ansätzen ist die Beschreibung der Abbildung auf generische, formale und maschineninterpretierbare Art und Weise unter Verwendung einer nicht proprietären Abbildungssprache möglich. Beide Sprachen sind bisher nicht standardisiert, wobei die UMLT im Gegensatz zur gOML allerdings als Erweiterung auf Basis einer internationalen Norm (UML) definiert wurde. Die Abbildungsregeln werden durch den Nutzer manuell erstellt, wobei er jeweils durch ein Werkzeug mit graphischer Benutzeroberfläche (UMLT- Editor bzw. HALE) unterstützt wird. Die Entwicklung des UMLT-Editors war zum Zeitpunkt des Verfassens der Arbeit noch nicht ganz abgeschlossen, weswegen die graphische Erstellung der Abbildung über Aktivitätsdiagramme noch nicht vollständig getestet werden konnte. Die verwendeten Transformationssprachen unterscheiden sich sowohl bezüglich des Paradigmas, auf dem sie basieren, als auch in der Form ihrer Repräsentation. Während die gOML eine rein deklarative Sprache ist, verbindet die UMLT deklarative und operationale Ansätze. Beim deklarativen Vorgehen liegt der Schwerpunkt darauf, welchem Element des Quellschemas über welche Funktion welches Element des Zielschemas zugeordnet wird. Dies ist aus Sicht eines Nutzers, der eine Abbildung erstellt, evtl. etwas intuitiver als die Definition über Aktivitätsdiagramme, da es dem Vorgehen bei der Abbildungsbeschreibung in Tabellen, das in der Praxis oft angewendet wird, ähnlicher ist. Gleiches gilt für die Umsetzung im HALE, bei dem Objektklassen und Attribute des Quell- und Zielschemas jeweils in Baumform gegenüber gestellt sind (s. Abbildung 37), wobei der Nutzer jeweils ein Element auf beiden Seiten markiert und über eine Funktion verbindet. Auf der anderen Seite haben operationale Elemente in der Abbildungssprache den Vorteil, dass dadurch bereits bei der Definition der Abbildung auf generischer Ebene die Steuerung der Reihenfolge, in der die einzelnen Transformationsschritte durchgeführt werden sollen, möglich ist. So kann z.B. festgelegt werden, dass Objekte erst gefiltert und dann geteilt werden und den neu entstandenen Objekten sinnvollerweise erst danach Attributwerte zugewiesen werden. Bei einer deklarativen Abbildungssprache muss diese Logik in dem Werkzeug implementiert werden, mit dem die Transformation ausgeführt wird. Hierbei hat der Ersteller der Abbildung dann aber in der Regel kaum Einflussmöglichkeiten bei der Festlegung der Ausführungsreihenfolge. Die Speicherung der Abbildungsregeln in XML-basierten Formaten (gOML bzw. XMI-Serialisierung der UMLT) führt bei beiden Ansätzen zu umfangreichen und komplexen Dateien (s. Anhang H). Die Abbildungsregeln aus Transformationsfall I umfassen beispielsweise als UMLT XMI-Datei knapp 7800 Zeilen und damit über zehnmal so viel wie als UMLT HUTN-Datei. Die gOML-Dokumente sind dabei etwas intuitiver lesbarer als die UMLT XMI-Dokumente, allerdings auch noch etwas umfangreicher. Die XML-basierten Formate dienen allerdings bei beiden Ansätzen in erster Linie als maschineninterpretierbares Speicher- und Austauschformat. Für den Menschen leichter lesbare Repräsentationen können mit dem HALE durch den Export der Abbildungsregeln als HTML- oder CSV-Dateien erzeugt werden. Beim mdWFS Ansatz dient hierzu die graphische, diagrammbasierte UMLT Notation. Die sehr kompakte und übersichtliche, INTERLIS-basierte UMLT

HUTN Syntax wird im Zuge der Implementierung des zweiten, INTERLIS-unabhängigen mdWFS Prototypen allerdings zukünftig nicht mehr eingesetzt. An ihre Stelle tritt der UMLT-Editor zur graphischen Definition der Abbildungsregeln (s. Kapitel 6.1.5). Bzgl. der Anzahl der bisher fehlenden Konstrukte für Transformationsfunktionen unterscheiden sich die Ansätze nur geringfügig. In HALE stehen zwei benötigte Funktionen nicht zur Verfügung, in UMLT sind es vier. Durch die Kombination des mdWFS Ansatzes mit dem Transformations-Werkzeug FME (s. Kapitel 6.1.5) kann zukünftig auch auf die Vielzahl an in FME zur Verfügung stehenden Transformationsfunktionen zugegriffen werden.

Basierend auf den erstellten Abbildungsregeln kann die Transformation in beiden Ansätzen automatisiert ausgeführt werden und zwar prinzipiell sowohl dienste-basiert (vorkonfiguriert) als auch offline. Die Entwicklung für die dienste-basierte Ausführung über die WPS-Schnittstelle im HUMBOLDT-Ansatz war zum Zeitpunkt der Erstellung dieser Arbeit allerdings noch nicht abgeschlossen und konnte deshalb nicht erfolgreich getestet werden.

Qualitätsprüfung und Beschreibung von Ungenauigkeiten in der Abbildung sind bisher nur im HUMBOLDT-Ansatz vorgesehen. Im HALE-Taskfenster wird beispielsweise angezeigt, für welche Attribute noch keine Abbildung definiert wurde und mit einer Warnung darauf hingewiesen wenn es sich dabei um Pflichtattribute im Zielschema handelt. Das Transformationsergebnis (GML-Datei) kann im HALE beim Speichern automatisch gegen das Zielschema (GML-Anwendungsschema) syntaktisch validiert werden. Funktionalitäten zur Beschreibung von Ungenauigkeiten in der Abbildung über die in Kapitel 4.1 beschriebene Mismatch Description Language stehen bisher noch nicht zur Verfügung.

Der größte Unterschied zwischen den beiden Ansätzen liegt in der Ebene, auf der die Abbildungsregeln definiert werden – auf der Ebene der konzeptuellen Schemata im mdWFS-Ansatz bzw. auf der Ebene der GML-Anwendungsschemata im HUMBOLDT Ansatz. Die sich daraus jeweils ergebenden Möglichkeiten und Grenzen werden im Folgenden dargelegt. Soweit möglich, erfolgt die Betrachtung dabei unabhängig von den zur Erstellung der Abbildung verwendeten Software-Werkzeugen, deren Unterschiede oben bereits beschrieben wurden.

### **Möglichkeiten und Grenzen der semantischen Transformation auf der Ebene der konzeptuellen Schemata**

Basierend auf den in den beiden Projekten sowie in der vorliegenden Arbeit gewonnen Erkenntnissen kann angenommen werden, dass die Definition der Abbildungsregeln auf der Ebene der konzeptuellen Schemata gegenüber der Definition auf der Ebene der Transferformatschemata oder der Transferformate u.a. folgende Vorteile hat (s. auch Donaubaue et al. [2006a, 34]; Eisenhut et al. [2010, o.S.]; Kutzner [2010a, 37])

- Die definierten Abbildungsregeln sind komplett plattformunabhängig. Aus ihnen kann theoretisch beliebiger, für die Ausführung der Transformation in unterschiedlichen Software-Werkzeugen benötigter Code abgeleitet werden. Dadurch ist prinzipiell eine hohe Wiederverwertbarkeit der meist mit großem Aufwand erstellten Regeln gegeben. Zudem können mittels Kodierungsregeln Daten in beliebigen Formaten transformiert werden.
- Dadurch sind die Abbildungsregeln auch potentiell leichter wartbar. Falls Änderungen im Quell- oder Zielschema auftreten, muss der Code für die Transformation nicht neu geschrieben werden. Die Regeln können auf der konzeptuellen Ebene modifiziert werden und daraus dann der Code abgeleitet werden.



- Die Verwendung von UML-Klassendiagrammen als Hauptinformationsquelle für die Abbildung kann den Zugang zu semantischen Transformationen für Fachexperten, die keine Informatiker sind, vereinfachen. UML-Diagramme sind in der Regel übersichtlicher und leichter verständlich als z.B. XML-basierte Transferformatschemata.
- In den UML-Schemata sind bei der Definition der Abbildung benötigte Informationen enthalten, die in den Transferformatschemata fehlen. Dies betrifft beispielsweise generell Constraints sowie speziell in den Transformationsfällen der vorliegenden Arbeit auch Codelists des INSPIRE-Zielschemas.
- Konzepte der objektorientierten Modellierung, wie Vererbung, Aggregation, Komposition, etc. können bei der Abbildung auf konzeptueller Ebene berücksichtigt werden. So kann beispielsweise für in beiden Schemata bei Supertypen definierte Attribute (z.B. Identifikator oder Lebenszeitintervall) eine Abbildung auf der Ebene dieser Supertypen definiert werden. Diese gelten dann automatisch für alle aus den Supertypen abgeleiteten Subtypen und müssen nicht für bei jedem Subtyp einzeln definiert werden. Dies ist auf der Ebene der Transferformate nicht möglich.

Dem stehen Grenzen u.a. in folgenden Bereichen gegenüber (s. auch Eisenhut und Kutzner [2010, 55ff.]; Donaubaer et al. [2008, 33], Beare et al. [2010b, 13]):

- Es ist anzunehmen, dass europaweit gesehen die Mehrheit der INSPIRE-konform bereitzustellenden Datenbestände bisher nicht mit expliziten konzeptuellen Schemata beschrieben ist. Eine nachträgliche konzeptuelle Modellierung ist arbeitsaufwändig und setzt detaillierte Kenntnis der Dateninhalte sowie Expertenwissen im Bereich der Modellierungstechniken voraus.
- Die bestehenden konzeptuellen Schemata (z.B. aus Deutschland und der Schweiz sowie die INSPIRE-Schemata) basieren auf unterschiedlichen Metamodellen und wurden unter Verwendung unterschiedlicher UML-Profile modelliert (s. Anhang F), die überdies gemäß Eisenhut und Kutzner [2010, 58] nicht als „echte“ Profile gemäß der UML-Spezifikation anzusehen sind. Damit ist zum derzeitigen Stand eine wichtige Voraussetzung für die korrekte Durchführung der Transformationen nicht gegeben.
- Die UML-Schemata werden in der Regel im XMI-Austauschformat an das Software-Werkzeug, mit dem die Abbildung definiert wird, übergeben. Der XMI-Export ist aber bei Software-Werkzeugen, die zur Modellierung konzeptueller Schemata verwendet werden, nicht konsistent umgesetzt. Damit sind UML-Schemata über XMI nicht problemlos austauschbar.
- Der Schritt von der Definition der Abbildungsregeln auf der konzeptuellen Ebene zur Ausführung der Transformation auf der Ebene der Daten ist komplex, da hierbei die für die Quell- und Zielschemata festgelegten Kodierungsregeln berücksichtigt werden müssen. Für die in dieser Arbeit verwendeten Schemata wurden jeweils spezifische Kodierungsregeln festgelegt, die über die Normen ISO 19118 und ISO 19136 hinaus gehen.

### **Möglichkeiten und Grenzen der semantischen Transformation auf der Ebene der Transferformatschemata**

Für die Definition der Abbildungsregeln auf der Ebene der Transferformatschemata (hier speziell GML-Anwendungsschemata) können folgende Vorteile angeführt werden:

- Es ist davon auszugehen, dass die Implementierung von Transformationswerkzeugen weniger aufwändig ist, wenn nur zwei Ebenen (GML-Anwendungsschemata und GML-Transferformat) statt drei Ebenen (zusätzlich noch konzeptuelles Schema) berücksichtigt werden müssen.
- In Fällen, in denen für die zu transformierenden Daten keine explizit formalisierten Schemata existieren, können beispielsweise aus Dateien im Shapefile-Format über eine WFS-Instanz und deren DescribeFeatureType Operation GML-Anwendungsschemata mit wesentlich geringerem

Aufwand erzeugt werden als für eine nachträgliche konzeptuelle Modellierung anfallen würde. Damit sind allerdings auch Nachteile verbunden (s.u.).

- Durch die Definition von Abbildungsregeln auf der Ebene der Transferformatschemata anstatt auf der Daten-/Transferformatebene ist zumindest ein gewisser Grad an Wiederverwendbarkeit gewährleistet. Die auf Basis eines Transferformatschemas einmal erstellten Abbildungen können potentiell für alle Datensätze verwendet werden, die diesem Schema entsprechen.
- Im Technical Guidance Dokument zu den INSPIRE-Transformationsdiensten wird davon ausgegangen, dass die Abbildungen auf der Ebene der GML-Anwendungsschemata definiert werden.

Die Grenzen dieses Vorgehens können folgendermaßen beschrieben werden:

- Die oben beschriebene Erzeugung eines GML-Anwendungsschemas über die WFS DescribeFeatureType Operation führt dazu dass diesem Schema zum einen das proprietäre Datenaustauschformat Shapefile und zum anderen das implizite GML-Profil der Software, mit der die WFS-Instanzen erzeugt wurden, zugrunde liegt und somit keine Systemunabhängigkeit gegeben ist.
- Die Verarbeitung von GML-Schemata kann durch unterschiedliche GML-Versionen und GML-Profile behindert werden. So basieren beispielsweise die GML Versionen 2 und 3 auf unterschiedlichen Geometriemodellen (OGC Simple Features bzw. ISO 19107). Unterschiedliche GML-Profile entstehen einerseits explizit durch die o.g. spezifischen Kodierungsregeln und andererseits dadurch, dass unterschiedliche Software-Werkzeuge oft unterschiedliche Teilmengen von GML unterstützen [Shi 2004, 95].
- Konzepte der objektorientierten Modellierung wie Aggregation und Komposition können bei der Abbildung auf der Ebene der GML-Schemata nicht problemlos behandelt werden. Ferner fehlen – wie oben beschrieben – wichtige Informationen wie beispielsweise Constraints im GML-Anwendungsschema.

### **Praktische Grenzen der semantischen Transformation aufgrund der Beschaffenheit von Quell- und Zielschemata sowie der Daten**

Unabhängig von den verwendeten Transformationsansätzen können folgende Grenzen in der Beschaffenheit der Quell- und Zielschemata sowie der zu transformierenden Daten begründet sein:

- Je nach dem Grad der Heterogenität kann zwischen Quell- und Zielschemata oft nur eine unvollständige Abbildung, eine Abbildung mit Informationsverlust oder Abbildungsungenauigkeit sowie unter Umständen sogar gar keine Abbildung möglich sein.
- Große Datensätze und komplexe Transformationen können die Performanz allgemein und speziell bei der dienste-basierten Ausführung der Transformation massiv negativ beeinflussen.

## 8 Schluss

### 8.1 Zusammenfassung der Ergebnisse

In der vorliegenden Arbeit wurden Ansätze zur semantischen Transformation am Beispiel von topographischen Geobasisdaten aus digitalen Landschaftsmodellen der grenzüberschreitenden Bodenseeregion erprobt. Die Datenmodelle und Schemata der verwendeten Quelldaten aus Deutschland, Österreich und der Schweiz wurden analysiert und untereinander sowie mit dem Zielschema aus der INSPIRE-Datenspezifikation Gewässernetz verglichen. Unter Verwendung eigens erstellter Klassifikationen wurde die Heterogenität zwischen Elementen der Quell- und Zielschemata beschrieben und daraus der Bedarf an Funktionen für eine Transformation der Quelldaten aus den Quellschemata in das Zielschema abgeleitet. Basierend darauf wurden in vier Transformationsfällen Abbildungen zwischen verschiedenen Quellschemata (ATKIS Basis-DLM (AAA) sowie ATKIS Basis-DLM (alt) aus Deutschland, VoGIS Fließgewässernetz aus Österreich und VECTOR25 aus der Schweiz) und dem INSPIRE-Zielschema erstellt. Diese wurden in abstrakter Form in Abbildungstabellen beschrieben, wobei auch die Art der Heterogenität, die Art und Multiplizität der Korrespondenz sowie die benötigten Transformationsfunktionen, ihre Bedingungen und Operatoren festgehalten werden. Die Abbildungsregeln wurden anschließend auf der Ebene der konzeptuellen Schemata (UML-Schemata) unter Verwendung des im mdWFS-Projekt entwickelten Transformationsansatzes bzw. auf der Ebene der Transferformatschemata (GML-Anwendungsschemata) unter Verwendung des im HUMBOLDT-Projekt entwickelten Transformationsansatzes formalisiert. Die beiden Ansätze wurden schließlich verglichen und bezüglich ihrer Möglichkeiten und Grenzen bewertet.

Basierend auf den hierbei gewonnenen Erkenntnissen können die in der Einleitung gestellten Fragen nun folgendermaßen beantwortet werden:

- 1) *Wo liegen die Unterschiede in der Modellierung topographischer Geobasisdaten in digitalen Landschaftsmodellen in den Ländern der Bodenseeregion und wie können diese systematisch beschrieben werden?*

Obwohl die Daten der digitalen Landschaftsmodelle zu ähnlichen Zwecken (als topographische Geobasisdaten) erhoben wurden und ähnliche Ausschnitte der Realwelt (z.B. ein Gewässernetz) abbilden, wurden sie zum Teil auf sehr unterschiedliche Weise modelliert. Die Heterogenitäten sind u.a. durch die Verwendung unterschiedlicher Metamodelle, UML-Versionen und -profile sowie Kodierungsregeln, durch die Beschreibung von geometrischen Eigenschaften unter Verwendung unterschiedlicher Geometriemodelle bzw. unterschiedlicher Teilmengen eines Geometriemodells, durch Unterschiede bei der Abgrenzung und Definition von Objekten, durch unterschiedliche Informationsumfänge und -tiefen sowie durch unterschiedliche Datentypen und Wertebereiche bedingt. Ferner stammen die verwendeten Daten aus unterschiedlichen Generationen digitaler Landschaftsmodelle.

- 2) *Reichen die in den oben genannten digitalen Landschaftsmodellen enthaltenen Informationen aus, um eine vollständige Abbildung auf die Schemata aus den Spezifikationen der in Anhang I der INSPIRE-Richtlinie genannten Geodaten-Themen (insbesondere Gewässernetz) erstellen zu können?*

Wenn man das gesamte „Physical Waters“ Schema der INSPIRE-Datenspezifikation Gewässernetz betrachtet, so muss diese Frage mit „nein“ beantwortet werden. Bei Verwendung des ATKIS Basis-DLM als Quellschema können beispielsweise drei von dreizehn Objektklassen des INSPIRE-Zielschemas gar nicht abgedeckt werden. Es werden also weitere Informationsquellen – z.B. aus dem Kreise der in Kapitel 3.4.5 aufgeführten Geofachdaten – benötigt. Das ATKIS Basis-DLM ist ein fachneutrales Modell für Geobasisdaten, während die INSPIRE-Datenspezifikation Gewässernetz auch hydrologische Fachaspekte beinhaltet.

Bei einer Fokussierung auf die Objektklasse Watercourse im Zielschema kann festgestellt werden, dass die Abbildung zwar auch hier nicht vollständig ist, aber alle Pflichtattribute, die nicht „voidable“ sind, abgedeckt werden können. Daher könnte die Objektklasse Watercourse in allen Transformationsfällen entsprechend der INSPIRE-Anforderungen bereit gestellt werden, allerdings nicht mit vollem Informationsgehalt.

Der Fall, dass ein im Zielschema vorgesehenes Konzept in den Quellschemata fehlt, tritt häufig auf. In einem Teil dieser Fälle kann das Attribut im Zielschema trotzdem befüllt werden, beispielsweise durch das Setzen eines Standardwertes oder durch die Ableitung von benötigten Informationen aus anderen Objekten / Attributen des Quellschemas. Bei heterogenen Konzepten in Quell- und Zielschema ist je nach dem Grad der Heterogenität zwischen Elementen der Schemata oft nur eine Abbildung mit Informationsverlust bzw. Abbildungsungenauigkeit möglich. Unter Umständen ist eine Abbildung auch gar nicht möglich.

- 3) *Welche Informationsquellen sind ggf. zusätzlich zu den Quellschemata selbst notwendig, um Abbildungsregeln zwischen diesen und den Zielschemata erstellen zu können?*

Die in den (konzeptuellen) Schemata enthaltenen Informationen sind für sich genommen nicht ausreichend, um eine – im Rahmen des Möglichen – korrekte Abbildung zwischen Quell- und Zielmodellen erstellen zu können. Als zusätzliche Informationsquellen wurden in den Transformationsfällen Objektartenkataloge in Textform, Kodierungsregeln, Instanzen und weitere Quellen wie zweisprachige Wörterbücher oder Fachlexika herangezogen.

- 4) *Welche Transformationsfunktionen sind notwendig, um die Quelldaten in das Zielschema überführen zu können?*

Die am häufigsten benötigten Funktionen sind Wertzuweisungen – oft verknüpft mit bedingten Anweisungen und Vergleichsoperatoren (z.B. falls ein Attribut einen bestimmten Wert hat) – sowie Wertebereichs- und Datentypumwandlungen inklusive Geometrietyumwandlungen. Ferner werden noch Funktionen zur Umbenennung, zum Filtern oder Teilen von Objekten sowie geometrische Funktionen (z.B. Längenberechnung aus der Geometrie) benötigt.

- 5) *Reicht die Funktionalität bestehender Ansätze zur semantischen Transformation (Abbildungssprachen, Werkzeuge) dafür aus?*

Sowohl der mdWFS- als auch der HUMBOLDT-Ansatz sind prototypische Entwicklungen aus Forschungsprojekten, die noch nicht vollständig abgeschlossen sind. Dennoch steht die Mehrheit der in den Transformationsfällen benötigten Funktionen in beiden Ansätzen zur Verfügung. Aus-

nahmen bestehen lediglich im Bereich der Umwandlung bestimmter Geometrie- und weiterer Datentypen sowie der geometrischen Funktionen. Detaillierte Vorschläge zur Erweiterung des Funktionsumfangs können Kapitel 7.2 entnommen werden.

6) *Wo liegen die Unterschiede, Möglichkeiten und Grenzen der beiden Ansätze zur semantischen Transformation?*

Die Ansätze aus dem mdWFS-Projekt und dem HUMBOLDT-Projekt weisen eine Reihe von Gemeinsamkeiten auf, unterscheiden sich aber auch in einigen grundlegenden Punkten. So unterscheiden sich beispielsweise die verwendeten Transformationssprachen bezüglich des Paradigmas (UMLT: deklarativ und operativ, gOML deklarativ) und der Form ihrer Repräsentation (UMLT: graphisch und textuell, gOML: textuell). Der größte Unterschied zwischen den beiden Ansätzen liegt allerdings in der Ebene, auf der die Abbildungsregeln definiert werden – auf der Ebene der konzeptuellen Schemata im mdWFS-Ansatz bzw. auf der Ebene der GML-Anwendungsschemata im HUMBOLDT Ansatz.

Zusammenfassend lässt sich sagen, dass die Definition der Abbildung auf konzeptueller Ebene eine Reihe von Vorteilen u.a. in den Bereichen Plattformunabhängigkeit, Wiederverwendbarkeit, Wartbarkeit und Berücksichtigung von Konzepten der objektorientierten Modellierung (z.B. Aggregation und Komposition) hat. Ferner sind UML-Schemata als Informationsquelle in der Regel übersichtlicher und leichter verständlich als XML-Schemata und enthalten überdies mehr Informationen (z.B. Constraints). Grenzen ergeben sich hier u.a. durch fehlende konzeptuelle Schemata und durch die Modellierung der Schemata basierend auf unterschiedlichen Metamodellen sowie UML-Versionen und -profilen. Ferner kann davon ausgegangen werden, dass die Implementierung von Werkzeugen zur Ausführung der Transformation aufwändiger ist, u.a. dadurch, dass Kodierungsregeln berücksichtigt werden müssen.

Die Definition der Abbildungsregeln auf der Ebene der Transferformatschemata hat in den Fällen Vorteile, in denen die Daten nicht durch konzeptuelle Schemata beschrieben sind. Dies ist beispielsweise bei den in der vorliegenden Arbeit verwendeten digitalen Landschaftsmodellen der ersten Generation sowie bei Datenbeständen aus anderen europäischen Ländern der Fall. Ferner kann von einer geringeren Komplexität bei der Implementierung von Transformationswerkzeugen ausgegangen werden. Im Vergleich zu auf der Ebene der Transferformate definierten Abbildungen kann bei der Verwendung von Transferformatschemata ferner ein höherer Grad der Wiederverwendbarkeit erreicht werden. Die gängige Praxis der Erzeugung von GML-Anwendungsschemata beispielsweise aus Shapefiles über die WFS DescribeFeatureType-Operation führt allerdings dazu, dass diesen Schemata zum einen das proprietäre Datenaustauschformat Shapefile und zum anderen das implizite GML-Profil der Software, mit der die WFS-Instanzen erzeugt wurden, zugrunde liegt und somit keine Systemunabhängigkeit gegeben ist. Weitere Probleme können sich aus der Verwendung unterschiedlicher GML-Versionen und -profile ergeben.

## 8.2 Fazit und Empfehlungen

Die gestellten Forschungsfragen konnten beantwortet werden. Dadurch kann ein besseres Verständnis für die Herausforderungen und die potentiellen Lösungen der semantischen Transformation im Kontext von INSPIRE erreicht werden. Durch die Definition der Abbildungen und die Ausführung der entsprechenden Datentransformationen aus den Quellschemata in ein gemeinsames Zielschema kann darüber hinaus die grenzüberschreitende Kombination von topographischen Geobasisdaten aus digitalen Landschaftsmodellen der Länder in der Bodenseeregion sowie deren gemeinsame Nutzung - beispielsweise in einem Hochwasser-Anwendungsszenario – erleichtert werden.

Die erstellten Klassifikationen ermöglichen eine systematische Beschreibung der Art der Heterogenität, der Art und Multiplizität der Korrespondenz sowie der benötigten Funktionen in abstrakter Form in Abbildungstabellen. Diese sind für Fachexperten aus den Anwendungsbereichen, die Abbildungen zwischen Datenmodellen definieren müssen, aber keine IT-Experten sind, einfach zugänglich und verständlich. Ferner können sie als Kommunikationsmittel zwischen Abbildungserstellern und Entwicklern von Transformationswerkzeugen eingesetzt werden. Ein Beispiel für die Anwendung der Klassifikationen ist die Beschreibung der Abbildung des Attributs `hydrologischesMerkmal` aus dem ATKIS Basis-DLM-Quellschema auf das Attribut `HydrologicalPersistenceValue` des INSPIRE-Zielschemas. Die Attribute repräsentieren unterschiedliche, aber nicht disjunkte Konzepte, wobei das Quellattribut vom Zielattribut subsummiert wird ("UK-S"). Ferner unterscheidet sich der Wertebereich ("S-WBA") der Attribute. Bei der Abbildung handelt es sich um eine Korrespondenz zwischen genau einem Attribut aus dem Quellschema und genau einem Attribut aus dem Zielschema ("Aq -> Az, 1:1"). Für die Transformation ist eine Wertebereichsumwandlung mit Bedingung ("WB-B") notwendig.

Die Erstellung von Abbildungen hat sich in den Transformationsfällen als prinzipiell machbar erwiesen – wenn auch aus verschiedenen Gründen nicht vollständig. Sowohl der Ansatz aus dem mdWFS-Projekt als auch der Ansatz aus dem HUMBOLDT-Projekt sind für die Erstellung von Abbildungen und die Ausführung der Transformation prinzipiell geeignet. Da beide Ansätze erweiterbar sind, können fehlende Funktionalitäten ergänzt werden. Bei der Beurteilung der Machbarkeit muss allerdings berücksichtigt werden, dass es sich bei beiden Ansätzen um prototypische Entwicklungen aus Forschungsprojekten handelt, die bisher nicht in einer operationellen Produktionsumgebung getestet wurden.

Die Arbeit zeigt aber auch, dass semantische Transformation eine komplexe Aufgabe ist, deren Lösung detaillierte Kenntnisse der beteiligten, teilweise hochkomplexen Datenmodelle (z.B. AAA-Anwendungsschema) sowie Expertenwissen in den Bereichen Standards und Normen, Datenmodellierung sowie Transformation voraussetzt. Allein die in dieser Arbeit zitierten Standards, Normen und Spezifikationen haben einen Gesamtumfang von über 6700 Seiten und stehen bisher fast ausschließlich in englischer Sprache zur Verfügung. Die Datenspezifikationen für die INSPIRE Geodaten-Themen aus Anhang I der Richtlinie umfassen insgesamt auch bereits 960 Seiten. Dazu kommen dann künftig noch die Spezifikationen der 25 restlichen Geodaten-Themen aus den Anhängen II & III. Es ist anzunehmen, dass das oben beschriebene Know-how nicht bei allen von INSPIRE betroffenen datenhaltenden Stellen in gleichem Maße vorhanden ist. Hier kann daher von einem Bedarf an Schulung und Beratung ausgegangen werden. Es ist darüber hinaus eine organisatorische Aufgabe

im Rahmen des INSPIRE-Umsetzungsprozesses, Wege zu finden, wie beispielsweise Behörden der unteren Verwaltungsebene durch Bundes- oder Landesbehörden unterstützt werden können.

Die semantische Transformation wurde in der vorliegenden Arbeit am Beispiel topographischer Geobasisdaten aus digitalen Landschaftsmodellen der Bodenseeregion mit dem Fokus auf das Thema Gewässernetz betrachtet. Daher können die dargestellten Erkenntnisse und die Aussagen prinzipiell auch nur für diesen Anwendungsbereich umfassende Gültigkeit beanspruchen. Durch die Einbeziehung von Daten aus drei Ländern in die Analyse der Heterogenitäten und benötigten Transformationsfunktionen wurde jene allerdings auf eine breite Basis gestellt. So kann angenommen werden, dass ein Teil der hier beschriebenen Heterogenitätsmuster und benötigten Funktionen auch für die Abbildung in andere Geodaten-Themen sowie für andere Transformationsaufgaben im Geoinformationsbereich relevant ist.

Die Erkenntnisse aus dieser Arbeit können für die Weiterentwicklung der Transformationsansätze aus beiden Projekten genutzt werden. Ferner können sie in weitere am Fachgebiet Geoinformationssysteme der TUM laufende Vorhaben wie beispielsweise das in Kapitel 6.1.1 angesprochene Modellprojekt zur INSPIRE-konformen Bereitstellung von Daten aus der Bodenseeregion, das InGeoSat-Projekt sowie die vom Runder Tisch GIS e.V. betriebene INSPIRE-GMES-Demonstrationsplattform einfließen. Darüber hinaus können sie für die Lehre im Bereich Geoinformatik (hier sind an der TUM bereits ausgewählte HUMBOLDT-Projektergebnisse eingeflossen) sowie für Schulungen und Workshops des Runder Tisch GIS e.V. zum Thema INSPIRE und semantische Transformation genutzt werden. Damit kann ein Beitrag zum Transfer der Spezialkenntnisse, die für die komplexe Aufgabe der semantischen Transformation erforderlich sind, geleistet werden.

Auf Basis der gewonnenen Erkenntnisse sowie unter Einbeziehung der Ergebnisse der in Kapitel 4.7 angesprochenen Workshops zur semantischen Transformation können folgende Empfehlungen gegeben werden:

- Obwohl die Frist für die Bereitstellung INSPIRE-konformer Daten (bis 2017 bzw. 2019) noch recht lang scheint, sollten betroffene Datenanbieter aufgrund der Komplexität der Aufgabe so bald wie möglich mit der Umsetzungsplanung sowie mit Praxistests beginnen.
- Die Aktivitäten der Datenbereitsteller aller betroffenen Verwaltungsebenen auf dem Gebiet der semantischen Transformation sollten durch Gremien wie beispielsweise die GDI-DE oder die AdV bundesweit koordiniert werden. Die bereits erfolgte Bildung von Fachnetzwerken zu den INSPIRE-Geodaten-Themen, in denen Experten aus verschiedenen Organisationen zusammenarbeiten, ist ein wichtiger Schritt in diese Richtung. Die Kooperation und der Austausch zwischen den von der GDI-DE ins Leben gerufenen Fachnetzwerken und den im Rahmen der AdV eingerichteten muss allerdings gewährleistet werden. Sinnvoll erscheint darüber hinaus die einheitliche Definition und Vorgabe von Abbildungsregeln für betroffene Quellschemata sowie die Veröffentlichung von Richtlinien und Best-Practice-Beispielen für konzeptuelle Datenmodellierung und semantische Transformation. Die Abbildungsregeln könnten zentral in einem Repository vorgehalten werden, auf das die Stellen, die Transformationen ausführen müssen, zugreifen können. Für eine erfolgreiche Umsetzung ist ferner die Kommunikation des Nutzens von INSPIRE im Allgemeinen sowie der semantischen Transformation im Besonderen von großer Bedeutung.

- Bei der Erstellung neuer Datenmodelle ist darauf zu achten, dass diese so einfach wie möglich gestaltet werden, aber alle Informationen enthalten, die zur Vermeidung von Mehrdeutigkeiten bei der Anwendung notwendig sind. Wichtig ist ferner die Bereitstellung eindeutiger, standardisierter Kodierungsregeln. Von der Definition neuer UML-Profile sollte abgesehen werden [Eisenhut und Kutzner 2010, 65].
- Die Zugangshürden zu Normen und Standards, die sich u.a. aus ihrer Kostenpflichtigkeit (bei Normen), ihrer Komplexität und Formulierung in englischer Sprache ergeben, sollten durch geeignete Maßnahmen gesenkt werden. Hilfreich wäre beispielsweise die Bereitstellung von Übersetzungen und von Werkzeugen, die die Umsetzung von Normen und Standards erleichtern.
- Angesichts der Komplexität der Aufgabe sollten Software-Werkzeuge für die Definition der Abbildung und die Ausführung der Transformation so einfach und benutzerfreundlich wie möglich gestaltet werden. Dabei sollten die Entwickler aus Wissenschaft und Industrie immer die späteren Endnutzer – also die Fachexperten, die die Abbildungen erstellen – im Blick haben.

### 8.3 Weiterer Forschungs- und Entwicklungsbedarf sowie Ausblick

Abschließend kann folgender weiterer Forschungs- und Entwicklungsbedarf im Bereich der semantischen Transformation festgestellt werden:

- Mögliche Lösungen für die effiziente Verarbeitung von Beziehungen zwischen Objekten (z.B. Assoziationen, Aggregationen, Kompositionen) im Rahmen der semantischen Transformation müssten näher untersucht werden. Dies betrifft zum einen die Behandlung von aggregierten Objekten wie beispielsweise dem in dieser Arbeit beschriebenen Wasserlauf bei der Transformation und zum anderen die Transformation zwischen den Assoziationen selbst.
- Lösungen für den Umgang mit unterschiedlichen UML-Profilen müssen gefunden werden [vgl. Kutzner 2010c].
- Der in der vorliegenden Arbeit vorgenommene Vergleich zwischen Ansätzen zur Definition von Abbildungsregeln auf der Ebene der konzeptuellen Schemata und auf der Ebene der Transformatschemata sollte der Vollständigkeit halber durch die Einbeziehung von formatbasierten Ansätzen unter Verwendung bestehender Software-Werkzeuge erweitert werden.
- Der Transformationsansatz aus dem mdWFS Projekt könnte dahingehend erweitert werden, dass die Beschreibung von Abbildungsungenauigkeiten in den Abbildungsregeln möglich ist. Ferner ist die Entwicklung von Funktionen zur Prüfung der Qualität der Abbildungsregeln sowie des Transformationsergebnisses denkbar.
- Zur Beurteilung der Skalierbarkeit der semantischen Transformationsansätze sind Transformationstests (on-the-fly und offline) unter realistischen Bedingungen mit großen Datenmengen notwendig.
- Da im Geoinformationsbereich kurzfristig kein internationaler, allgemein akzeptierter Standard für eine Abbildungssprache zu erwarten ist, sollten Lösungen für die Interoperabilität zwischen unterschiedlichen Abbildungssprachen gefunden werden, um den Austausch und die Wiederverwendbarkeit von Abbildungsregeln zu ermöglichen.

Im Geoinformationsbereich ist semantische Transformation ein relativ junges Feld, das sich weiterhin dynamisch entwickeln wird. Neue bzw. verbesserte Lösungsansätze sind aus Forschung und Entwicklung sowohl an Hochschulen und Forschungseinrichtungen sowie in der Industrie zu erwarten.



Die für Ende Juni 2011 geplante Veröffentlichung der Entwürfe für die Datenspezifikationen zu den Geodaten-Themen aus den Anhängen II & III der INSPIRE-Richtlinie wird neue Impulse und Herausforderungen bringen. Standen bisher bei den Themen aus Anhang I überwiegend die Geobasisdaten im Mittelpunkt, so sind nun auch Fachdaten einer Vielzahl von Organisationen betroffen. Ferner musste bei der semantischen Transformation bisher fast ausschließlich mit Vektordaten und entsprechenden Datenmodellen umgegangen werden. Mit den Anhängen II & III kommen nun auch rasterbasierte Modelle (z.B. beim Thema Bodenbedeckung) ins Spiel, für die ebenfalls Lösungen gefunden werden müssen. Abzuwarten bleibt ferner die weitere Entwicklung des Technical Guidance Dokuments zu den INSPIRE Transformationsdiensten. Weitere Impulse sind ferner aus den derzeit laufenden Projekten zur Kopplung von INSPIRE und GMES zu erwarten.

Neben den technischen Gesichtspunkten müssen für eine erfolgreiche INSPIRE-Umsetzung aber auch eine Reihe von organisatorischen Fragestellungen gelöst werden. Die Frage, ob und wie in Fällen, in denen eine Datenquelle nicht als Informationsgrundlage für ein INSPIRE-Geodaten-Thema ausreicht, eine Transformation mit mehreren Datenquellen von unterschiedlichen Organisationen technisch und organisatorisch umgesetzt werden kann, ist nur eine davon.



## Literaturverzeichnis

- [AdV 2003] Arbeitsgemeinschaft der Vermessungsverwaltungen der Länder der Bundesrepublik Deutschland (AdV): *Amtliches Topographisch-Kartographisches Informationssystem ATKIS: ATKIS - Objektartenkatalog Basis-DLM*. Version 3.2, 2003. URL [http://www.atkis.de/dstinfo/dstinfo.dst\\_start4?dst\\_oar=1000&inf\\_sprache=deu&c1=1&dst\\_typ=25&dst\\_ver=dst&dst\\_land=ADV](http://www.atkis.de/dstinfo/dstinfo.dst_start4?dst_oar=1000&inf_sprache=deu&c1=1&dst_typ=25&dst_ver=dst&dst_land=ADV) - abgerufen am 28. Oktober 2010.
- [AdV 2008a] Arbeitsgemeinschaft der Vermessungsverwaltungen der Länder der Bundesrepublik Deutschland (AdV): *Dokumentation zur Modellierung der Geoinformationen des amtlichen Vermessungswesens (GeoInfoDok): ALKIS-Objektartenkatalog*. Version 6.0, 2008. URL <http://www.adv-online.de/icc/extdeu/binarywriterservlet?imgUid=c9e63fd2-1153-911a-3b21-718a438ad1b2&uBasVariant=11111111-1111-1111-1111-111111111111&isDownload=true> - abgerufen am 25. Oktober 2010.
- [AdV 2008b] Arbeitsgemeinschaft der Vermessungsverwaltungen der Länder der Bundesrepublik Deutschland (AdV): *Dokumentation zur Modellierung der Geoinformationen des amtlichen Vermessungswesens (GeoInfoDok): ATKIS-Katalogwerke, ATKIS-Objektartenkatalog Basis-DLM*. Version 6.0, 2008. URL <http://www.adv-online.de/icc/extdeu/binarywriterservlet?imgUid=56243fd2-1153-911a-3b21-718a438ad1b2&uBasVariant=11111111-1111-1111-1111-111111111111&isDownload=true> - abgerufen am 25. Oktober 2010.
- [AdV 2008c] Arbeitsgemeinschaft der Vermessungsverwaltungen der Länder der Bundesrepublik Deutschland (AdV): *Dokumentation zur Modellierung der Geoinformationen des amtlichen Vermessungswesens (GeoInfoDok): Erläuterungen zum ATKIS® Basis-DLM*. Version 6.0., Stand: 11.04.2008 URL <http://www.adv-online.de/icc/extdeu/binarywriterservlet?imgUid=b6343fd2-1153-911a-3b21-718a438ad1b2&uBasVariant=11111111-1111-1111-1111-111111111111> - abgerufen am 25. Oktober 2010.
- [AdV 2009a] Arbeitsgemeinschaft der Vermessungsverwaltungen der Länder der Bundesrepublik Deutschland (AdV): *ATKIS Digitale Landschaftsmodelle*, 2009. URL [http://www.adv-online.de/icc/extdeu/nav/26e/26e50769-dad3-19fa-6d78-79f08a07b51a&sel\\_uCon=67e30328-46de-1afa-6d78-79f08a07b51a&uTem=73d607d6-b048-65f1-80fa-29f08a07b51a.htm](http://www.adv-online.de/icc/extdeu/nav/26e/26e50769-dad3-19fa-6d78-79f08a07b51a&sel_uCon=67e30328-46de-1afa-6d78-79f08a07b51a&uTem=73d607d6-b048-65f1-80fa-29f08a07b51a.htm) - abgerufen am 26. Januar 2010.
- [AdV2009b] Arbeitsgemeinschaft der Vermessungsverwaltungen der Länder der Bundesrepublik Deutschland (AdV): *Das gemeinsame AFIS-ALKIS-ATKIS-Anwendungsschema*. Version 6.0.1, 2009. URL <http://www.adv-online.de/icc/extdeu/binarywriterservlet?imgUid=c0425220-0746-2210-3ca0-c0608a438ad1&uBasVariant=11111111-1111-1111-1111-111111111111> - abgerufen am 25. Oktober 2010.
- [AdV 2009c] Arbeitsgemeinschaft der Vermessungsverwaltungen der Länder der Bundesrepublik Deutschland (AdV): *Dokumentation zur Modellierung der Geoinformationen des amtlichen Vermessungswesens (GeoInfoDok): Hauptdokument*. Version 6.0.1., Stand: 01.07.2009. URL <http://www.adv-online.de/icc/extdeu/binarywriterservlet?imgUid=8f830072-8de8-9221-d5ad-8f138a438ad1&uBasVariant=11111111-1111-1111-1111-111111111111> - abgerufen am 25. Oktober 2010.
- [AdV 2010] Arbeitsgemeinschaft der Vermessungsverwaltungen der Länder der Bundesrepublik Deutschland (AdV): *Das AFIS-ALKIS-ATKIS-Projekt: Sachstand der Migration in den Ländern*, 2010. URL: <http://www.adv-online.de/icc/extdeu/binarywriterservlet?imgUid=f6a48186-9949-9214-3dcf-eb508a438ad1&uBasVariant=11111111-1111-1111-1111-111111111111&isDownload=true> - abgerufen am 17. Januar 2011.
- [Afflerbach et al. 2004] Afflerbach, Sabine; Illert, Andreas; Sarjakoski, Tapani: The Harmonisation Challenge of Core National Topographic Databases in the EU-Project GiMoDig. In: Altan, Orhan (Hrsg.): *Geo-Imagery Bridging Continents (XXth ISPRS Congress Istanbul 2004)*. IAPRS, Commission IV papers, Vol. XXXV, part B4, S. 129 - 134. URL <http://www.isprs.org/proceedings/XXXV/congress/comm4/papers/328.pdf> - abgerufen am 3. September 2010.
- [Andrae 2009] Andrae, Christine: *Spatial Schema: ISO 19107 und ISO 19137 vorgestellt und erklärt*. Heidelberg: Wichmann, 2009 (OpenGIS essentials: Die Geo-Standards von OGC und ISO im Überblick).
- [Annoni et al. 2008] Annoni, Alessandro; Friis-Christensen, Anders; Lucchi, Roberto; Lutz, Michael: Requirements and Challenges for Building a European Spatial Information Infrastructure: INSPIRE. In: van Oosterom, Peter;

Zlatanova, Sisi (Hrsg.): *Creating spatial information infrastructures: Towards the spatial Semantic Web*. Boca Raton: CRC Press, 2008, S. 1 - 18.

- [Banfi 2009] Banfi, Daniel: *Evaluierung der Ontologie-Mapping-Sprache OMWG-ML bezüglich semantischer Interoperabilität im INSPIRE-Kontext*. München, Technische Universität München, Bachelor's Thesis, 2009.
- [Banfi et al. 2010] Banfi, Daniel; Fünfer, Hubert; Kutzner, Tatjana: Von ALKIS und ATKIS zu INSPIRE. In: Schilcher, Matthäus (Hrsg.): *INSPIRE-GMES Informationsbroschüre: Grundlagen, Status, Projektberichte*. München: Runder Tisch Geoinformationssysteme e.V., 2010, S. 40 - 42.
- [Batini et al. 1986] Batini, C.; Lenzerini, M; Navathe, S. B.: A comparative analysis of methodologies for database schema integration. In: *ACM Computing Surveys* 18 (1986), Nr. 4, S. 323 – 364.
- [Beare et al. 2010a] Beare, Matthew; Howard, Mark; Payne, Simon; Watson, Paul: *Development of Technical Guidance for the INSPIRE Transformation Network Service: State Of The Art Analysis*. Version 2.0., 2010. URL [http://inspire.jrc.ec.europa.eu/documents/Network\\_Services/JRC\\_INSPIRE-TransformService\\_SAA\\_v2.pdf](http://inspire.jrc.ec.europa.eu/documents/Network_Services/JRC_INSPIRE-TransformService_SAA_v2.pdf) - abgerufen am 16. Dezember 2010.
- [Beare et al. 2010b] Beare, Matt; Payne, Simon; Sunderland, Richard: *Prototype Report for the INSPIRE Schema Transformation Network Service*. Vers. 3.0, 2010. URL [http://inspire.jrc.ec.europa.eu/documents/Network\\_Services/JRC\\_INSPIRE-TransformService\\_ProtoRpt\\_v3-0.pdf](http://inspire.jrc.ec.europa.eu/documents/Network_Services/JRC_INSPIRE-TransformService_ProtoRpt_v3-0.pdf) - abgerufen am 16. Dezember 2010.
- [BEV 2007] Bundesamt für Eich- und Vermessungswesen (BEV) (Hrsg.): *DLM: Digitales Landschaftsmodell*. Wien: BEV, 2007. URL [http://www.bev.gv.at/pls/portal/docs/PAGE/BEV\\_PORTAL\\_CONTENT\\_ALLGEMEIN/0200\\_PRODUKTE/PDF/DLM\\_FOLDER\\_EB.PDF](http://www.bev.gv.at/pls/portal/docs/PAGE/BEV_PORTAL_CONTENT_ALLGEMEIN/0200_PRODUKTE/PDF/DLM_FOLDER_EB.PDF) - abgerufen am 28. Oktober 2010.
- [BEV 2008] Bundesamt für Eich- und Vermessungswesen (BEV) (Hrsg.): *Digitales Landschaftsmodell*. Version 1.0, 2008. URL <http://www.bev.gv.at/pls/portal/url/ITEM/5C6B99EC0A6E64B0E040010A83212E35> - abgerufen am 28. Oktober 2010.
- [Bill 2010] Bill, Ralf: *Grundlagen der Geo-Informationssysteme*. Berlin: Wichmann, 2010.
- [BKG 2008] Bundesamt für Kartographie und Geodäsie (BKG) (Hrsg.): *Digitales Basis-Landschaftsmodell: Basis-DLM*, 2008. URL <http://www.geodatenzentrum.de/docpdf/basis-dlm.pdf> - abgerufen am 16. März 2011.
- [BKG 2010] Bundesamt für Kartographie und Geodäsie (BKG) (Hrsg.): *Digitales Basis-Landschaftsmodell (AAA-Modellierung): Basis-DLM (AAA)*, 2010. URL <http://www.geodatenzentrum.de/docpdf/basis-dlm-aaa.pdf> - abgerufen am 16. März 2011.
- [BKG 2011] Bundesamt für Kartographie und Geodäsie (BKG) (Hrsg.): *Produktübersicht Basis-DLM*, 2011. URL [http://www.geodatenzentrum.de/isoinfo/Iso\\_Prod\\_Ueber.iso\\_ueber\\_produk?prodid=1&iso\\_spr\\_id=1&iso\\_spr\\_web=1](http://www.geodatenzentrum.de/isoinfo/Iso_Prod_Ueber.iso_ueber_produk?prodid=1&iso_spr_id=1&iso_spr_web=1) - abgerufen am 6. Mai 2011.
- [BMLFUW 2010] Bundesministerium für Land- und Forstwirtschaft, Umwelt und Wasserwirtschaft (BMLFUW) (Hrsg.): *INSPIRE Monitoring - AT*, 2010. URL <http://umwelt.lebensministerium.at/filemanager/download/64281> - abgerufen am 27. Januar 2011.
- [BVV 2007] Bayerische Vermessungsverwaltung (BVV): *ATKIS Basis-DLM: Shape-Format - Ebenenstruktur*, 2007. URL [http://www.vermessung.bayern.de/file/pdf/2540/Ebenenbelegung\\_SHP\\_ATKIS%C2%AE-Basis-DLM\\_Bayern.pdf](http://www.vermessung.bayern.de/file/pdf/2540/Ebenenbelegung_SHP_ATKIS%C2%AE-Basis-DLM_Bayern.pdf) - abgerufen am 28. Oktober 2011.
- [Cruz et al. 2007] Cruz, Isabel F.; Sunna, William; Makar, Nalin; Bathala, Sujana: A visual tool for ontology alignment to enable geospatial interoperability. In: *Journal of Visual Languages and Computing & Computing* 18 (2007), S. 230–254.
- [DIN 2005a] DIN Deutsches Institut für Normung e.V. (Hrsg.): *DIN EN ISO 19101: Geoinformation - Referenzmodell (ISO 19101:2002)*. Englische Fassung EN ISO 19101:2005. Berlin: Beuth, 2005.
- [DIN 2005b] DIN Deutsches Institut für Normung e.V. (Hrsg.): *DIN EN ISO 19107: Geoinformation - Raumbezugsschema (ISO 19107:2003)*. Englische Fassung EN ISO 19107:2005. Berlin: Beuth, 2005.

- [DIN 2005c] DIN Deutsches Institut für Normung e.V. (Hrsg.): DIN EN ISO 19113: *Geoinformation – Qualitätsgrundsätze (ISO 19113:2002)*. Englische Fassung EN ISO 19113:2005. Berlin: Beuth, 2005.
- [DIN 2006a] DIN Deutsches Institut für Normung e.V. (Hrsg.): *DIN EN ISO 19109: Geoinformation – Regeln zur Erstellung von Anwendungsschemata (ISO 19109:2005)*. Englische Fassung EN ISO 19109:2006. Berlin: Beuth, 2006.
- [DIN 2006b] DIN Deutsches Institut für Normung e.V. (Hrsg.): *DIN EN ISO 19118: Geoinformation – Kodierung (ISO 19118:2005)*. Englische Fassung EN ISO 19118:2006. Berlin: Beuth, 2006.
- [DIN 2006c] DIN Deutsches Institut für Normung e.V. (Hrsg.): *DIN EN ISO 19125-1: Geoinformation – Simple feature access – Teil 1: Gemeinsame Architektur (ISO 19125-1:2004)*. Englische Fassung EN ISO 19125-1:2006. Berlin: Beuth, 2006.
- [DIN 2009] DIN Deutsches Institut für Normung e.V. (Hrsg.): *DIN EN ISO 19136: Geoinformation – Geography Markup Language (GML) (ISO 19136:2007)*. Englische Fassung EN ISO 19136:2009. Berlin: Beuth, 2009.
- [Donaubauer 2004] Donaubauer, Andreas J.: *Interoperable Nutzung verteilter Geodatenbanken mittels standardisierter Geo Web Services*. München, Technische Universität München, Dissertation, 2004.
- [Donaubauer et al. 2006] Donaubauer, Andreas; Fichtinger, Astrid; Schilcher, Matthäus; Straub, Florian; Carosio, Alessandro; Gnägi, Hans-Rudolf; Morf, Andreas; Staub, Peter: Grenzübergreifende Web-GIS-Lösungen. In: *GIS* (2006), Nr. 9, S. 29 - 34.
- [Donaubauer et al. 2007a] Donaubauer, Andreas; Schilcher, Matthäus; Straub, Florian; Carosio, Alessandro; Morf, Andreas; Staub, Peter: *Modellbasierter Ansatz für den Web-Zugriff auf verteilte Geodaten am Beispiel grenzübergreifender GIS-Anwendungen: Endbericht Phase II, 2007* – unveröffentlichter Forschungsbericht.
- [Donaubauer et al. 2007b] Donaubauer, Andreas; Straub, Florian; Schilcher, Matthäus: mdWFS: A Concept of Web-enabling Semantic Transformation. In: Association of Geographic Information Laboratories for Europe (AGILE) (Hrsg.): *10th AGILE Conference on GIScience (Aalborg 2007)*, Proceedings.
- [Donaubauer et al. 2008] Donaubauer, Andreas; Staub, Peter; Straub, Florian; Fichtinger, Astrid: Web-basierte Modelltransformation – eine Lösung für INSPIRE? In: *GIS* (2008), Nr. 2, S. 26-33.
- [Donaubauer et al. 2009] Donaubauer, Andreas; Fichtinger, Astrid; Kutzner, Tatjana: Semantische Transformation als Geo Web Service. In: *Mitteilungen des Bundesamtes für Kartographie und Geodäsie* 43 (2009), S. 67 - 82.
- [Donaubauer et al. 2010] Donaubauer, Andreas; Kutzner, Tatjana; Gnägi, Hans R.; Henrich, Stefan; Fichtinger, Astrid: Webbasierte Modelltransformation in der Geoinformatik. In: Engels, Gregor; Karagiannis, Dimitris; Mayr, Heinrich C. (Hrsg.): *Modellierung 2010*. Bonn: Bonner Köllen Verlag, 2010 (Lecture Notes in Informatics, Proceedings P-161), S. 269-284.
- [Eidgenössische Vermessungsdirektion 1999] Eidgenössische Vermessungsdirektion (Hrsg.): *INTERLIS: Ein Datenaustausch-Mechanismus für Land-Informationssysteme*. Version 1, Revision 2, 1999. URL [http://www.interlis.ch/interlis1/docs/Iref\\_12d.pdf](http://www.interlis.ch/interlis1/docs/Iref_12d.pdf) - abgerufen am 21. Januar 2011.
- [Eisenhut et al. 2010] Eisenhut, Claude; Illert, Andreas; Kutzner, Tatjana; Müller, Markus; Schilcher, Matthäus: Semantische Datenmodelltransformation im Kontext von INSPIRE: Ergebnisse vom Expertenworkshop des Runder Tisch GIS e.V. am 09.03.2010 an der TU München. In: Runder Tisch GIS e.V. (Hrsg.): *Berichte und Vorträge zum 15. Münchner Fortbildungsseminar*. URL [http://www.rtg.bv.tum.de/images/stories/downloads/aus-und\\_weiterbildung/fortbildungsseminare/2010/WS\\_SemDat/workshop\\_semtrans\\_ergebnissearbeitsgruppen.pdf](http://www.rtg.bv.tum.de/images/stories/downloads/aus-und_weiterbildung/fortbildungsseminare/2010/WS_SemDat/workshop_semtrans_ergebnissearbeitsgruppen.pdf) - abgerufen am 3. September 2010.
- [Eisenhut und Kutzner 2010] Eisenhut, Claude; Kutzner, Tatjana: *Vergleichende Untersuchungen zur Modellierung und Modelltransformation in der Region Bodensee im Kontext von INSPIRE*. München: Technische Universität München, Fachgebiet Geoinformationssysteme, 2010.

- [Europäische Kommission 2008] Europäische Kommission: Verordnung (EG) Nr. 1205/2008 der Kommission vom 3. Dezember 2008 zur Durchführung der Richtlinie 2007/2/EG des Europäischen Parlaments und des Rates hinsichtlich Metadaten. In: *Amtsblatt der Europäischen Union* 51 (2008), Nr. L 326, 4.12.2008, S. 12 - 30. URL <http://eur-lex.europa.eu/LexUriServ/LexUriServ.do?uri=OJ:L:2008:326:0012:0030:DE:PDF> - abgerufen am 15. Dezember 2010.
- [Europäische Kommission 2009a] Europäische Kommission: Entscheidung der Kommission vom 5. Juni 2009 zur Durchführung der Richtlinie 2007/2/EG des Europäischen Parlaments und des Rates hinsichtlich Überwachung und Berichterstattung. In: *Amtsblatt der Europäischen Union* 52 (2009), Nr. L 148, 11.6.2009, S. 18 - 26. URL <http://eur-lex.europa.eu/LexUriServ/LexUriServ.do?uri=OJ:L:2009:148:0018:0026:DE:PDF> - abgerufen am 15. Dezember 2010.
- [Europäische Kommission 2009b] 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. In: *Amtsblatt der Europäischen Union* 52 (2009), Nr. L 274, 20.10.2009, S. 9 - 18. URL <http://eur-lex.europa.eu/LexUriServ/LexUriServ.do?uri=OJ:L:2009:274:0009:0018:DE:PDF> - abgerufen am 15. Dezember 2010.
- [Europäische Kommission 2010a] Europäische Kommission: Verordnung (EG) Nr. 268/2010 der Kommission vom 29. März 2010 zur Durchführung der Richtlinie 2007/2/EG des Europäischen Parlaments und des Rates in Bezug auf den Zugang der Organe und Einrichtungen der Gemeinschaft zu Geodatensätzen und -diensten der Mitgliedstaaten nach harmonisierten Bedingungen. In: *Amtsblatt der Europäischen Union* 53 (2010), Nr. L 83, 30.3.2010, S. 8 - 9. URL <http://eur-lex.europa.eu/LexUriServ/LexUriServ.do?uri=OJ:L:2010:083:0008:0009:DE:PDF> - abgerufen am 15. Dezember 2010.
- [Europäische Kommission 2010b] Europäische Kommission: Verordnung (EU) Nr. 1088/2010 der Kommission vom 23. November 2010 zur Änderung der Verordnung (EG) Nr. 976/2009 hinsichtlich Downloaddiensten und Transformationsdiensten. In: *Amtsblatt der Europäischen Union* 53 (2010), Nr. L 323, 8.12.2010, S. 1 - 10. URL <http://eur-lex.europa.eu/LexUriServ/LexUriServ.do?uri=OJ:L:2010:323:0001:0010:DE:PDF> - abgerufen am 15. Dezember 2010.
- [Europäische Kommission 2010c] Europäische Kommission: Verordnung (EU) 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. In: *Amtsblatt der Europäischen Union* 53 (2010), Nr. L 323, 8.12.2010, S. 11 - 102. URL <http://eur-lex.europa.eu/LexUriServ/LexUriServ.do?uri=OJ:L:2010:323:0011:0102:DE:PDF> - abgerufen am 15. Dezember 2010.
- [Europäische Kommission 2011] Verordnung (EU) Nr. 102/2011 der Kommission vom 4. Februar 2011 zur Änderung der Verordnung (EU) Nr. 1089/2010 zur Durchführung der Richtlinie 2007/2/EG des Europäischen Parlaments und des Rates hinsichtlich der Interoperabilität von Geodatensätzen und -diensten. In: *Amtsblatt der Europäischen Union* 54 (2011), Nr. L 31, 8.12.2010, S. 13 - 34. URL <http://eur-lex.europa.eu/LexUriServ/LexUriServ.do?uri=OJ:L:2011:031:0013:0034:DE:PDF> - abgerufen am 13. April 2011.
- [Europäisches Parlament und Rat 2000] Europäisches Parlament und Rat der Europäischen Union: Richtlinie 2000/60/EG des Europäischen Parlaments und des Rates vom 23. Oktober 2000 zur Schaffung eines Ordnungsrahmens für Maßnahmen der Gemeinschaft im Bereich der Wasserpolitik. In: *Amtsblatt der Europäischen Gemeinschaften* 43 (2000), Nr. L 327, S. 1 - 72. URL <http://eur-lex.europa.eu/LexUriServ/LexUriServ.do?uri=OJ:L:2000:327:0001:0072:DE:PDF> - abgerufen am 28. Dezember 2010.
- [Europäisches Parlament und Rat 2007a] 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). In: *Amtsblatt der Europäischen Union* 50 (2007), Nr. L 108, 25.04.2007. URL <http://eur-lex.europa.eu/LexUriServ/LexUriServ.do?uri=OJ:L:2007:108:0001:0014:DE:PDF> - abgerufen am 17. November 2010.
- [Europäisches Parlament und Rat 2007b] Europäisches Parlament und Rat der Europäischen Union: Richtlinie 2007/60/EG des Europäischen Parlaments und des Rates vom 23. Oktober 2007 über die Bewertung und das Management von Hochwasserrisiken. In: *Amtsblatt der Europäischen Union* 50 (2007), Nr. L 288, S. 27 - 34. URL <http://eur-lex.europa.eu/LexUriServ/LexUriServ.do?uri=OJ:L:2007:288:0027:0034:DE:PDF> - abgerufen am 28. Dezember 2010.

- [Europäisches Parlament und Rat 2010] Europäisches Parlament und Rat: Verordnung (EU) Nr. 911/2010 des Europäischen Parlaments und des Rates vom 22. September 2010 über das Europäische Erdbeobachtungsprogramm (GMES) und seine ersten operativen Tätigkeiten (2011-2013). In: *Amtsblatt der Europäischen Union* 53 (2010), Nr. L 276, 20.10.2010. URL <http://eur-lex.europa.eu/LexUriServ/LexUriServ.do?uri=OJ:L:2010:276:0001:0010:DE:PDF> - abgerufen am 22. Januar 2011.
- [Euzenat et al. 2007] Euzenat, Jérôme; Scharffe, François; Zimmermann, Antoine: *Expressive alignment language and implementation, 2007* - Forschungsbericht (D2.2.10), Projekt KnowledgeWeb (KWEB EU-IST-2004-507482). URL <ftp://ftp.inrialpes.fr/pub/exmo/reports/kweb-2210.pdf> - abgerufen am 28. Dezember 2010.
- [Faust et al. 2009] Faust, Tillmann; Heß, Dieter; Höhne, Andreas; Hummel, Reinhold; Jackisch, Ulf; Schleyer, Andreas: Die Geodateninfrastruktur Baden-Württemberg im nationalen und europäischen Kontext. In: *zfv* 134 (2009), Nr. 4, S. 187 - 200.
- [Fichtinger et al. 2010a] Fichtinger, Astrid; Luderschmid, Fabian; Schäffler, Ulrich: Grenzüberschreitende Datenharmonisierung für ein Hochwasser-Anwendungsszenario in der Bodenseeregion. In: Schilcher, Matthäus (Hrsg.): *INSPIRE-GMES Informationsbroschüre: Grundlagen, Status, Projektberichte*. München, Runder Tisch Geoinformationssysteme e.V., 2010, S. 38 - 39.
- [Fichtinger et al. 2010b] Fichtinger, Astrid; Rix, Joachim; Schäffler, Ulrich; Michi, Ines; Gone, Moses; Reitz, Thorsten: Data Harmonisation Put into Practice by the HUMBOLDT Project. In: *International Journal of Spatial Data Infrastructures* (Article under Review). URL: <http://ijmdir.jrc.ec.europa.eu/index.php/ijmdir/article/viewFile/191/248> - abgerufen am 22. Oktober 2010.
- [Fichtinger et al. 2010c] Fichtinger, Astrid; Schäffler, Ulrich; de Vries, Marian: *Profiles for risk management, 2010* – unveröffentlichter Forschungsbericht (A7.6-D3), Projekt HUMBOLDT (SIP5 – CT – 2006 – 030962).
- [Fichtinger und Donaubaue 2008] *Modellbasierter Ansatz für den Web-Zugriff auf verteilte Geodaten am Beispiel grenzübergreifender GIS-Anwendungen (mdWFS): Kurzbericht zum Test der INSPIRE Data Specifications Protected Sites und Hydrography, 2008* - unveröffentlichter Forschungsbericht.
- [Fichtinger und Kutzner 2010] Fichtinger, Astrid; Kutzner, Tatjana: Datenharmonisierung im Kontext von INSPIRE. In: Schilcher, Matthäus (Hrsg.): *Geoinformationssysteme: Beiträge zum 15. Münchner Fortbildungsseminar*. Heidelberg: abcverlag, 2010 (Edition GIS.EVENTS), S. 30 – 47.
- [Gedrange et al. 2011] Gedrange, Claudia; Neubert, Marco; Röhnert, Sylvia: Cross-Border Harmonisation of Spatial Base Data between Germany and the Czech Republic. In: *International Journal of Spatial Data Infrastructures Research* 6 (2011). URL <http://ijmdir.jrc.ec.europa.eu/index.php/ijmdir/article/viewFile/200/251> - abgerufen am 25. Februar 2011.
- [Gedrange und Neubert 2008] Gedrange, Claudia; Neubert, Marco: Grenzüberschreitende Homogenisierung von Geobasisdaten. In: Strobl, Josef; Blaschke, Thomas; Griesebner, Gerald (Hrsg.): *Angewandte Geoinformatik 2008, Beiträge zum 20. AGIT-Symposium Salzburg*. Heidelberg: Wichmann, 2008, S. 828 - 837.
- [GeoZG] Gesetz über den Zugang zu digitalen Geodaten (Geodatenzugangsgesetz – GeoZG) Vom 10. Februar 2009. In: *Bundesgesetzblatt* Jahrgang 2009 Teil I Nr. 8, ausgegeben zu Bonn am 13. Februar 2009, S. 278 - 283. URL [http://www.bgbl.de/Xaver/media.xav?SID=anonymous293450304860&bk=Bundesanzeiger\\_BGBI&name=bgbl%2FBundesgesetzblatt%20Teil%20I%2F2009%2FNr.%208%20vom%2013.02.2009%2Fbgbl109s0278.pdf](http://www.bgbl.de/Xaver/media.xav?SID=anonymous293450304860&bk=Bundesanzeiger_BGBI&name=bgbl%2FBundesgesetzblatt%20Teil%20I%2F2009%2FNr.%208%20vom%2013.02.2009%2Fbgbl109s0278.pdf) - abgerufen am 27. Dezember 2010.
- [Hake et al. 2002] Hake, Günter; Grünreich, Dietmar; Meng, Liqiu: *Kartographie: Visualisierung raum-zeitlicher Informationen*. Berlin: de Gruyter, 2002.
- [Hosse et al. 2010] Hosse, Karin; Stahl Julia; Steuer, Horst: InGeoSat – Permanente INSPIRE-GMES-Testplattform für innovative Geo- und Satellitenanwendungen. In: Schilcher, Matthäus (Hrsg.): *INSPIRE-GMES Informationsbroschüre: Grundlagen, Status, Projektberichte*. München: Runder Tisch Geoinformationssysteme e.V., 2010, S. 44.
- [Howard et al. 2010] Howard, Mark; Payne, Simon; Sunderland, Richard: *Technical Guidance for the INSPIRE Schema Transformation Network Service*. Version 3.0, 2010. URL [http://inspire.jrc.ec.europa.eu/documents/Network\\_Services/JRC\\_INSPIRE-TransformService\\_TG\\_v3-0.pdf](http://inspire.jrc.ec.europa.eu/documents/Network_Services/JRC_INSPIRE-TransformService_TG_v3-0.pdf) - abgerufen am 16. Dezember 2010

- [Illert und Kutzner 2011] Illert, Andreas; Kutzner, Tatjana: Ergebnisse und Empfehlungen aus dem Workshop Semantische Modelltransformation. In: Runder Tisch GIS e.V. (Hrsg.): *16. Münchner Fortbildungseminar Geoinformationssysteme 21.-24.03.2011*. URL [http://www.rtg.bv.tum.de/images/stories/downloads/aus-und-weiterbildung/fortbildungsseminare/2011/Vortraege/Semdat/Ergebnisse/ErgebnisseUndEmpfehlung\\_en.pdf](http://www.rtg.bv.tum.de/images/stories/downloads/aus-und-weiterbildung/fortbildungsseminare/2011/Vortraege/Semdat/Ergebnisse/ErgebnisseUndEmpfehlung_en.pdf) - abgerufen am 29. April 2011.
- [INSPIRE DT DS 2008a] INSPIRE Drafting Team Data Specifications: *Definition of Annex Themes and Scope*. Version 3.0, 2008. URL [http://inspire.jrc.ec.europa.eu/reports/ImplementingRules/DataSpecifications/D2.3\\_Definition\\_of\\_Annex\\_Themes\\_and\\_scope\\_v3.0.pdf](http://inspire.jrc.ec.europa.eu/reports/ImplementingRules/DataSpecifications/D2.3_Definition_of_Annex_Themes_and_scope_v3.0.pdf) - abgerufen am 28. Oktober 2010.
- [INSPIRE DT DS 2008b] INSPIRE Drafting Team Data Specifications: *Methodology for the development of data specifications*. Baseline Version, 2008. URL [http://inspire.jrc.ec.europa.eu/reports/ImplementingRules/DataSpecifications/D2.6\\_v3.0.pdf](http://inspire.jrc.ec.europa.eu/reports/ImplementingRules/DataSpecifications/D2.6_v3.0.pdf) - abgerufen am 28. Oktober 2010.
- [INSPIRE DT DS 2010a] INSPIRE Drafting Team Data Specifications: *Guidelines for the encoding of spatial data*. Version 3.2, 2010. URL [http://inspire.jrc.ec.europa.eu/documents/Data\\_Specifications/D2.7\\_v3.2.pdf](http://inspire.jrc.ec.europa.eu/documents/Data_Specifications/D2.7_v3.2.pdf) - abgerufen am 28. Oktober 2010.
- [INSPIRE DT DS 2010b] INSPIRE Drafting Team Data Specifications: *INSPIRE Generic Conceptual Model*. Version 3.3, 2010. URL [http://inspire.jrc.ec.europa.eu/documents/Data\\_Specifications/D2.5\\_v3\\_3.pdf](http://inspire.jrc.ec.europa.eu/documents/Data_Specifications/D2.5_v3_3.pdf) - abgerufen am 28. Oktober 2010.
- [INSPIRE DT DS TWG 2010a] INSPIRE Data Specifications Drafting Team and Thematic Working Groups: *GML Application Schemas*. Version April 2010. URL <http://inspire.jrc.ec.europa.eu/index.cfm/pageid/541/downloadid/1698> - abgerufen am 28. Oktober 2010.
- [INSPIRE DT DS TWG 2010b] INSPIRE Data Specifications Drafting Team and Thematic Working Groups: *INSPIRE Consolidated UML Model*. Version 3.1, 2010. URL <http://inspire.jrc.ec.europa.eu/index.cfm/pageid/541/downloadid/1707> - abgerufen am 28. Oktober 2010.
- [INSPIRE DT NS 2009] INSPIRE Drafting Team Network Services: *Draft Implementing Rules for INSPIRE Transformation Services*. Version 3.0, 2009. URL: [http://inspire.jrc.ec.europa.eu/documents/Network\\_Services/INSPIRE\\_Draft\\_Implementing\\_Rules\\_Transformation\\_Services\\_%28version\\_3.0%29.pdf](http://inspire.jrc.ec.europa.eu/documents/Network_Services/INSPIRE_Draft_Implementing_Rules_Transformation_Services_%28version_3.0%29.pdf) - abgerufen am 14. Januar 2010.
- [INSPIRE TWG HY 2010] INSPIRE Thematic Working Group Hydrography: *INSPIRE Data Specification on Hydrography – Guidelines*. Version 3.0.1, 2010. URL [http://inspire.jrc.ec.europa.eu/documents/Data\\_Specifications/INSPIRE\\_DataSpecification\\_HY\\_v3.0.1.pdf](http://inspire.jrc.ec.europa.eu/documents/Data_Specifications/INSPIRE_DataSpecification_HY_v3.0.1.pdf) - abgerufen am 28. Oktober 2010.
- [ISO 2005a] International Organization for Standardization (ISO) (Hrsg.): *ISO/IEC 19501:2005 Information technology - Open Distributed Processing - Unified Modeling Language (UML)*. Genf: ISO, 2005.
- [ISO 2005b] International Organization for Standardization (ISO) (Hrsg.): *ISO/TS 19103:2005 Geographic information - Conceptual schema language*. Genf: ISO, 2005.
- [Jaenicke 2004] Jaenicke, Kathrin: *Nutzen und Wirtschaftlichkeit von Geodateninfrastrukturen*. München, Ludwig-Maximilians-Universität München, Diplomarbeit, 2004.
- [Jäger 2009] Jäger, Ernst: Geotopographie. In: Kummer, Klaus; Frankenberger, Josef (Hrsg.): *Das deutsche Vermessungs- und Geoinformationswesen 2010*. Heidelberg: Wichmann, 2009, S. 259 - 310.
- [Jäger 2010] Jäger, Ernst: Geotopographie. In: Kummer, Klaus; Frankenberger, Josef (Hrsg.): *Das deutsche Vermessungs- und Geoinformationswesen 2011*. Heidelberg: Wichmann, 2010, S. 109 - 124.
- [Kashyap und Sheth 1996] Kashyap, Vipul; Sheth, Amit: Semantic and schematic similarities between database objects: a context-based approach. In: *The VLDB Journal* 5 (1996), Nr. 4, S. 276 - 304.
- [Kecher 2006] Kecher, Christoph: *UML 2.0: Das umfassende Handbuch*. Bonn: Galileo Press, 2006.



- [Klein 2001] Klein, Michel: Combining and relating ontologies: an analysis of problems and solutions. In: Gómez Pérez, A.; Gruninger, M.; Stuckenschmidt, H.; Uschold, M. (Hrsg.): Proceedings of the IJCAI-01 Workshop on Ontologies and Information Sharing (Seattle 2001), S. 53 - 62. URL <http://sunsite.informatik.rwth-aachen.de/Publications/CEUR-WS/Vol-47/ONTOL2-Proceedings.pdf> - abgerufen am 4. April 2011.
- [KOGIS 2006] Koordination der Geoinformation und geografischen Informationssysteme (KOGIS) (Hrsg.): *INTERLIS 2 – Referenzhandbuch*. Ausgabe vom 2006-04-13 (deutsch), 2006. URL [http://www.interlis.ch/interlis2/docs23/ili2-refman\\_2006-04-13\\_d.pdf](http://www.interlis.ch/interlis2/docs23/ili2-refman_2006-04-13_d.pdf) - abgerufen am 21. Januar 2011.
- [Kresse und Fadaie 2004] Kresse, Wolfgang; Fadaie, Kian: *ISO Standards for Geographic Information*. Berlin: Springer, 2004.
- [KSt. GDI-DE 2010a] Koordinierungsstelle GDI-DE (KSt. GDI-DE) (Hrsg.): *INSPIRE Monitoring-DE*, 2010. URL <http://productive.gdi-de.org/monitoring/> - abgerufen am 27. Januar 2011.
- [KSt. GDI-DE 2010b] Koordinierungsstelle GDI-DE (KSt. GDI-DE): *Steckbrief "Gewässernetz"*. Version 1.1., 2010. URL [http://www.gdi-de.org/de\\_neu/download/inspire\\_guidance/annexI-III/Steckbrief-INSPIRE-Gewaessernetz.pdf](http://www.gdi-de.org/de_neu/download/inspire_guidance/annexI-III/Steckbrief-INSPIRE-Gewaessernetz.pdf) - abgerufen am 2. September 2010.
- [KSt. GDI-DE 2011] Koordinierungsstelle der Geodateninfrastruktur Deutschland (KSt. GDI-DE): *Zeitplanung für die Umsetzung von INSPIRE*, 2011. URL <http://www.gdi-de.org/inspire/zeitplan> - abgerufen am 05. Mai 2011.
- [Kutzner 2010a] Kutzner, Tatjana: Expertenworkshop „Semantische Datenmodelltransformation“. In: Schilcher, Matthäus (Hrsg.): *INSPIRE-GMES Informationsbroschüre: Grundlagen, Status, Projektberichte*. München: Runder Tisch Geoinformationssysteme e.V., 2010, S. 37.
- [Kutzner 2010b] Kutzner, Tatjana: Semantische Transformation am Beispiel der Testregion Bodensee. In: Schilcher, Matthäus (Hrsg.): *INSPIRE-GMES Informationsbroschüre: Grundlagen, Status, Projektberichte*. München: Runder Tisch Geoinformationssysteme e.V., 2010, S. 35 - 36.
- [Kutzner 2010c] Kutzner, Tatjana: The Unified Modeling Language for the Translation of Spatial Data on Conceptual Level - Challenges and Limitations. In: Wallgrün, Jan Oliver; Lautenschütz, Anna-Katharina (Hrsg.): *Proceedings of the GIScience 2010 Doctorial Colloquium: Extended Abstracts*. Heidelberg: Akademische Verlagsgesellschaft Aka, 2010 (IfGIprints 38), S. 55 - 58.
- [Kutzner und Fichtinger 2011] Kutzner, Tatjana; Fichtinger, Astrid: Model-driven Web Feature Service. In: *ohne Titel*. Berlin: Springer, 2011 - in Vorbereitung.
- [Legler und Naumann 2007] Legler, Frank; Naumann, Felix: A Classification of Schema Mappings and Analysis of Mapping Tools. In: Gesellschaft für Informatik; Rheinisch-Westfälische Technische Hochschule Aachen (Hrsg.): *12. GI-Fachtagung für Datenbanksysteme in Business, Technologie und Web (Aachen 2007)*. URL <http://www.btw2007.de/paper/p449.pdf> - abgerufen am 31. März 2010.
- [Lehto 2007a] Lehto, Lassi: Real-time content transformations in a web service-based delivery architecture for geographic information. Helsinki, University of Technology, Dissertation, 2007 (Veröffentlichungen des Finnischen Geodätischen Institutes, Bd. 138). URL <http://lib.tkk.fi/Diss/2007/isbn9789517112727/isbn9789517112727.pdf> - abgerufen am 17. Dezember 2009.
- [Lehto 2007b] Lehto, Lassi: Schema Translations in a Web Service Based SDI. In: Association of Geographic Information Laboratories for Europe (AGILE) (Hrsg.): *10th AGILE International Conference on Geographic Information Science (Aalborg 2007)*. URL [http://people.plan.aau.dk/~enc/AGILE2007/PDF/29\\_PDF.pdf](http://people.plan.aau.dk/~enc/AGILE2007/PDF/29_PDF.pdf) - abgerufen am 1. Oktober 2009.
- [LUBW o.J.] Landesanstalt für Umwelt, Messungen und Naturschutz Baden-Württemberg (LUBW) (Hrsg.): *Karten zur Wasserrahmenrichtlinie (WRRL) Baden-Württemberg*, o.J.. URL <http://rips-uis.lubw.baden-wuerttemberg.de/rips/wrrl/wrrl.htm> - abgerufen am 27. Januar 2011.
- [Luderschmid 2010] Luderschmid, Fabian: *Datenharmonisierung für den grenzüberschreitenden Katastrophenschutz bei Hochwasser im Bodenseeraum*. München, Technische Universität München, Diplomarbeit, 2010.

- [LVA 2008] Land Vorarlberg - Landesvermessungsamt: *Kurzbeschreibung des Projektes „Fließgewässernetz Vorarlberg“*, 2008 - unveröffentlicht.
- [LVermGeo 2009] Landesamt für Vermessung und Geobasisinformation Rheinland-Pfalz (LVermGeo) (Hrsg.): *Der neue Standard für Geobasisinformationen: Leitfaden zur Umstellung auf AFIS-ALKIS-ATKIS (AAA-Modell)*, 2009. URL [http://www.lvermgeo.rlp.de/uploads/media/aaa\\_leitfaden.pdf](http://www.lvermgeo.rlp.de/uploads/media/aaa_leitfaden.pdf) - abgerufen am 18. Januar 2010.
- [Meinert und Streuff 2009] Meinert, Markus; Streuff, Hartmut: Geoinformation im internationalen Umfeld. In: Kummer, Klaus; Frankenberger, Josef (Hrsg.): *Das deutsche Vermessungs- und Geoinformationswesen 2010*. Heidelberg: Wichmann, 2009, S. 149 - 200.
- [Melsom Klausen 2006] Melsom Klausen, Carl F.: *GeoXSLT: GML processing with XSLT and spatial extensions*. Oslo, University of Oslo, Master's Thesis. URL [http://www.svisj.no/fredrik/geoxslt/master\\_light.pdf](http://www.svisj.no/fredrik/geoxslt/master_light.pdf) - abgerufen am 10 März 2010.
- [Mens et al. 2005] Mens, Tom; Czarnecki, Krzysztof; Van Gorp, Pieter: A Taxonomy of Model Transformations. In: Bezivin, Jean; Heckel, Reiko (Hrsg.): *Language Engineering for Model-Driven Software Development*. Dagstuhl: Internationales Begegnungs- und Forschungszentrum für Informatik (IBFI), 2005 (Dagstuhl Seminar Proceedings 04101). URL <http://drops.dagstuhl.de/opus/volltexte/2005/11/pdf/04101.SWM2.Paper.pdf> - abgerufen 4. September 2010.
- [Mordhorst 2007] Mordhorst, Ronald: Die Architektur der Geodateninfrastruktur Deutschland und ihre Umsetzung: Eine Gemeinschaftsaufgabe für Bund, Länder und Kommunen. In: Universität der Bundeswehr (Hrsg.): *10. Seminar GIS & Internet (Neubiberg 2007)*. URL [http://www.unibw.de/inf4/professuren/geoinformatik/weiterbildung/Seminar\\_GIS/bauv11/geoinformatik/weiterbildung/Seminar\\_GIS/download07/seminar2007\\_Mordhorst](http://www.unibw.de/inf4/professuren/geoinformatik/weiterbildung/Seminar_GIS/bauv11/geoinformatik/weiterbildung/Seminar_GIS/download07/seminar2007_Mordhorst) - abgerufen am 1. November 2010.
- [Morf 2009] Morf, Andreas: Konzeptionelle Beschreibungssprache für Modellabbildungen. In: *Newsletter e-geo.ch*, April 2009, S. 22 - 23. URL <http://www.e-geo.ch/internet/e-geo/de/home/publi/nletter.parsys.000141.DownloadFile.tmp/newsletter22dgzl.pdf> - abgerufen am 18. Oktober 2010.
- [Nissen et al. 2011] Nissen, Flemming; Friis-Christensen, Anders; Nielsen, Åge; Münster-Svendsen, Jørgen; Bo Rykov, Jens: *Framework for Specifying Transformation Rules*, 2011 – Forschungsbericht (D10.2), Projekt ESDIN (ECP – 2007 – GEO – 317008). URL [http://www.esdin.eu/sites/esdin.eu/files/ESDIN\\_D10\\_2\\_Framework\\_for\\_Trans\\_Rules\\_v1.0.pdf](http://www.esdin.eu/sites/esdin.eu/files/ESDIN_D10_2_Framework_for_Trans_Rules_v1.0.pdf) - abgerufen am 25. April 2011.
- [Nyerges 1989] Nyerges, Timothy L.: Schema integration analysis for the development of GIS databases. In: *International Journal of Geographical Information Science* 3 (1989), Nr. 2, S. 153 - 183.
- [OGC 2004] Open Geospatial Consortium Inc. (OGC) (Hrsg.): *OpenGIS Geography Markup Language (GML) Implementation Specification*. Version 3.1.1., OGC 03-105r1, 2004. URL [http://portal.opengeospatial.org/files/?artifact\\_id=4700](http://portal.opengeospatial.org/files/?artifact_id=4700) - abgerufen am 17. November 2010.
- [OGC 2005] Open Geospatial Consortium Inc. (OGC) (Hrsg.): *Web Feature Service Implementation Specification*. Version: 1.1.0, OGC 04-094, 2005. URL [http://portal.opengeospatial.org/files/?artifact\\_id=8339](http://portal.opengeospatial.org/files/?artifact_id=8339) - abgerufen am 25. Januar 2011.
- [OGC 2006] Open Geospatial Consortium Inc. (OGC) (Hrsg.): *OpenGIS Implementation Specification for Geographic information - Simple feature access - Part 1: Common architecture*. Version 1.2.0, OGC 06-103r3, 2006. URL [http://portal.opengeospatial.org/files/?artifact\\_id=18241](http://portal.opengeospatial.org/files/?artifact_id=18241) - abgerufen am 17. November 2010.
- [OGC 2007a] Open Geospatial Consortium Inc. (OGC) (Hrsg.): *OpenGIS Geography Markup Language (GML) Encoding Standard*. Version 3.2.1, OGC 07-036, 2007. URL [http://portal.opengeospatial.org/files/?artifact\\_id=20509](http://portal.opengeospatial.org/files/?artifact_id=20509) - abgerufen am 17. November 2010.
- [OGC 2007b] Open Geospatial Consortium Inc. (OGC) (Hrsg.): *OpenGIS Web Processing Service*. Version: 1.0.0, OGC 05-007r7, 2007. URL [http://portal.opengeospatial.org/files/?artifact\\_id=24151](http://portal.opengeospatial.org/files/?artifact_id=24151) - abgerufen am 25. Januar 2011.

- [OGC 2010a] Open Geospatial Consortium Inc. (OGC) (Hrsg.): *OpenGIS Implementation Standard for Geographic information - Simple feature access - Part 1: Common architecture*. Version 1.2.1, OGC 06-103r4, 2010. URL [http://portal.opengeospatial.org/files/?artifact\\_id=25355](http://portal.opengeospatial.org/files/?artifact_id=25355) - abgerufen am 17. November 2010.
- [OGC 2010b] Open Geospatial Consortium Inc. (OGC) (Hrsg.): *OpenGIS Web Feature Service 2.0 Interface Standard*. Version: 2.0.0, OGC 09-025r1, 2010. URL [http://portal.opengeospatial.org/files/?artifact\\_id=39967](http://portal.opengeospatial.org/files/?artifact_id=39967) - abgerufen am 25. Januar 2011.
- [OMG 2003] Object Management Group (OMG) (Hrsg.): *MDA Guide*. Version 1.0.1, omg/2003-06-01, 2003. URL <http://www.omg.org/cgi-bin/doc?omg/03-06-01.pdf> - abgerufen am 20. Januar 2011.
- [OMG 2005] Object Management Group (OMG) (Hrsg.): *MOF 2.0/XMI Mapping Specification*. Version 2.1, formal/05-09-01, 2005. URL <http://www.omg.org/spec/XMI/2.1/PDF/> - abgerufen am 11. November 2010.
- [OMG 2006] Object Management Group (OMG) (Hrsg.): *Meta Object Facility (MOF) Core Specification*. OMG Available Specification. Version 2.0, formal/06-01-01, 2006. URL <http://www.omg.org/spec/MOF/2.0/PDF/> - abgerufen am 11. November 2010.
- [OMG 2007a] Object Management Group (OMG) (Hrsg.): *OMG Unified Modeling Language: Infrastructure*. Version 2.1.1, formal/07-02-06, 2007. URL <http://www.omg.org/spec/UML/2.1.1/Infrastructure/PDF/> - abgerufen am 11. November 2010.
- [OMG 2007b] Object Management Group (OMG) (Hrsg.): *OMG Unified Modeling Language: Superstructure*. Version 2.1.1, formal/2007-02-05, 2007. URL <http://www.omg.org/spec/UML/2.1.1/Superstructure/PDF/> - abgerufen am 11. November 2010.
- [OMG 2008] Object Management Group (OMG) (Hrsg.): *Meta Object Facility (MOF) 2.0 Query/View/Transformation Specification*. Version 1.0, formal/2008-04-03, 2008. URL <http://www.omg.org/spec/QVT/1.0/PDF/> - abgerufen am 7. Januar 2010.
- [OMG 2010a] Object Management Group (OMG) (Hrsg.): *OMG Unified Modeling Language (OMG UML): Infrastructure*. Version 2.3, formal/2010-05-03, 2010. URL <http://www.omg.org/spec/UML/2.3/Infrastructure/PDF/> - abgerufen am 11. November 2010.
- [OMG 2010b] Object Management Group (OMG) (Hrsg.): *OMG Unified Modeling Language (OMG UML): Superstructure*. Version 2.3, formal/2010-05-05, 2010. URL <http://www.omg.org/spec/UML/2.3/Superstructure/PDF/> - abgerufen am 11. November 2010.
- [oose 2006] oose Innovative Informatik GmbH: *UML 2.0 Notation*, 2006. URL <http://www.oose.de/fileadmin/Dateien/uml-2-Notationsuebersicht-oose.de.pdf> - abgerufen am 11. Mai 2011.
- [Reitz 2010] Reitz, Thorsten: A Mismatch Description Language for Conceptual Schema Mapping and Its Cartographic Representation. In: Fabrikant, Sara I.; Reichenbacher, Tumasch; van Kreveld, Marc; Schlieder, Christoph (Hrsg.): *Geographic Information Science (6th International Conference GIScience Zurich 2010)*. Berlin: Springer, 2010 (Lecture Notes in Computer Science 6292), S. 204 - 218.
- [Reitz et al. 2009] Reitz, Thorsten; de Vries, Marian; Fitzner, Daniel: *Conceptual Schema Specification and Mapping*, 2009 – unveröffentlicher Forschungsbericht (A5.2-D3 [3.3]), Projekt HUMBOLDT (SIP5 – CT – 2006 – 030962).
- [Reitz et al. 2010] Reitz, Thorsten; Schäffler, Ulrich; Klien, Eva; Fitzner, Daniel: Efficient Conceptual Schema Translation for Geographic Vector Data Sets. In: Painho, Marco; Santos, Maribel Y.; Pundt, Hardy (Hrsg.): *Geospatial Thinking (13th AGILE International Conference on Geographic Information Science Guimarães 2010)*. URL [http://agile2010.dsi.uminho.pt/pen/ShortPapers\\_PDF%5C112\\_DOC.pdf](http://agile2010.dsi.uminho.pt/pen/ShortPapers_PDF%5C112_DOC.pdf) - abgerufen 11 Juni 2010.
- [Reitz und Kuijper 2009] Reith, Thorsten; Kuijper, Arjan: Applying Instance Visualisation and Conceptual Schema Mapping for Geodata Harmonisation. In: Sester, Monika; Bernard, Lars; Paelke, Volker (Hrsg.): *Advances in GIScience: Proceedings of the 12th AGILE Conference*. Berlin: Springer, 2009 (Lecture Notes in Geoinformation and Cartography), S. 173 - 194.

- [Reitz und Templer 2011] Reitz, Thorsten; Templer, Simon: *HUMBOLDT Alignment Editor Manual 2.1.0*, 2011. URL [http://community.esdi-humboldt.eu/attachments/166/hale\\_manual\\_en\\_2.1.0-M1.pdf](http://community.esdi-humboldt.eu/attachments/166/hale_manual_en_2.1.0-M1.pdf) - abgerufen am 13. April 2011.
- [Rix 2011] Rix, Joachim: Survey on the Geographic Information Market in Europe: Results of the HUMBOLDT Expert Study, 2011 - unveröffentlichter Forschungsbericht, Projekt HUMBOLDT (SIP5 – CT – 2006 – 030962).
- [Safe Software 2011] Safe Software Inc. (Hrsg.): *FME Transformer Reference Guide*. Surrey: Safe Software Inc., 2011. URL <http://cdn.safe.com/resources/fme/FME-Transformer-Reference-Guide.pdf> - abgerufen am 15. Februar 2011.
- [Schade 2010] Schade, Sven: *Ontology-Driven Translation of Geospatial Data*. Amsterdam: IOS Press, 2010 (Dissertations in geographic information science 001).
- [Schäffler 2010] Schäffler, Ulrich: *HUMBOLDT Application Scenario European RiskAtlas (ERiskA): Factsheet*, 2010. URL [http://www.esdi-humboldt.eu/files/HUMBOLDT\\_Factsheet\\_ERiskA.pdf](http://www.esdi-humboldt.eu/files/HUMBOLDT_Factsheet_ERiskA.pdf) - abgerufen am 15. Februar 2011.
- [Scharffe 2005] Scharffe, Francois: *OMWG D7.2: Mapping and Merging Tool Design*. DERI OMWG Working Draft, 2005. URL <http://www.omwg.org/TR/d7/d7.2/> - abgerufen am 7. Januar 2010.
- [Scharffe 2009] Scharffe, François: *Correspondence Patterns Representation*. Innsbruck, Universität Innsbruck, Dissertation, 2009. URL <http://www.scharffe.fr/pub/phd-thesis/manuscript.pdf> - abgerufen am 1. Februar 2011.
- [Schilcher 2010] Schilcher, Matthäus (Hrsg.): *INSPIRE-GMES Informationsbroschüre: Grundlagen, Status, Projektberichte*. München: Runder Tisch Geoinformationssysteme e.V., 2010. URL [http://www.rtg.bv.tum.de/clickStats.php?file=images/stories/downloads/projektarbeit/projekte\\_topaktuell/INSPIREGMES/INSPIRE\\_Broschuere\\_V6\\_hochaufl.pdf](http://www.rtg.bv.tum.de/clickStats.php?file=images/stories/downloads/projektarbeit/projekte_topaktuell/INSPIREGMES/INSPIRE_Broschuere_V6_hochaufl.pdf) - abgerufen am 28. Dezember 2010.
- [Schilcher et al. 2006] Schilcher, Matthäus; Donaubaauer, Andreas; Fichtinger, Astrid; Straub, Florian; Carosio, Alessandro; Gnägi, Hans-Rudolf; Morf, Andreas; Staub, Peter: *Modellbasierter Ansatz für den Web-Zugriff auf verteilte Geodaten am Beispiel grenzübergreifender GIS-Anwendungen, Endbericht Phase I*, 2006 – unveröffentlichter Forschungsbericht.
- [Schilcher et al. 2008] Schilcher, Matthäus; Donaubaauer, Andreas; Fichtinger, Astrid; Kutzner, Tatjana; Carosio, Alessandro; Henrich, Stefan: *Modellbasierter Ansatz für den Web-Zugriff auf verteilte Geodaten am Beispiel grenzübergreifender GIS-Anwendungen, Endbericht Phase III*, 2008 – unveröffentlichter Forschungsbericht.
- [Schilcher et al. 2009a] Schilcher, Matthäus; Donaubaauer, Andreas; Fichtinger, Astrid; Kutzner, Tatjana: Semantische Modelltransformation im Kontext von INSPIRE. In: *Newsletter e-geo.ch*, April 2009, S. 10 - 13. URL <http://www.e-geo.ch/internet/e-geo/de/home/publi/nletter.parsys.000141.DownloadFile.tmp/newsletter22dglz.pdf> - abgerufen am 18. Oktober 2010.
- [Schilcher et al. 2009b] Schilcher, Matthäus; Kutzner, Tatjana; Donaubaauer, Andreas: *Modellbasierter Ansatz für den Web-Zugriff auf verteilte Geodaten am Beispiel grenzübergreifender GIS-Anwendungen, Endbericht Phase IV*, 2009 – unveröffentlichter Forschungsbericht.
- [Schilcher et al. 2010] Schilcher, Matthäus; Kutzner, Tatjana: *Modellbasierter Ansatz für den Web-Zugriff auf verteilte Geodaten am Beispiel grenzübergreifender GIS-Anwendungen, Endbericht Phase V*, 2010 – Projektbericht.
- [Schmassmann und Bovier 2010] Schmassmann, Emanuel; Bovier, Raphaël: Topografisches Landschaftsmodell TLM: swissTLM3D. In: *Geomatik Schweiz* 108 (2010), Nr. 9, S. 207 - 409.
- [Seebacher 2010] Seebacher, Martin: INSPIRE in Vorarlberg. In: Schilcher, Matthäus (Hrsg.): *INSPIRE-GMES Informationsbroschüre: Grundlagen, Status, Projektberichte*. München: Runder Tisch Geoinformationssysteme e.V., 2010, S. 30 - 31.
- [Seifert 2008] Seifert, Markus: *Wissenschaftlicher Beitrag für den Aufbau einer Geodateninfrastruktur zur Lösung von Aufgaben des E-Government*. Zürich: Institut für Geodäsie und Photogrammetrie an der Eidgenössischen Technischen Hochschule Zürich, 2008 (IGP Mitteilungen 99).

- [Seifert 2009] Seifert, Markus: Normung und Standardisierung. In: Kummer, Klaus; Frankenberger, Josef (Hrsg.): *Das deutsche Vermessungs- und Geoinformationswesen 2010*. Heidelberg: Wichmann, 2009, S. 639 - 676.
- [Shi 2004] Shi, Wei: *Zum modellbasierten Austausch von Geodaten auf Basis XML*. Neubiberg: Universität der Bundeswehr München, Fakultät für Bauingenieur- und Vermessungswesen, 2004 (Schriftenreihe Studiengang Geodäsie und Geoinformation, Universität der Bundeswehr München 77).
- [Spilker 2011] Spilker, Karsten: "UMLT": *Anforderungen an eine Mapping-Sprache im Kontext von INSPIRE*. Salzburg, Paris Lodron Universität Salzburg, Master's Thesis, 2011.
- [Staub 2007] Staub, Peter: A Model-Driven Web Feature Service for Enhanced Semantic Interoperability. In: *OSGeo Journal* 3 (2007), S. 38 - 43. URL <http://www.osgeo.org/ojs/index.php/journal/article/viewFile/142/108> - abgerufen am 27. Dezember 2010.
- [Staub 2009] Staub, Peter: *Über das Potenzial und die Grenzen der semantischen Interoperabilität von Geodaten: Ein operationelles Verfahren zur Nutzung verteilter Systeme in Geodaten-Infrastrukturen*. Zürich, Eidgenössische Technische Hochschule, Dissertation, 2009 (Diss. ETH Nr. 18201).
- [Staub 2010] Staub, Peter: Umsetzung der INSPIRE-Richtlinie in der Schweiz. In: Schilcher, Matthäus (Hrsg.): *INSPIRE-GMES Informationsbroschüre: Grundlagen, Status, Projektberichte*. München: Runder Tisch Geoinformationssysteme e.V., 2010, S. 29.
- [Steudle 2006] Steudle, Günther: Der Bodensee Geodatenpool - mehr als "grenzenlos". In: *Österreichische Zeitschrift für Vermessung und Geoinformation* 94 (2006), Nr. 1+2, S. 63 - 77.
- [Stoter et al. 2009] Stoter, Jantien; Quak, Wilko; Hofman, Arjen: Harmonising and Integrating Two Domain Models Topography. In: van Loenen, Bastiaan; Besemer, Jaap W.J.; Zevenbergen, Jaap A. (Hrsg.): *SDI Convergence: Research, Emerging Trends, and Critical Assessment*. Delft: Nederlandse Commissie voor Geodesie Netherlands Geodetic Commission, 2009, S. 89 - 106.
- [Stuckenschmidt 2003] Stuckenschmidt, Heiner: *Ontology-Based Information Sharing in Weakly Structured Environments*. Amsterdam, Vrije Universiteit, Dissertation, 2003 (SIKS Dissertation Series No. 2003-01).
- [swisstopo 2007] Bundesamt für Landestopographie swisstopo: *VECTOR25: Das digitale Landschaftsmodell der Schweiz*, 2007. URL <http://www.swisstopo.admin.ch/internet/swisstopo/de/home/products/landscape/vector25.parsysrelated1.47641.downloadList.50692.DownloadFile.tmp/vector25infode.pdf> - abgerufen am 5. Mai 2011.
- [swisstopo 2011a] Bundesamt für Landestopografie swisstopo: *Objektkatalog swissTLM3D 1.0*, 2011. URL <http://www.swisstopo.admin.ch/internet/swisstopo/de/home/products/landscape/swissTLM3D.parsysrelated1.47641.downloadList.81294.DownloadFile.tmp/201103swisstlm3dokd.pdf> - abgerufen am 5. Mai 2011.
- [swisstopo 2011b] Bundesamt für Landestopografie swisstopo: *swissTLM3D*, 2011. URL <http://www.swisstopo.admin.ch/internet/swisstopo/de/home/products/landscape/swissTLM3D.html> - abgerufen am 25. Mai 2011.
- [Visser et al. 1997] Visser, Pepijn R. S.; Jones, Dean M.; Bench-Capon, T. J. M.; Shave, M. J. R.: An analysis of ontological mismatches: Heterogeneity versus interoperability. In: Farquhar, Adam; Gruninger, Michael (Hrsg.): *Papers from the AAAI Spring Symposium*. Menlo Park: AAAI Press, 1997 (Technical Report SS-97-06), S. 164 - 172.
- [W3C 2004a] World Wide Web Consortium (W3C) (Hrsg.): *SWRL: A Semantic Web Rule Language Combining OWL and RuleML*. W3C Member Submission, 2004. URL <http://www.w3.org/Submission/SWRL/> - abgerufen am 7. Januar 2010.
- [W3C 2004b] World Wide Web Consortium (W3C) (Hrsg.): *XML Schema Part 1: Structures Second Edition*. W3C Recommendation, 2004. URL <http://www.w3.org/TR/2004/REC-xmlschema-1-20041028/> - abgerufen am 28. Januar 2011.
- [W3C 2004c] World Wide Web Consortium (W3C) (Hrsg.): *XML Schema Part 2: Datatypes Second Edition*. W3C Recommendation, 2004. URL <http://www.w3.org/TR/2004/REC-xmlschema-2-20041028/> - abgerufen am 28. Januar 2011.

- [W3C 2007] World Wide Web Consortium (W3C) (Hrsg.): *XSL Transformations (XSLT)*. W3C Recommendation, Version 2.0, 2007. URL <http://www.w3.org/TR/xslt20/> - abgerufen am 7. Januar 2010.
- [W3C 2008] World Wide Web Consortium (W3C) (Hrsg.): *Extensible Markup Language (XML) 1.0 (Fifth Edition)*. W3C Recommendation, 2008. URL <http://www.w3.org/TR/2008/REC-xml-20081126/> - abgerufen am 7. Januar 2010.
- [W3C 2009] World Wide Web Consortium (W3C) (Hrsg.): *OWL 2 Web Ontology Language Document Overview*. W3C Recommendation, 2009. URL <http://www.w3.org/TR/2009/REC-owl2-overview-20091027/> - abgerufen am 17. November 2010.
- [W3C 2010] World Wide Web Consortium (W3C) (Hrsg.): *RIF Overview*. W3C Working Group Note, 2010. URL <http://www.w3.org/TR/rif-overview/> - abgerufen am 7. Januar 2010.

## Abkürzungsverzeichnis

A	Attribut
AAA	AFIS – ALKIS – ATKIS
AFIS	Amtliches Festpunktinformationssystem
ALB	Automatisiertes Liegenschaftsbuch
ALK	Automatisierte Liegenschaftskarte
ALKIS	Amtliches Liegenschaftskatasterinformationssystem
ASI	Austrian Standards Institute
ATKIS	Amtliches Topographisch-Kartographisches Informationssystem
BAFU	Bundesamt für Umwelt
Basis-DLM	Basis-Landschaftsmodell
BEV	Bundesamt für Eich- und Vermessungswesen
BfG	Bundesanstalt für Gewässerkunde
B-HN	Heterogenität - Benennung - Homonym
BKG	Bundesamt für Kartographie und Geodäsie
BMLFUW	Bundesministerium für Land- und Forstwirtschaft, Umwelt und Wasserwirtschaft
BSH	Bundesamt für Seeschifffahrt und Hydrographie
B-SN	Heterogenität - Benennung - Synonym
C-DE	Heterogenität - Constraints - Datenerfassungskriterien
CEN	Comité Européen de Normalisation
C-IB	Heterogenität - Constraints - Konsistenzbedingungen
CQL	OGC Common Query Language
CST	Conceptual Schema Transformer
DFK	Digitale Flurkarte
DIN	Deutsches Institut für Normung
DLM	digitales Landschaftsmodell
DOK	Digitale Ortskarte
DOM	Document Object Model
DT	Transformationsfunktion Datentypumwandlung
DTK	digitale topographische Karte
DXF	Drawing Interchange File Format
E	Element
EDBS	Einheitliche Datenbankschnittstelle
EGDI	Europäische Geodateninfrastruktur
EMF	Eclipse Modelling Framework
ERiskA	European Risk Atlas

ESA	European Space Agency (dt: Europäische Weltraumagentur)
ETHZ	Eidgenössische Technische Hochschule Zürich
EU	Europäische Union
FI	Heterogenität - Fehler bei Instanzen
FK	Semantische Relation - Fehlendes Konzept
FL	Transformationsfunktion Filtern
FME	Feature Manipulation Engine
Fraunhofer IGD	Fraunhofer-Institut für Graphische Datenverarbeitung
GDI	Geodateninfrastruktur
GDI-DE	Geodateninfrastruktur Deutschland
GeoInfoDok	Dokumentation zur Modellierung der Geoinformationen des amtlichen Vermessungswesens
GeoZG	Geodatenzugangsgesetz
GEWISS	Gewässerinformationssystem Schweiz
GFM	General Feature Model
GG25	Gemeindegrenzen
GK-Ä	Semantische Relation - gleiches Konzept - äquivalent
GK-ID	Semantische Relation - gleiches Konzept - identisch
GK-IK	Semantische Relation - gleiches Konzept -inkompatibel
GK-K	Semantische Relation - gleiches Konzept -kompatibel
GMES	Global Monitoring for Environment and Security
GML	Geography Markup Language
gOML	geo Ontology Mapping Language
HALE	HUMBOLDT Alignment Editor
ID	Transformationsfunktion Identifikatorerzeugung
INSPIRE	INfrastructure for SPatial InfoRmation in Europe
ISO	International Organization for Standardization
ITF	Interlis Transfer Format
JTS	Java Topology Suite
KSt. GDI-DE	Koordinierungsstelle GDI-DE
LAWA	Bund/Länder-Arbeitsgemeinschaft Wasser
LfU	Landesamt für Umwelt
LGL	Landesamt für Geoinformation und Landentwicklung Baden-Württemberg
LUBW	Landesanstalt für Umwelt, Messungen und Naturschutz Baden-Württemberg
LVG	Landesamt für Vermessung und Geoinformation
M	Multiplizität
MDA	Model-Driven Architecture (dt.: modellbasierter Ansatz für die Softwareentwicklung)
mdWFS	Projekt "Modellbasierter Ansatz für den Web-Zugriff auf verteilte Geodaten am Beispiel grenzübergreifender GIS-Anwendungen"
MOF	Meta Object Facility
NBA	Nutzerbezogene Bestandsdatenaktualisierung



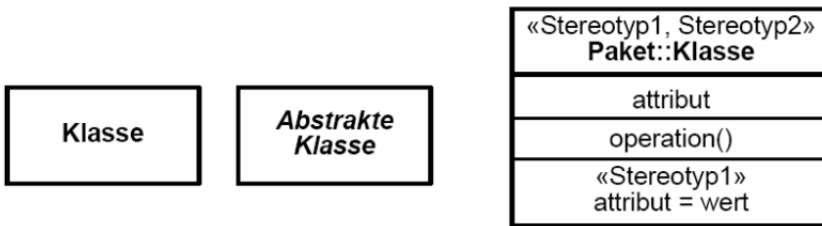
O	Objektklasse
o.S.	ohne Seitenangabe
OCL	Object Constraint Language
OGC	Open Geospatial Consortium
OMG	Object Management Group
OWL	Web Ontology Language
PIM	Platform Independent Model (dt.: plattformunabhängiges Modell)
PSM	Platform Specific Model (dt.: plattformabhängiges Modell)
Q	Quellschema
QVT	Query/View/Transform
R	Relation / Assoziation
RCP	Eclipse Rich Client Platform
RDF	Resource Description Framework
RIF	Rule Interchange Format
RK	Transformationsfunktion Reklassifikation
RuleML	Rule Markup Language
S-DTA	Heterogenität - Struktur - Datentyp von Attributen
S-GA	Heterogenität - Struktur - Genauigkeit von Attributwerten
S-K	Heterogenität - Struktur - Klassifikation
S-MAS	Heterogenität - Struktur - Multiplizität von Assoziationen
S-MAT	Heterogenität - Struktur - Multiplizität von Attributen
S-MEA	Heterogenität - Struktur - Maßeinheit von Attributwerten
S-MK	Heterogenität - Struktur - Modellierungskonstrukt
SNV	Schweizerische Normen-Vereinigung
S-OID	Heterogenität - Struktur - Objektidentifikation
SQL	Structured Query Language
SQUIRL	Spatial Quality Integration Rules Language
S-SKA	Heterogenität - Struktur - Skalierung von Attributwerten
STMUG	Bayerisches Staatsministerium für Umwelt und Gesundheit
S-WBA	Heterogenität - Struktur - Wertebereich von Attributwerten
SWRL	Semantic Web Rule Language
TE	Transformationsfunktion Teilung
TK	topographische Karte
TLM	Topographisches Landschaftsmodell
TUM	Technische Universität München
TWG	Thematic Working Group
UB	Transformationsfunktion Umbenennung
UBA	Umweltbundesamt (Deutschland) und Umweltbundesamt (Österreich)
UK-D	Semantische Relation - unterschiedliches Konzept - Disjunkte Konzepte

---

UK-GA	Semantische Relation - unterschiedliches Konzept - Generalisierung/Aggregation
UK-S	Semantische Relation - unterschiedliches Konzept - Subsumption
UK-Ü	Semantische Relation - unterschiedliches Konzept - Überlappung
UML	Unified Modelling Language
UMLT	UML Transformations
VE	Transformationsfunktion Verschmelzung
W3C	World Wide Web Consortium
WB	Transformationsfunktion Wertebereichsumwandlung
WFS	Web Feature Service
WLV	Wildbach- und Lawinenverbauung
WPS	Web Processing Service
WSV	Wasser- und Schifffahrtsverwaltung des Bundes
WU	Transformationsfunktion Wertumwandlung
WWV	Wasserwirtschaftsverwaltung
WZ	Transformationsfunktion Wertzuweisung
XMI	XML Metadata Interchange
XML	Extensible Markup Language
XSLT	Extensible Stylesheet Language for Transformations
Z	Zielschemata

## **Anhang**

## A UML Notation für Klassendiagramme



**Syntax für Attribute:**

Sichtbarkeit Attributname : Paket::Typ [Multiplizität Ordnung] = Initialwert {Eigenschaftswerte}  
 Eigenschaftswerte: {readOnly}, {ordered}, {composite}

**Syntax für Operationen:**

Sichtbarkeit Operationsname (Parameterliste):Rückgabetyt {Eigenschaftswerte}

Sichtbarkeit: + public element # protected element - private element ~ package element  
 Parameterliste: Richtung Name : Typ = Standardwert  
 Eigenschaftswerte: {query}  
 Richtung: in, out, inout

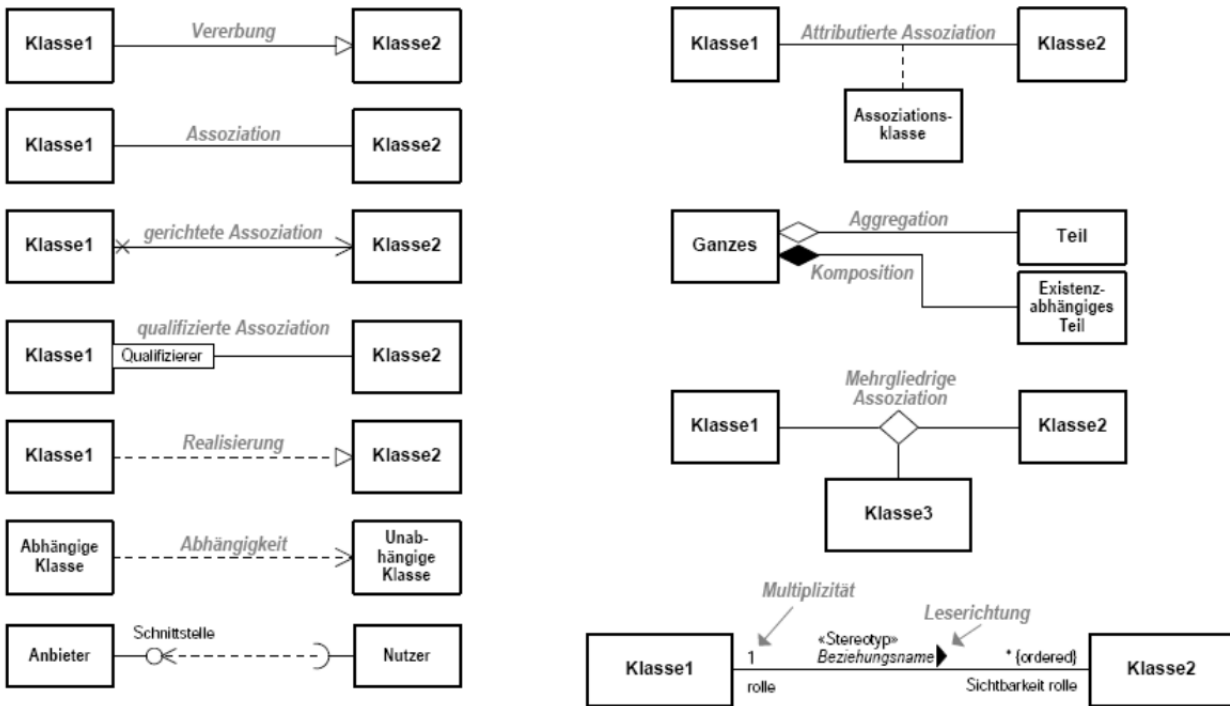


Abbildung 53: UML 2 Notationsübersicht für Klassendiagramme [oose 2006, verändert]

## B Geodaten-Themen in den Anhängen der INSPIRE-Richtlinie

<b>Anhang I</b>	
<b>Thema</b>	<b>Erläuterung</b>
Koordinatenreferenzsysteme	Systeme zur eindeutigen räumlichen Referenzierung von Geodaten anhand eines Koordinatensatzes
Geografische Gittersysteme	Harmonisiertes Gittersystem
Geografische Bezeichnungen	Namen von Gebieten, Regionen, Orten, Siedlungen
Verwaltungseinheiten	Lokale, regionale und nationale Verwaltungseinheiten
Adressen	In der Regel Straßename, Hausnummer und Postleitzahl zur Lokalisierung von Grundstücken
Flurstücke/Grundstücke (Katasterparzellen)	Gebiete, die anhand des Grundbuchs oder gleichwertiger Verzeichnisse bestimmt werden
Verkehrsnetze	Verkehrsnetze und zugehörige Infrastruktureinrichtungen für Straßen-, Schienen- und Luftverkehr sowie Schifffahrt
Gewässernetz	Elemente des Gewässernetzes, einschließlich Meeresgebieten und allen sonstigen Wasserkörpern. Ggf. gemäß den Definitionen der Wasserrahmenrichtlinie 2000/60/EG
Schutzgebiete	Gebiete, die ausgewiesen sind o. verwaltet werden, um bestimmte Erhaltungsziele zu erreichen.
<b>Anhang II</b>	
<b>Thema</b>	<b>Erläuterung</b>
Höhe	Digitale Höhenmodelle für Land-, Eis- und Meeresflächen
Bodenbedeckung	Physische und biologische Bedeckung der natürlichen und künstlichen Erdoberfläche
Orthofotografie	Georeferenzierte Bilddaten der Erdoberfläche
Geologie	Geologische Beschreibung anhand von Zusammensetzung und Struktur, einschließlich Grundgestein, Grundwasserleiter und Geomorphologie
<b>Anhang III</b>	
<b>Thema</b>	<b>Erläuterung</b>
Statistische Einheiten	Einheiten für die Verbreitung oder Verwendung statistischer Daten
Gebäude	Geografischer Standort von Gebäuden
Boden	Beschreibung von Boden und Unterboden anhand zahlreicher Merkmale
Bodennutzung	Beschreibung von Gebieten anhand ihrer derzeitigen und geplanten künftigen Funktion oder ihres sozioökonomischen Zwecks
Gesundheit und Sicherheit	Geografische Verteilung verstärkt auftretender pathologischer Befunde, Informationen über die Auswirkungen auf die Gesundheit oder auf das Wohlbefinden der Menschen in Zusammenhang mit der Umweltqualität
Versorgungswirtschaft und staatliche Dienste	Versorgungseinrichtungen wie Abwasser- und Abfallentsorgung, Energie- und Wasserversorgung; Staatliche Verwaltungs- und Sozialdienste
Umweltüberwachung	Standort und Betrieb von Umweltüberwachungseinrichtungen
Produktions- und Industrieanlagen	Standorte für industrielle Produktion
Landwirtschaftliche Anlagen und Aquakulturanlagen	Landwirtschaftliche Anlagen und Produktionsstätten
Verteilung der Bevölkerung - Demografie	Geografische Verteilung der Bevölkerung, einschließlich Bevölkerungsmerkmalen und Tätigkeitsebenen, zusammengefasst z.B. nach Gitter oder Verwaltungseinheit

<b>Anhang III</b>	
<b>Thema</b>	<b>Erläuterung</b>
Bewirtschaftungsgebiete/ Schutzgebiete/ geregelte Gebiete und Berichterstattungseinheiten	Auf internationaler, europäischer, nationaler, regionaler und lokaler Ebene bewirtschaftete, geregelte oder zu Zwecken der Berichterstattung herangezogenen Gebiete. z.B. Deponien, Trinkwasserschutzgebiete, Lärmschutzgebiete.
Gebiete mit naturbedingten Risiken	Gefährdete Gebiete, eingestuft nach naturbedingten Risiken, z.B. Überschwemmungen, Erdbeben, Lawinen, Waldbrände
Atmosphärische Bedingungen	Physikalische Bedingungen in der Atmosphäre, d.h. Geodaten auf der Grundlage von Messungen, Modellen und Messstandorte
Meteorologisch-geografische Kennwerte	Witterungsbedingungen und deren Messung, z.B. Niederschlag, Temperatur, Windgeschwindigkeit
Ozeanografisch-geografische Kennwerte	Physikalische Bedingungen der Ozeane, z.B. Strömungsverhältnisse, Salinität, Wellenhöhe
Meeresregionen	Physikalische Bedingungen von Meeren und salzhaltigen Gewässern
Biogeografische Regionen	Gebiete mit relativ homogenen ökologischen Bedingungen und gleichen Merkmalen
Lebensräume und Biotope	Geografische Gebiete mit spezifischen ökologischen Bedingungen, Prozessen, Strukturen und Funktionen als physische Grundlage für dort lebende Organismen
Verteilung der Arten	Geografische Verteilung des Auftretens von Tier- und Pflanzenarten, z.B. zusammengefasst in Gittern oder Verwaltungseinheiten
Energiequellen	Energiequellen wie Kohlenwasserstoffe, Wasserkraft, Sonnenenergie
Mineralische Bodenschätze	Mineralische Bodenschätze wie Metallerze, Industriemineralien

Tabelle 35: In den Anhängen der INSPIRE-Richtlinie aufgeführte Geodaten-Themen  
[Schilcher 2010, 53; Europäisches Parlament und Rat 2007a, 11ff.]

## C UMLT HUTN Syntax

Syntax der UMLT HUTN Sprachelemente und Funktionen [Donaubauer et al. 2007a, o.S.; Spilker 2011, 36ff.; Staub 2009, 109f.]:

### UMLT-Sprachelemente

#### Activity (Aktivität)

```
ActivityDef =
'ACTIVITY' Activity-Name ['EXTENDS' ActivityRef] '='
{ InputDef } { OutputDef } { TransformationDef }
'END' Activity-Name ';' .
```

#### Transformation

```
TransformationDef =
'TRANSFORMATION' Transformation-Name '='
{ InputDef } { OutputDef } { VirtualAssocDef }
{ ActionDef } { FlowDef }
'END' Transformation-Name ';' .
```

#### Input- und Output-Definiton

```
InputDef =
'IN' InputPin-Name [ ':'
ClassOrStructureRef [ Cardinality ] [ SelectionCriteria ] ] ';' .
OutputDef =
'OUT' OutputPin-Name [ ':'
ClassOrStructureRef [ Cardinality ] ] ';' .
```

#### SelectionCriteria (Auswahlkriterien) in der Input-Definition

```
SelectionCriteria =
'WHERE' Logical-Expression ';' .
```

#### Virtual Association (virtuelle Assoziation)

```
VirtualAssocDef =
'VIRTUAL' 'ASSOCIATION' [ VirtualAssoc-Name ] '='
VirtualRole1Def VirtualRole2Def ';'
'WHERE' Logical-Expression ';'
'END' [ VirtualAssoc-Name ] ';' .
```

Rollen-Definition mit Angabe der Art der Beziehung (Assoziation ('--'), Aggregation ('-<>') oder Kompositionen ('-<#>')) und Kardinalität

```
VirtualRoleDef =
VirtualRole-Name ( '--' | '-<>' | '-<#>' ) [ Cardinality ]
Transformation-InputPinRef ';' .
```

#### Transformation Action (Transformationsaktion)

mit Angabe der eingehenden (IN) und ausgehenden (OUT) Objekte sowie der Abbildungsregeln (AssignmentDef) und ggf. Wertzuweisungslisten (ValueMapDef) und temporäre Variablen (TempVarDef)

```
ActionDef =
'TRAFO_ACTION' Action-Name '='
{ InputDef } { OutputDef } { ValueMapDef } { TempVarDef }
'MAPPING' { AssignmentDef }
'END' Action-Name ';' .
```

**ValueMap** (Wertzuzuweisungsliste)

mit Definition der Schlüssel-Werte-Paare (MapEntry)

```
ValueMapDef =
'MAP' Map-Name '=' { MapEntry } 'END' Map-Name ';' .
MapEntry =
Key-Name '->' Value-Name ';' .
```

**TempVariable** (Temporäre Variablen)

```
TempVarDef =
'VARIABLE' TempVariable-Name ':' TempVariable-Type ';' .
```

**AssignmentDef** (Abbildungsregel)

mit Bezeichnung des Zielobjektes (Target-ObjectOrAttributePath) und Expression (Verweis auf ein Quellobjekt oder eine Funktion)

```
AssignmentDef =
Target-ObjectOrAttributePath ':' Expression ';' .
```

**Flow** (Prozess-Definition)

```
FlowDef =
'CONTROLFLOW' ControlFlowDef 'DATAFLOW' DataFlowDef .
```

**ControlFlowDef** (Kontrollfluss)

```
ControlFlowDef =
'START_FLOW' '---' ActionRef ';'
{ ActionRef '---' ActionRef ';' }
ActionRef '---' 'END_FLOW' ';' .
```

**DataFlow** (Daten- bzw. Objektfluss)

```
DataFlowDef =
'DATAFLOW' { PinRef '---' PinRef ';' } .
```

**UMLT-Funktionen****ValueMapper**

```
CLASS ValueMapper =
FUNCTION map(value: OBJECTS OF ANYCLASS; map: OBJECTS OF ANYCLASS) : OBJECTS
OF ANYCLASS;
END ValueMapper;
```

**substring**

mit Angabe des Beginns (startIndex) und Länge (length) der Teil-Zeichenkette

```
CLASS String =
FUNCTION subString(string: TEXT; startIndex: 0..32767; length: 0..32767) :
TEXT;
FUNCTION subString(string: TEXT; startIndex: 0..32767) : TEXT;
END String;
```

**concatenator**

```
CLASS String =
FUNCTION concatenator(startString: TEXT; endString: TEXT) : TEXT;
END String;
```

**parseString**

```
CLASS Integer =
FUNCTION parseString(string: TEXT) : NUMERIC;
```



```
END Integer;
```

### **polygonbuilder**

```
CLASS Topo =  
FUNCTION polygonbuilder(Objects: OBJECTS OF ANYCLASS; LinesAttr: ATTRIBUTE OF @  
Objects) : OBJECTS OF ANYCLASS;  
END Topo;
```

### **areabuilder**

```
CLASS Topo =  
FUNCTION areabuilder  
(PolygonObjects: OBJECTS OF ANYCLASS; PolygonAttr: ATTRIBUTE OF @ PolygonObjects;  
CentroidObjects: OBJECTS OF ANYCLASS; CentroidAttr: ATTRIBUTE OF @  
CentroidObjects)  
: OBJECTS OF ANYCLASS;  
END Topo;
```

### **boundary**

```
CLASS Geometry =  
FUNCTION boundary(area: AREA WITH (STRAIGHTS, ARCS) VERTEX COORD) : LIST OF  
Boundary;  
END Geometry;
```

### **area**

```
CLASS Geometry =  
FUNCTION area(surface: SURFACE WITH (STRAIGHTS, ARCS) VERTEX COORD) : NUMERIC;  
END Geometry;
```

### **isOfType**

```
CLASS Type =  
FUNCTION isOfType(Object: OBJECTS OF ANYCLASS; TYPE) : OBJECTS OF ANYCLASS;  
END Type;
```

## D gOML Syntax

```

<?xml version="1.0" encoding="UTF-8"?>
<xs:schema targetNamespace=http://knowledgeweb.semanticweb.org/heterogeneity/alignment
xmlns:align=http://knowledgeweb.semanticweb.org/heterogeneity/alignment
xmlns:omwg=http://www.omwg.org/TR/d7/ontology/alignment xmlns:goml="http://www.esdi-
humboldt.eu/goml" xmlns:xs=http://www.w3.org/2001/XMLSchema
xmlns:rdf=http://www.w3.org/1999/02/22-rdf-syntax-ns# elementFormDefault="qualified">

  <xs:import namespace="http://www.w3.org/1999/02/22-rdf-syntax-ns#"
schemaLocation="tmprdf.xsd" />
  <xs:import namespace="http://www.omwg.org/TR/d7/ontology/alignment"
schemaLocation="omwg.xsd" />
  <xs:import namespace="http://humboldt/goml" schemaLocation="goml.xsd" />

  <xs:element name="Alignment" type="align:AlignmentType" />
  <xs:complexType name="AlignmentType">
    <xs:sequence>
      <xs:element name="level" type="xs:string" />
      <xs:element name="onto1">
        <xs:complexType>
          <xs:sequence>
            <xs:element ref="align:Ontology"/>
          </xs:sequence>
        </xs:complexType>
      </xs:element>
      <xs:element name="onto2">
        <xs:complexType>
          <xs:sequence>
            <xs:element ref="align:Ontology"/>
          </xs:sequence>
        </xs:complexType>
      </xs:element>
      <xs:element name="map" minOccurs="0" maxOccurs="unbounded" >
        <xs:complexType >
          <xs:sequence>
            <xs:element ref="align:Cell" maxOccurs="1"/>
          </xs:sequence>
          <xs:attribute ref="rdf:about" use="optional"/>
        </xs:complexType>
      </xs:element>
      <xs:element ref="goml:ValueClass" minOccurs="0" maxOccurs="unbounded" />
    </xs:sequence>
    <xs:attribute ref="rdf:about" use="optional"/>
  </xs:complexType>

  <xs:element name="Ontology" type="align:OntologyType" />
  <xs:complexType name="OntologyType">
    <xs:sequence>
      <xs:element ref="omwg:label" minOccurs="0" maxOccurs="unbounded" />
      <xs:element name="location" type="xs:string" />
      <xs:element name="formalism" >
        <xs:complexType>
          <xs:sequence>
            <xs:element ref="align:Formalism"/>
          </xs:sequence>
        </xs:complexType>
      </xs:element>
    </xs:sequence>
    <xs:attribute ref="rdf:about" use="optional"/>
  </xs:complexType>

```

```
</xs:complexType>

<xs:element name="Formalism" type="align:FormalismType" />
<xs:complexType name="FormalismType">
  <xs:sequence>
    <xs:element name="uri" type="xs:string" />
    <xs:element name="name" type="xs:string" />
  </xs:sequence>
</xs:complexType>

<xs:element name="Cell" type="align:CellType" />
<xs:complexType name="CellType">
  <xs:sequence>
    <xs:element ref="omwg:label" minOccurs="0" maxOccurs="unbounded" />
    <xs:element ref="omwg:entity1"/>
    <xs:element ref="omwg:entity2"/>
    <xs:element ref="align:measure" minOccurs="0" />
    <xs:element name="relation" type="align:relationEnumType" minOccurs="0" />
  </xs:sequence>
  <xs:attribute ref="rdf:about" use="optional"/>
</xs:complexType>

<xs:simpleType name="relationEnumType">
  <xs:restriction base="xs:string">
    <xs:enumeration value="Equivalence"/>
    <xs:enumeration value="Subsumes"/>
    <xs:enumeration value="SubsumedBy"/>
    <xs:enumeration value="InstanceOf"/>
    <xs:enumeration value="HasInstance"/>
    <xs:enumeration value="Disjoint"/>
    <xs:enumeration value="PartOf"/>
    <xs:enumeration value="Extra"/>
    <xs:enumeration value="Missing"/>
  </xs:restriction>
</xs:simpleType>

<xs:element name="measure" type="xs:float" />
<xs:complexType>
  <xs:simpleContent>
    <xs:extension base="xs:float">
      <xs:attribute ref="rdf:datatype" use="optional"/>
    </xs:extension>
  </xs:simpleContent>
</xs:complexType>
</xs:element-->

</xs:schema>
```

Listing 7: gOML Syntax [Reitz et al. 2009, 22ff.]

## **E Quell- und Zielschemata**

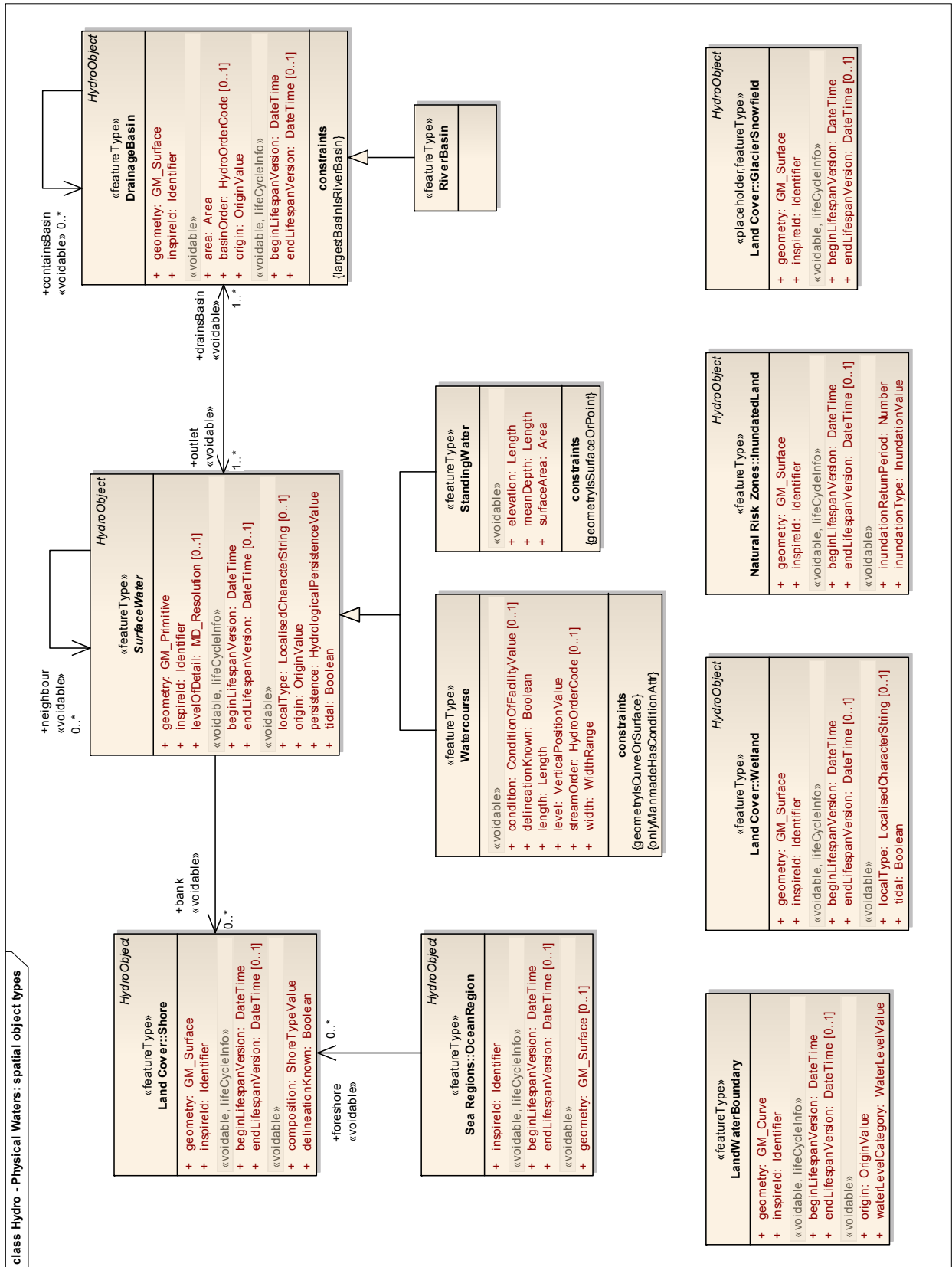
### **Transformationsfall I**

**Quellschema: Ausschnitt aus ATKIS Basis-DLM (AAA) (UML 2.1)**

(s. folgende Seite)



**Zielschema: INSPIRE Geodaten-Thema „Gewässernetz“, Klassendiagramm  
„Hydro – Physische Gewässer“ (UML 2.1)**



## Transformationsfall II

### Quellschema: Ausschnitt aus ATKIS Basis-DLM (alt) (GML-Anwendungsschema)

```
<?xml version="1.0" encoding="UTF-8"?>
<xsd:schema xmlns:xsd="http://www.w3.org/2001/XMLSchema"
xmlns:cite="http://www.opengeospatial.net/cite" xmlns:eriska="http://gis.bv.tum.de/eriska"
xmlns:gml="http://www.opengis.net/gml" xmlns:it.geosolutions="http://www.geo-solutions.it"
elementFormDefault="qualified" targetNamespace="http://gis.bv.tum.de/eriska">
  <xsd:import namespace="http://www.opengis.net/gml"
  schemaLocation="http://129.██████████/geoserver/schemas/gml/3.1.1/base/gml.xsd"/>
<xsd:complexType name="gew01_1Type">
  <xsd:complexContent>
    <xsd:extension base="gml:AbstractFeatureType">
      <xsd:sequence>
        <xsd:element maxOccurs="1" minOccurs="0" name="the_geom" nillable="true"
          type="gml:MultiLineStringPropertyType"/>
        <xsd:element maxOccurs="1" minOccurs="0" name="OBJNR" nillable="true" type="xsd:string"/>
        <xsd:element maxOccurs="1" minOccurs="0" name="OBJTNR" nillable="true" type="xsd:string"/>
        <xsd:element maxOccurs="1" minOccurs="0" name="OBJART" nillable="true" type="xsd:string"/>
        <xsd:element maxOccurs="1" minOccurs="0" name="OB" nillable="true" type="xsd:string"/>
        <xsd:element maxOccurs="1" minOccurs="0" name="OBA" nillable="true" type="xsd:int"/>
        <xsd:element maxOccurs="1" minOccurs="0" name="GN" nillable="true" type="xsd:string"/>
        <xsd:element maxOccurs="1" minOccurs="0" name="KN" nillable="true" type="xsd:string"/>
        <xsd:element maxOccurs="1" minOccurs="0" name="ZN" nillable="true" type="xsd:string"/>
        <xsd:element maxOccurs="1" minOccurs="0" name="BRG" nillable="true" type="xsd:int"/>
        <xsd:element maxOccurs="1" minOccurs="0" name="HYD" nillable="true" type="xsd:int"/>
        <xsd:element maxOccurs="1" minOccurs="0" name="OFL" nillable="true" type="xsd:int"/>
        <xsd:element maxOccurs="1" minOccurs="0" name="SFK" nillable="true" type="xsd:int"/>
        <xsd:element maxOccurs="1" minOccurs="0" name="VEG" nillable="true" type="xsd:int"/>
        <xsd:element maxOccurs="1" minOccurs="0" name="WDM" nillable="true" type="xsd:int"/>
        <xsd:element maxOccurs="1" minOccurs="0" name="ZUS" nillable="true" type="xsd:int"/>
      </xsd:sequence>
    </xsd:extension>
  </xsd:complexContent>
</xsd:complexType>
<xsd:element name="gew01_1" substitutionGroup="gml:_Feature" type="eriska:gew01_1Type"/>
</xsd:schema>
```

## Transformationsfall III

### Quellschema: VoGIS Fließgewässer (GML-Anwendungsschema)

```
<?xml version="1.0" encoding="UTF-8"?>
<xsd:schema xmlns:xsd="http://www.w3.org/2001/XMLSchema"
xmlns:cite="http://www.opengeospatial.net/cite" xmlns:eriska="http://gis.bv.tum.de/eriska"
xmlns:gml="http://www.opengis.net/gml" xmlns:it.geosolutions="http://www.geo-solutions.it"
elementFormDefault="qualified" targetNamespace="http://gis.bv.tum.de/eriska">
  <xsd:import namespace="http://www.opengis.net/gml"
schemaLocation="http://129.134.13.100/geoserver/schemas/gml/3.1.1/base/gml.xsd"/>
  <xsd:complexType name="flu50tType">
    <xsd:complexContent>
      <xsd:extension base="gml:AbstractFeatureType">
        <xsd:sequence>
          <xsd:element maxOccurs="1" minOccurs="0" name="the_geom" nillable="true"
type="gml:MultiLineStringPropertyType"/>
          <xsd:element maxOccurs="1" minOccurs="0" name="FNODE_" nillable="true" type="xsd:int"/>
          <xsd:element maxOccurs="1" minOccurs="0" name="TNODE_" nillable="true" type="xsd:int"/>
          <xsd:element maxOccurs="1" minOccurs="0" name="LPOLY_" nillable="true" type="xsd:int"/>
          <xsd:element maxOccurs="1" minOccurs="0" name="RPOLY_" nillable="true" type="xsd:int"/>
          <xsd:element maxOccurs="1" minOccurs="0" name="LENGTH" nillable="true" type="xsd:double"/>
          <xsd:element maxOccurs="1" minOccurs="0" name="FLU_50T_" nillable="true" type="xsd:int"/>
          <xsd:element maxOccurs="1" minOccurs="0" name="FLU_50T_ID" nillable="true" type="xsd:int"/>
          <xsd:element maxOccurs="1" minOccurs="0" name="LEVEL" nillable="true" type="xsd:int"/>
          <xsd:element maxOccurs="1" minOccurs="0" name="FGW_ID" nillable="true" type="xsd:string"/>
          <xsd:element maxOccurs="1" minOccurs="0" name="FGW_ID_LON" nillable="true"
type="xsd:string"/>
          <xsd:element maxOccurs="1" minOccurs="0" name="OEK50_NAME" nillable="true"
type="xsd:string"/>
          <xsd:element maxOccurs="1" minOccurs="0" name="NAME" nillable="true" type="xsd:string"/>
          <xsd:element maxOccurs="1" minOccurs="0" name="BEMERKUNG" nillable="true"
type="xsd:string"/>
          <xsd:element maxOccurs="1" minOccurs="0" name="WRRL_EZGGR" nillable="true" type="xsd:int"/>
          <xsd:element maxOccurs="1" minOccurs="0" name="ORDNUNG2" nillable="true" type="xsd:int"/>
          <xsd:element maxOccurs="1" minOccurs="0" name="ARC_UBALIN" nillable="true" type="xsd:int"/>
          <xsd:element maxOccurs="1" minOccurs="0" name="ORDSTRAHLE" nillable="true" type="xsd:int"/>
          <xsd:element maxOccurs="1" minOccurs="0" name="LAENGE_ARC" nillable="true"
type="xsd:double"/>
          <xsd:element maxOccurs="1" minOccurs="0" name="LAENGE_ROU" nillable="true"
type="xsd:double"/>
        </xsd:sequence>
      </xsd:extension>
    </xsd:complexContent>
  </xsd:complexType>
  <xsd:element name="flu50t" substitutionGroup="gml:_Feature" type="eriska:flu50tType"/>
</xsd:schema>
```



## Transformationsfall IV

### Quellschema: Ausschnitt aus VECTOR25 (GML-Anwendungsschema)

```

<?xml version="1.0" encoding="UTF-8"?>
<xsd:schema xmlns:xsd="http://www.w3.org/2001/XMLSchema"
xmlns:cite="http://www.opengeospatial.net/cite" xmlns:eriska="http://gis.bv.tum.de/eriska"
xmlns:gml="http://www.opengis.net/gml" xmlns:it.geosolutions="http://www.geo-solutions.it"
elementFormDefault="qualified" targetNamespace="http://gis.bv.tum.de/eriska">
  <xsd:import namespace="http://www.opengis.net/gml"
schemaLocation="http://129.██████████/geoserver/schemas/gml/3.1.1/base/gml.xsd"/>
  <xsd:complexType name="VEC25_gwn_1Type">
    <xsd:complexContent>
      <xsd:extension base="gml:AbstractFeatureType">
        <xsd:sequence>
          <xsd:element maxOccurs="1" minOccurs="0" name="the_geom" nillable="true"
type="gml:MultiLineStringPropertyType"/>
          <xsd:element maxOccurs="1" minOccurs="0" name="fnode_" nillable="true" type="xsd:long"/>
          <xsd:element maxOccurs="1" minOccurs="0" name="tnode_" nillable="true" type="xsd:long"/>
          <xsd:element maxOccurs="1" minOccurs="0" name="lpoly_" nillable="true" type="xsd:long"/>
          <xsd:element maxOccurs="1" minOccurs="0" name="rpoly_" nillable="true" type="xsd:long"/>
          <xsd:element maxOccurs="1" minOccurs="0" name="length" nillable="true" type="xsd:double"/>
          <xsd:element maxOccurs="1" minOccurs="0" name="objectid" nillable="true" type="xsd:long"/>
          <xsd:element maxOccurs="1" minOccurs="0" name="objectval" nillable="true"
type="xsd:string"/>
          <xsd:element maxOccurs="1" minOccurs="0" name="name" nillable="true" type="xsd:string"/>
          <xsd:element maxOccurs="1" minOccurs="0" name="unterirdis" nillable="true"
type="xsd:string"/>
          <xsd:element maxOccurs="1" minOccurs="0" name="objectorig" nillable="true"
type="xsd:string"/>
          <xsd:element maxOccurs="1" minOccurs="0" name="yearofchan" nillable="true" type="xsd:long"/>
          <xsd:element maxOccurs="1" minOccurs="0" name="gewissnr" nillable="true" type="xsd:long"/>
          <xsd:element maxOccurs="1" minOccurs="0" name="laufnr" nillable="true" type="xsd:long"/>
          <xsd:element maxOccurs="1" minOccurs="0" name="linst" nillable="true" type="xsd:string"/>
          <xsd:element maxOccurs="1" minOccurs="0" name="bachnr" nillable="true" type="xsd:string"/>
          <xsd:element maxOccurs="1" minOccurs="0" name="gwlnr" nillable="true" type="xsd:string"/>
          <xsd:element maxOccurs="1" minOccurs="0" name="st_length_" nillable="true"
type="xsd:double"/>
        </xsd:sequence>
      </xsd:extension>
    </xsd:complexContent>
  </xsd:complexType>
  <xsd:element name="VEC25_gwn_1" substitutionGroup="gml:_Feature" type="eriska:VEC25_gwn_1Type"/>
</xsd:schema>

```

## Transformationsfälle II bis IV

### Zielschema: ERiska Hydrography (GML-Anwendungsschema)

```

<?xml version="1.0" encoding="iso-8859-1"?>
<xsd:schema targetNamespace="http://humboldt/eriska"
xmlns:uml="http://schema.omg.org/spec/UML/2.1"
xmlns:xmi="http://schema.omg.org/spec/XMI/2.1"
xmlns:MagicDraw_Profile="http://www.magicdraw.com/schemas/MagicDraw_Profile.xmi"
xmlns:DSL_Customization="http://www.magicdraw.com/schemas/DSL_Customization.xmi"
xmlns:UML_Standard_Profile="http://www.magicdraw.com/schemas/UML_Standard_Profile.xmi"
xmlns:Validation_Profile="http://www.magicdraw.com/schemas/Validation_Profile.xmi"
xmlns:thecustomprofile="http://www.sparxsystems.com/profiles/thecustomprofile/1.0"
xmlns:ugas="http://www.interactive-instruments.de/ShapeChange/Configuration"
xmlns:config="http://www.gdmc.nl/xmi2schema/Configuration"
xmlns:xsd="http://www.w3.org/2001/XMLSchema"
xmlns:ocean="http://humboldt/ocean/cdm"
xmlns:pa="http://humboldt/pa" xmlns:eriska="http://humboldt/eriska"
xmlns:ogc="http://www.opengis.net/ogc"
xmlns:gml="http://www.opengis.net/gml/3.2"
xmlns:gmd="http://www.isotc211.org/2005/gmd"
xmlns:base="urn:x-inspire:specification:gmlas:BaseTypes:3.2"
xmlns:tn-ro="urn:x-inspire:specification:gmlas:RoadTransportNetwork:3.0"
xmlns:tn-ra="urn:x-inspire:specification:gmlas:RailwayTransportNetwork:3.0"
xmlns:hy="urn:x-inspire:specification:gmlas:HydroBase:3.0"
xmlns:hy-p="urn:x-inspire:specification:gmlas:HydroPhysicalWaters:3.0"
xmlns:nrz="urn:x-inspire:specification:gmlas:NaturalRiskZones:0.0"
xmlns:gn="urn:x-inspire:specification:gmlas:GeographicalNames:3.0"
xmlns="http://www.w3.org/2001/XMLSchema">
  <xsd:import namespace="http://www.opengis.net/gml/3.2"
  schemaLocation="http://schemas.opengis.net/gml/3.2.1/gml.xsd" />
  <xsd:import namespace="http://www.isotc211.org/2005/gmd"
  schemaLocation="http://schemas.opengis.net/iso/19139/20070417/gmd/gmd.xsd" />
  <xsd:import namespace="urn:x-inspire:specification:gmlas:HydroBase:3.0"
  schemaLocation="HydroBase.xsd" />
  <xsd:import namespace="urn:x-inspire:specification:gmlas:HydroPhysicalWaters:3.0"
  schemaLocation="HydroPhysicalWaters.xsd" />
  <xsd:import namespace="urn:x-inspire:specification:gmlas:RoadTransportNetwork:3.0"
  schemaLocation="RoadTransportNetwork.xsd" />
  <xsd:import namespace="urn:x-inspire:specification:gmlas:RailwayTransportNetwork:3.0"
  schemaLocation="RailwayTransportNetwork.xsd" />
  <xsd:import namespace="urn:x-inspire:specification:gmlas:NaturalRiskZones:0.0"
  schemaLocation="NaturalRiskZones.xsd" />
  <xsd:import namespace="urn:x-inspire:specification:gmlas:BaseTypes:3.2"
  schemaLocation="BaseTypes.xsd" />
  <xsd:import namespace="urn:x-inspire:specification:gmlas:GeographicalNames:3.0"
  schemaLocation="GeographicalNames.xsd" />
  <xsd:element name="FloodArea" type="eriska:FloodAreaType" />
  <xsd:complexType name="FloodAreaType">
    <xsd:complexContent>
      <xsd:extension base="nrz:InundatedLandType">
        <xsd:sequence>
          <xsd:element name="methodOfCalculation" type="eriska:MethodOfCalculationTypeCode"
            minOccurs="1" maxOccurs="1" />
          <xsd:element name="validFromWaterLevel" type="gml:LengthType" minOccurs="1" maxOccurs="1"/>
          <xsd:element name="validToWaterLevel" type="gml:LengthType" minOccurs="1" maxOccurs="1" />
        </xsd:sequence>
      </xsd:extension>
    </complexContent>
  </xsd:complexType>

```

```
</xsd:complexContent>
</xsd:complexType>
<xsd:element name="Gauge" type="eriska:GaugeType" />
<xsd:complexType name="GaugeType">
  <xsd:sequence>
    <xsd:element name="geographicalName" type="gn:GeographicalNameType" minOccurs="0"
      maxOccurs="unbounded" />
    <xsd:element name="hydroId" type="hy:HydroIdentifierType" minOccurs="0"
      maxOccurs="unbounded"/>
    <xsd:element name="relatedHydroObject" type="hy:HydroObjectPropertyType" minOccurs="0"
      maxOccurs="unbounded" />
    <xsd:element name="gaugeDatum" type="gml:LengthType" minOccurs="1" maxOccurs="1" />
    <xsd:element name="geometry" type="gml:PointType" minOccurs="1" maxOccurs="1" />
    <xsd:element name="inspireId" type="base:IdentifierType" minOccurs="1" maxOccurs="1" />
    <xsd:element name="linkage" type="gmd:URL_PropertyType" minOccurs="1" maxOccurs="1" />
    <xsd:element name="managingAuthority" type="string" minOccurs="1" maxOccurs="1" />
    <xsd:element name="meanDischarge" type="gml:VolumeType" minOccurs="0" maxOccurs="1" />
    <xsd:element name="meanWaterLevel" type="gml:LengthType" minOccurs="0" maxOccurs="1" />
  </xsd:sequence>
</xsd:complexType>
<xsd:simpleType name="MethodOfCalculationTypeCode">
  <xsd:restriction base="xsd:string">
    <xsd:enumeration value="one-dimensional" />
    <xsd:enumeration value="three-dimensional" />
    <xsd:enumeration value="two-dimensional" />
  </xsd:restriction>
</xsd:simpleType>
<xsd:element name="StandingWater" type="eriska:StandingWaterType" />
<xsd:complexType name="StandingWaterType">
  <xsd:complexContent>
    <xsd:extension base="hy-p:StandingWaterType">
      <xsd:sequence>
        <xsd:element name="localTypeCode" type="integer" minOccurs="0" maxOccurs="1" />
      </xsd:sequence>
    </xsd:extension>
  </xsd:complexContent>
</xsd:complexType>
<xsd:element name="Watercourse" type="eriska:WatercourseType" />
<xsd:complexType name="WatercourseType">
  <xsd:complexContent>
    <xsd:extension base="hy-p:WatercourseType">
      <xsd:sequence>
        <xsd:element name="localTypeCode" type="integer" minOccurs="0" maxOccurs="1" />
      </xsd:sequence>
    </xsd:extension>
  </xsd:complexContent>
</xsd:complexType>
</xsd:schema>
```

## **F Vergleich der digitalen Landschaftsmodelle aus Deutschland, Österreich und der Schweiz**

## Vergleich der digitalen Landschaftsmodelle der ersten Generation

	ATKIS Basis-DLM (alt)	VECTOR25	DLM / VoGIS Fließgewässernetz (Fließg.)
<b>Anbieter</b>	Landesamt für Vermessung und Geoinformation (LVG), Bayern	Bundesamt für Landestopographie swisstopo	Bundesamt für Eich- und Vermessungswesen (BEV) / Landesvermessungsamt (LVA), Vorarlberg
<b>Zweck / Anwendungsbereich</b>	Geobasisdaten zum Aufbau von GIS & GDI, zur Ableitung von Kartenprodukten, zur Kombination mit ortsbezogenen Fachdaten, etc.	Einsatz in GIS, als Referenzdatensatz zum Aufbau von Informationssystemen, zur Ableitung von Kartenprodukten, etc.	Aufbau von GIS, räumliche Bezugsgrundlage und Basisinformation für die Anbindung von Fachdaten, etc.
<b>Erhebungsmethode</b>	Bayern: Ersterhebung durch Digitalisierung aus Topographischer Karte (M 1:25.000) & Orthophotos (M 1:10.000), Fortführung durch Erhebung vor Ort, Orthophotos & Informationen der Veränderungsverursacher	Ersterhebung durch Digitalisierung aus Topographischer Karte (M 1:25.000), Fortführung u.a. aus Orthophotos, Landeskarte 1:25.000	DLM: Ersterhebung überwiegend durch Digitalisierung aus Topographischer Karte (1:50.000) & Orthophotos, Fortführung durch Erhebung vor Ort, Orthophotos & Informationen aus Bauplänen Fließg: Überarbeitung und Ergänzung der DLM-Daten
<b>Datenmodell beschrieben in</b>	Objektartenkatalog	konzeptuelles Schema in INTERLIS1, Objektartenkatalog	Objektartenkatalog
<b>Geometrietypen</b>	Punkt, Linie, Fläche abh. vom Transferformat (z.B. Shapefile: Point, Polyline, Polygon)	Punkt, Linie, Fläche	Punkt, Linie abh. vom Transferformat (z.B. Shapefile: Point, Polyline)
<b>Topologie</b>	Überführungsreferenzen („Objektteil oben“, „Objektteil unten“) direkt zu anderen Verkehrs- und Gewässerobjekten oder über Objektart „Brücke, Überführung, Unterführung“	explizite Knoten-Kanten-Topologie	nein
<b>Anzahl Objektbereiche</b>	7 (Präsentation, Siedlung, Verkehr, Vegetation, Gewässer, Relief und Gebiete)	9 (Straßennetz, Eisenbahnnetz, übriger Verkehr, Gewässernetz, Primärflächen (primäre Bodenbedeckung), Gebäude, Hecken und Bäume, Anlagen, Einzelobjekte)	7 (Verkehr, Siedlung, Gebietsnutzung, Gewässer, Bodenbedeckung, Gelände und Namen)
<b>Anzahl Objektarten</b>	gesamt: ca. 150 Bereich Gewässer: AdV 20 / BY 17	gesamt: 155 Bereich Gewässer: 13	gesamt: DLM ca. 130 (Erh. noch nicht abgeschl.) Bereich Gewässer: DLM 27 / Fließg 27 (nicht deckungsgleich mit DLM)
<b>Raumbezugssystem</b>	DHDN/ Gauß Krüger Zone 4 (EPSG: 31468)	CH 1903 LV03 (EPSG: 21781)	Fließg: MGI (Ferro) Austria Gauß Krüger West Zone (EPSG: 31251)
<b>Räumliche Dimension (2d, 2.5d, etc.)</b>	2d	2d	2d
<b>Zeit</b>	nein	Nachführungsjahr bezogen auf Nachführungsgrundlage (z.B. Bildflug)	DLM: Zeitstempel (letzte Veränderungsüberprüfung des Objektes und letzte Änderung im Datenbestand) / Fließg: nein
<b>Eindeutige Objektidentifikation</b>	ja	ja	DLM: nein / Fließg: innerh. des Datensatzes
<b>Mehrsprachigkeit</b>	nein (deutsch)	nein (deutsch)	nein (deutsch)
<b>Transferformat(e)</b>	EDBS, Shapefile	INTERLIS1, ARC/INFO, Shapefile, DXF	DLM: Shapefile, DXF, MDB, Fließg: ARC/INFO

Tabelle 36: Gegenüberstellung von ATKIS Basis-DLM, VECTOR25 und DLM

**Vergleich der digitalen Landschaftsmodelle der zweiten Generation**

	<b>ATKIS Basis-DLM (AAA)</b>	<b>TLM</b>	<b>INSPIRE / Gewässernetz</b>
<b>Anbieter</b>	Landesamt für Vermessung und Geoinformation, Bayern / Landesamt für Geoinformation und Landentwicklung Baden-Württemberg	Bundesamt für Landestopographie swisstopo	<i>Europäische Kommission</i>
<b>Version / Stand</b>	6.0.1 / 01.07.2009	1.0 / März 2011	3.0.1 / 24.04.2010
<b>Zweck / Anwendungsbereich</b>	Geobasisdaten zum Aufbau von GIS & GDI, zur Ableitung von Kartenprodukten, zur Kombination mit ortsbezogenen Fachdaten, etc.	Produktionsmodell zur Ableitung von Karten- und Geobasisdatenprodukten	Europäische Geodateninfrastruktur, Entscheidungsfindung für politische Konzepte und Maßnahmen mit Auswirkungen auf die Umwelt
<b>Erhebungsmethode</b>	Migration aus bestehendem ATKIS Basis-DLM, Fortführung durch Überprüfung vor Ort und Informationen von Fachbehörden	Migration von VECTOR25, SwissNames, Gemeindegrenzen (GG25) digitales Terrainmodell (DTM-AV), Fortführung durch Orthophotos und Informationen von Referenzpartnern (z.B. amtliche Vermessung)	<i>Transformation aus Quelldatenbeständen der EU-Mitgliedstaaten</i>
<b>Metamodell, Schemasprache und –profil, konzeptuelles Schema</b>			
<b>Metamodell</b>	ISO 19109 General Feature Model m. Erweiterung um Metaklasse AA_ObjektOhneRaumbezug	standardmäßig INTERLIS-Metamodell, das nicht auf der MOF basiert bzw. alternativ Erweiterung des UML Metamodells zur Visualisierung in UML	ISO 19109 General Feature Model
<b>Schemasprache</b>	UML-Profil, ISO 19103 (UML 1.4-2, Umstellung auf UML 2.1 läuft) & ISO 19109	INTERLIS (derzeit noch Version 1), bzw. alternativ UML 1.4.2	UML-Profil, ISO 19103 (UML 2.1) & ISO 19109
<b>Transferformat konzeptuelles Schema</b>	XMI 1.0	INTERLIS bzw. alternativ XML-Schema	XMI 2.1
<b>Datentypen</b>	grundsätzlich alle aus ISO 19103	TextType, EnumerationType, EnumTreeValueType, AlignmentType, BooleanType, NumericType, FormattedType, TimeType, DateType, DateTimeType, OIDType, BlackboxType, ClassType, AttributePathType, CoordinateType	grundsätzlich alle aus ISO 19103

	ATKS Basis-DLM (AAA)	TLM	INSPIRE / Gewässernetz
<b>Geometriertypen</b>	ISO 19107, bei 2D eingeschränkt auf: GM_Point, GM_Curve, GM_PolyhedralSurface, GM_PointRef, GM_CompositeCurve, GM_CompositeSurface, GM_MultiPoint, GM_MultiCurve, GM_MultiSurface, TS_PointComponent, TS_CurveComponent, TS_SurfaceComponent, TS_Face, TP_Complex,	PolylineType, SurfaceType, AreaType	grundsätzlich alle aus ISO 19107, jedoch Einschränkung auf in OGC Simple Feature Spezifikation empfohlen
<b>Einbindung geometrischer Eigenschaften</b>	tlw. über Vererbung und Realisierung, tlw. als Geometrieattribut	als Geometrieattribut	als Geometrieattribut
<b>Topologie</b>	Verwendung von Simple Topology (TS_PointComponent, TS_CurveComponent, TS_SurfaceComponent), topologische Beziehungen aber nur implizit über die Zugehörigkeit von Objekten zu topologischen Komplexen / Themen modelliert	Knoten-Kanten-Topologie explizit modelliert; topologische Flächenaufteilung implizit aus Geometriertyp	Bsp. Geodaten thema Gewässernetz: explizite Knoten- Kanten-Topologie als Alternative modelliert
<b>Stereotypen</b>	«CodeList», «Leaf», «FeatureType», «Type», «Enumeration», «DataType», «Union»	ModelDef, TopicDef, MetaDataBasketDef, UnitDef, FunctionDef, ViewDef, GraphicDef, DrawingRule, LineFormTypeDef, RunTimeParameterDef	«applicationSchema», «leaf», «featureType», «placeholder», «type», «dataType», «union», «enumeration», «codeList», «import», «voidable», «lifeCycleInfo», «version»
<b>Anzahl Objektklassen</b>	gesamt > 600 (AAA Anwendungsschema), davon Bereich Gewässer in Paketen: „Gewässer“: 7, „Besondere Angaben zum Gewässer“: 4, „Besondere Eigenschaften von Gewässern“: 3	gesamt (im swissTLM3D-Produktmodell): 25 davon Bereich Gewässer: 3	gesamt: <i>Entwicklung nicht abgeschlossen</i> , Bereich Gewässer in Paketen: Base: 1; Physical Waters: 17, Network: 4, Reporting: 8
<b>Mehrfachvererbung</b>	ja	nein	ja
<b>Abstrakte Klassen</b>	ja	ja	ja
<b>Nicht-räumliche Objekte</b>	Typ: Nichtraumbezogene Elementarobjekte (NREO), Bsp. AX_Person, AX_Anschrift	Objektklassen ohne Geometrieattribut. Diese sind nicht Spezialisierung von "Geometrie".	ja
<b>Aggregation / Komposition</b>	ja	ja	ja
<b>Räumliche Dimension</b>	2d, 3d; DGM als eigenes Packet modelliert	2d, 3d; DGM separat modelliert	2d, 3d

	ATKIS Basis-DLM (AAA)	TLM	INSPIRE / Gewässernetz
<b>Zeit</b>	„echte“ Versionierung: zu jedem Objekt aktuelle und ggf. historische Versionen inkl. Lebenszeitintervall-Informationen in einem Objektbehälter gespeichert	Versionierung i.e.S. nicht vorgesehen, nur eine Version eines Objektes mit Information über Beginn der Lebensdauer	Versionierung i.e.S. bisher nicht vorgehen, nur eine Version eines Objektes mit Lebenszeitintervall-Informationen
<b>Eindeutige Objektidentifikation</b>	bundesweit eindeutig	bundesweit eindeutig	europaweit eindeutig
<b>Mehrsprachigkeit</b>	nein (deutsch)	ja (deutsch, französisch)	ja (Amtssprachen der EU)
<b>Modellierung von Operationen</b>	z.B. NAS-Operationen: AX_Fortführungsauftrag, AX_Einrichtungsauftrag, AX_Reservierungsauftrag, AX_Sperrauftrag, AX_Benutzungsauftrag	nein, statisches Datenmodell	nein, statisches Datenmodell
<b>Modellierung von Prozessen</b>	z.B. Nutzerbezogene Bestandsdatenaktualisierung (NBA); Rahmen für die Modellierung der Prozesse im Basisschema enthalten (Projektsteuerung); Ableitung von Ausgaben mit Filter Encoding und XSLT beschrieben	(nein), inkrementelle Nachlieferung als impliziter Prozess	nein
<b>Vorgesehene Erweiterungsmöglichkeiten</b>	ja, länderspezifisch (z.B. bei Projektsteuerung) und zusätzliche Fachschemata basierend auf AAA-Basisschema möglich	nein, TLM ist swisstopo-internes Produktionsmodell für topographische Daten	ja
<b>Ableitung eines Transferformats aus konzeptuellem Schema (Kodierung)</b>			
<b>Kodierungsregeln</b>	ISO 19118 (Level 1) & ISO 19136 Annex E NAS-Encoding Rules und Steuerparameter ISO 19139	1) ISO 19118 + eigene Regeln 2) ISO 19118 + eigene Regeln, die zu ISO 19136 führen, aber nicht gemäß den Regeln von Annex E INTERLIS XML Schema	ISO 19118 + ISO 19136 Annex E / ISO 19139 + zusätzliche Regeln
<b>Automatisierung über Tools</b>	Rational Rose Scripts, AAA Tools	INTERLIS 2 Compiler	ShapeChange
<b>Transferformate</b>	1) NAS GML 3.2.1 Profil 2) Shapefile	1) INTERLIS-Transfer-Format (ITF) 2) ~GML 3 (nicht alle Konzepte von INTERLIS sind in GML repräsentierbar) 3) Shapefile	ISO 19136 GML 3.2.1

Tabelle 37: Gegenüberstellung der Modellierung von ATKIS Basis-DLM, TLM und INSPIRE Hydrography [nach Schilcher et al. 2006, 11f.; Eisenhut und Kutzner 2010, 49f.; verändert und erweitert]



## G Abbildungstabellen

Die Grundstruktur der Abbildungstabellen ist in Kapitel 7.3 beschrieben. Bei den Zielschemata werden Definitionen von Objektklassen und Attributen gemeinsam in einer Spalte aufgeführt. Auf der Seite der Quellschemata ist in Transformationsfall I zur besseren Identifikation eines Attributs jeweils auch die Objektklasse angegeben, zu der das Attribut gehört.

Definitionen werden nur beim ersten Auftreten eines Objektes, Attributs, etc. angegeben. Komplexe, geschachtelte Attribute wie beispielsweise `inspireId` oder `geographicalName` werden ebenfalls nur beim ersten Auftreten detailliert aufgeführt. Abstrakte Objektklassen sind kursiv geschrieben.

Bei Fällen, in denen ein als optional modelliertes Attribut in den verwendeten Quelldatensätzen nicht geführt wird oder ein Attribut keine Werte enthält, wird die Abbildung basierend auf den Schemata der Vollständigkeit halber trotzdem aufgeführt.

Objektklassen oder Attribute, die nicht hergeleitet werden können, sind grau hinterlegt. Ungelöste Probleme sind im Kommentarfeld mit roter Schrift wiedergegeben.

INSPIRE Data Specification Hydrography <sup>1</sup> (Physical Waters)										AAA ATKIS Basis-DLM <sup>2</sup> (AAA)																						
Objektclassenname	Attributname / Assoziationsrolle / Constraint	Attributtyp	Objektclassen- / Attributdefinition	M	Voidable	Wertebereich	Attribut geerbt von Objektclassenname	Objektclassenname	Attributname	Attributtyp	Objektclassen- / Attributdefinition	M	Wertebereich	Attribut geerbt von Objektclassenname	Heterogenität	Korrespondenz	Funktion	Kommentar	Objektclassenname	Attributname	Attributtyp	Objektclassen- / Attributdefinition	M	Wertebereich	Attribut geerbt von Objektclassenname	Heterogenität	Korrespondenz	Funktion	Kommentar			
Hydro - base: HydroObject			An identity base for hydrographic (including man-made) objects in the real world.																													
PhysicalWaters: SurfaceWater			Any known inland waterway body.																													
PhysicalWaters: Watercourse			A natural or man-made flowing watercourse or stream					AX_Fliessgewaesser																								
	geographicalName	GeographicalName	Proper noun applied to a real world entity.	0..*	ja	komplexer Datentyp	base: HydroObject																									
	spelling	SpellingOfName	A proper way of writing the geographicalName.	1..*	nein	komplexer Datentyp																										
	text	CharacterString	The way the name is written.	1	nein			AX_Wasserlauf	name	CharacterString	Wasserlauf ist ein auf oder unter der Erdoberfläche fließendes Gewässer. "Name" ist der Eigenname von Wasserlauf.	0..1			GK-A	Aq -> Az, 1:1	UB	AX_Wasserlauf ist Aggregation aus einem oder mehreren REO AX_Fliessgewaesser (Wasserläufe mit Breite >12m als Flächenobjekte) und / oder REO AX_Gewasserrachse (Wasserläufe mit Breite < 12m als Linienobjekte) Constraint: if funktion != 8300	AX_Kanal	name	CharacterString	Kanal ist ein für die Schifffahrt angelegter künstlicher Wasserlauf. "Name" ist der Eigenname von Kanal.	0..1			GK-A	Aq -> Az, 1:1	UB	AX_Kanal ist Aggregation aus einem oder mehreren REO AX_Fliessgewaesser (Wasserläufe mit Breite >12m als Flächenobjekte) und / oder REO AX_Gewasserrachse (Wasserläufe mit Breite < 12m als Linienobjekte) Constraint: if funktion == 8300			
	script	CharacterString	The script in which the spelling of the name is rendered (the set of graphic symbols employed in writing or printing a particular language, differing from another set not only by typeface or font). Four letters codes defined in ISO 15924 shall be used.	1	ja										FK	0..1	WZ: "Latin"										FK	0..1	WZ: "Latin"			
	transliteration Scheme	CharacterString	The method used for the conversion of the spelling from one script to another.	0..1	ja										FK	0..1											FK	0..1				
	language	CharacterString	Language of the name, given as a three letters code, in accordance with either ISO 639-3 or ISO 639-5.	1	ja										FK	0..1	WZ: "ger"										FK	0..1	WZ: "ger"			
	nativeness	NativenessValue	Information enabling to acknowledge if the name is the one that is/was used in the area where the spatial object is situated at the instant when the name is/was in use.	1	ja	<codeList> endonym exonym									FK	0..1	WZ: "endonym"									FK	0..1	WZ: "endonym"				
	nameStatus	NameStatusValue	Qualitative information enabling to discern which credit should be given to the name with respect to its standardisation and/or its topicality.	1	ja	<codeList> Official Standardised Historical Other									FK	0..1	WZ: "void" ("Unpopulated")									FK	0..1	WZ: "void" ("Unpopulated")				
	sourceOfName	CharacterString	Original data source from which the geographical name is taken from and integrated in the data set providing/publishing it. For some named spatial objects it might refer again to the publishing data set if no other information is available.	1	ja										FK	0..1	WZ: "void" ("Unpopulated")									FK	0..1	WZ: "void" ("Unpopulated")				
	pronunciation	PronunciationOfName	Proper, correct or standard (standard within the linguistic community concerned) pronunciation of the geographical name.	1	ja										FK	0..1	WZ: "void" ("Unpopulated")									FK	0..1	WZ: "void" ("Unpopulated")				
	pronunciationIPA	CharacterString	Proper, correct or standard (standard within the linguistic community concerned) pronunciation of a name, expressed in International Phonetic Alphabet (IPA).	0..1	ja										FK	0..1	WZ: "void" ("Unpopulated")									FK	0..1	WZ: "void" ("Unpopulated")				
	pronunciation SoundLink	anyURI	Proper, correct or standard (standard within the linguistic community concerned) pronunciation of a name, expressed by a link to any sound file.	0..1	ja										FK	0..1	WZ: "void" ("Unpopulated")									FK	0..1	WZ: "void" ("Unpopulated")				
	pronunciationSoundLink or pronunciationIPA not empty		At least one of the two attributes pronunciationSoundLink and pronunciationIPA shall not be void. OCL: inv: self pronunciationIPA -> not(empty) or self pronunciationSoundLink -> not(empty)															Constraint kann nicht erfüllt werden												Constraint kann nicht erfüllt werden		
	grammaticalGender	GrammaticalGenderValue	Class of nouns reflected in the behaviour of associated words.	0..1	ja	<codeList> masculine feminine neuter common									FK	0..1	WZ: "void" ("Unpopulated")								FK	0..1	WZ: "void" ("Unpopulated")					
	grammaticalNumber	GrammaticalNumberValue	Grammatical category of nouns that expresses count distinctions.	0..1	ja	<codeList> singular plural dual									FK	0..1	WZ: "void" ("Unpopulated")									FK	0..1	WZ: "void" ("Unpopulated")				
	hydroid	HydroidIdentifier	An identifier that is used to identify a hydrographic object in the real world. It provides a key for implicitly associating different representations of the object. The identifier may be a national hydrological identification code.	0..*	ja	komplexer Datentyp	base: HydroObject																									
	classificationScheme	CharacterString	A description of the identification scheme (National, European, etc.) being used.	0..1	nein										FK	0..1	WZ: "National"									FK	0..1	WZ: "National"				
	localId	CharacterString	A local identifier, assigned by some authority.	1	nein			AX_Wasserlauf	gewaesserkennzahl	CharacterString	Gewässerkennzahl ist die von der Fachverwaltung vergebene Verschüsselung von Wasserlauf. Die Gewässerkennzahl beschreibt in der 1 - 19. Stelle die Gewässerkennzahl laut LAWA und in der 20 - 29. Stelle die Gebiets- oder Abschnittskennung zur Gewässerkennzahl.	0..1			GK-A	Aq -> Az, 1:1	UB		AX_Kanal	gewaesserkennzahl	CharacterString	Gewässerkennzahl ist die von der Fachverwaltung vergebene Verschüsselung von Kanal. Die Gewässerkennzahl beschreibt in der 1 - 19. Stelle die Gewässerkennzahl laut LAWA und in der 20 - 29. Stelle die Gebiets- oder Abschnittskennung zur Gewässerkennzahl.	0..1			GK-A	Aq -> Az, 1:1	UB				
	namespace	CharacterString	An indicator of the scope for the local identifier. In the case of a national hydrographic identifier it should be a two-letter country code as per ISO 3166-1-Alpha-2.	1	nein										FK	0..1	WZ: "DE"									FK	0..1	WZ: "DE"				
	geometry	GM_Primitive	The shape of the SurfaceWater: either a curve or surface for a Watercourse	1	nein		PhysicalWaters: SurfaceWater	AX_Fliessgewaesser	position	TA_SurfaceComponent / GM_Surface (NAS)		1		TA_SurfaceComponent	GK-A	Aq -> Az, 1:1	UB	TA_SurfaceComponent erhält bei NAS Encoding neues Attribut position vom Typ GM_Surface	AX_Gewasserrachse	position	TA_CurveComponent / NAS: GM_Curve		1		TA_SurfaceComponent	GK-K, S-DTA	Oq -> Oz, 1:n	DF: GM_CompositeCurve -> GM_Curve, 7E	Kodierungsregel: TA_SurfaceComponent erhält bei NAS neues Attribut position vom Typ GM_Curve, in NAS GML-Datensatz aber GM_CompositeCurve vorh.			

INSPIRE Data Specification Hydrography <sup>1</sup> (Physical Waters)										AAA ATKIS Basis-DLM <sup>2</sup> (AAA)																						
Objektclassenname	Attributname / Assoziationsrolle / Constraint	Attributtyp	Objektclassen-/ Attributdefinition	M	Voidable	Wertebereich	Attribut geerbt von Objektclassen	Objektclassenname	Attributname	Attributtyp	Objektclassen-/ Attributdefinition	M	Wertebereich	Attribut geerbt von Objektclassen	Heterogenität	Korrespondenz	Funktion	Kommentar	Objektclassenname	Attributname	Attributtyp	Objektclassen-/ Attributdefinition	M	Wertebereich	Attribut geerbt von Objektclassen	Heterogenität	Korrespondenz	Funktion	Kommentar			
inspireid	Identifier	CharacterString	External object identifier of the spatial object.	1	nein	komplexer Datentyp	PhysicalWaters:SurfaceWater	AX_Fliessgewaesser	identifikator	AA_UUID	Jedes AA_Objekt wird durch einen Identifier eindeutig gekennzeichnet. Der Identifier ist eine besondere selbstbezogene Eigenschaft und bleibt solange unverändert wie die entsprechende Einheit existiert. Im Objektkatalog sind die Bedingungen festzulegen, die Entstehung und Untergang bestimmen. Im externen Anwendungsschema wird zusätzlich das Lebenszeitintervall zur Identifikation einer bestimmten Objektversion herangezogen.	1	<<union>> UUID UUIDundZeit	AA_Objekt					Attribut besteht entweder aus UUID oder (falls mehrere Versionen eines Objektes in NAS GML-Instanzdokument vorkommen) aus UUIDundZeit (UUID ergänzt um Attribut AX_Lebenszeitintervall.beginnt)	AX_Gewaesserachse	identifikator	AA_UUID	s.o.	1	s.o.	AA_Objekt						Attribut besteht entweder aus UUID oder (falls mehrere Versionen eines Objektes in NAS GML-Instanzdokument vorkommen) aus UUIDundZeit (UUID ergänzt um Attribut AX_Lebenszeitintervall.beginnt)
localid	CharacterString	CharacterString	A local identifier, assigned by the data provider. The local identifier shall be unique within the namespace, i.e. no other spatial object shall carry the same unique identifier.	1	nein				UUID	CharacterString		1		AA_Objekt	GK-A	Aq -> Az, 1:1	UB	falls UUIDundZeit: Entnahme der ersten 16 Zeichen (= Identifier)		UUID	CharacterString		1		AA_Objekt	GK-A	Aq -> Az, 1:1	UB	falls UUIDundZeit: Entnahme der ersten 16 Zeichen (= Identifier)			
namespace	CharacterString	CharacterString	Identifies the data source of the spatial object. The namespace values shall be owned by the data provider of the spatial object and shall be registered in the INSPIRE External Object Identifier Namespaces Register	1	nein									FK	0:1	WZ: "DEAAA"	vorläufig, ersetzen durch endgültigen namespace aus INSPIRE External Object Identifier Namespaces Register								FK	0:1	WZ: "DEAAA"	vorläufig, ersetzen durch endgültigen namespace aus INSPIRE External Object Identifier Namespaces Register				
versionid	CharacterString	CharacterString	The identifier of the particular version of the spatial object, with a maximum length of 25 characters. If the specification of a spatial object type with an external object identifier includes life-cycle information, the version identifier is used to distinguish between the different versions of a spatial object. Within the set of all versions of a spatial object, the version identifier is unique.	0..1	ja			AX_Fliessgewaesser	lebenszeitintervall.beginnt	DateTime		1		AA_Objekt	GK-K, S-DTA	Aq -> Az, 1:1	DT: DateTime -> CharacterString		AX_Gewaesserachse	AX_Lebenszeitintervall.beginnt	DateTime		1		AA_Objekt	S-DTA	Aq -> Az, 1:1	DT: DateTime -> CharacterString				
levelOfDetail	MD_Resolution	MD_Resolution	Resolution, expressed as the inverse of an indicative scale or a ground distance.	0..1	nein		PhysicalWaters:SurfaceWater	AX_Fliessgewaesser	modellart	Set-AA_Modellart	Die Modellart regelt, zu welchem Modell oder zu welchen Modellen ein raumbezogenes Elementarobjekt oder ein nicht raumbezogenes Elementarobjekt gehört, z.B. zu den ALKIS-Bestandteilen, zum Basis-DLM, DLM50, DLM200, zur DTK10, DTK50, DTK200 oder zum Festpunktnachweis.	1		AA_Objekt	FK	Aq -> Az, 1:1	WZ-B: if modellart == Basis-DLM then 25000	Referenzmaßstab des Basis-DLM (1:25.000)	AX_Gewaesserachse	modellart	Set-AA_Modellart	s.o.	1		AA_Objekt	UK-U	Aq -> Az, 1:1	WZ-B: if modellart == Basis-DLM then 25000	Referenzmaßstab des Basis-DLM (1:25.000)			
beginLifespanVersion	DateTime	DateTime	Date and time at which this version of the spatial object was inserted or changed in the spatial data set	1	ja		PhysicalWaters:SurfaceWater	AX_Fliessgewaesser	lebenszeitintervall.beginnt	DateTime	Das Attribut enthält den Zeitpunkt der Entstehung oder des Eintrages des Objekts.	1		AA_Objekt	GK-A	Aq -> Az, 1:1	UB		AX_Gewaesserachse	lebenszeitintervall.beginnt	DateTime	s.o.	1		AA_Objekt	GK-A	Aq -> Az, 1:1	UB				
endLifespanVersion	DateTime	DateTime	Date and time at which this version of the spatial object was superseded or retired in the spatial data set	0..1	ja		PhysicalWaters:SurfaceWater	AX_Fliessgewaesser	lebenszeitintervall.endet	DateTime	Das Attribut ist nur bei Untergang des Objektes zu belegen. Während der Lebensdauer des Objektes bleibt das Attribut unbelegt.	0..1		AA_Objekt	GK-A	Aq -> Az, 1:1	UB	Attribut wird in Datensatz nicht geführt	AX_Gewaesserachse	lebenszeitintervall.endet	DateTime	s.o.	0..1		AA_Objekt	GK-A	Aq -> Az, 1:1	UB	Attribut wird in Datensatz nicht geführt			
localType	LocalisedCharacterString	LocalisedCharacterString	Provides "local" name for the surface water (e.g. canal, channel, ditch, ...).	0..1	nein		PhysicalWaters:SurfaceWater	AX_Fliessgewaesser	funktion	AX_Funktion_Fliessgewaesser	Funktion ist die Art von Fließgewässer.	0..1		UK-S	Aq -> Az, 1:1	WZ-B: if funktion == 8300 then "Kanal", else "void" ("Unpopulated")	Constraint: Attribut wird nur geführt, wenn funktion = 8300 (Kanal)	AX_Gewaesserachse	funktion	AX_Funktion_Gewaesserachse	Funktion ist die Art von Gewässerachse.	<<enumeration>> Kanal = 8300	0..1		UK-S	Aq -> Az, 1:1	WZ-B: if funktion == 8300 then "Kanal", else "void" ("Unpopulated")	Constraint: Attribut wird nur geführt, wenn funktion = 8300 (Kanal)				
origin	OriginValue	OriginValue	Origin of the surface water.	1	ja	<<enumeration>> natural manMade	PhysicalWaters:SurfaceWater	AX_Fliessgewaesser	funktion	AX_Funktion_Fliessgewaesser	Funktion ist die Art von Fließgewässer.	0..1		FK	Aq -> Az, 1:1	WZ-B: if funktion == 8300 then "manMade", else "void" ("Unpopulated")	s.o.	AX_Gewaesserachse	funktion	AX_Funktion_Gewaesserachse	Funktion ist die Art von Gewässerachse.	<<enumeration>> Kanal = 8300	0..1		FK	Aq -> Az, 1:1	WZ-B: if funktion == 8300 then "manMade", else "void" ("Unpopulated")	s.o.				
persistance	HydrologicalPersistenceValue	HydrologicalPersistenceValue	The degree of persistance of water.	1	ja	<<codeList>> ephemeral intermittent perennial	PhysicalWaters:SurfaceWater	AX_Fliessgewaesser	hydrologischesMerkmal	AX_HydrologischesMerkmal_Fliessgewaesser	Hydrologisches Merkmal gibt die Wasserverhältnisse von Fließgewässern an.	0..1	<<enumeration>> Nicht ständig Wasser führend = 2000	UK-S, S-WBA	Aq -> Az, 1:1	WZ-B: if hydrologischesMerkmal == 2000 then "intermittent", else "perennial"	Attribut wird in Datensatz nicht geführt	AX_Gewaesserachse	hydrologischesMerkmal	AX_HydrologischesMerkmal_Gewaesserachse	Hydrologisches Merkmal gibt die Wasserverhältnisse von Gewässerachsen an.	<<enumeration>> Nicht ständig Wasser führend = 2000 Trocken, versiegt = 3000	0..1		UK-S, S-WBA	Aq -> Az, 1:1	WZ-B: if hydrologischesMerkmal == 2000 then "intermittent", if hydrologischesMerkmal == 3000 then "dry", else "perennial"					
tidal	Boolean	Boolean	Identifies whether the Watercourse is affected by tidal water.	1	ja		PhysicalWaters:SurfaceWater							FK	0:1	WZ: 0 (FALSE)	Annahme für Bayern: kein Identifier							FK	0:1	WZ: 0 (FALSE)	Annahme für Bayern: kein Identifier					
condition	ConditionOfFacilityValue	ConditionOfFacilityValue	The state of planning, construction, repair, and/or maintenance of the structures and/or equipment comprising a facility and/or located at a site, as a whole.	0..1	ja	<<codeList>> disused functional projected underConstruction	AX_Fliessgewaesser	zustand	AX_Zustand_Kanal	Zustand beschreibt die Betriebsbereitschaft von Fließgewässern mit FK=8300 (Kanal). Diese Attribut kann nur in Verbindung mit der Attributart 'Funktion' und der Wert 8300 vorkommen.	0..1	<<enumeration>> Außer Betrieb, stillgelegt, verlassen = 2100 Im Bau = 4000	UK-S, S-WBA	Aq -> Az, 1:1	WZ-B: if zustand == 2100 then "disused", if zustand == 4000 then "underConstruction", else "functional"	Attribut kommt nur bei Objektart "Kanal" vor. In Datensatz nicht geführt.	AX_Gewaesserachse	zustand	AX_Zustand_Kanal	Zustand beschreibt die Betriebsbereitschaft von Fließgewässern mit FK=8300 (Kanal). Diese Attribut kann nur in Verbindung mit der Attributart 'Funktion' und der Wert 8300 vorkommen.	<<enumeration>> Außer Betrieb, stillgelegt, verlassen = 2100 Im Bau = 4000	0..1		UK-S, S-WBA	Aq -> Az, 1:1	WZ-B: if zustand == 2100 then "disused", if zustand == 4000 then "underConstruction", else "functional"	Attribut kommt nur bei Objektart "Kanal" vor. In Datensatz nicht geführt.					
delineationKnown	Boolean	Boolean	An indication that the delineation (for example: limits and information) of a spatial object is known.	1	ja									FK	0:1	WZ: "void" ("Unpopulated")								FK	0:1	WZ: "void" ("Unpopulated")						
length	Length	Length	Lineal length of watercourse.	1	ja									FK	0:1	WZ: "void" ("Unpopulated")	evtl. ableitbar aus Geometrie (Centerline aus GM_Surface, Länge aus GM_Curve / LineStringSegment)							FK	0:1	WZ: "void" ("Unpopulated")	evtl. ableitbar aus Geometrie (Centerline aus GM_Surface, Länge aus GM_Curve / LineStringSegment)					
level	VerticalPositionValue	VerticalPositionValue	Vertical location of Watercourse relative to surrounding area.	1	ja	<<enumeration>> onGroundSurface suspendedOrElevated underground								FK	0:1	WZ: "void" ("Unpopulated")	evtl. über Assoziation "onGroundSurface", falls vorhanden, dann "suspendedOrElevated" oder "underground" je nach Rolle in Assoziation						FK	0:1	WZ: "void" ("Unpopulated")	evtl. über Assoziation "onGroundSurface", falls vorhanden, dann "suspendedOrElevated" oder "underground" je nach Rolle in Assoziation						
streamOrder	HydroOrderCode	HydroOrderCode	Number (or code) expressing the degree of branching in a stream system. A hydrologically meaningful 'order code' for ordering hierarchies of watercourses and drainage basins.	0..1	ja	komplexer Datentyp												keine Abbildung, da AX_Widmung_Wasserlauf gesetzliche und nicht hydrologische Ordnung beinhaltet										keine Abbildung, da AX_Widmung_Wasserlauf gesetzliche und nicht hydrologische Ordnung beinhaltet				
order	CharacterString	CharacterString	Number (or code) expressing the degree of branching or dividing in a stream or drainage basin system.	1										FK	0:1	WZ: "void" ("Unpopulated")									FK	0:1	WZ: "void" ("Unpopulated")					
orderScheme	CharacterString	CharacterString	A description of the concept for ordering. EXAMPLE: Strahler, Horton, Pfafflietter.	1										FK	0:1	WZ: "void" ("Unpopulated")	evtl. ableitbar aus gewaesserkenzahl								FK	0:1	WZ: "void" ("Unpopulated")	evtl. ableitbar aus gewaesserkenzahl				
scope	CharacterString	CharacterString	An indicator of the scope or origin for an order code (including whether it is national, supranational or European).	1										FK	0:1	WZ: "void" ("Unpopulated")									FK	0:1	WZ: "void" ("Unpopulated")					
width	WidthRangeType	WidthRangeType	The range of a watercourse's horizontal width along its length.	1	ja	komplexer Datentyp												evtl. ableitbar aus Geometrie	AX_Gewaesserachse	breiteDesGewassers	Integer	Breite des Gewässers ist die Breite von Gewässerachse in (m) gemäß Klassenangabe. Die Breite von Gewässern kann sich kontinuierlich ändern. Als Breite des Gewässers ist eine durchschnittliche Breite für einen längeren Streckenabschnitt anzugeben. Als längerer Streckenabschnitt gilt eine Strecke von >= 500 m. Klasse 3 (von 0 m bis 3 m Breite des Gewässers), Klasse 6 (über 3 m bis 6 m Breite des Gewässers), Klasse 12 (über 6 m bis 12 m Breite des Gewässers)	0..1	3 6 12	GK-K, S-DTA	Aq -> Az, 1:2	WZ-B: if breiteDesGewassers == 3 then width.lower == 1 and width.upper == 3; if breiteDesGewassers == 6 then width.lower == 3 and width.upper == 6; if breiteDesGewassers == 12 then width.lower == 6 and width.upper == 12; DT: Integer -> Length					
lower	Length	Length	Lower width	1	nein									FK	0:1	WZ: "void" ("Unpopulated")									FK	0:1	WZ: "void" ("Unpopulated")					
upper	Length	Length	Upper width	1	nein									FK	0:1	WZ: "void" ("Unpopulated")									FK	0:1	WZ: "void" ("Unpopulated")					
geometryIsCurveOrSurface			Constraint: Watercourse geometry may be a curve or surface. OCL: inv: self.geometry.isCurveOrSurface() or self.geometry.isSurface()															erfüllt, da GM_Surface														
onlyManmadeHasConditional			Constraint: A condition attribute may be specified only for a man-made watercourse. OCL: inv: (self.isConditional() implies (self.originType = manMade))																													
drainsBasin			The basin(s) drained by a surface water.	1..*	ja		PhysicalWaters:SurfaceWater							FK	0:1											FK	0:1					

INSPIRE Data Specification Hydrography <sup>1</sup> (Physical Waters)										AAA ATKIS Basis-DLM <sup>2</sup> (AAA)																			
Objektclassenname	Attributname / Assoziationsrolle / Constraint	Attributtyp	Objektclassen- / Attributdefinition	M	Voidable	Wertebereich	Attribut geerbt von Objektclassenname	Objektclassenname	Attributname	Attributtyp	Objektclassen- / Attributdefinition	M	Wertebereich	Attribut geerbt von Objektclassenname	Heterogenität	Korrespondenz	Funktion	Kommentar	Objektclassenname	Attributname	Attributtyp	Objektclassen- / Attributdefinition	M	Wertebereich	Attribut geerbt von Objektclassenname	Heterogenität	Korrespondenz	Funktion	Kommentar
	neighbour		An association to another instance of the same real-world surface water in another data set.	0..*	ja		PhysicalWaters::SurfaceWater								FK	0:1										FK	0:1		
PhysicalWaters::StandingWater			A body of water entirely surrounded by land.					AX_StehendesGewässer			Stehendes Gewässer ist eine natürliche oder künstliche mit Wasser gefüllte, allseitig umschlossene Hohlform der Landoberfläche ohne unmittelbaren				GK-K	Oq -> Oz, 1:1													
	geographicalName.spelling	s.o.		1..*	ja		base::HydroObject	AX_StehendesGewässer	name	AX_Lagebezeichnung	Name ist die Bezeichnung oder der Eigenname von 'Stehendes Gewässer'.	0..1	<<Unico>> unverschlüsselt					Im Datensatz verwendet: unverschlüsselt											
	text	CharacterString			nein				unverschlüsselt	CharacterString					GK-A	Aq -> Az, 1:1	UB												
	hydroid.localid	CharacterString		1	nein		base::HydroObject	AX_StehendesGewässer	gewässerkennziffer	CharacterString	Gewässerkennzahl ist die von der Fachverwaltung vergebene Verschlüsselung von 'Wasserlauf'. Die Gewässerkennzahl beschreibt in der 1 - 19. Stelle die Gewässerkennzahl laut LAWA und in der 20 - 29. Stelle die Gebiets- oder Abschottenerkennung zur Gewässerkennzahl.	0..1			GK-A	Aq -> Az, 1:1	UB	Attribut wird in Datensatz nicht geführt											
	geometry	GM_Primitive		1	nein	constraint: geometry is surface or point	PhysicalWaters::SurfaceWater	AX_StehendesGewässer	position	TA_SurfaceComponent / GM_Surface (NAS)					GK-A	Aq -> Az, 1:1	UB	TA_SurfaceComponent erhält bei NAS Encoding neues Attribut position vom Typ GM_Surface											
	inspireid.localid	CharacterString		1	nein			AX_StehendesGewässer	UUID	CharacterString		1			AA_Objekt	s.o.	s.o.	s.o.	falls UUID und Zeit: Entnahme der ersten 10 Zeichen (= Identifikator)										
	levelOfDetail	MD_Resolution		0..1	nein		PhysicalWaters::SurfaceWater	AX_Fliessgewässer	modellart	Set<AA_Modellart>	Die Modellart regelt, zu welchem Modell oder zu welchen Modellen ein raumbezogenes Elementarobjekt oder ein nicht raumbezogenes Elementarobjekt gehört, z.B. zu den ALKIS-Bestandsdaten, zum Basis-DLM, DLM50, DLM200, zur DTK10, DTK50, DTK200 oder zum Festpunktnachweis.	1			AA_Objekt	s.o.	s.o.	s.o.	Referenzmaßstab des Basis-DLM (1:25.000)										
	beginLifespanVersion	DateTime		1	ja		PhysicalWaters::SurfaceWater	AX_Fliessgewässer	lebenszeitintervall.beginnt	DateTime	Das Attribut enthält den Zeitpunkt der Entstehung oder des Eintrags des Objekts.	1			AA_Objekt	s.o.	s.o.	s.o.											
	endLifespanVersion	DateTime		0..1	ja		PhysicalWaters::SurfaceWater	AX_Fliessgewässer	lebenszeitintervall.endet	DateTime	Das Attribut ist nur bei Untergang des Objektes zu belegen. Während der Lebensdauer des Objektes bleibt das Attribut unbelegt.	0..1			AA_Objekt	s.o.	s.o.	s.o.	Attribut wird in Datensatz nicht geführt										
	localType	LocalisedCharacterString		0..1	nein		PhysicalWaters::SurfaceWater	AX_StehendesGewässer	funktion	AX_Funktion_StehendesGewässer	Funktion ist die Art von 'Stehendes Gewässer'	0..1	<<enumeration>> Baggersee = 8640		UK-S	Aq -> Az, 1:1	WZ-B: if funktion == 8640 then "Baggersee", else "void" ("Unpopulated")	Attribut wird in Datensatz nicht geführt											
	origin	OriginValue		1	ja	s.o.	PhysicalWaters::SurfaceWater	AX_StehendesGewässer	funktion	AX_Funktion_StehendesGewässer		0..1			FK	0:1	WZ-B: if funktion == 8640 then "manMade"; else == "void" ("Unpopulated")	Attribut wird in Datensatz nicht geführt											
	persistance	HydrologicalPersistenceValue		1	ja	s.o.	PhysicalWaters::SurfaceWater	AX_StehendesGewässer	hydrologischesMerkmal	AX_HydrologischesMerkmal_StehendesGewässer	Hydrologisches Merkmal gibt die Wasserverhältnisse von 'Stehendes Gewässer' an.	0..1	<<enumeration>> Nicht ständig Wasser führend = 2000		UK-S, S-WBA	Aq -> Az, 1:1	WB-S: if hydrologischesMerkmal == 2000 then "intermittent" else "perennial"												
	tidal	Boolean		1	ja		PhysicalWaters::SurfaceWater								FK	0:1	WZ: 0 (=FALSE)	Annahme: kein oder nur sehr geringer (Bodensee) Tidenhub											
	elevation	Length	Elevation above mean sea level.	1	ja										FK	0:1	WZ: "void" ("Unpopulated")												
	meanDepth	Length	Average depth of the body of water	1	ja										FK	0:1	WZ: "void" ("Unpopulated")												
	surfaceArea	Area	Surface area of the body of water	1	ja										FK	0:1	WZ: "void" ("Unpopulated")	evtl. ableitbar aus Geometrie (Area aus GM_Surface)											
	geometryIsSurfaceOrPoint		Constraint: Standing water geometry may be a surface or point. OCL inv: self.geometry.oclisTypeOf(GM_Surface) or self.geometry.oclisTypeOf(GM_Point)																										
	drainsBasin		The basin(s) drained by a surface water.	1..*	ja										FK	0:1													
	neighbour		An association to another instance of the same real-world surface water in another data set.	0..*	ja										FK	0:1													
PhysicalWaters::LandWaterBoundary			The line where a land mass is in contact with a body of water.												FK	0:1		evtl. ableitbar aus Randgeometrie von AX_Meer											
	geographicalName	GeographicalName		0..*	ja		base::HydroObject																						
	hydroid	HydroIdentifier		0..*	ja		base::HydroObject																						
	geometry	GM_Surface	The geometry of the land-water boundary, as a curve.	1	nein																								
	inspireid	Identifier		1	nein																								
	beginLifespanVersion	DateTime		1	ja																								
	endLifespanVersion	DateTime		0..1	ja																								
	origin	OriginValue	Origin of the land-water boundary	1	ja	s.o.																							
	waterLevelCategory	WaterLevelValue	Water level defining the LandWaterBoundary (high water, low water).	0..1	ja						equinoctialSpringLowWater higherHighWater higherHighWaterLargeTide highestAstronomicalTide highestHighWater highWater highWaterSprings indianSpringHighWater indianSpringLowWater localDatum lowerLowWater lowerLowWaterLargeTide lowestAstronomicalTide lowestLowWater lowestLowWaterSprings lowWater lowWaterDatum lowWaterSprings meanHigherHighWater meanHigherHighWaterSprings meanHigherLowWater meanHighWater meanHighWaterNeaps meanLowHighWater meanLowLowWater meanLowLowWaterSprings meanLowWater meanLowWaterNeaps meanLowWaterSprings meanSeaLevel meanTideLevel meanWaterLevel																		falls abgeleitet aus AX_Meer: meanHighWater?

INSPIRE Data Specification Hydrography <sup>1</sup> (Physical Waters)										AAA ATKIS Basis-DLM <sup>2</sup> (AAA)																							
Objektclassenname	Attributname / Assoziationsrolle / Constraint	Attributtyp	Objektclassen-/ Attributdefinition	M	Voidable	Wertebereich	Attribut geerbt von Objektclassenname	Objektclassenname	Attributname	Attributtyp	Objektclassen-/ Attributdefinition	M	Wertebereich	Attribut geerbt von Objektclassenname	Heterogenität	Korrespondenz	Funktion	Kommentar	Objektclassenname	Attributname	Attributtyp	Objektclassen-/ Attributdefinition	M	Wertebereich	Attribut geerbt von Objektclassenname	Heterogenität	Korrespondenz	Funktion	Kommentar				
PhysicalWaters:DrainageBasin	geographicalName	GeographicalName	s.o.	0..*	ja		base: HydroObject																										
	hydroid	HydroidIdentifier	s.o.	0..*	ja		base: HydroObject																										
	geometry	GM_Surface	The geometry of the drainage basin, as a surface.	1	nein																												
	inspireId	Identifier	s.o.	1	nein																												
	beginLifespanVersion	DateTime	s.o.	1	ja																												
	endLifespanVersion	DateTime	s.o.	0..1	ja																												
	area	Area	Size of the drainage basin area.	1	ja																												
	basinOrder	HydroOrderCode	Number (or code) expressing the degree of branching/dividing in a drainage basin system.	0..1	ja																												
	origin	OriginValue	s.o.	1	ja	s.o.																											
	geographicalName	s.o.	s.o.	0..*	ja																												
geometry	GM_Surface	Area geometry of the catchment.	1	nein																													
hydroid	HydroidIdentifier	s.o.	0..1	ja																													
PhysicalWaters:RiverBasin	geographicalName.spelling	GeographicalName	s.o.	0..*	ja		base: HydroObject																										
	hydroid	HydroidIdentifier	s.o.	0..*	ja		base: HydroObject																										
	geometry	GM_Surface	s.o.	1	nein		PhysicalWaters:DrainageBasin																										
	inspireId	Identifier	s.o.	1	nein		PhysicalWaters:DrainageBasin																										
	beginLifespanVersion	DateTime	s.o.	1	ja		PhysicalWaters:DrainageBasin																										
	endLifespanVersion	DateTime	s.o.	0..1	ja		PhysicalWaters:DrainageBasin																										
	area	Area	s.o.	1	ja		PhysicalWaters:DrainageBasin																										
	basinOrder	HydroOrderCode	s.o.	0..1	ja		PhysicalWaters:DrainageBasin																										
	origin	OriginValue	s.o.	1	ja	s.o.	PhysicalWaters:DrainageBasin																										
	geometry	GM_Surface	s.o.	1	nein																												
PhysicalWaters:HydroPointOfInterest	geographicalName.spelling	GeographicalName	s.o.	0..*	ja		base: HydroObject																										
	hydroid	HydroidIdentifier	s.o.	0..*	ja		base: HydroObject																										
	geometry	GM_Surface	s.o.	1	nein		PhysicalWaters:DrainageBasin																										
	inspireId	Identifier	s.o.	1	nein		PhysicalWaters:DrainageBasin																										
	beginLifespanVersion	DateTime	s.o.	1	ja		PhysicalWaters:DrainageBasin																										
	endLifespanVersion	DateTime	s.o.	0..1	ja		PhysicalWaters:DrainageBasin																										
	area	Area	s.o.	1	ja		PhysicalWaters:DrainageBasin																										
	basinOrder	HydroOrderCode	s.o.	0..1	ja		PhysicalWaters:DrainageBasin																										
	origin	OriginValue	s.o.	1	ja	s.o.	PhysicalWaters:DrainageBasin																										
	geometry	GM_Surface	s.o.	1	nein																												
PhysicalWaters:FluvialPoint	geographicalName.spelling	GeographicalName	s.o.	0..*	ja		base: HydroObject	AX_Gewässermerkmal	art	AX_Art_Gewässermerkmal	Gewässermerkmal sind besondere Eigenschaften eines Gewässers.	<<enumeration>> Stromschnelle = 1630 (...)	0..1		UK-S, S-MK	Aq -> Oz, 1:1	FL: if art == 1630																
	hydroid	HydroidIdentifier	s.o.	0..*	ja		base: HydroObject	AX_Gewässermerkmal	name	CharacterString	s.a.	0..1		GK-A	Aq -> Az, 1:1	UB	Attribut in Datensatz ohne Werte																
	localid	CharacterString	s.o.	1	nein		base: HydroObject	AX_Gewässermerkmal	bezeichnung	CharacterString	Bezeichnung ist die von einer Fachstelle vergebene Kennziffer von 'Gewässermerkmal'.	0..1		FK	0..1	WZ: "void" ("Unpopulated")	Constraint: bezeichnung wird nur bei bauwerksfunktion = 1610 geführt																
	inspireId	Identifier	s.o.	1	nein		PhysicalWaters:HydroPointOfInterest	AX_Gewässermerkmal	identifikator	CharacterString		1		AA_Objekt	s.o.	s.o.	s.o.																
	levelOfDetail	MD_Resolution	s.o.	0..1	nein		PhysicalWaters:HydroPointOfInterest	AX_Gewässermerkmal	modellart	Set<AA_Modellart>		1		AA_Objekt	s.o.	s.o.	s.o.																
	beginLifespanVersion	DateTime	s.o.	1	ja		PhysicalWaters:HydroPointOfInterest	AX_Gewässermerkmal	lebenszeitintervall. beginnt	DateTime		1		AA_Objekt	s.o.	s.o.	s.o.																
	endLifespanVersion	DateTime	s.o.	0..1	ja		PhysicalWaters:HydroPointOfInterest	AX_Gewässermerkmal	lebenszeitintervall. endet	DateTime		0..1		AA_Objekt	s.o.	s.o.	s.o.																
	geometry	GM_Primitive	s.o.	1	ja		PhysicalWaters:HydroPointOfInterest	AX_Gewässermerkmal	position	AU_Geometrie/ GM_Object (NAS)	s.a.	1	alle GM_Objekt Subtypen	AU_Objekt	GK-A	Aq -> Az, 1:1	UB	In Datensatz vorkommend: GM_Point															
	height	Length	s.o.	1	ja		PhysicalWaters:HydroPointOfInterest	AX_Gewässermerkmal	position	AU_Geometrie/ GM_Object (NAS)	s.a.	1	alle GM_Objekt Subtypen	AU_Objekt	GK-A	Aq -> Az, 1:1	UB	In Datensatz vorkommend: GM_Point															
	PhysicalWaters:Falls	geographicalName.spelling	GeographicalName	s.o.	0..*	ja		base: HydroObject	AX_Gewässermerkmal	art	AX_Art_Gewässermerkmal	Wasserfall = 1620 (...)	0..1		UK-S, S-MK	Aq -> Oz, 1:1	FL: if art == 1620																
hydroid		HydroidIdentifier	s.o.	0..*	ja		base: HydroObject	AX_Gewässermerkmal	name	CharacterString	s.a.	0..1		GK-A	Aq -> Az, 1:1	UB	Attribut in Datensatz ohne Werte																
localid		CharacterString	s.o.	1	nein		base: HydroObject	AX_Gewässermerkmal	bezeichnung	CharacterString	Bezeichnung ist die von einer Fachstelle vergebene Kennziffer von 'Gewässermerkmal'.	0..1		FK	0..1	WZ: "void" ("Unpopulated")	Constraint: bezeichnung wird nur bei bauwerksfunktion = 1610 geführt																
inspireId		Identifier	s.o.	1	nein		PhysicalWaters:HydroPointOfInterest	AX_Gewässermerkmal	identifikator	CharacterString		1		AA_Objekt	s.o.	s.o.	s.o.																
levelOfDetail		MD_Resolution	s.o.	0..1	nein		PhysicalWaters:HydroPointOfInterest	AX_Gewässermerkmal	modellart	Set<AA_Modellart>		1		AA_Objekt	s.o.	s.o.	s.o.																
beginLifespanVersion		DateTime	s.o.	1	ja		PhysicalWaters:HydroPointOfInterest	AX_Gewässermerkmal	lebenszeitintervall. beginnt	DateTime		1		AA_Objekt	s.o.	s.o.	s.o.																
endLifespanVersion		DateTime	s.o.	0..1	ja		PhysicalWaters:HydroPointOfInterest	AX_Gewässermerkmal	lebenszeitintervall. endet	DateTime		0..1		AA_Objekt	s.o.	s.o.	s.o.																
geometry		GM_Primitive	s.o.	1	ja		PhysicalWaters:HydroPointOfInterest	AX_Gewässermerkmal	position	AU_Geometrie/ GM_Object (NAS)	s.a.	1	alle GM_Objekt Subtypen	AU_Objekt	GK-A	Aq -> Az, 1:1	UB	In Datensatz vorkommend: GM_Point															
height		Length	s.o.	1	ja		PhysicalWaters:HydroPointOfInterest	AX_Gewässermerkmal	objekthöhe	Length	Objekthöhe ist die Höhendifferenz in [m] zwischen den mittleren Wasserständen	0..1		GK-A	Aq -> Az, 1:1	UB	Attribut wird in Datensatz nicht geführt																
PhysicalWaters:ManMadeObject		geographicalName.spelling	GeographicalName	s.o.	0..*	ja		base: HydroObject	AX_BauwerkimGewässerbereich	name	CharacterString	Name ist der Eigenname von 'Bauwerk im Gewässerbereich'.	0..1		GK-A	Aq -> Az, 1:1	UB																
	localid	CharacterString	s.o.	1	nein		base: HydroObject	AX_BauwerkimGewässerbereich	bezeichnung	CharacterString	Bezeichnung ist die von einer Fachstelle vergebene Kennziffer von 'Bauwerk im Gewässerbereich'.	0..1		FK	0..1	WZ: "void" ("Unpopulated")	Constraint: bezeichnung wird nur bei bauwerksfunktion = 2120 geführt																
	inspireId	Identifier	s.o.	1	nein		PhysicalWaters:ManMadeObject	AX_BauwerkimGewässerbereich	identifikator	CharacterString		1		AA_Objekt	s.o.	s.o.	s.o.																
	levelOfDetail	MD_Resolution	s.o.	0..1	nein		PhysicalWaters:ManMadeObject	AX_BauwerkimGewässerbereich	modellart	Set<AA_Modellart>		1		AA_Objekt	s.o.	s.o.	s.o.																
	beginLifespanVersion	DateTime	s.o.	1	ja		PhysicalWaters:ManMadeObject	AX_BauwerkimGewässerbereich	lebenszeitintervall. beginnt	DateTime		1		AA_Objekt	s.o.	s.o.	s.o.																
	endLifespanVersion	DateTime	s.o.	0..1	ja		PhysicalWaters:ManMadeObject	AX_BauwerkimGewässerbereich	lebenszeitintervall. endet	DateTime		0..1		AA_Objekt	s.o.	s.o.	s.o.																
	geometry	GM_Primitive	s.o.	1	ja		PhysicalWaters:ManMadeObject	AX_BauwerkimGewässerbereich	position	AG_Geometrie/ GM_Object (NAS)	s.a.	1	alle GM_Objekt Subtypen	AG_Objekt	GK-K, S-DTA	Oq -> Oz, 1:n	D7: GM_CompositeCurve -> GM_Curve, TE	In Datensatz vorkommend: GM_CompositeCurve															
	condition	ConditionOfFacilityValue	s.o.	1	ja	s.o.	PhysicalWaters:ManMadeObject	AX_Bauwerkim																									



INSPIRE Data Specification Hydrography (Physical Waters)										AAA ATKIS Basis-DLM (AAA)																							
Objektclassenname	Attributname / Assoziationsrolle / Constraint	Attributtyp	Objektclassen-/ Attributdefinition	M	Value	Wertebereich	Attribut geerbt von Objektclassen	Objektclassenname	Attributname	Attributtyp	Objektclassen-/ Attributdefinition	M	Wertebereich	Attribut geerbt von Objektclassen	Heterogenität	Korrespondenz	Funktion	Kommentar	Objektclassenname	Attributname	Attributtyp	Objektclassen-/ Attributdefinition	M	Wertebereich	Attribut geerbt von Objektclassen	Heterogenität	Korrespondenz	Funktion	Kommentar				
ManMadeObjectLock			An enclosure with a pair or series of gates used for raising or lowering vessels as they pass from one water level to another.					AX_Schleuse			Anlage zur Überführung von Wasserfahrzeugen zwischen Gewässern verschiedener Wasserspiegeln einschließlich der Betriebsflächen und -gebäude.				GK-K	Oq -> Oz, 1:1		Objekt in Datensatz nicht vorhanden															
	geographicalName.spelling.txt	GeographicalName	s.o.	0..*	ja		base:: HydroObject	AX_Schleuse	name	CharacterString	s.a	0..1			GK-A	Aq -> Az, 1:1	UB																
	hydroid.localid	HydroidIdentifier	s.o.	0..1	ja	komplexer Datentyp	base:: HydroObject								FK	0:1	WZ: "void" ("Unpopulated")																
	inspireid	Identifier	s.o.	1	nein		PhysicalWaters:ManMadeObject	AX_Schleuse	identifikator	CharacterString	s.o.	1			AA_Objekt	s.o.	s.o.	s.o.															
	levelOfDetail	MD_Resolution	s.o.	0..1	nein		PhysicalWaters:ManMadeObject	AX_Schleuse	modellart	Set-AA_Modellart	s.o.	1			AA_Objekt	s.o.	s.o.	s.o.															
	beginLifespanVersion	DateTime	s.o.	1	ja		PhysicalWaters:ManMadeObject	AX_Schleuse	lebenszeitintervall. beginnt	DateTime	s.o.	1			AA_Objekt	s.o.	s.o.	s.o.															
	endLifespanVersion	DateTime	s.o.	0..1	ja		PhysicalWaters:ManMadeObject	AX_Schleuse	lebenszeitintervall. endet	DateTime	s.o.	0..1			AA_Objekt	s.o.	s.o.	s.o.															
	geometry	GM_Primitive	s.o.	1	ja		PhysicalWaters:ManMadeObject	AX_Schleuse	position	AU_Geometrie/ GM_Objekt (NAS)	s.a	1	alle GM_Objekt Subtypen		AU_Objekt	GK-K, S-DTA			Objekt in Datensatz nicht vorhanden, daher nicht feststellbar, welche Geometrietypen tatsächlich verwendet werden														
	condition	ConditionOfFacilityValue	s.o.	1	ja	s.o.		PhysicalWaters:ManMadeObject	AX_Schleuse	zustand	AX_Zustand_Schleuse	s.o.	0..1	<<enumeration>> Außer Betrieb, stillgelegt, verlassen = 2100	UK-S, S-WBA	Aq -> Az, 1:1	WB-B: if zustand == 2100 then "disused", else "functional"																
	ManMadeObjectSluice			An open, inclined conduit fitted with a gate for regulating water flow.					AX_BauwerkImGewässerbereich	bauwerksfunktion	AX_Bauwerksfunktion_BauwerkImGewässerbereich	s.o.	1	<<enumeration>> Sicherheitstor = 2060 Siel = 2070 Sperrwerk = 2080	UK-S, S-MK	Aq -> Oz, 1:1	FL: if bauwerksfunktion in (2060, 2070, 2080)																
geographicalName.spelling.txt		GeographicalName	s.o.	0..*	ja		base:: HydroObject	AX_BauwerkImGewässerbereich	name	CharacterString	Name ist der Eigenname von 'Bauwerk im Gewässerbereich'.	0..1			GK-A	Aq -> Az, 1:1	UB																
hydroid.localid		CharacterString		1	nein		AX_BauwerkImGewässerbereich	bezeichnung	CharacterString	Bezeichnung ist die von einer Fachstelle vergebene Kennziffer von 'Bauwerk im Gewässerbereich'.	0..1				FK	0:1	WZ: "void" ("Unpopulated")	Constraint: bezeichnung wird nur bei bauwerksfunktion = 1610 geführt															
inspireid		Identifier	s.o.	1	nein		PhysicalWaters:ManMadeObject	AX_BauwerkImGewässerbereich	identifikator	CharacterString	s.o.	1			AA_Objekt	s.o.	s.o.	s.o.															
levelOfDetail		MD_Resolution	s.o.	0..1	nein		PhysicalWaters:ManMadeObject	AX_BauwerkImGewässerbereich	modellart	Set-AA_Modellart	s.o.	1			AA_Objekt	s.o.	s.o.	s.o.															
beginLifespanVersion		DateTime	s.o.	1	ja		PhysicalWaters:ManMadeObject	AX_BauwerkImGewässerbereich	lebenszeitintervall. beginnt	DateTime	s.o.	1			AA_Objekt	s.o.	s.o.	s.o.															
endLifespanVersion		DateTime	s.o.	0..1	ja		PhysicalWaters:ManMadeObject	AX_BauwerkImGewässerbereich	lebenszeitintervall. endet	DateTime	s.o.	0..1			AA_Objekt	s.o.	s.o.	s.o.															
geometry		GM_Primitive	s.o.	1	ja		PhysicalWaters:ManMadeObject	AX_BauwerkImGewässerbereich	position	AG_Geometrie/ GM_Objekt (NAS)	s.o.	1	alle GM_Objekt Subtypen		AG_Objekt	GK-K, S-DTA	Oq -> Oz, 1:n	DT: GM_CompositeCurve -> GM_Curve, TE	In Datensatz vorkommend: GM_CompositeCurve														
condition		ConditionOfFacilityValue	s.o.	1	ja	s.o.		PhysicalWaters:ManMadeObject	AX_BauwerkImGewässerbereich	zustand	AX_Zustand_BauwerkImGewässerbereich	s.o.	0..1	<<enumeration>> Beschaffenheit von 'Bauwerk im Gewässerbereich'. Außer Betrieb, stillgelegt, verlassen = 2100 Im Bau = 4000	UK-S, S-WBA	Aq -> Az, 1:1	WB-B: if zustand == 2100 then "disused", if zustand == 4000 then "underConstruction" else "functional"	Attribut in Datensatz nicht geführt															

**Legende:**  
 ISO Datentypen  
 INSPIRE Datentypen  
 AAA Datentypen  
 Keine Abbildung möglich  
 Indirekte Abbildung möglich  
blaue Schrift Assoziationen  
grüne Schrift Constraints

**Abkürzungen:**  
 M = Multiplizität  
 s.o. = siehe oben

**Quellen:**  
<sup>1</sup> basierend auf INSPIRE Consolidated UML Model [INSPIRE DT DS TWG 2010b] und INSPIRE Data Specification Hydrography Version 3.0.1 [INSPIRE TWG HY 2010] vom 24.04.2010  
<sup>2</sup> basierend auf AAA Geoinfodok Hauptdokument Version 6.0.1 vom 01.07.2010 [AdV 2009c], ATKIS-Objektartenkatalog Basis-DLM: Version 6.0 vom 11.04.2008 [AdV 2008a] und Rational Rose AAA UML Modell Version 6.0.1 vom 31.05.2009 [AdV 2008]

(c) Astrid Fichtinger 2011





INSPIRE Datenspezifikation Gewässernetz <sup>1</sup> (Physical Waters)										BY ATKIS Basis-DLM <sup>2</sup> (alt)																									
Objektklassenname	Attributname / Assoziationsrolle / Constraint	Attributtyp	Objektklassen-/Attributdefinition	M	Wertebereich	Attribut geerbt von Objektklasse	Objektklassenname / -code	Attributname	Attributtyp	Objektklassen-/Attributdefinition	Wertebereich	Heterogenität	Korrespondenz	Funktion	Kommentar	Objektklassenname / -code	Attributname	Attributtyp	Objektklassen-/Attributdefinition	Wertebereich	Heterogenität	Korrespondenz	Funktion	Kommentar	Objektklassenname / -code	Attributname	Attributtyp	Objektklassen-/Attributdefinition	Wertebereich	Heterogenität	Korrespondenz	Funktion	Kommentar		
	localType	LocalisedCharacterString	Provides local name for the surface water.	0..1	nein	PhysicalWaters:SurfaceWater		Objektart	String			UK-S, S-DTA	Aq -> Az, 1:1	WZ-B: if OBJART == 5101 then "Strom, Fluß, Bach"			Objektart	String			UK-S	Aq -> Az, 1:1	WZ-B: if OBJART == 5102 then "Graben, Kanal (Wasserverschattung)"			Objektart	String		UK-S	Aq -> Az, 1:1	WZ-B: if OBJART == 5102 then "Kanal (Schiffahrt)"				
	origin	OriginValue	Origin of the surface water.	1	ja	enumeration+ natural manMade	PhysicalWaters:SurfaceWater	Objektart	String			FK	Aq -> Az, 1:1	WZ-B: if OBJART == 5101 then "natural"			Objektart	String			FK	0..1	WZ: "void" ("Unpopulated")			Objektart	String		FK	0..1	WZ-B: if OBJART == 5102 then "manMade"				
	persistence	HydrologicalPersistenceValue	The degree of persistence of water.	1	ja	<<codeList>> dry ephemeral intermittent perennial	PhysicalWaters:SurfaceWater	Hydrologisches Merkmal	Integer	ständig wasserführend = 1000 nicht ständig wasserführend = 2000		UK-S, S-WBA	Aq -> Az, 1:1	WZ-B: if HYD == 1000 then "perennial" else "void" ("Unknown")			Hydrologisches Merkmal	Integer			UK-S, S-WBA	Aq -> Az, 1:1	WZ-B: if HYD == 1000 then "perennial", if HYD == 3000 then "dry" else "void" ("Unknown")			Hydrologisches Merkmal	Integer	ständig wasserführend = 1000 nicht ständig wasserführend = 2000 trocken, versiegt = 3000	UK-S, S-WBA	Aq -> Az, 1:1	WZ-B: if HYD == 1000 then "perennial", if HYD == 3000 then "dry" else "void" ("Unknown")				
	tidal	Boolean	Identifies whether the Watercourse is affected by tidal water.	1	ja		PhysicalWaters:SurfaceWater					FK	0..1	WZ: 0 (FALSE)	Annahme für Bayern: kein Tidenhub						FK	0..1	WZ: 0 (FALSE)	Annahme für Bayern: kein Tidenhub					FK	0..1	WZ: 0 (FALSE)	Annahme: kein Tidenhub			
	condition	ConditionOfFacilityValue	The state of planning, construction, repair, and/or maintenance of a watercourse.	0..1	ja	<<codeList>> discussed functional projected underConstruction						FK	0..1	WZ: "void" ("Unpopulated")			Zustand	Integer			FK	0..1	WZ: "void" ("Unpopulated")			Zustand	Integer	in Betrieb = 1100 außer Betrieb, stillgelegt = 1200 im Bau = 1300	UK-S, S-WBA	Aq -> Az, 1:1	WZ-B: if ZUS == "functional", if ZUS == "discussed", if ZUS == "underConstruction"				
	delimitedKnown	Boolean	An indication that the delimitation (for example: limits and information) of a feature is known.	1	ja							FK	0..1	WZ: "void" ("Unpopulated")							FK	0..1	WZ: "void" ("Unpopulated")						FK	0..1	WZ: "void" ("Unpopulated")				
	length	Length	Length of the watercourse.	1	ja							FK	0..1	WZ: "void" ("Unpopulated")	evtl. ableitbar aus Geometrie						FK	0..1	WZ: "void" ("Unpopulated")	evtl. ableitbar aus Geometrie					FK	0..1	WZ: "void" ("Unpopulated")	evtl. ableitbar aus Geometrie			
	level	VerticalPositionValue	Vertical location of watercourse relative to ground.	1	ja	enumeration+ onGroundSurface suspendedOrElevated underground		Lage zur Erdoberfläche	Integer	auf der Erdoberfläche = 1100 verrohrt, unterirdisch, bedeckt = 1800		UK-S, S-WBA	Aq -> Az, 1:1	WZ-B: if OFL == 1100 then "onGroundSurface"; if OFL = 1800 then "underground"			Lage zur Erdoberfläche	Integer			UK-S, S-WBA	Aq -> Az, 1:1	WZ-B: if OFL == 1100 then "onGroundSurface", if OFL = 1800 then "underground"			Lage zur Erdoberfläche	Integer	auf der Erdoberfläche = 1100 verrohrt, unterirdisch, bedeckt = 1800	UK-S, S-WBA	Aq -> Az, 1:1	WZ-B: if OFL == 1100 then "onGroundSurface"; if OFL = 1800 then "underground"				
	streamOrder	HydroOrderCode	Number (or code) expressing the degree of branching in a stream system.	0..1	ja	komplexer Datentyp						UK-D		keine Abbildung, da WDM geotische und nicht hydrologische Ordnung beinhaltet							UK-D		keine Abbildung, da WDM geotische und nicht hydrologische Ordnung beinhaltet												
	order	CharacterString	Number (or code) expressing the degree of branching or dividing in a stream or drainage basin system.	1	nein							FK	0..1	WZ: "void" ("Unpopulated")							FK	0..1	WZ: "void" ("Unpopulated")						FK	0..1	WZ: "void" ("Unpopulated")				
	orderScheme	CharacterString	A description of the concept for ordering. EXAMPLE Strahler, Horton, Puffenberger etc.	1	nein							FK	0..1	WZ: "void" ("Unpopulated")							FK	0..1	WZ: "void" ("Unpopulated")						FK	0..1	WZ: "void" ("Unpopulated")				
	scope	CharacterString	An indicator of the scope or origin for an order code (including whether it is national, supranational or European).	1	nein							FK	0..1	WZ: "void" ("Unpopulated")							FK	0..1	WZ: "void" ("Unpopulated")						FK	0..1	WZ: "void" ("Unpopulated")				
	width	WidthRange	Width of watercourse (as a range) along its length.	1	ja	komplexer Datentyp		Breite des Gewässers	Integer	Klassenangabe bis 3 m = 3 über 3 m bis 6 m = 6 über 6 m bis 12 m = 12		GK-K, S-DTA	Aq -> Az, 1:2	WZ-B: if BRG = 3 then lower = 1 and upper = 3; if BRG = 6 then lower = 3 and upper = 6; if BRG = 12 then lower = 6 and upper = 12; else "void" ("Unpopulated"); DT: Integer -> Length	Breite wird nur bei flächenförmigen Gewässern geführt, bei flächenförmigen Gewässern ableitbar		Breite des Gewässers	Integer	Klassenangabe bis 3 m = 3 über 3 m bis 6 m = 6 über 6 m bis 12 m = 12		GK-K, S-DTA	Aq -> Az, 1:2	WZ-B: if BRG = "3" then lower = 1 and upper = 3; if BRG = "6" then lower = 3 and upper = 6; if BRG = "12" then lower = 6 and upper = 12; else "void" ("Unpopulated"); String -> Length	Breite wird nur bei flächenförmigen Gewässern geführt, bei flächenförmigen Gewässern ableitbar		Breite des Gewässers	Integer	Klassenangabe bis 3 m = 3 über 3 m bis 6 m = 6 über 6 m bis 12 m = 12	GK-K, S-DTA	Aq -> Az, 1:2	WZ-B: if BRG = "3" then lower = 1 and upper = 3; if BRG = "6" then lower = 3 and upper = 6; if BRG = "12" then lower = 6 and upper = 12; else "void" ("Unpopulated"); String -> Length	Breite wird nur bei flächenförmigen Gewässern geführt, bei flächenförmigen Gewässern ableitbar			
	lower	Length	Lower width	1	nein																														
	upper	Length	Upper width	1	nein																														
	geometry(CurveOrSurface)		Constraint: Watercourse geometry may be a curve or surface. OCL: inv: self.geometry.asTypeOf(GM_Curve) or self.geometry.asTypeOf(GM_Surface)												nach Geometriertyp-Umwandlung erfüllt																				
	onlyManMadeHasConditionAtr		Constraint: A condition attribute may be specified only for a man-made watercourse. OCL: inv: (self->count(condition)=1) implies (self.origin=OriginType:manMade)																																
	drainBasin		The basin(s) drained by a surface water.	1..*	ja		PhysicalWaters:SurfaceWater					FK	0..1																						
	neighbour		An association to another instance of the same real-world surface water in another data set.	0..*	ja		PhysicalWaters:SurfaceWater					FK	0..1																						

Legende: ISO-Datentyp  
INSPIRE-Datentyp  
Keine Abbildung möglich  
Indirekte Abbildung möglich  
Assoziationen  
Constraints

Abkürzungen:  
M = Multiplizität  
s.o. = siehe oben

Quellen:  
<sup>1</sup> basierend auf INSPIRE Consolidated UML Model [INSPIRE DT DS TWG 2010] und INSPIRE Data Specification Hydrography Version 3.0.1 [INSPIRE TWG HY 2010] vom 24.04.2010  
<sup>2</sup> kein formalisiertes Konzeptuelles Modell vorhanden; Information wurde aus ATKIS - Objektkatalog Basis-DLM Bayern (altes Datenmodell) [AtrV 2003] und Beschreibung des sapelle Exports des Datensatzes (GEW01\_L) extrahiert

INSPIRE Datenspezifikation Gewässernetz <sup>1</sup> (Physical Waters)							VoGIS <sup>2</sup>								
Objektklassen-name	Attributname / Assoziationsrolle / Constraint	Attributtyp	M	Voidable	Wertebereich	Attribut geerbt von Objektklasse	Objektklassenname	Attributname	Attributtyp	Objektklassen-/Attributdefinition	Wertebereich	Heterogenität	Korrespondenz	Funktion	Kommentar
Hydro - base:: HydroObject															
PhysicalWaters:: SurfaceWater															
PhysicalWaters:: Watercourse							Fluss, Bach					UK-Ü	Oq -> Oz, 1:n	FL: if LEVEL in (2,3,4,7, 21,22,23, 24, 25, 59, 70, 71, 72, 73, 74)	LEVEL 1 (Flüsse breiter als 20m) werden durch zwei parallel verlaufende Linien repräsentiert, LEVEL 21 (deren fiktive Mittellinie) wird statt dessen gefiltert
	geographicalName	GeographicalName	0..*	ja	komplexer Datentyp	base:: HydroObject									
	spelling	SpellingOfName	1..*	nein	komplexer Datentyp										
	text	CharacterString	1	nein				NAME	String	Fließgewässername welcher vom Landeswasserbauamt bzw. Umweltinstitut als richtig befunden wird und normalerweise bei der Kartenerstellung verwendet wird.		GK-Ä, S-DTA	Aq -> Az, 1:1	DT: String -> CharacterString	
	script	CharacterString	0..1	ja								FK	0:1	WZ: "Latn"	
	transliteration Scheme	CharacterString	0..1	ja								FK	0:1		
	language	CharacterString	1	ja								FK	0:1	WZ: "ger"	
	nativeness	NativenessValue	1	ja	«codeList» endonym exonym							FK	0:1	WZ: "endonym"	
	nameStatus	NameStatusValue	1	ja	<<codeList>> official standardised historical other							FK	0:1	WZ: "official"	
	sourceOfName	CharacterString	1	ja								FK	0:1	WZ: "void" ("Unpopulated")	
	pronunciation	PronunciationOf Name	1	ja	komplexer Datentyp										
	pronunciation SoundLink	anyURI	0..1	ja								FK	0:1	WZ: "void" ("Unpopulated")	
	pronunciationIPA	CharacterString	0..1	ja								FK	0:1	WZ: "void" ("Unpopulated")	
	pronunciation SoundLink or pronunciationIPA not empty														Constraint kann nicht erfüllt werden
	grammaticalGender	GrammaticalGenderValue	0..1	ja	«codeList» masculine feminine neuter common							FK	0:1	WZ: "void" ("Unpopulated")	
	grammatical Number	GrammaticalNumberValue	0..1	ja	«codeList» singular plural dual							FK	0:1	WZ: "void" ("Unpopulated")	
	hydroid	Hydroidentifier	0..1	ja	komplexer Datentyp	base:: HydroObject									
	classification Scheme	CharacterString	0..1	nein								FK	0:1	WZ: "National"	

INSPIRE Datenspezifikation Gewässernetz <sup>1</sup> (Physical Waters)							VoGIS <sup>2</sup>								
Objektklassen-name	Attributname / Assoziationsrolle / Constraint	Attributtyp	M	Voidable	Wertebereich	Attribut geerbt von Objektklasse	Objektklassenname	Attributname	Attributtyp	Objektklassen-/Attributdefinition	Wertebereich	Heterogenität	Korrespondenz	Funktion	Kommentar
	localId	CharacterString	1	nein				FGW-ID	String	Eindeutige Kennung jedes Fließgewässers. Der Rhein (und der Bodensee - für das gedankliche System) hat die Kennung '81'. Alle Nebenflüsse, beginnend mit der Leiblach, haben die nächst höhere Ordnung; z.B. Leiblach: '8101', Bregenzerach: '8111', Dornbirnerach: '8115', usw. Der erste Nebenfluss der Leiblach (gesehen von der Mündung aus) hat somit '810101', usw.		GK-Ä, S-DTA	Aq -> Az, 1:1	DT: String -> CharacterString	
	namespace	CharacterString	1	nein								FK	0:1	WZ: "AT"	
	geometry	GM_Primitive	1	nein		PhysicalWaters::SurfaceWater		the_geom	MultiLineString			GK-K, S-DTA	Aq -> Az, 1:1	DT: MultiLineString > Curve	Geometrie in GML-Schema, SHP-Dateien: polyline
	inspireId	Identifizier	1	nein	komplexer Datentyp	PhysicalWaters::SurfaceWater									
	localId	CharacterString	1	nein				FLU_50T_ID	Integer	Eindeutiger Identifikator		GK-Ä, S-DTA	Aq -> Az, 1:1	DT: Integer -> CharacterString	Eindeutig innerhalb Datensatz, daher Produktname in namespace
	namespace	CharacterString	1	nein								FK	0:1	WZ: "ATLVAFLU50T"	vorläufig, ersetzen durch endgültigen namespace aus INSPIRE External Object Identifier Namespaces Register
	versionId	CharacterString	0..1	ja								FK	0:1	WZ: "void" ("Unpopulated")	
	levelOfDetail	MD_Resolution	0..1	nein		PhysicalWaters::SurfaceWater						FK	Aq -> Az, 1:1	WZ: 50000	basiert auf ÖK50
	beginLifespanVersion	DateTime	1	ja		PhysicalWaters::SurfaceWater						FK	0:1	WZ: "void" ("Unpopulated")	
	endLifespanVersion	DateTime	0..1	ja		PhysicalWaters::SurfaceWater						FK	0:1	WZ: "void" ("Unpopulated")	
	localType	LocalisedCharacterString	0..1	nein		PhysicalWaters::SurfaceWater		LEVEL	Integer	Objektarten	Fluss, Bach (> 20 m) = 1 Fluss, Bach (5-20 m) = 2 Fluss, Bach (< 5 m) = 3 zeitweise wasserführend = 4 Wasserleitung (oberirdisch) = 5 Wasserleitung (unterirdisch) = 6 Gewässer unterirdisch = 7 See, Teich (Länge > 10 km) = 11 See, Teich (Länge 4-10 km) = 12 See, Teich (Länge 2-4 km) = 13 See, Teich (Länge < 2 km) = 14 Nasser Boden = 18 Sumpf, Moorboden = 19 imag. Achse f. Fluss, Bach (> 20 m) = 21 imag. Achse f. Fluss, Bach (5-20 m) = 22 imag. Achse f. Fluss, Bach (< 5 m) = 23 imag. Achse f. zw. wasserf. Gew. = 24	UK-S, S-DTA	Aq -> Az, 1:1	WZ-B: if LEVEL in (2, 3, 4, 70, 71, 72, 73, 74) then "Fluss, Bach"; if LEVEL == 7 then "Gewässer unterirdisch"; if LEVEL in (21, 22, 23, 24, 25) then "imag. Achse f. Fluss, Bach"; if LEVEL == 59 then "Fiktiver unterirdischer Verlauf"	

INSPIRE Datenspezifikation Gewässernetz <sup>1</sup> (Physical Waters)							VoGIS <sup>2</sup>									
Objektklassen-name	Attributname / Assoziationsrolle / Constraint	Attributtyp	M	Voidable	Wertebereich	Attribut geerbt von Objektklasse	Objektklassenname	Attributname	Attributtyp	Objektklassen-/Attributdefinition	Wertebereich	Heterogenität	Korrespondenz	Funktion	Kommentar	
											imag. Linie zw. Einmündung und Flussmitte (nur bei Rheinzufüssen) = 25 Insel = 30 Fiktiver unterirdischer Verlauf = 59 Imaginäres Ufer = 60 in OK50 fehlend, Breite nicht bekannt = 70 Fluss, Bach (> 20 m), korrigiert = 71 Fluss, Bach (5-20 m), korrigiert = 72 Fluss, Bach (< 5 m), korrigiert = 73 zeitweise wasserführend, korrigiert = 74 Überlauf = 80 ???? = 81					
	origin	OriginValue	1	ja	«enumeration» natural manMade	Hydro - Physical Waters::Surface Water		LEVEL	Integer	s.o.	s.o.	FK	0:1	WZ-B: if LEVEL in (21, 22, 23, 24, 25) then "manMade"; if LEVEL in (2, 3, 4, 70, 71, 72, 73, 74) then "natural"; else "void" ("Unknown")		
	persistence	HydrologicalPersistenceValue	1	ja	«codeList» dry ephemeral intermittent perennial	PhysicalWaters::SurfaceWater		LEVEL	Integer	s.o.	s.o.	FK	0:1	WZ-B: if LEVEL in (4, 24, 74) then "intermittent"; else "void" ("Unknown")		
	tidal	Boolean	1	ja		PhysicalWaters::SurfaceWater						FK	0:1	WZ: 0 (FALSE)	Annahme: kein Tidenhub	
	condition	ConditionOfFacilityValue	0..1	ja	<<codeList>> disused functional projected underConstruction							FK	0:1	WZ: "void" ("Unpopulated")		
	delineationKnown	Boolean	1	ja								FK	0:1	WZ: "void" ("Unpopulated")		
	length	Length	1	ja				LENGTH	Double			GK-Ä, S-DTA	Aq -> Az, 1:1	DT: Double -> Length		
	level	VerticalPositionValue	1	ja	«enumeration» onGroundSurface suspendedOrElevated underground			LEVEL	Integer	s.o.	s.o.	FK	0:1	WZ-B: if LEVEL in (7, 59) then "underground"; if LEVEL in (2, 3, 4, 21, 22, 23, 24, 25, 70, 71, 72, 73, 74) then "onGroundSurface"		
	streamOrder	HydroOrderCode	0..1	ja	komplexer Datentyp											
	order	CharacterString	1	nein				ORDSTRAHLER	Integer	Ordnungszahl nach Strahler (neu ab Dezember 2004). Vorgehensweise bei der Bestimmung dieser Zahl: Jeder Quellbach erhält die Ordnungszahl 1. Kommen zwei Quellbäche zusammen (jeweils OZ 1), erhält der daraus entstehende Bach die Ordnungszahl 2. Mündet in diesen Bach (OZ 2) ein Quellbach (OZ 1), dann behält der Bach die Ordnungszahl 2. Mündet in diesen Bach ein Bach mit der Ordnungszahl 2, dann entsteht ein Bach mit der Ordnungszahl 3, usw.		GK-Ä, S-DTA	Aq -> Az, 1:1	DT: Integer -> CharacterString		
	orderScheme	CharacterString	1	nein								FK	0:1	WZ: "Strahler"		
	scope	CharacterString	1	nein								FK	0:1	WZ: "National"		

INSPIRE Datenspezifikation Gewässernetz <sup>1</sup> (Physical Waters)							VoGIS <sup>2</sup>								
Objektklassen-name	Attributname / Assoziationsrolle / Constraint	Attributtyp	M	Voidable	Wertebereich	Attribut geerbt von Objektklasse	Objektklassenname	Attributname	Attributtyp	Objektklassen-/Attributdefinition	Wertebereich	Heterogenität	Korrespondenz	Funktion	Kommentar
	width	WidthRange	1	ja	komplexer Datentyp			LEVEL	Integer	s.o.	s.o.	FK	0:1	WU-B: if LEVEL in (3, 23, 73) then lower 1 and upper 5 if LEVEL in (2, 22, 72) then lower 5 and upper 20 if LEVEL in (21, 71) then lower 20 and upper "void" ("Unpopulated") else "void" ("Unknown")	Problem: lower und upper width sind Pflicht, aber Klasse "> 20 m" vorhanden
	lower	Length	1	nein											
	upper	Length	1	nein											
	geometryIsCurveOrSurface														Nach Geometrieumwandlung (s.o.) erfüllt
	onlyManmadeHasConditionAttr														
	drainsBasin		1..*	yes		PhysicalWaters::SurfaceWater						FK	0:1		
	neighbour		0..*	yes		PhysicalWaters::SurfaceWater						FK	0:1		

**Legende:**

<span style="background-color: #e0ffff; border: 1px solid black; display: inline-block; width: 15px; height: 10px;"></span>	ISO Datentypen
<span style="background-color: #ffffe0; border: 1px solid black; display: inline-block; width: 15px; height: 10px;"></span>	INSPIRE Datentypen
<span style="background-color: #d3d3d3; border: 1px solid black; display: inline-block; width: 15px; height: 10px;"></span>	Keine Abbildung möglich
<span style="background-color: #add8e6; border: 1px solid black; display: inline-block; width: 15px; height: 10px;"></span>	Indirekte Abbildung möglich
<span style="color: blue;">blaue Schrift</span>	Assoziationen
<span style="color: green;">grüne Schrift</span>	Constraints

**Abkürzungen**

M = Multiplizität  
s.o. = siehe oben

**Quellen:**

<sup>1</sup> basierend auf INSPIRE Consolidated UML Model [INSPIRE DT DS TWG 2010b] und INSPIRE Data Specification Hydrography Version 3.0.1 [INSPIRE TWG HY 2010] vom 24.04.2010

<sup>2</sup> kein formalisiertes konzeptuelles Modell vorhanden; Information wurde aus Datensatz (flu\_50t) und Begleitdokumentation (Kurzbeschreibung des Projektes "Fließgewässernetz Vorarlberg") [LVA 2008] extrahiert

(c) Astrid Fichtinger

INSPIRE Datenspezifikation Gewässernetz <sup>1</sup> (Physical Waters)								VECTOR25 <sup>2</sup>									
Objektklassen-name	Attributname / Assoziationsrolle / Constraint	Attributtyp	Objektklassen-/ Attributdefinition	M	Void-able	Wertebereich	Attribut geerbt von Objektklasse	Objekt-klassenname	Attributname	Attributtyp	M	Objektklassen-/ Attributdefinition	Wertebereich	Hetero-genität	Korres-pondenz	Funktion	Kommentar
<b>Hydro - base:: HydroObject</b>			An identity base for hydrographic (including man-made) objects in the real world.														
<b>PhysicalWaters:: SurfaceWater</b>			Any known inland waterway body.					<b>GWN</b>									
<b>PhysicalWaters:: Watercourse</b>			A natural or man-made flowing watercourse or stream											UK-U	Oq -> Oz, 1:n	FL: if ObjecVal in ("Bach", "Bachachs", "Bach_U", "Bisse", "Fluss", "Fluss_U", "Kanal", "Seeachse")	
	geographicalName	GeographicalName	Proper noun applied to a real world entity.	0..*	ja	komplexer Datentyp	base:: HydroObject										
	spelling	SpellingOfName	A proper way of writing the GeographicalName.	1..*	nein	komplexer Datentyp											
	text	CharacterString	The way the name is written.	1	nein				Name	String	0..1	GEWISS-Attribut: Name des Gewässers aus LK25, identisch mit demjenigen aus dem hydrologischen Atlas, nur ein Name pro Gewässerlauf		GK-Ä, S-DTA	Aq -> Az, 1:1	DT: String -> CharacterString	
	script	CharacterString	The script in which the spelling of the name is rendered (the set of graphic symbols employed in writing or printing a particular language, differing from another set not only by typeface or font). Four letters codes defined in ISO 15924 shall be used.	0..1	ja									FK	0:1	WZ: "Latn"	
	transliteration Scheme	CharacterString	The method used for the conversion of the spelling from one script to another.	0..1	ja									FK	0:1		
	language	CharacterString	Language of the name, given as a three letters code, in accordance with either ISO 639-3 or ISO 639-5.	1	ja									FK	0:1	WZ: "ger"	
	nativeness	NativenessValue	Information enabling to acknowledge if the name is the one that is/was used in the area where the spatial object is situated at the instant when the name is/was in use.	1	ja	«codeList» endonym exonym								FK	0:1	WZ: "endonym"	
	nameStatus	NameStatusValue	Qualitative information enabling to discern which credit should be given to the name with respect to its standardisation and/or its topicality.	1	ja	<<codeList>> official standardised historical other								FK	0:1	WZ: "official"	
	sourceOfName	CharacterString	Original data source from which the geographical name is taken from and integrated in the data set providing/publishing it. For some named spatial objects it might refer again to the publishing data set if no other information is available.	1	ja									FK	0:1	WZ: "LK25"	
	pronunciation	PronunciationOf Name	Proper, correct or standard (standard within the linguistic community concerned) pronunciation of the geographical name.	1	ja	komplexer Datentyp											
	pronunciation SoundLink	anyURI	Proper, correct or standard (standard within the linguistic community concerned) pronunciation of a name, expressed by a link to any sound file.	0..1	ja									FK	0:1	WZ: "void" ("Unpopulated")	
	pronunciationIPA	CharacterString	Proper, correct or standard (standard within the linguistic community concerned) pronunciation of a name, expressed in International Phonetic Alphabet (IPA).	0..1	ja									FK	0:1	WZ: "void" ("Unpopulated")	
	pronunciation SoundLink or pronunciationIPA not empty		Constraint: At least one of the two attributes pronunciationSoundLink and pronunciationIPA shall not be void. OCL: inv: self.pronunciationIPA -> notEmpty() or self.pronunciationSoundLink -> notEmpty()														Constraint kann nicht erfüllt werden
	grammaticalGender	GrammaticalGenderValue	Class of nouns reflected in the behaviour of associated words.	0..1	ja	«codeList» masculine feminine neuter common								FK	0:1	WZ: "void" ("Unpopulated")	

INSPIRE Datenspezifikation Gewässernetz <sup>1</sup> (Physical Waters)								VECTOR25 <sup>2</sup>									
Objektklassen-name	Attributname / Assoziationsrolle / Constraint	Attributtyp	Objektklassen-/ Attributdefinition	M	Void-able	Wertebereich	Attribut geerbt von Objektklasse	Objekt-klassenname	Attributname	Attributtyp	M	Objektklassen-/ Attributdefinition	Wertebereich	Heterogenität	Korrespondenz	Funktion	Kommentar
	grammatical Number	GrammaticalNumber Value	Grammatical category of nouns that expresses count distinctions.	0..1	ja	«codeList» singular plural dual								FK	0:1	WZ: "void" ("Unpopulated")	
	hydroid	HyroidIdentifier	An identifier that is used to identify a hydrographic object in the real world. It provides a 'key' for implicitly associating different representations of the object.	0..1	ja	komplexer Datentyp	base:: HydroObject										
	classification Scheme	CharacterString	A description of the identification scheme (National, European, etc.) being used.	0..1	nein									FK	0:1	WZ: "National"	
	localId	CharacterString	A local identifier, assigned by some authority.	1	nein				GEWISSNR	Integer	0..1	Gewässercode gemäß Gewässerinformationssystem Schweiz (GEWISS)	0..999999	GK-Ä, S-DTA	Aq -> Az, 1:1	DT: Integer -> CharacterString	
	namespace	CharacterString	An indicator of the scope for the local identifier. In the case of a national hydrographic identifier it should be a two-letter country code as per ISO 3166-1-Alpha-2.	1	nein									FK	0:1	WZ: "CH"	
	geometry	GM_Primitive	The geometry of the surface water: either a curve or surface for a watercourse	1	nein		PhysicalWaters:: SurfaceWater		the_geom / shape	MultiLineString	1			GK-K, S-DTA	Aq -> Az, 1:1	DT: MultiLineString -> Curve	Geometrie in GML-Schema, SHP-Dateien: polyline
	inspireId	Identifier	External object identifier of the spatial object.	1	nein	komplexer Datentyp	PhysicalWaters:: SurfaceWater										
	localId	CharacterString	A local identifier, assigned by the data provider. The local identifier is unique within the namespace, that is no other spatial object carries the same unique identifier.	1	nein				ObjectID	Integer (4)	1	Eindeutiger und zeitlich stabiler Identifikationsschlüssel zum Geometrieelement		GK-Ä, S-DTA	Aq -> Az, 1:1	DT: Integer -> CharacterString	
	namespace	CharacterString	Namespace uniquely identifying the data source of the spatial object.	1	nein									FK	0:1	WZ: "CHSWISSTOPO"	vorläufig, ersetzen durch endgültigen namespace aus INSPIRE External Object Identifier Namespaces Register
	versionId	CharacterString	The identifier of the particular version of the spatial object, with a maximum length of 25 characters. If the specification of a spatial object type with an external object identifier includes life-cycle information, the version identifier is used to distinguish between the different versions of a spatial object. Within the set of all versions of a spatial object, the version identifier is unique.	0..1	ja									FK	0:1	WZ: "void" ("Unpopulated")	
	levelOfDetail	MD_Resolution	Resolution, expressed as the inverse of an indicative scale or a ground distance.	0..1	nein		PhysicalWaters:: SurfaceWater							FK	Aq -> Az, 1:1	WZ: 25000	basiert auf LK25
	beginLifespanVersion	DateTime	Date and time at which this version of the spatial object was inserted or changed in the spatial data set	1	ja		PhysicalWaters:: SurfaceWater		YearOfChange	Integer	1	Nachführungsjahr bezogen auf die Nachführungsgrundlage des ObjectOrigin (z.B. Jahr des Bildfluges)	1900..9999	UK-S, S-DTA	Aq -> Az, 1:1	DT: Integer -> DateTime	Bei Umwandlung zu DateTime wird nicht vorhandene Genauigkeit vorgetäuscht
	endLifespanVersion	DateTime	Date and time at which this version of the spatial object was superseded or retired in the spatial data set	0..1	ja		PhysicalWaters:: SurfaceWater							FK	0:1	WZ: "void" ("Unpopulated")	
	localType	LocalisedCharacterString	Provides 'local' name for the surface water.	0..1	nein		PhysicalWaters:: SurfaceWater		ObjectVal	String (20)	1	Objektart	Bach Bachachs Bach_U Bisse Fluss Fluss_U Kanal Seeachse	UK-S, S-DTA	Aq -> Az, 1:1	WZ-B: s. Wertebereich	
	origin	OriginValue	Origin of the surface water.	1	ja	«enumeration» natural manMade	PhysicalWaters:: SurfaceWater		ObjectVal	Integer	1	s.o.	s.o.	FK	0:1	WZ-B: if ObjectVal in ("Bach", "Fluss") then "natural"; if ObjectVal in ("Kanal", "Bisse", "Bachachs", "Seeachse") then "manMade"; else "void" ("Unknown")	

INSPIRE Datenspezifikation Gewässernetz <sup>1</sup> (Physical Waters)								VECTOR25 <sup>2</sup>									
Objektklassen-name	Attributname / Assoziationsrolle / Constraint	Attributtyp	Objektklassen-/ Attributdefinition	M	Void-able	Wertebereich	Attribut geerbt von Objektklasse	Objekt-klassenname	Attributname	Attributtyp	M	Objektklassen-/ Attributdefinition	Wertebereich	Heterogenität	Korrespondenz	Funktion	Kommentar
	persistence	HydrologicalPersistenceValue	The degree of persistence of water.	1	ja	«codeList» dry ephemeral intermittent perennial	PhysicalWaters::SurfaceWater							FK	0:1	WZ: "void" ("Unpopulated")	
	tidal	Boolean	Identifies whether the Watercourse is affected by tidal water.	1	ja		PhysicalWaters::SurfaceWater							FK	0:1	WZ: 0 (FALSE)	Annahme: kein Tidenhub
	condition	ConditionOfFacilityValue	The state of planning, construction, repair, and/or maintenance of a watercourse.	0..1	ja	<<codeList>> disused functional projected underConstruction								FK	0:1	WZ: "void" ("Unpopulated")	
	delineationKnown	Boolean	An indication that the delineation (for example: limits and information) of a feature is known.	1	ja				ObjectVal	Text (20)	1	s.o.	s.o.	FK	0:1	WZ-B: if ObjectVal in ("Bach_U", "Fluss_U", "Bachachs", "Seeachse") then 0 (false); else 1 (true)	
	length	Length	Length of the watercourse.	1	ja				length	Double	1			GK-A, S-DTA	Aq -> Az, 1:1	DT: Double -> Length	
	level	VerticalPositionValue	Vertical location of watercourse relative to ground.	1	ja	«enumeration» onGroundSurface suspendedOrElevated underground			ObjectVal	Text (20)	1	s.o.	s.o.	FK	0:1	WZ-B: if ObjectVal in ("Bach_U", "Fluss_U") then "underground"; if ObjectVal in ("Bach", "Fluss") then "onGroundSurface"; else "void" ("Unknown")	
	streamOrder	HydroOrderCode	Number (or code) expressing the degree of branching in a stream system.	0..1	ja	komplexer Datentyp											
	order	CharacterString	Number (or code) expressing the degree of branching or dividing in a stream or drainage basin system.	1	nein									FK	0:1	WZ: "void" ("Unpopulated")	evtl. ableitbar aus Attribut GEWISSNR
	orderScheme	CharacterString	A description of the concept for ordering. EXAMPLE Strahler, Horton, Pfaffstetter etc.	1	nein									FK	0:1	WZ: "void" ("Unpopulated")	
	scope	CharacterString	An indicator of the scope or origin for an order code (including whether it is national, supranational or European).	1	nein									FK	0:1	WZ: "void" ("Unpopulated")	
	width	WidthRange	Width of watercourse (as a range) along its length.	1	ja	komplexer Datentyp											
	lower	Length	Lower width	1	nein									FK	0:1	WZ: "void" ("Unpopulated")	
	upper	Length	Upper width	1	nein									FK	0:1	WZ: "void" ("Unpopulated")	
	geometryIsCurveOrSurface		Constraint: Watercourse geometry may be a curve or surface, OCL: inv: self.geometry.oclsTypeOf (GM_Curve) or self.geometry.oclsTypeOf(GM_Surface)														Nach Geometrieumwandlung (s.o.) erfüllt
	onlyManmadeHasConditionAttr		Constraint: A condition attribute may be specified only for a man-made watercourse, OCL: inv: (self->count(condition)=1) implies (self.origin=OriginType::manMade)														
	drainsBasin		The basin(s) drained by a surface water.	1..*	ja		PhysicalWaters::SurfaceWater							FK	0:1		
	neighbour		An association to another instance of the same real-world surface water in another data set.	0..*	ja		PhysicalWaters::SurfaceWater							FK	0:1		

**Legende:**

	ISO Datentypen
	INSPIRE Datentypen
	Keine Abbildung möglich
	Indirekte Abbildung möglich
	Assoziationen
	Constraints

**Abkürzungen**

M = Multiplizität  
s.o. = siehe oben

**Quellen:**

<sup>1</sup> basierend auf INSPIRE Consolidated UML Model [INSPIRE DT DS TWG 2010b] und INSPIRE Data Specification Hydrography Version 3.0.1 [INSPIRE TWG HY 2010] vom 24.04.2010  
<sup>2</sup> basierend auf VECTOR25 Objektartenkatalog [swisstopo 2007]

(c) Astrid Fichtinger 2011



## H Abbildungsregeln

### Transformationsfall I

#### ATKIS Basis-DLM (AAA) → INSPIRE Gewässernetz (UMLT HUTN)

```

INTERLIS 2.3;
MAPPING MODEL AAAtOINSPIRE (en) AT "http://www.gis.ethz.ch" VERSION "2008-12-10" !! Autor: Fichtinger

IMPORTS UNQUALIFIED UMLT;
IMPORTS AAA_GEW, INSPIRE_HY;

TOPIC AAA_GEWtoINSPIRE_HY =

ACTIVITY AAA_GEWTrafoActivity =

TRANSFORMATION AAA_GEWTrafo =

  IN Wasserlauf: AAA_GEW.AX_Wasserlauf;
  IN Kanal: AAA_GEW.AX_Kanal;
  IN Fliessgewaesser: AAA_GEW.AX_Fliessgewaesser;
  IN Gewaesserachse: AAA_GEW.AX_Gewaesserachse;
  IN StehendesGewaesser: AAA_GEW.AX_StehendesGewaesser;
  IN Gewaessermerkmal: AAA_GEW.AX_Gewaessermerkmal
    WHERE AAA_GEW.AX_Gewaessermerkmal.art == "1620"
    OR AAA_GEW.AX_Gewaessermerkmal.art == "1630";
  IN BauwerkImGewaesserbereich: AAA_GEW.AX_BauwerkImGewaesserbereich
    WHERE AAA_GEW.AX_BauwerkImGewaesserbereich.bauwerksfunktion == "2010"
    OR AAA_GEW.AX_BauwerkImGewaesserbereich.bauwerksfunktion == "2011"
    OR AAA_GEW.AX_BauwerkImGewaesserbereich.bauwerksfunktion == "2012"
    OR AAA_GEW.AX_BauwerkImGewaesserbereich.bauwerksfunktion == "2030"
    OR AAA_GEW.AX_BauwerkImGewaesserbereich.bauwerksfunktion == "2040"
    OR AAA_GEW.AX_BauwerkImGewaesserbereich.bauwerksfunktion == "2050"
    OR AAA_GEW.AX_BauwerkImGewaesserbereich.bauwerksfunktion == "2060"
    OR AAA_GEW.AX_BauwerkImGewaesserbereich.bauwerksfunktion == "2070"
    OR AAA_GEW.AX_BauwerkImGewaesserbereich.bauwerksfunktion == "2080"
    OR AAA_GEW.AX_BauwerkImGewaesserbereich.bauwerksfunktion == "2130"
    OR AAA_GEW.AX_BauwerkImGewaesserbereich.bauwerksfunktion == "2131"
    OR AAA_GEW.AX_BauwerkImGewaesserbereich.bauwerksfunktion == "2132"
    OR AAA_GEW.AX_BauwerkImGewaesserbereich.bauwerksfunktion == "2133"
    OR AAA_GEW.AX_BauwerkImGewaesserbereich.bauwerksfunktion == "2134"
    OR AAA_GEW.AX_BauwerkImGewaesserbereich.bauwerksfunktion == "2135"
    OR AAA_GEW.AX_BauwerkImGewaesserbereich.bauwerksfunktion == "2136";
  IN BauwerkImVerkehrsbereich: AAA_GEW.AX_BauwerkImVerkehrsbereich
    WHERE AAA_GEW.AX_BauwerkImVerkehrsbereich.bauwerksfunktion == "1800"
    OR AAA_GEW.AX_BauwerkImVerkehrsbereich.bauwerksfunktion == "1801"
    OR AAA_GEW.AX_BauwerkImVerkehrsbereich.bauwerksfunktion == "1802"
    OR AAA_GEW.AX_BauwerkImVerkehrsbereich.bauwerksfunktion == "1803"
    OR AAA_GEW.AX_BauwerkImVerkehrsbereich.bauwerksfunktion == "1804"
    OR AAA_GEW.AX_BauwerkImVerkehrsbereich.bauwerksfunktion == "1805"
    OR AAA_GEW.AX_BauwerkImVerkehrsbereich.bauwerksfunktion == "1806"
    OR AAA_GEW.AX_BauwerkImVerkehrsbereich.bauwerksfunktion == "1807"
    OR AAA_GEW.AX_BauwerkImVerkehrsbereich.bauwerksfunktion == "1808"
    OR AAA_GEW.AX_BauwerkImVerkehrsbereich.bauwerksfunktion == "1820";
  IN StrassenverkehrsA: AAA_GEW.AX_Strassenverkehrsanlage
    WHERE AAA_GEW.AX_Strassenverkehrsanlage.art == "2000";
  IN Schleuse: AAA_GEW.AX_Schleuse;
  IN HistorBauwerk: AAA_GEW.AX_HistorischesBauwerkOderHistorischeEinrichtung
    WHERE AAA_GEW.AX_HistorischesBauwerkOderHistorischeEinrichtung.archaeologischerTyp == "1110";
  IN assoc: AAA_GEW.AA_Objekt_AA_ZUSO;
    !! Aggregation zwischen AA_Objekt und AA_ZUSO. AX Wasserlauf und AX Kanal, die aus einen oder mehreren
    AX_Fliessgewaesser (Wasserläufe mit Breite >12m als Flaechenobjekte) und / oder REO AX_Gewaesserachse
    (Wasserläufe mit Breite < 12m als Linienobjekte) bestehen, erben diese Aggregation

  OUT Watercourse: INSPIRE_HY.PhysicalWaters.Watercourse;
  OUT StandingWater: INSPIRE_HY.PhysicalWaters.StandingWater;
  OUT Rapids: INSPIRE_HY.HydroPointOfInterest.Rapids;
  OUT Falls: INSPIRE_HY.HydroPointOfInterest.Falls;
  OUT ShorelineC: INSPIRE_HY.ManMadeObject.ShorelineConstruction;
  OUT Crossing: INSPIRE_HY.ManMadeObject.Crossing;
  OUT DamOrWeir: INSPIRE_HY.ManMadeObject.DamOrWeir;
  OUT Ford: INSPIRE_HY.ManMadeObject.Ford;
  OUT Lock: INSPIRE_HY.ManMadeObject.Lock;
  OUT Sluice: INSPIRE_HY.ManMadeObject.Sluice;

TRAFO_ACTION WatercTrafo_W1 =
  IN assoc1;
  IN Wasserl1;
  IN Fliessg1 WHERE Fliessg1.funktion != 8300; !! Alle AX_Fliessgewaesser ausser Kanale
  OUT Waterc1;

MAP persistenceMap =
  "2000" -> "intermittent";
  NULL -> "perrenial"
END persistenceMap;

```

```

MAP levelOfDetailMap =
  "Basis-DLM -> 25000;
END levelOfDetailMap;

MAPPING
  Waterc1->geographicalName->spelling->text := Fliessg1->istTeilVon->Wasserl1->name;
  Waterc1->geographicalName->spelling->script := "Latn";
  Waterc1->geographicalName->spelling->language := "ger";
  Waterc1->geographicalName->nativeness := "endonym";
  Waterc1->geographicalName->nameStatus := "Unpopulated";
  Waterc1->geographicalName->sourceOfName := "Unpopulated";
  Waterc1->geographicalName->pronunciation->pronunciationIPA := "Unpopulated";
  Waterc1->geographicalName->pronunciation->pronunciationSoundLink := "Unpopulated"; !! OFFEN dadurch
    Verletzung des Constraints "pronunciationSoundLink or pronunciationIPA not empty"
  Waterc1->geographicalName->grammaticalGender := "Unpopulated";
  Waterc1->geographicalName->grammaticalNumber := "Unpopulated";
  Waterc1->hydroId->classificationScheme := "National";
  Waterc1->hydroId->localId := Fliessg1->istTeilVon->Wasserl1->gewaesser kennzahl;
  Waterc1->hydroId->namespace := "DE";
  Waterc1->geometry := Fliessg1->position; !! GM_Surface
  Waterc1->inspireId->localId := Fliessg1->identifikator;
  Waterc1->inspireId->namespace := "DEAAA"; !! vorlaeufig, ersetzen durch endgueltigen namespace aus INSPIRE
    External Object Identifier Namespaces Register
  Waterc1->inspireId->versionId := Fliessg1->lebenszeitintervall->beginnt; !! OFFEN Datentypumwandlung
    DateTime -> CharacterString
  Waterc1->levelOfDetail := ValueMapper.map(Fliessg1->modellart, levelOfDetailMap);
  Waterc1->beginLifespanVersion := Fliessg1->lebenszeitintervall->beginnt;
  Waterc1->endLifespanVersion := Fliessg1->lebenszeitintervall->endet; !! Attribut wird in Datensatz nicht
    gefuehrt
  Waterc1->localType := "Unpopulated";
  Waterc1->origin := "Unpopulated";
  Waterc1->persistence := ValueMapper.map(Fliessg1->hydrologischesMerkmal, persistenceMap); !! Attribut wird
    in Datensatz nicht gefuehrt
  Waterc1->tidal := 0; !! Annahme fuer Bayern: kein Tidenhub
  Waterc1->condition := "Unpopulated"; !! Constraint: Attribut zustand wird nur gefuehrt, wenn funktion =
    8300 (Kanal)
  Waterc1->delineationKnown := "Unpopulated";
  Waterc1->length := "Unpopulated" !! evtl. ableitbar aus Geometrie
  Waterc1->level := "Unpopulated";
  Waterc1->streamOrder->order := "Unpopulated";
  Waterc1->streamOrder->orderScheme := "Unpopulated";
  Waterc1->streamOrder->scope := "Unpopulated";
  Waterc1->width->lower := "Unpopulated";
  Waterc1->width->upper := "Unpopulated";

END WatercTrafo_W1;

TRAFO_ACTION WatercTrafo_K1 =
  IN assoc2;
  IN Kanal1;
  IN Fliessg2 WHERE Fliessg1.funktion == 8300; !! Alle AX_Fliesssgewaesser, die Kanaele sind
  OUT Waterc2;

MAP originMap =
  "8300" -> "manMade";
END originMap;

MAP persistenceMap =
  "2000" -> "intermittent";
  NULL -> "perrenial"
END persistenceMap;

MAP levelOfDetailMap =
  "Basis-DLM -> 25000;
END levelOfDetailMap;

MAP localTypeMap =
  "8300" -> "Kanal";
END localTypeMap;

MAP conditionMap =
  "2100" -> "disused";
  "4000" -> "underConstruction";
  NULL -> "functional";
END conditionMap;

MAPPING
  Waterc2->geographicalName->spelling->text := Fliessg2->istTeilVon->Kanal1->name;
  Waterc2->geographicalName->spelling->script := "Latn";
  Waterc2->geographicalName->spelling->language := "ger";
  Waterc2->geographicalName->nativeness := "endonym";
  Waterc2->geographicalName->nameStatus := "Unpopulated";
  Waterc2->geographicalName->sourceOfName := "Unpopulated";
  Waterc2->geographicalName->pronunciation->pronunciationIPA := "Unpopulated";
  Waterc2->geographicalName->pronunciation->pronunciationSoundLink := "Unpopulated"; !! OFFEN dadurch
    Verletzung des Constraints "pronunciationSoundLink or pronunciationIPA not empty"
  Waterc2->geographicalName->grammaticalGender := "Unpopulated";
  Waterc2->geographicalName->grammaticalNumber := "Unpopulated";
  Waterc2->hydroId->classificationScheme := "National";
  Waterc2->hydroId->localId := Fliessg2->istTeilVon->Kanal1->gewaesser kennzahl;

```

```

Waterc2->hydroId->namespace := "DE";
Waterc2->geometry := Fliessg2->position; !! GM_Surface
Waterc2->inspireId->localId := Fliessg2->identifikator;
Waterc2->inspireId->namespace := "DEAAA"; !! vorlaeufig, ersetzen durch endgueltigen namespace aus INSPIRE
    External Object Identifier Namespaces Register
Waterc2->inspireId->versionId := Fliessg2->lebenszeitintervall->beginnt; !! OFFEN Datentypumwandlung
    DateTime -> CharacterString
Waterc2->levelOfDetail := ValueMapper.map(Fliessg2->modellart, levelOfDetailMap);
Waterc2->beginLifespanVersion := Fliessg2->lebenszeitintervall->beginnt;
Waterc2->endLifespanVersion := Fliessg2->lebenszeitintervall->endet;
Waterc2->localType := ValueMapper.map(Fliessg2->funktion, localTypeMap);
Waterc2->origin := ValueMapper.map(Fliessg2->funktion, originMap);
Waterc2->persistence := ValueMapper.map(Fliessg2->hydrologischesMerkmal, persistenceMap); !! Attribut wird
    in Datensatz nicht gefuehrt
Waterc2->tidal := 0; !! Annahme fuer Bayern: kein Tidenhub
Waterc2->condition := ValueMapper.map(Fliessg2->zustand, conditionMap);
Waterc2->delineationKnown := "Unpopulated";
Waterc2->length := "Unpopulated" !! evtl. ableitbar aus Geometrie
Waterc2->level := "Unpopulated";
Waterc2->streamOrder->order := "Unpopulated";
Waterc2->streamOrder->orderScheme := "Unpopulated";
Waterc2->streamOrder->scope := "Unpopulated";
Waterc2->width->lower := "Unpopulated";
Waterc2->width->upper := "Unpopulated";

END WatercTrafo_K1;

TRAFO_ACTION WatercTrafo_W2 =
IN assoc3;
IN Wasserl2;

IN Gewachs1 WHERE Gewachs1.funktion != 8300; !! Alle AX_Gewaesserachse außer Kanäle
OUT Waterc3;

MAP persistenceMap =
    "2000" -> "intermittent";
    NULL -> "perrenial"
END persistenceMap;

MAP levelOfDetailMap =
    "Basis-DLM -> 25000;
END levelOfDetailMap;

MAPPING
Waterc3->geographicalName->spelling->text := Gewachs1->istTeilVon->Wasserl2->name;
Waterc3->geographicalName->spelling->script := "Latn";
Waterc3->geographicalName->spelling->language := "ger";
Waterc3->geographicalName->nativeness := "endonym";
Waterc3->geographicalName->nameStatus := "Unpopulated";
Waterc3->geographicalName->sourceOfName := "Unpopulated";
Waterc3->geographicalName->pronunciation->pronunciationIPA := "Unpopulated";
Waterc3->geographicalName->pronunciation->pronunciationSoundLink := "Unpopulated"; !! OFFEN dadurch
    Verletzung des Constraints "pronunciationSoundLink or pronunciationIPA not empty"
Waterc3->geographicalName->grammaticalGender := "Unpopulated";
Waterc3->geographicalName->grammaticalNumber := "Unpopulated";
Waterc3->hydroId->classificationScheme := "National";
Waterc3->hydroId->localId := Gewachs1->istTeilVon->Wasserl2->gewaesserkennzahl;
Waterc3->hydroId->namespace := "DE";
Waterc3->geometry := Gewachs1->position; !! OFFEN GM_CompositeCurve -> GM_Curve
Waterc3->inspireId.localId := Gewachs1->identifikator;
Waterc3->inspireId.namespace := "DEAAA"; !! vorlaeufig, ersetzen durch endgueltigen namespace aus INSPIRE
    External Object Identifier Namespaces Register
Waterc3->inspireId.versionId := Gewachs1->lebenszeitintervall->beginnt; !! Datentypumwandlung DateTime ->
    CharacterString
Waterc3->levelOfDetail := ValueMapper.map(Gewachs1->modellart, levelOfDetailMap);
Waterc3->beginLifespanVersion := Gewachs1->lebenszeitintervall->beginnt;
Waterc3->endLifespanVersion := Gewachs1->lebenszeitintervall->endet;
Waterc3->localType := "Unpopulated";
Waterc3->origin := "Unpopulated";
Waterc3->persistence := ValueMapper.map(Gewachs1->hydrologischesMerkmal, persistenceMap);
Waterc3->tidal := 0; !! Annahme fuer Bayern: kein Tidenhub
Waterc3->condition := "Unpopulated"; !! Constraint: Attribut wird nur gefuehrt, wenn funktion =
    8300 (Kanal)
Waterc3->delineationKnown := "Unpopulated";
Waterc3->length := "Unpopulated" !! evtl. ableitbar aus Geometrie
Waterc3->level := "Unpopulated";
Waterc3->streamOrder->order := "Unpopulated";
Waterc3->streamOrder->orderScheme := "Unpopulated";
Waterc3->streamOrder->scope := "Unpopulated";
Waterc3->width->lower := "Unpopulated";
Waterc3->width->upper := "Unpopulated";

END WatercTrafo_W2;

TRAFO_ACTION WatercTrafo_K2 =
IN assoc4;
IN Kanal2;
IN Gewachs2 WHERE Gewachs2.funktion == 8300; !! Alle AX_Gewaesserachse, die Kanäle sind
OUT Waterc4;

```

```

MAP originMap =
  "8300" -> "manMade";
END originMap;

MAP persistenceMap =
  "2000" -> "intermittent";
  NULL -> "perrenial"
END persistenceMap;

MAP levelOfDetailMap =
  "Basis-DLM -> 25000;
END levelOfDetailMap;

MAP localTypeMap =
  "8300" -> "Kanal";
END localTypeMap;

MAP conditionMap =
  "2100" -> "disused";
  "4000" -> "underConstruction";
  NULL -> "functional";
END conditionMap;

MAPPING
Waterc4->geographicalName->spelling->text := Gewachs2->istTeilVon->Kanal2->name;
Waterc4->geographicalName->spelling->script := "Latn";
Waterc4->geographicalName->spelling->language := "ger";
Waterc4->geographicalName->nativeness := "endonym";
Waterc4->geographicalName->nameStatus := "Unpopulated";
Waterc4->geographicalName->sourceOfName := "Unpopulated";
Waterc4->geographicalName->pronunciation->pronunciationIPA := "Unpopulated";
Waterc4->geographicalName->pronunciation->pronunciationSoundLink := "Unpopulated"; !! OFFEN dadurch
  Verletzung des Constraints "pronunciationSoundLink or pronunciationIPA not empty"
Waterc4->geographicalName->grammaticalGender := "Unpopulated";
Waterc4->geographicalName->grammaticalNumber := "Unpopulated";
Waterc4->hydroId->classificationScheme := "National";
Waterc4->hydroId->localId := Gewachs2->istTeilVon->Kanal2->gewaesser kennzahl;
Waterc4->hydroId->namespace := "DE";
Waterc4->geometry := Gewachs2->position; !! OFFEN GM_CompositeCurve -> GM_Curve
Waterc4->inspireId.localId := Gewachs2->identifikator;
Waterc4->inspireId.namespace := "DEAAA"; !! vorlaeufig, ersetzen durch endgueltigen namespace aus INSPIRE
  External Object Identifier Namespaces Register
Waterc4->inspireId.versionId := Gewachs2->lebenszeitintervall->beginnt; !! OFFEN Datentypumwandlung
  DateTime -> CharacterString
Waterc4->levelOfDetail := ValueMapper.map(Gewachs2->modellart, levelOfDetailMap);
Waterc4->beginLifespanVersion := Gewachs2->lebenszeitintervall->beginnt;
Waterc4->endLifespanVersion := Gewachs2->lebenszeitintervall->endet;
Waterc4->localType := ValueMapper.map(Gewachs2->funktion, localTypeMap);
Waterc4->origin := ValueMapper.map(Gewachs2->funktion, originMap);
Waterc4->persistence := ValueMapper.map(Gewachs2->hydrologischesMerkmal, persistenceMap);
Waterc4->tidal := 0; !! Annahme fuer Bayern: kein Tidenhub
Waterc4->condition := ValueMapper.map(Gewachs2->zustand, conditionMap);
Waterc4->delineationKnown := "Unpopulated";
Waterc4->length := "Unpopulated" !! evtl. ableitbar aus Geometrie
Waterc4->level := "Unpopulated";
Waterc4->streamOrder->order := "Unpopulated";
Waterc4->streamOrder->orderScheme := "Unpopulated";
Waterc4->streamOrder->scope := "Unpopulated";
Waterc4->width->lower := "Unpopulated";
Waterc4->width->upper := "Unpopulated";

END WatercTrafo_K2;

TRAFO_ACTION StandWTrafo =
  IN StehGew;
  OUT StandW;

MAP levelOfDetailMap =
  "Basis-DLM -> 25000;
END levelOfDetailMap;

MAP localTypeMap =
  "8640" -> "Baggersee";
  NULL -> "Unpopulated";
END localTypeMap;

MAP originMap =
  "8640" -> "manMade";
  NULL -> "Unpopulated";
END localTypeMap;

MAP persistenceMap =
  "2000" -> "intermittent";
  NULL -> "perrenial";
END persistenceMap;

MAPPING
StandW->geographicalName->spelling->text := StehGew->name->unverschluesself;
StandW->geographicalName->spelling->script := "Latn";
StandW->geographicalName->spelling->language := "ger";

```

```

StandW->geographicalName->nativeness := "endonym";
StandW->geographicalName->nameStatus := "Unpopulated";
StandW->geographicalName->sourceOfName := "Unpopulated";
StandW->geographicalName->pronunciation->pronunciationIPA := "Unpopulated";
StandW->geographicalName->pronunciation->pronunciationSoundLink := "Unpopulated"; !! OFFEN dadurch
  Verletzung des Constraints "pronunciationSoundLink or pronunciationIPA not empty"
StandW->geographicalName->grammaticalGender := "Unpopulated";
StandW->geographicalName->grammaticalNumber := "Unpopulated";
StandW->hydroId->classificationScheme := "National";
StandW->hydroId->localId := StehGew->gewaesser kennziffer; !! Attribut wird in Datensatz nicht gefuehrt
StandW->hydroId->namespace := "DE";
StandW->geometry := StehGew->position; !! GM_Surface
StandW->inspireId->localId := StehGew->identifikator;
StandW->inspireId->namespace := "DEAAA"; !! vorlaeufig, ersetzen durch endgueltigen namespace aus INSPIRE
  External Object Identifier Namespaces Register
StandW->inspireId->versionId := StehGew->lebenszeitintervall->beginnt; !! OFFEN Datentypumwandlung
  DateTime -> CharacterString
StandW->levelOfDetail := ValueMapper.map(StehGew->modellart, levelOfDetailMap);
StandW->beginLifespanVersion := StehGew->lebenszeitintervall->beginnt;
StandW->endLifespanVersion := StehGew->lebenszeitintervall->endet;
StandW->localType := ValueMapper.map(StehGew->funktion, localTypeMap); !! Attribut wird in Datensatz nicht
  gefuehrt
StandW->origin := ValueMapper.map(StehGew->funktion, originMap); !! Attribut wird in Datensatz nicht
  gefuehrt
StandW->persistence := ValueMapper.map(StehGew->hydrologischesMerkmal, persistenceMap);
StandW->tidal := 0; !! Annahme fuer Bayern: kein oder nur sehr geringer (Bodensee) Tidenhub
StandW->elevation := "Unpopulated";
StandW->meanDepth := "Unpopulated";
StandW->surfaceArea := "Unpopulated"; !! OFFEN evtl. ableitbar aus Geometrie

END StandWTrafo;

TRAFO_ACTION RapidsTrafo =
  IN Gewmemal WHERE Gewmemal->art == "1630";
  OUT Rapids;

MAP levelOfDetailMap =
  "Basis-DLM -> 25000;
END levelOfDetailMap;

MAPPING
  Rapids->geographicalName->spelling->text := Gewmemal->name; !! Attribut in Datensatz ohne Werte
  Rapids->geographicalName->spelling->script := "Latn";
  Rapids->geographicalName->spelling->language := "ger";
  Rapids->geographicalName->nativeness := "endonym";
  Rapids->geographicalName->nameStatus := "Unpopulated";
  Rapids->geographicalName->sourceOfName := "Unpopulated";
  Rapids->geographicalName->pronunciation->pronunciationIPA := "Unpopulated";
  Rapids->geographicalName->pronunciation->pronunciationSoundLink := "Unpopulated"; !! OFFEN dadurch
    Verletzung des Constraints "pronunciationSoundLink or pronunciationIPA not empty"
  Rapids->geographicalName->grammaticalGender := "Unpopulated";
  Rapids->geographicalName->grammaticalNumber := "Unpopulated";
  Rapids->hydroId->classificationScheme := "Unpopulated";
  Rapids->hydroId->localId := "Unpopulated"; !! Constraint: bezeichnung wird nur bei bauwerksfunktion = 1610
    gefuehrt
  Rapids->hydroId->namespace := "Unpopulated";
  Rapids->inspireId->localId := Unpopulated->identifikator;
  Rapids->inspireId->namespace := "DEAAA"; !! vorlaeufig, ersetzen durch endgueltigen namespace aus INSPIRE
    External Object Identifier Namespaces Register
  Rapids->inspireId->versionId := Gewmemal->lebenszeitintervall->beginnt; !! OFFEN Datentypumwandlung
    DateTime -> CharacterString
  Rapids->levelOfDetail := ValueMapper.map(Gewmemal->modellart, levelOfDetailMap);
  Rapids->beginLifespanVersion := Gewmemal->lebenszeitintervall->beginnt;
  Rapids->endLifespanVersion := Gewmemal->lebenszeitintervall->endet;
  Rapids->geometry := Gewmemal->position; !! lt. Schema alle Subtypen von GM_Object moeglich, in Datensatz
    vorkommend: GM_Point

END RapidsTrafo;

TRAFO_ACTION FallsTrafo =
  IN Gewmema2 WHERE Gewmema2.art == "1620";
  OUT Falls;

MAP levelOfDetailMap =
  "Basis-DLM -> 25000;
END levelOfDetailMap;

MAPPING
  Falls->geographicalName->spelling->text := Gewmema2->name; !! Attribut in Datensatz ohne Werte
  Falls->geographicalName->spelling->script := "Latn";
  Falls->geographicalName->spelling->language := "ger";
  Falls->geographicalName->nativeness := "endonym";
  Falls->geographicalName->nameStatus := "Unpopulated";
  Falls->geographicalName->sourceOfName := "Unpopulated";
  Falls->geographicalName->pronunciation->pronunciationIPA := "Unpopulated";
  Falls->geographicalName->pronunciation->pronunciationSoundLink := "Unpopulated"; !! OFFEN dadurch
    Verletzung des Constraints "pronunciationSoundLink or pronunciationIPA not empty"
  Falls->geographicalName->grammaticalGender := "Unpopulated";
  Falls->geographicalName->grammaticalNumber := "Unpopulated";
  Falls->hydroId->classificationScheme := "Unpopulated";

```

```

Falls->hydroId->localId := "Unpopulated"; !! Constraint: bezeichnung wird nur bei bauwerksfunktion = 1610
    gefuehrt
Falls->hydroId->namespace := "Unpopulated";
Falls->inspireId->localId := Gewmema2->identifikator;
Falls->inspireId->namespace := "DEAAA"; !! vorlaeufig, ersetzen durch endgueltigen namespace aus INSPIRE
    External Object Identifier Namespaces Register
Falls->inspireId->versionId := Gewmema2->lebenszeitintervall->beginnt; !! OFFEN Datentypumwandlung
    DateTime -> CharacterString
Falls->levelOfDetail := ValueMapper.map(Gewmema2->modellart, levelOfDetailMap);
Falls->beginLifespanVersion := Gewmema2->lebenszeitintervall->beginnt;
Falls->endLifespanVersion := Gewmema2->lebenszeitintervall->endet;
Falls->geometry := Gewmema2->position; !! lt. Schema alle Subtypen von GM_Object moeglich, in Datensatz
    vorkommend: GM_Point
Falls->height := Gewmema2->objekthoehe; !! Attribut wird in Datensatz nicht gefuehrt

END FallsTrafo;

TRAFO_ACTION ShorelCTrafo =
  IN BauwImGewb1
  WHERE BauwImGewb1->bauwerksfunktion == "2130"
  OR BauwImGewb1->bauwerksfunktion == "2131"
  OR BauwImGewb1->bauwerksfunktion == "2132"
  OR BauwImGewb1->bauwerksfunktion == "2133"
  OR BauwImGewb1->bauwerksfunktion == "2134"
  OR BauwImGewb1->bauwerksfunktion == "2135"
  OR BauwImGewb1->bauwerksfunktion == "2136";
  OUT ShorelC;

MAP levelOfDetailMap =
  "Basis-DLM" -> 25000;
END levelOfDetailMap;

MAP conditionMap =
  "2100" -> "disused";
  "4000" -> "underConstruction";
  NULL -> "functional";
END conditionMap;

MAPPING
ShorelC->geographicalName->spelling->text := BauwImGewb1->name;
ShorelC->geographicalName->spelling->language := "ger";
ShorelC->geographicalName->spelling->script := "Latn";
ShorelC->geographicalName->nativeness := "endonym";
ShorelC->geographicalName->nameStatus := "Unpopulated";
ShorelC->geographicalName->sourceOfName := "Unpopulated";
ShorelC->geographicalName->pronunciation->pronunciationIPA := "Unpopulated";
ShorelC->geographicalName->pronunciation->pronunciationSoundLink := "Unpopulated"; !! OFFEN dadurch
    Verletzung des Constraints "pronunciationSoundLink or pronunciationIPA not empty"
ShorelC->geographicalName->grammaticalGender := "Unpopulated";
ShorelC->geographicalName->grammaticalNumber := "Unpopulated";
ShorelC->hydroId->classificationScheme := "Unpopulated";
ShorelC->hydroId->localId := "Unpopulated"; !! Constraint: bezeichnung wird nur bei bauwerksfunktion =
    2120 gefuehrt
ShorelC->hydroId->namespace := "Unpopulated";
ShorelC->inspireId.localId := BauwImGewb1->identifikator;
ShorelC->inspireId.namespace := "DEAAA"; !! vorlaeufig, ersetzen durch endgueltigen namespace aus INSPIRE
    External Object Identifier Namespaces Register
ShorelC->inspireId.versionId := BauwImGewb1->lebenszeitintervall->beginnt; !! OFFEN Datentypumwandlung
    DateTime -> CharacterString
ShorelC->levelOfDetail := ValueMapper.map(BauwImGewb1->modellart, levelOfDetailMap);
ShorelC->beginLifespanVersion := BauwImGewb1->lebenszeitintervall->beginnt;
ShorelC->endLifespanVersion := BauwImGewb1->lebenszeitintervall->endet;
ShorelC->geometry := BauwImGewb1->position; !! OFFEN lt. Schema alle Subtypen von GM_Object moeglich, in
    Datensatz vorkommend: GM_CompositeCurve, Transformation GM_CompositeCurve -> GM_Curve notwendig
ShorelC->condition := ValueMapper.map(BauwImGewb1->zustand, conditionMap); !! Attribut in Datensatz nicht
    gefuehrt

END ShorelCTrafo;

TRAFO_ACTION CrossTrafo1 =
  IN BauwImGewb2
  WHERE BauwImGewb2->bauwerksfunktion == "2010"
  OR BauwImGewb2->bauwerksfunktion == "2012";
  OUT Cross1;

MAP levelOfDetailMap =
  "Basis-DLM" -> 25000;
END levelOfDetailMap;

MAP conditionMap =
  "2100" -> "disused";
  NULL -> "functional";
END conditionMap;

MAP typeMap =
  "2010" -> "culvert";
  "2011" -> "culvert";
  "2012" -> "culvert";
END typeMap;

```

```

MAPPING
Cross1->geographicalName->spelling->text := BauwImGewb2->name;
Cross1->geographicalName->spelling->language := "ger";
Cross1->geographicalName->spelling->script := "Latn";
Cross1->geographicalName->nativeness := "endonym";
Cross1->geographicalName->nameStatus := "Unpopulated";
Cross1->geographicalName->sourceOfName := "Unpopulated";
Cross1->geographicalName->pronunciation->pronunciationIPA := "Unpopulated";
Cross1->geographicalName->pronunciation->pronunciationSoundLink := "Unpopulated"; !! OFFEN dadurch
    Verletzung des Constraints "pronunciationSoundLink or pronunciationIPA not empty"
Cross1->geographicalName->grammaticalGender := "Unpopulated";
Cross1->geographicalName->grammaticalNumber := "Unpopulated";
Cross1->hydroId->classificationScheme := "Unpopulated";
Cross1->hydroId->localId := "Unpopulated"; !! Constraint: bezeichnung wird bei
    AX BauwerkImGewaesserbereich nur bei bauwerksfunktion = 2120 gefuehrt
Cross1->hydroId->namespace := "Unpopulated";
Cross1->inspireId->localId := BauwImGewb2->identifikator;
Cross1->inspireId->namespace := "DEAAA"; !! vorlaeufig, ersetzen durch endgueltigen namespace aus INSPIRE
    External Object Identifier Namespaces Register
Cross1->inspireId->versionId := BauwImGewb2->lebenszeitintervall->beginnt; !! OFFEN Datentypumwandlung
    DateTime -> CharacterString
Cross1->levelOfDetail := ValueMapper.map(BauwImGewb2->modellart, levelOfDetailMap);
Cross1->beginLifespanVersion := BauwImGewb2->lebenszeitintervall->beginnt;
Cross1->endLifespanVersion := BauwImGewb2->lebenszeitintervall->endet;
Cross1->condition := ValueMapper.map(BauwImGewb2->zustand, conditionMap); !! Attribut in Datensatz nicht
    gefuehrt
Cross1->geometry := BauwImGewb1->position; !! OFFEN lt. Schema alle Subtypen von GM_Object moeglich, in
    Datensatz vorkommend: GM_Surface & GM_CompositeCurve, Transformation GM_CompositeCurve ->
    GM_Curve notwendig
Cross1->type := ValueMapper.map(BauwImGewb2->bauwerksfunktion, typeMap);

END CrossTrafo1;

TRAFO_ACTION CrossTrafo2 =
IN BauwImVerb;
OUT Cross2;

MAP levelOfDetailMap =
    "Basis-DLM" -> 25000;
END levelOfDetailMap;

MAP conditionMap =
    "2100" -> "disused";
    NULL -> "functional";
END conditionMap;

MAP typeMap =
    "1800" -> "bridge";
    "1801" -> "bridge";
    "1802" -> "bridge";
    "1803" -> "bridge";
    "1804" -> "bridge";
    "1805" -> "bridge";
    "1806" -> "bridge";
    "1807" -> "bridge";
    "1808" -> "bridge";
    "1820" -> "bridge";
END typeMap;

MAPPING
Cross2->geographicalName->spelling->text := BauwImVerb->name;
Cross2->geographicalName->spelling->language := "ger";
Cross2->geographicalName->spelling->script := "Latn";
Cross2->geographicalName->nativeness := "endonym";
Cross2->geographicalName->nameStatus := "Unpopulated";
Cross2->geographicalName->sourceOfName := "Unpopulated";
Cross2->geographicalName->pronunciation->pronunciationIPA := "Unpopulated";
Cross2->geographicalName->pronunciation->pronunciationSoundLink := "Unpopulated"; !! OFFEN dadurch
    Verletzung des Constraints "pronunciationSoundLink or pronunciationIPA not empty"
Cross2->geographicalName->grammaticalGender := "Unpopulated";
Cross2->geographicalName->grammaticalNumber := "Unpopulated";
Cross2->hydroId->classificationScheme := "Unpopulated";
Cross2->hydroId->localId := "Unpopulated";
Cross2->hydroId->namespace := "Unpopulated";
Cross2->inspireId.localId := BauwImVerb->identifikator;
Cross2->inspireId.namespace := "DEAAA"; !! vorlaeufig, ersetzen durch endgueltigen namespace aus INSPIRE
    External Object Identifier Namespaces Register
Cross2->inspireId.versionId := BauwImVerb->lebenszeitintervall->beginnt; !! OFFEN Datentypumwandlung
    DateTime -> CharacterString
Cross2->levelOfDetail := ValueMapper.map(BauwImVerb->modellart, levelOfDetailMap);
Cross2->beginLifespanVersion := BauwImVerb->lebenszeitintervall->beginnt;
Cross2->endLifespanVersion := BauwImVerb->lebenszeitintervall->endet;
Cross2->condition := ValueMapper.map(BauwImVerb->zustand, conditionMap); !! Attribut in Datensatz nicht
    gefuehrt
Cross2->geometry := BauwImVerb->position; !! OFFEN lt. Schema alle Subtypen von GM_Object moeglich, in
    Datensatz vorkommend: GM_Surface & GM_CompositeCurve, Transformation GM_CompositeCurve ->
    GM_Curve notwendig
Cross2->type := ValueMapper.map(BauwImVerb->bauwerksfunktion, typeMap);

END CrossTrafo2;

```

```

TRAFO_ACTION CrossTrafo3 =
  IN HisBau;
  OUT Cross3;

MAP levelOfDetailMap =
  "Basis-DLM" -> 25000;
END levelOfDetailMap;

MAP typeMap =
  "1110" -> "aqueduct";
END typeMap;

MAPPING
  Cross3->geographicalName->spelling->text := HisBau->name;
  Cross3->geographicalName->spelling->language := "ger";
  Cross3->geographicalName->spelling->script := "Latn";
  Cross3->geographicalName->nativeness := "endonym";
  Cross3->geographicalName->nameStatus := "Unpopulated";
  Cross3->geographicalName->sourceOfName := "Unpopulated";
  Cross3->geographicalName->pronunciation->pronunciationIPA := "Unpopulated";
  Cross3->geographicalName->pronunciation->pronunciationSoundLink := "Unpopulated"; !! OFFEN dadurch
    Verletzung des Constraints "pronunciationSoundLink or pronunciationIPA not empty"
  Cross3->geographicalName->grammaticalGender := "Unpopulated";
  Cross3->geographicalName->grammaticalNumber := "Unpopulated";
  Cross3->hydroId->classificationScheme := "Unpopulated";
  Cross3->hydroId->localId := "Unpopulated";
  Cross3->hydroId->namespace := "Unpopulated";
  Cross3->inspireId.localId := HisBau->identifikator;
  Cross3->inspireId.namespace := "DEAAA"; !! vorlaeufig, ersetzen durch endgueltigen namespace aus INSPIRE
    External Object Identifier Namespaces Register
  Cross3->inspireId.versionId := HisBau->lebenszeitintervall->beginnt; !! OFFEN Datentypumwandlung DateTime
    -> CharacterString
  Cross3->levelOfDetail := ValueMapper.map(HisBau->modellart, levelOfDetailMap);
  Cross3->beginLifespanVersion := HisBau->lebenszeitintervall->beginnt;
  Cross3->endLifespanVersion := HisBau->lebenszeitintervall->endet;
  Cross3->condition := "Unpopulated";
  Cross3->geometry := HisBau->position; !! OFFEN lt. Schema alle Subtypen von GM_Object moeglich, Objekt
    kommt in Datensatz nicht vor
  Cross3->type := ValueMapper.map(HisBau->archaeologischerTyp, typeMap);

  END CrossTrafo3;

TRAFO_ACTION DamOWTrafo =
  IN BauwImGewb3
  WHERE BauwImGewb3->bauwerksfunktion == "2030"
  OR BauwImGewb3->bauwerksfunktion == "2040"
  OR BauwImGewb3->bauwerksfunktion == "2050";
  OUT DamOW

MAP levelOfDetailMap =
  "Basis-DLM" -> 25000;
END levelOfDetailMap;

MAP conditionMap =
  "2100" -> "disused";
  "4000" -> "underConstruction";
  NULL -> "functional";
END conditionMap;

MAPPING
  DamOW->geographicalName->spelling->text := BauwImGewb3->name;
  DamOW->geographicalName->spelling->language := "ger";
  DamOW->geographicalName->spelling->script := "Latn";
  DamOW->geographicalName->nativeness := "endonym";
  DamOW->geographicalName->nameStatus := "Unpopulated";
  DamOW->geographicalName->sourceOfName := "Unpopulated";
  DamOW->geographicalName->pronunciation->pronunciationIPA := "Unpopulated";
  DamOW->geographicalName->pronunciation->pronunciationSoundLink := "Unpopulated"; !! OFFEN dadurch
    Verletzung des Constraints "pronunciationSoundLink or pronunciationIPA not empty"
  DamOW->geographicalName->grammaticalGender := "Unpopulated";
  DamOW->geographicalName->grammaticalNumber := "Unpopulated";
  DamOW->hydroId->classificationScheme := "Unpopulated";
  DamOW->hydroId->localId := "Unpopulated"; !! Constraint: bezeichnung wird bei AX_BauwerkImGewaesserbereich
    nur bei bauwerksfunktion = 2120 gefuehrt
  DamOW->hydroId->namespace := "Unpopulated";
  DamOW->inspireId.localId := BauwImGewb3->identifikator;
  DamOW->inspireId.namespace := "DEAAA"; !! vorlaeufig, ersetzen durch endgueltigen namespace aus INSPIRE
    External Object Identifier Namespaces Register
  DamOW->inspireId.versionId := BauwImGewb3->lebenszeitintervall->beginnt; !! OFFEN Datentypumwandlung
    DateTime -> CharacterString
  DamOW->levelOfDetail := ValueMapper.map(BauwImGewb3->modellart, levelOfDetailMap);
  DamOW->beginLifespanVersion := BauwImGewb3->lebenszeitintervall->beginnt;
  DamOW->endLifespanVersion := BauwImGewb3->lebenszeitintervall->endet;
  DamOW->condition := ValueMapper.map(BauwImGewb3->zustand, conditionMap); !! Attribut in Datensatz nicht
    gefuehrt
  DamOW->geometry := BauwImGewb3->position; !! OFFEN lt. Schema alle Subtypen von GM_Object moeglich, in
    Datensatz vorkommend: GM_CompositeCurve, Transformation GM_CompositeCurve -> GM_Curve notwendig

END DamOWTrafo;

```



```

TRAFO_ACTION FordTrafo =
  IN StraVeA
  OUT Ford

MAP levelOfDetailMap =
  "Basis-DLM" -> 25000;
END levelOfDetailMap;

MAPPING
  Ford->geographicalName->spelling->text := StraVeA->name; !! Attribut in Datensatz ohne Wert
  Ford->geographicalName->spelling->language := "ger";
  Ford->geographicalName->spelling->script := "Latn";
  Ford->geographicalName->nativeness := "endonym";
  Ford->geographicalName->nameStatus := "Unpopulated";
  Ford->geographicalName->sourceOfName := "Unpopulated";
  Ford->geographicalName->pronunciation->pronunciationIPA := "Unpopulated";
  Ford->geographicalName->pronunciation->pronunciationSoundLink := "Unpopulated"; !! OFFEN dadurch
    Verletzung des Constraints "pronunciationSoundLink or pronunciationIPA not empty"
  Ford->geographicalName->grammaticalGender := "Unpopulated";
  Ford->geographicalName->grammaticalNumber := "Unpopulated";
  Ford->hydroId->classificationScheme := "Unpopulated";
  Ford->hydroId->localId := "Unpopulated";
  Ford->hydroId->namespace := "Unpopulated";
  Ford->inspireId.localId := StraVeA->identifikator;
  Ford->inspireId.namespace := "DEAAA"; !! vorlaeufig, ersetzen durch endgueltigen namespace aus INSPIRE
    External Object Identifier Namespaces Register
  Ford->inspireId.versionId := StraVeA->lebenszeitintervall->beginnt; !! OFFEN Datentypumwandlung DateTime -
    > CharacterString
  Ford->levelOfDetail := ValueMapper.map(StraVeA->modellart, levelOfDetailMap);
  Ford->beginLifespanVersion := StraVeA->lebenszeitintervall->beginnt;
  Ford->endLifespanVersion := StraVeA->lebenszeitintervall->endet;
  Ford->condition := "Unpopulated";
  Ford->geometry := StraVeA->position; !! OFFEN lt. Schema alle Subtypen von GM_Object moeglich, in
    Datensatz vorkommend: GM_Point, GM_CompositeCurve, Transformation GM_CompositeCurve -> GM_Curve
    notwendig

END FordTrafo;

TRAFO_ACTION LockTrafo =
  IN Schleuse
  OUT Lock

MAP levelOfDetailMap =
  "Basis-DLM" -> 25000;
END levelOfDetailMap;

MAP conditionMap =
  "2100" -> "disused";
  NULL -> "functional";
END levelOfDetailMap;

MAPPING
  Lock->geographicalName->spelling->text := Schleuse->name;
  Lock->geographicalName->spelling->language := "ger";
  Lock->geographicalName->spelling->script := "Latn";
  Lock->geographicalName->nativeness := "endonym";
  Lock->geographicalName->nameStatus := "Unpopulated";
  Lock->geographicalName->sourceOfName := "Unpopulated";
  Lock->geographicalName->pronunciation->pronunciationIPA := "Unpopulated";
  Lock->geographicalName->pronunciation->pronunciationSoundLink := "Unpopulated"; !! OFFEN dadurch
    Verletzung des Constraints "pronunciationSoundLink or pronunciationIPA not empty"
  Lock->geographicalName->grammaticalGender := "Unpopulated";
  Lock->geographicalName->grammaticalNumber := "Unpopulated";
  Lock->hydroId->classificationScheme := "Unpopulated";
  Lock->hydroId->localId := "Unpopulated";
  Lock->hydroId->namespace := "Unpopulated";
  Lock->inspireId.localId := Schleuse->identifikator;
  Lock->inspireId.namespace := "DEAAA"; !! vorlaeufig, ersetzen durch endgueltigen namespace aus INSPIRE
    External Object Identifier Namespaces Register
  Lock->inspireId.versionId := Schleuse->lebenszeitintervall->beginnt; !! OFFEN Datentypumwandlung DateTime
    -> CharacterString
  Lock->levelOfDetail := ValueMapper.map(Schleuse->modellart, levelOfDetailMap);
  Lock->beginLifespanVersion := Schleuse->lebenszeitintervall->beginnt;
  Lock->endLifespanVersion := Schleuse->lebenszeitintervall->endet;
  Lock->condition := ValueMapper.map(Schleuse->zustand, conditionMap);
  Lock->geometry := Schleuse->position; !! OFFEN lt. Schema alle Subtypen von GM_Object moeglich, Objekt im
    Datensatz nicht vorhanden.

END LockTrafo;

TRAFO_ACTION SluiceTrafo =
  IN BauwImGewb4
  WHERE BauwImGewb4.bauwerksfunktion == "2060"
  OR BauwImGewb4.bauwerksfunktion == "2070"
  OR BauwImGewb4.bauwerksfunktion == "2080";
  OUT Sluice

MAP levelOfDetailMap =
  "Basis-DLM" -> 25000;
END levelOfDetailMap;

```

```

MAP condition =
  "2100" -> "disused";
  "4000" -> "underConstruction";
  NULL -> "functional";
END conditionMap;

MAPPING
Sluice->geographicalName->spelling->text := BauwImGewb4->name;
Sluice->geographicalName->spelling->language := "ger";
Sluice->geographicalName->spelling->script := "Latn";
Sluice->geographicalName->nativeness := "endonym";
Sluice->geographicalName->nameStatus := "Unpopulated";
Sluice->geographicalName->sourceOfName := "Unpopulated";
Sluice->geographicalName->pronunciation->pronunciationIPA := "Unpopulated";
Sluice->geographicalName->pronunciation->pronunciationSoundLink := "Unpopulated"; !! OFFEN dadurch
  Verletzung des Constraints "pronunciationSoundLink or pronunciationIPA not empty"
Sluice->geographicalName->grammaticalGender := "Unpopulated";
Sluice->geographicalName->grammaticalNumber := "Unpopulated";
Sluice->hydroId->classificationScheme := "Unpopulated";
Sluice->hydroId->localId := "Unpopulated"; !! Constraint: bezeichnung wird nur bei bauwerksfunktion = 1610
  gefuehrt
Sluice->hydroId->namespace := "Unpopulated";
Sluice->inspireId.localId := BauwImGewb4->identifikator;
Sluice->inspireId.namespace := "DEAAA"; !! vorlaeufig, ersetzen durch endgueltigen namespace aus INSPIRE
  External Object Identifier Namespaces Register
Sluice->inspireId.versionId := BauwImGewb4->lebenszeitintervall->beginnt; !! OFFEN Datentypumwandlung
  DateTime -> CharacterString
Sluice->levelOfDetail := ValueMapper.map(BauwImGewb4->modellart, levelOfDetailMap);
Sluice->beginLifespanVersion := BauwImGewb4->lebenszeitintervall->beginnt;
Sluice->endLifespanVersion := BauwImGewb4->lebenszeitintervall->endet;
Sluice->condition := ValueMapper.map(BauwImGewb4->zustand, conditionMap); !! Attribut in Datensatz nicht
  gefuehrt
Sluice->geometry := BauwImGewb4->position; !! OFFEN lt. Schema alle Subtypen von GM_Object moeglich, in
  Datensatz vorkommend: GM_CompositeCurve, Transformation GM_CompositeCurve -> GM_Curve notwendig

END SluiceTrafo;

CONTROLFLOW
START_FLOW --- WatercTrafo_W1;
WatercTrafo_W1 --- WatercTrafo_K1;
WatercTrafo_K1 --- WatercTrafo_W2;
WatercTrafo_W2 --- WatercTrafo_K2;
WatercTrafo_K2 --- StandWTrafo;
StandWTrafo --- RapidsTrafo;
RapidsTrafo --- FallsTrafo;
FallsTrafo --- ShorelCTrafo;
ShorelCTrafo --- CrossTrafo1;
CrossTrafo1 --- CrossTrafo2;
CrossTrafo2 --- DamOWTrafo;
DamOWTrafo --- SluiceTrafo;
SluiceTrafo --- CrossTrafo3;
CrossTrafo3 --- FordTrafo;
FordTrafo --- LockTrafo;
LockTrafo --- END_FLOW;

DATAFLOW
Wasserlauf --- WatercTrafo_W1.Wasserl1;
Fließgewaesser --- WatercTrafo_W1.Fliessg1;
assoc --- WatercTrafo_W1.assoc3;
WatercTrafo_W1.Waterc1 --- Watercourse;

Kanal --- WatercTrafo_K1.Kanal1;
Fließgewaesser --- WatercTrafo_K1.Fliessg2;
assoc --- WatercTrafo_K1.assoc2;
WatercTrafo_K1.Waterc2 --- Watercourse;

Wasserlauf --- WatercTrafo_W2.Wasserl2;
Gewaesserachse --- WatercTrafo_W2.Gewachs1;
assoc --- WatercTrafo_W2.assoc3;
WatercTrafo_W2.Waterc3 --- Watercourse;

Kanal --- WatercTrafo_K2.Kanal2;
Fließgewaesser --- WatercTrafo_K2.Gewachs2;
assoc --- WatercTrafo_K2.assoc4;
WatercTrafo_K2.Waterc4 --- Watercourse;

StehendesGewaesser --- StandWTrafo.StehGew;
StandWTrafo.StandW --- StandingWater;

Gewaessermerkmal --- RapidsTrafo.Gewmemal;
RapidsTrafo.Rapids --- Rapids;

Gewaessermerkmal --- FallsTrafo.Gewmema2;
FallsTrafo.Falls --- Falls;

BauwerkImGewaesserb --- ShorelCTrafo.BauwImGewb1;
ShorelCTrafo.ShorelC --- ShorelineC;

BauwerkImGewaesserb --- CrossTrafo1.BauwImGewb2;
CrossTrafo1.Cross1 --- Crossing;

```

```
BauwerkImGewaesserb --- DamOWTrafo.BauImGewb3;
DamOWTrafo.DamOW --- DamOrWeir;

BauwerkImGewaesserb --- SluiceTrafo.BauImGewb4;
SluiceTrafo.Sluice --- Sluice;

BauwerkImVerkehrsb --- CrossTrafo2.BauImVerb;
CrossTrafo2.Cross2 --- Crossing;

HistorBauwerk --- CrossTrafo3.HisBau;
CrossTrafo3.Cross3 --- Crossing;

StrassenverkehrsA --- FordTrafo.StraveA;
FordTrafo.Ford --- Ford;

Schleuse --- LockTrafo.Schleuse;
LockTrafo.Lock --- Lock;

END AAA_GEWTrafo;

END AAA_GEWTrafoActivity;
END AAA_GEWtoINSPIRE_HY;

END AAAtoINSPIRE.
```

## ATKIS Basis-DLM (AAA) → INSPIRE Gewässernetz (UMLT XMI)

(Ausschnitt, nur WatercTrafo\_W1 aus obigen UMLT HUTN Abbildungsregeln)

```
<?xml version="1.0" encoding="UTF-8"?>
<xml:XMI xmi:version="2.0" xmlns:xmi="http://www.omg.org/XMI"
  xmlns:notation="http://www.eclipse.org/gmf/runtime/1.0.2/notation"
  xmlns:uml="http://www.eclipse.org/uml2/3.0.0/UML" xmlns:umlts="http://www.gis.eth.org/trans/1.0.0/UMLT">
  <uml:ModelUMLT xmi:id="_XxOKgIVXeEeCR_NRRW7dd0w">
    <packagedElement xmi:type="uml:PackageUMLT" xmi:id="_Yzh8EIVXeEeCR_NRRW7dd0w" name="AAA_GEWtoINSPIRE_HY">
      <packagedElement xmi:type="uml:TransformationActivity" xmi:id="_ZIErUIVXeEeCR_NRRW7dd0w"
        name="AAA_GEWTrafoActivity">
        <node xmi:type="uml:StructuredTransformation" xmi:id="_ZZGuUIVXeEeCR_NRRW7dd0w" name="AAA_GEWTrafo">
          <edge xmi:type="uml:ControlFlow" xmi:id="_BzBJoIsOEeCYhIX4eyPn4A" source="_EjzDkIsOEeCYhIX4eyPn4A"
            target="_ZqbH0IVXeEeCR_NRRW7dd0w"/>
          <edge xmi:type="uml:ControlFlow" xmi:id="_Q1U7wIsOEeCYhIX4eyPn4A" source="_ZqbH0IVXeEeCR_NRRW7dd0w"
            target="_BpwxoIrdEeCekfF2xwLndQ"/>
          <edge xmi:type="uml:ObjectFlow" xmi:id="_gkAwkIsPEeCYhIX4eyPn4A" source="_kbSpYIVXeEeCR_NRRW7dd0w"
            target="_4SsDoIXeEeCWV-j23LpkdA"/>
          <edge xmi:type="uml:ObjectFlow" xmi:id="_ht3UkIsPEeCYhIX4eyPn4A" source="_mNhcAIVXeEeCR_NRRW7dd0w"
            target="_4X5TwIXeEeCWV-j23LpkdA"/>
          <edge xmi:type="uml:ObjectFlow" xmi:id="_ia2WYIsPEeCYhIX4eyPn4A" source="_3yQQEIXeEeCWV-j23LpkdA"
            target="_KXWz4IrdEeCekfF2xwLndQ"/>
          <edge xmi:type="uml:ObjectFlow" xmi:id="_ilPzYIsPEeCYhIX4eyPn4A" source="_8-ymYIXeEeCWV-j23LpkdA"
            target="_1FUZ4IVbEeCR_NRRW7dd0w"/>
          <edge xmi:type="uml:ObjectFlow" xmi:id="_jpSfcYsPEeCYhIX4eyPn4A" source="_mNhcAIVXeEeCR_NRRW7dd0w"
            target="_4X5TwIXeEeCWV-j23LpkdA"/>
          <edge xmi:type="uml:ObjectFlow" xmi:id="_jpSfcosPEeCYhIX4eyPn4A" source="_3yQQEIXeEeCWV-j23LpkdA"
            target="_Frgv0IrdEeCekfF2xwLndQ"/>
          <edge xmi:type="uml:ObjectFlow" xmi:id="_jpTGgIsPEeCYhIX4eyPn4A" source="_FrilAIrdEeCekfF2xwLndQ"
            target="_1FUZ4IVbEeCR_NRRW7dd0w"/>
          <edge xmi:type="uml:ObjectFlow" xmi:id="_kF90YIsPEeCYhIX4eyPn4A" source="_kbSpYIVXeEeCR_NRRW7dd0w"
            target="_KXWz5IrdEeCekfF2xwLndQ"/>
          <edge xmi:type="uml:ObjectFlow" xmi:id="_kF90YsPEeCYhIX4eyPn4A" source="_mZYGsIVXeEeCR_NRRW7dd0w"
            target="_KXXa8IrdEeCekfF2xwLndQ"/>
          <edge xmi:type="uml:ObjectFlow" xmi:id="_kF-bcIsPEeCYhIX4eyPn4A" source="_3yQQEIXeEeCWV-j23LpkdA"
            target="_3yQQEIXeEeCWV-j23LpkdA"/>
          <edge xmi:type="uml:ObjectFlow" xmi:id="_kF-bcYsPEeCYhIX4eyPn4A" source="_KXYCAIrdEeCekfF2xwLndQ"
            target="_1FUZ4IVbEeCR_NRRW7dd0w"/>
        </node>
        <node xmi:type="uml:InputPinUMLT" xmi:id="_kbSpYIVXeEeCR_NRRW7dd0w" name="Wasserlauf">
          outgoing="_gkAwkIsPEeCYhIX4eyPn4A_kF90YIsPEeCYhIX4eyPn4A">
          <upperBound xmi:type="uml:LiteralUnlimitedNatural" xmi:id="_D7jyMIVYeEeCR_NRRW7dd0w" value="*"/>
          <upperValue xmi:type="uml:LiteralUnlimitedNatural" xmi:id="_C1ZbYIVYeEeCR_NRRW7dd0w" value="*"/>
          <lowerValue xmi:type="uml:LiteralInteger" xmi:id="_B10X0IVYeEeCR_NRRW7dd0w"/>
          <selectionCriteria xmi:type="uml:SelectionCriteria" xmi:id="_vhWX0IVXeEeCR_NRRW7dd0w">
            <ownedLogicalExpression xmi:type="uml:Expression" xmi:id="_weRTEIVXeEeCR_NRRW7dd0w" name="AAA_GEW"
              ->AX_Wasserlauf" symbol="->">
            <operand xmi:type="uml:OpaqueExpression" xmi:id="_xQOQQIVeEeCR_NRRW7dd0w">
              <body>AAA_GEW</body>
            </operand>
            <operand xmi:type="uml:OpaqueExpression" xmi:id="_y4rb0IVeEeCR_NRRW7dd0w">
              <body>AX_Wasserlauf</body>
            </operand>
            </ownedLogicalExpression>
          </selectionCriteria>
        </node>
        <node xmi:type="uml:InputPinUMLT" xmi:id="_mNhcAIVXeEeCR_NRRW7dd0w" name="Fließgewaesser">
          outgoing="_ht3UkIsPEeCYhIX4eyPn4A_jpSfcYsPEeCYhIX4eyPn4A_gpZxcYsQeEeCYhIX4eyPn4A">
          <upperBound xmi:type="uml:LiteralUnlimitedNatural" xmi:id="_OyrFsIVYeEeCR_NRRW7dd0w" value="*"/>
          <upperValue xmi:type="uml:LiteralUnlimitedNatural" xmi:id="_OJDg8IVYeEeCR_NRRW7dd0w" value="*"/>
          <lowerValue xmi:type="uml:LiteralInteger" xmi:id="_N2piUIVYeEeCR_NRRW7dd0w"/>
          <selectionCriteria xmi:type="uml:SelectionCriteria" xmi:id="_jQDI0IVYeEeCR_NRRW7dd0w">
            <ownedLogicalExpression xmi:type="uml:Expression" xmi:id="_jQDI0IVYeEeCR_NRRW7dd0w" name="AAA_GEW"
              ->AX_Fließgewaesser" symbol="->">
            <operand xmi:type="uml:OpaqueExpression" xmi:id="_-4xJkIVeEeCR_NRRW7dd0w">
              <body>AAA_GEW</body>
            </operand>
            <operand xmi:type="uml:OpaqueExpression" xmi:id="_caCIIVeEeCR_NRRW7dd0w">
              <body>AX_Fließgewaesser</body>
            </operand>
            </ownedLogicalExpression>
          </selectionCriteria>
        </node>
        <node xmi:type="uml:InputPinUMLT" xmi:id="_mZYGsIVXeEeCR_NRRW7dd0w" name="Gewaesserachse">
          outgoing="_kF90YsPEeCYhIX4eyPn4A">
          <upperBound xmi:type="uml:LiteralUnlimitedNatural" xmi:id="_Sa6-wIVYeEeCR_NRRW7dd0w" value="*"/>
          <upperValue xmi:type="uml:LiteralUnlimitedNatural" xmi:id="_R7X8AIVYeEeCR_NRRW7dd0w" value="*"/>
          <lowerValue xmi:type="uml:LiteralInteger" xmi:id="_RPqFgIVYeEeCR_NRRW7dd0w"/>
          <selectionCriteria xmi:type="uml:SelectionCriteria" xmi:id="_rafasIVYeEeCR_NRRW7dd0w">
            <ownedLogicalExpression xmi:type="uml:Expression" xmi:id="_rafasYVYeEeCR_NRRW7dd0w" name="AAA_GEW"
              ->AX_Gewaesserachse" symbol="->">
            <operand xmi:type="uml:OpaqueExpression" xmi:id="_E_t5sIVfEeCR_NRRW7dd0w">
              <body>AAA_GEW</body>
            </operand>
            <operand xmi:type="uml:OpaqueExpression" xmi:id="_Fd31UIVfEeCR_NRRW7dd0w">
              <body>AX_Gewaesserachse</body>
            </operand>
          </selectionCriteria>
        </node>
      </packagedElement>
    </packagedElement>
  </uml:ModelUMLT>
</xml>
```

```

    </ownedLogicalExpression>
  </selectionCriteria>
</node>
...
<node xmi:type="uml:OutputPin" xmi:id="1FUZ4IVbEeCR_NRRW7dd0w" name="Watercourse"
incoming="1lPzYIsPEeCYhIX4eyPn4A_jpTgGIsPEeCYhIX4eyPn4A_kF-bcYsPEeCYhIX4eyPn4A_huXOYsQEeCYhIX4eyPn4A">
  <upperBound xmi:type="uml:Expression" xmi:id="_Jux7wIVdEeCR_NRRW7dd0w" name="INSPIRE_HY->PhysicalWaters
->Watercourse" symbol="->">
    <operand xmi:type="uml:OpaqueExpression" xmi:id="_LXJAsIVdEeCR_NRRW7dd0w">
      <body>INSPIRE_HY</body>
    </operand>
    <operand xmi:type="uml:OpaqueExpression" xmi:id="_L8ctMIVdEeCR_NRRW7dd0w">
      <body>PhysicalWaters</body>
    </operand>
    <operand xmi:type="uml:OpaqueExpression" xmi:id="_ME6FoIVdEeCR_NRRW7dd0w">
      <body>Watercourse</body>
    </operand>
  </upperBound>
  <upperValue xmi:type="uml:LiteralUnlimitedNatural" xmi:id="_jvvgkIVbEeCR_NRRW7dd0w" value="*" />
  <lowerValue xmi:type="uml:LiteralInteger" xmi:id="_BiyCIVbEeCR_NRRW7dd0w" />
</node>
...
<node xmi:type="uml:TransformationAction" xmi:id="_ZqbH0IVXEeCR_NRRW7dd0w" name="WatercTrafo_W1"
outgoing="_Q1U7wIsOEeCYhIX4eyPn4A" incoming="BZBJoIsOEeCYhIX4eyPn4A">
  <inputValue xmi:type="uml:InputPinUMLT" xmi:id="_3yQOEIXxEeCWV-j23LpkdA" name="assoc1"
outgoing="ia2WYIsPEeCYhIX4eyPn4A_jpSfcosPEeCYhIX4eyPn4A_kF-bcIsPEeCYhIX4eyPn4A_huXOYIsQEeCYhIX4eyPn4A" incoming="kF-bcIsPEeCYhIX4eyPn4A_ildZUosQEeCYhIX4eyPn4A">
    <upperBound xmi:type="uml:LiteralUnlimitedNatural" xmi:id="_ERGWYIXyEeCWV-j23LpkdA" value="*" />
    <upperValue xmi:type="uml:LiteralUnlimitedNatural" xmi:id="_DgJakIXyEeCWV-j23LpkdA" value="*" />
    <lowerValue xmi:type="uml:LiteralInteger" xmi:id="_DOJEkIXyEeCWV-j23LpkdA" />
  </inputValue>
  <inputValue xmi:type="uml:InputPinUMLT" xmi:id="_4SsDoIXxEeCWV-j23LpkdA" name="Wasserl1"
incoming="gkAwkIsPEeCYhIX4eyPn4A">
    <upperBound xmi:type="uml:LiteralUnlimitedNatural" xmi:id="_HXk_IXyEeCWV-j23LpkdA" value="*" />
    <upperValue xmi:type="uml:LiteralUnlimitedNatural" xmi:id="_GGyssIXyEeCWV-j23LpkdA" value="*" />
    <lowerValue xmi:type="uml:LiteralInteger" xmi:id="_Gdjm4IXyEeCWV-j23LpkdA" />
  </inputValue>
  <inputValue xmi:type="uml:InputPinUMLT" xmi:id="_4X5TWIXxEeCWV-j23LpkdA" name="Fliessg1"
incoming="ht3UkIsPEeCYhIX4eyPn4A_jpSfcYsPEeCYhIX4eyPn4A">
    <upperBound xmi:type="uml:LiteralUnlimitedNatural" xmi:id="_euQVMIXxEeCWV-j23LpkdA" value="*" />
    <upperValue xmi:type="uml:LiteralUnlimitedNatural" xmi:id="_JhWvEIXyEeCWV-j23LpkdA" value="*" />
    <lowerValue xmi:type="uml:LiteralInteger" xmi:id="_JTOpYIXyEeCWV-j23LpkdA" />
  <selectionCriteria xmi:type="uml:SelectionCriteria" xmi:id="_Cb2sAIXyEeCWV-j23LpkdA">
    <ownedLogicalExpression xmi:type="uml:StringExpression" xmi:id="_XFlwIIXyEeCWV-j23LpkdA"
name="Fliessg1->funktion!=8300" symbol="!=">
      <operand xmi:type="uml:Expression" xmi:id="_XPt8gIXyEeCWV-j23LpkdA" name="Fliessg1->funktion"
symbol="->">
        <operand xmi:type="uml:OpaqueExpression" xmi:id="_iuFdQIXyEeCWV-j23LpkdA">
          <body>Fliessg1</body>
        </operand>
        <operand xmi:type="uml:OpaqueExpression" xmi:id="_iXdF8IXyEeCWV-j23LpkdA">
          <body>funktion</body>
        </operand>
      </operand>
      <operand xmi:type="uml:LiteralString" xmi:id="_XPt8gYXyEeCWV-j23LpkdA" name="" value="8300" />
    </ownedLogicalExpression>
  </selectionCriteria>
</inputValue>
  <outputValue xmi:type="uml:OutputPin" xmi:id="_8-ymYIXxEeCWV-j23LpkdA" name="Waterc1"
outgoing="1lPzYIsPEeCYhIX4eyPn4A">
    <upperBound xmi:type="uml:LiteralUnlimitedNatural" xmi:id="_vTzAkIXyEeCWV-j23LpkdA" value="*" />
    <upperValue xmi:type="uml:LiteralUnlimitedNatural" xmi:id="_u3p3IIXyEeCWV-j23LpkdA" value="*" />
    <lowerValue xmi:type="uml:LiteralInteger" xmi:id="_ugRR4IXyEeCWV-j23LpkdA" />
  </outputValue>
  <ownedMapping xmi:type="uml:MappingRule" xmi:id="_x7Tq0IXxEeCWV-j23LpkdA">
    <ownedAssignmentDef xmi:type="uml:AssignmentDefinition" xmi:id="_yjByIIXxEeCWV-j23LpkdA">
      <ownedTargetElement xmi:type="uml:Expression" xmi:id="_23Yb4IX0EeCWV-j23LpkdA" name="Waterc1"
->geographicalName->spelling->text" symbol="->">
        <operand xmi:type="uml:OpaqueExpression" xmi:id="_bz7EIX0EeCWV-j23LpkdA">
          <body>Waterc1</body>
        </operand>
        <operand xmi:type="uml:OpaqueExpression" xmi:id="_68uIIX0EeCWV-j23LpkdA">
          <body>geographicalName</body>
        </operand>
        <operand xmi:type="uml:OpaqueExpression" xmi:id="_AQ2ssIX1EeCWV-j23LpkdA">
          <body>spelling</body>
        </operand>
        <operand xmi:type="uml:OpaqueExpression" xmi:id="_AgC_QIX1EeCWV-j23LpkdA">
          <body>text</body>
        </operand>
      </ownedTargetElement>
      <ownedExpression xmi:type="uml:Expression" xmi:id="_8Sh18IX0EeCWV-j23LpkdA" name="Fliessg1"
->istTeilVon->Wasserl1->name" symbol="->">
        <operand xmi:type="uml:OpaqueExpression" xmi:id="_J_euIIX1EeCWV-j23LpkdA">
          <body>Fliessg1</body>
        </operand>
        <operand xmi:type="uml:OpaqueExpression" xmi:id="_KVYssIX1EeCWV-j23LpkdA">
          <body>istTeilVon</body>
        </operand>
    </ownedAssignmentDef>
  </ownedMapping>

```

```

    <operand xmi:type="uml:OpaqueExpression" xmi:id="_KnHV4IX1EeCWV-j23LpkdA">
      <body>Wasserl1</body>
    </operand>
    <operand xmi:type="uml:OpaqueExpression" xmi:id="_Kt0a0IX1EeCWV-j23LpkdA">
      <body>name</body>
    </operand>
  </ownedExpression>
</ownedAssignmentDef>
<ownedAssignmentDef xmi:type="uml:AssignmentDefinition" xmi:id="_bVL1sIX1EeCWV-j23LpkdA">
  <ownedTargetElement xmi:type="uml:Expression" xmi:id="_rLVPAlX1EeCWV-j23LpkdA" name="Waterc1
  ->geographicalName->spelling->script" symbol="->">
    <operand xmi:type="uml:OpaqueExpression" xmi:id="_vgppcIX1EeCWV-j23LpkdA">
      <body>Waterc1</body>
    </operand>
    <operand xmi:type="uml:OpaqueExpression" xmi:id="_vgppcYX1EeCWV-j23LpkdA">
      <body>geographicalName</body>
    </operand>
    <operand xmi:type="uml:OpaqueExpression" xmi:id="_vgppcoX1EeCWV-j23LpkdA">
      <body>spelling</body>
    </operand>
    <operand xmi:type="uml:OpaqueExpression" xmi:id="_xYnQoIX1EeCWV-j23LpkdA">
      <body>script</body>
    </operand>
  </ownedTargetElement>
  <ownedExpression xmi:type="uml:LiteralString" xmi:id="_31Zt4IX1EeCWV-j23LpkdA" value="Latn"/>
</ownedAssignmentDef>
<ownedAssignmentDef xmi:type="uml:AssignmentDefinition" xmi:id="_cJMFgIX1EeCWV-j23LpkdA">
  <ownedTargetElement xmi:type="uml:Expression" xmi:id="_Id_QwIX2EeCWV-j23LpkdA" name="Waterc1
  ->geographicalName->spelling->language" symbol="->">
    <operand xmi:type="uml:OpaqueExpression" xmi:id="_TRugIX2EeCWV-j23LpkdA">
      <body>Waterc1</body>
    </operand>
    <operand xmi:type="uml:OpaqueExpression" xmi:id="_TRugIYX2EeCWV-j23LpkdA">
      <body>geographicalName</body>
    </operand>
    <operand xmi:type="uml:OpaqueExpression" xmi:id="_TRugIoX2EeCWV-j23LpkdA">
      <body>spelling</body>
    </operand>
    <operand xmi:type="uml:OpaqueExpression" xmi:id="_TRugI4X2EeCWV-j23LpkdA">
      <body>language</body>
    </operand>
  </ownedTargetElement>
  <ownedExpression xmi:type="uml:LiteralString" xmi:id="_J4mNkIX2EeCWV-j23LpkdA" value="ger"/>
</ownedAssignmentDef>
<ownedAssignmentDef xmi:type="uml:AssignmentDefinition" xmi:id="_c1C7EIX1EeCWV-j23LpkdA">
  <ownedTargetElement xmi:type="uml:Expression" xmi:id="_KVXCEIX2EeCWV-j23LpkdA" name="Waterc1
  ->geographicalName->nativeness" symbol="->">
    <operand xmi:type="uml:OpaqueExpression" xmi:id="_KVXCEYX2EeCWV-j23LpkdA">
      <body>Waterc1</body>
    </operand>
    <operand xmi:type="uml:OpaqueExpression" xmi:id="_KVXCEoX2EeCWV-j23LpkdA">
      <body>geographicalName</body>
    </operand>
    <operand xmi:type="uml:OpaqueExpression" xmi:id="_KVXCE4X2EeCWV-j23LpkdA">
      <body>nativeness</body>
    </operand>
  </ownedTargetElement>
  <ownedExpression xmi:type="uml:LiteralString" xmi:id="_OIjm4IX2EeCWV-j23LpkdA" value="endonym"/>
</ownedAssignmentDef>
<ownedAssignmentDef xmi:type="uml:AssignmentDefinition" xmi:id="_iPQr4IX1EeCWV-j23LpkdA">
  <ownedTargetElement xmi:type="uml:Expression" xmi:id="_eBGz8IX2EeCWV-j23LpkdA" name="Waterc1
  ->geographicalName->nameStatus" symbol="->">
    <operand xmi:type="uml:OpaqueExpression" xmi:id="_eBGz8YX2EeCWV-j23LpkdA">
      <body>Waterc1</body>
    </operand>
    <operand xmi:type="uml:OpaqueExpression" xmi:id="_eBGz8oX2EeCWV-j23LpkdA">
      <body>geographicalName</body>
    </operand>
    <operand xmi:type="uml:OpaqueExpression" xmi:id="_eBGz84X2EeCWV-j23LpkdA">
      <body>nameStatus</body>
    </operand>
  </ownedTargetElement>
  <ownedExpression xmi:type="uml:LiteralString" xmi:id="_iBGeoIX2EeCWV-j23LpkdA"
  value="Unpopulated"/>
</ownedAssignmentDef>
<ownedAssignmentDef xmi:type="uml:AssignmentDefinition" xmi:id="_iVOJ8IX1EeCWV-j23LpkdA">
  <ownedTargetElement xmi:type="uml:Expression" xmi:id="_xj1VEIX2EeCWV-j23LpkdA" name="Waterc1
  ->geographicalName->sourceOfName" symbol="->">
    <operand xmi:type="uml:OpaqueExpression" xmi:id="_xj1VEYX2EeCWV-j23LpkdA">
      <body>Waterc1</body>
    </operand>
    <operand xmi:type="uml:OpaqueExpression" xmi:id="_xj1VEoX2EeCWV-j23LpkdA">
      <body>geographicalName</body>
    </operand>
    <operand xmi:type="uml:OpaqueExpression" xmi:id="_xj1VE4X2EeCWV-j23LpkdA">
      <body>sourceOfName</body>
    </operand>
  </ownedTargetElement>
  <ownedExpression xmi:type="uml:LiteralString" xmi:id="_05jyYIX2EeCWV-j23LpkdA"
  value="Unpopulated"/>

```

```

</ownedAssignmentDef>
<ownedAssignmentDef xmi:type="uml:AssignmentDefinition" xmi:id=" iaJGMIX1EeCWV-j23LpkdA">
  <ownedTargetElement xmi:type="uml:Expression" xmi:id="_3jIcsIX2EeCWV-j23LpkdA" name="Waterc1
  ->geographicalName->pronunciation->pronunciationIPA" symbol="->">
    <operand xmi:type="uml:OpaqueExpression" xmi:id="_3jIcsYX2EeCWV-j23LpkdA">
      <body>Waterc1</body>
    </operand>
    <operand xmi:type="uml:OpaqueExpression" xmi:id="_3jIcsoX2EeCWV-j23LpkdA">
      <body>geographicalName</body>
    </operand>
    <operand xmi:type="uml:OpaqueExpression" xmi:id="_3jIcs4X2EeCWV-j23LpkdA">
      <body>pronunciation</body>
    </operand>
    <operand xmi:type="uml:OpaqueExpression" xmi:id="_5tBoIX2EeCWV-j23LpkdA">
      <body>pronunciationIPA</body>
    </operand>
  </ownedTargetElement>
  <ownedExpression xmi:type="uml:LiteralString" xmi:id="_B3rlsIX3EeCWV-j23LpkdA"
  value="Unpopulated"/>
</ownedAssignmentDef>
<ownedAssignmentDef xmi:type="uml:AssignmentDefinition" xmi:id=" i16RUIX1EeCWV-j23LpkdA">
  <ownedTargetElement xmi:type="uml:Expression" xmi:id="_Dxt5cIX3EeCWV-j23LpkdA" name="Waterc1
  ->geographicalName->pronunciation->pronunciationSoundLink" symbol="->">
    <operand xmi:type="uml:OpaqueExpression" xmi:id="_Dxt5cYX3EeCWV-j23LpkdA">
      <body>Waterc1</body>
    </operand>
    <operand xmi:type="uml:OpaqueExpression" xmi:id="_Dxt5coX3EeCWV-j23LpkdA">
      <body>geographicalName</body>
    </operand>
    <operand xmi:type="uml:OpaqueExpression" xmi:id="_Dxt5c4X3EeCWV-j23LpkdA">
      <body>pronunciation</body>
    </operand>
    <operand xmi:type="uml:OpaqueExpression" xmi:id="_Dxt5dIX3EeCWV-j23LpkdA">
      <body>pronunciationSoundLink</body>
    </operand>
  </ownedTargetElement>
  <ownedExpression xmi:type="uml:LiteralString" xmi:id="_EnNXAIX3EeCWV-j23LpkdA"
  value="Unpopulated"/>
</ownedAssignmentDef>
<ownedAssignmentDef xmi:type="uml:AssignmentDefinition" xmi:id=" irt-YIX1EeCWV-j23LpkdA">
  <ownedTargetElement xmi:type="uml:Expression" xmi:id="_PylqUIX3EeCWV-j23LpkdA" name="Waterc1
  ->geographicalName->grammaticalGender" symbol="->">
    <operand xmi:type="uml:OpaqueExpression" xmi:id="_PylqUYX3EeCWV-j23LpkdA">
      <body>Waterc1</body>
    </operand>
    <operand xmi:type="uml:OpaqueExpression" xmi:id="_PylqUoX3EeCWV-j23LpkdA">
      <body>geographicalName</body>
    </operand>
    <operand xmi:type="uml:OpaqueExpression" xmi:id="_PylqU4X3EeCWV-j23LpkdA">
      <body>grammaticalGender</body>
    </operand>
  </ownedTargetElement>
  <ownedExpression xmi:type="uml:LiteralString" xmi:id="_UXO6MIX3EeCWV-j23LpkdA"
  value="Unpopulated"/>
</ownedAssignmentDef>
<ownedAssignmentDef xmi:type="uml:AssignmentDefinition" xmi:id=" ixOwgIX1EeCWV-j23LpkdA">
  <ownedTargetElement xmi:type="uml:Expression" xmi:id="_WVldQIX3EeCWV-j23LpkdA" name="Waterc1
  ->geographicalName->grammaticalNumber" symbol="->">
    <operand xmi:type="uml:OpaqueExpression" xmi:id="_WVldQYX3EeCWV-j23LpkdA">
      <body>Waterc1</body>
    </operand>
    <operand xmi:type="uml:OpaqueExpression" xmi:id="_WVldQoX3EeCWV-j23LpkdA">
      <body>geographicalName</body>
    </operand>
    <operand xmi:type="uml:OpaqueExpression" xmi:id="_WVldQ4X3EeCWV-j23LpkdA">
      <body>grammaticalNumber</body>
    </operand>
  </ownedTargetElement>
  <ownedExpression xmi:type="uml:LiteralString" xmi:id="_cW6tkIX3EeCWV-j23LpkdA"
  value="Unpopulated"/>
</ownedAssignmentDef>
<ownedAssignmentDef xmi:type="uml:AssignmentDefinition" xmi:id=" i3DEoIX1EeCWV-j23LpkdA">
  <ownedTargetElement xmi:type="uml:Expression" xmi:id="_fN46sIX3EeCWV-j23LpkdA" name="Waterc1
  ->hydroId->classificationScheme" symbol="->">
    <operand xmi:type="uml:OpaqueExpression" xmi:id="_fN46sYX3EeCWV-j23LpkdA">
      <body>Waterc1</body>
    </operand>
    <operand xmi:type="uml:OpaqueExpression" xmi:id="_fN46soX3EeCWV-j23LpkdA">
      <body>hydroId</body>
    </operand>
    <operand xmi:type="uml:OpaqueExpression" xmi:id="_fN46s4X3EeCWV-j23LpkdA">
      <body>classificationScheme</body>
    </operand>
  </ownedTargetElement>
  <ownedExpression xmi:type="uml:LiteralString" xmi:id="_kQVg4IX3EeCWV-j23LpkdA" value="National"/>
</ownedAssignmentDef>
<ownedAssignmentDef xmi:type="uml:AssignmentDefinition" xmi:id=" i8QUwIX1EeCWV-j23LpkdA">
  <ownedTargetElement xmi:type="uml:Expression" xmi:id="_o5TQEIX3EeCWV-j23LpkdA" name="Waterc1
  ->hydroId->localId" symbol="->">
    <operand xmi:type="uml:OpaqueExpression" xmi:id="_o5TQEYX3EeCWV-j23LpkdA">

```

```

    <body>Watercl</body>
  </operand>
  <operand xmi:type="uml:OpaqueExpression" xmi:id="_t1MiUIX3EeCWV-j23LpkdA">
    <body>hydroId</body>
  </operand>
  <operand xmi:type="uml:OpaqueExpression" xmi:id="_o5TQE4X3EeCWV-j23LpkdA">
    <body>localId</body>
  </operand>
</ownedTargetElement>
<ownedExpression xmi:type="uml:Expression" xmi:id="_p5rH8IX3EeCWV-j23LpkdA" name="Fliessgl
->istTeilVon->Wasserl1->gewaesserkennzahl" symbol="->">
  <operand xmi:type="uml:OpaqueExpression" xmi:id="_1NPG4IX3EeCWV-j23LpkdA">
    <body>Fliessgl</body>
  </operand>
  <operand xmi:type="uml:OpaqueExpression" xmi:id="_1NPG4YX3EeCWV-j23LpkdA">
    <body>istTeilVon</body>
  </operand>
  <operand xmi:type="uml:OpaqueExpression" xmi:id="_1NPG4oX3EeCWV-j23LpkdA">
    <body>Wasserl1</body>
  </operand>
  <operand xmi:type="uml:OpaqueExpression" xmi:id="_1NPG44X3EeCWV-j23LpkdA">
    <body>gewaesserkennzahl</body>
  </operand>
</ownedExpression>
</ownedAssignmentDef>
<ownedAssignmentDef xmi:type="uml:AssignmentDefinition" xmi:id="_jBxt8IX1EeCWV-j23LpkdA">
  <ownedTargetElement xmi:type="uml:Expression" xmi:id="_7GNscIX3EeCWV-j23LpkdA" name="Watercl
->hydroId->namespace" symbol="->">
    <operand xmi:type="uml:OpaqueExpression" xmi:id="_7GNscyX3EeCWV-j23LpkdA">
      <body>Watercl</body>
    </operand>
    <operand xmi:type="uml:OpaqueExpression" xmi:id="_7GNscoX3EeCWV-j23LpkdA">
      <body>hydroId</body>
    </operand>
    <operand xmi:type="uml:OpaqueExpression" xmi:id="_7GNsc4X3EeCWV-j23LpkdA">
      <body>namespace</body>
    </operand>
  </ownedTargetElement>
  <ownedExpression xmi:type="uml:LiteralString" xmi:id="__IKe8IX3EeCWV-j23LpkdA" value="DE"/>
</ownedAssignmentDef>
<ownedAssignmentDef xmi:type="uml:AssignmentDefinition" xmi:id="_jHivEIX1EeCWV-j23LpkdA">
  <ownedTargetElement xmi:type="uml:Expression" xmi:id="_iy3n5IX4EeCWV-j23LpkdA" name="Watercl
->geometry" symbol="->">
    <operand xmi:type="uml:OpaqueExpression" xmi:id="_iy3n5YX4EeCWV-j23LpkdA">
      <body>Watercl</body>
    </operand>
    <operand xmi:type="uml:OpaqueExpression" xmi:id="_iy3n5oX4EeCWV-j23LpkdA">
      <body>geometry</body>
    </operand>
  </ownedTargetElement>
  <ownedExpression xmi:type="uml:Expression" xmi:id="_jTNU0IX4EeCWV-j23LpkdA" name="Fliessgl
->position" symbol="->">
    <operand xmi:type="uml:OpaqueExpression" xmi:id="_tPW04IX4EeCWV-j23LpkdA">
      <body>Fliessgl</body>
    </operand>
    <operand xmi:type="uml:OpaqueExpression" xmi:id="_tPW04YX4EeCWV-j23LpkdA">
      <body>position</body>
    </operand>
  </ownedExpression>
</ownedAssignmentDef>
<ownedAssignmentDef xmi:type="uml:AssignmentDefinition" xmi:id="_jMphMIX1EeCWV-j23LpkdA">
  <ownedTargetElement xmi:type="uml:Expression" xmi:id="_zejiEIX4EeCWV-j23LpkdA" name="Watercl
->inspireId->localId" symbol="->">
    <operand xmi:type="uml:OpaqueExpression" xmi:id="_zejiEYX4EeCWV-j23LpkdA">
      <body>Watercl</body>
    </operand>
    <operand xmi:type="uml:OpaqueExpression" xmi:id="_zejiEoX4EeCWV-j23LpkdA">
      <body>inspireId</body>
    </operand>
    <operand xmi:type="uml:OpaqueExpression" xmi:id="_owubgIX6EeCWV-j23LpkdA">
      <body>localId</body>
    </operand>
  </ownedTargetElement>
  <ownedExpression xmi:type="uml:Expression" xmi:id="_DHJnkIX5EeCWV-j23LpkdA" name="Fliessgl
->identifikator" symbol="->">
    <operand xmi:type="uml:OpaqueExpression" xmi:id="_wTY7sIX6EeCWV-j23LpkdA">
      <body>Fliessgl</body>
    </operand>
    <operand xmi:type="uml:OpaqueExpression" xmi:id="_wTY7sYX6EeCWV-j23LpkdA">
      <body>identifikator</body>
    </operand>
  </ownedExpression>
</ownedAssignmentDef>
<ownedAssignmentDef xmi:type="uml:AssignmentDefinition" xmi:id="_jSAiUIX1EeCWV-j23LpkdA">
  <ownedTargetElement xmi:type="uml:Expression" xmi:id="_01lJoIX6EeCWV-j23LpkdA" name="Watercl
->inspireId->namespace" symbol="->">
    <operand xmi:type="uml:OpaqueExpression" xmi:id="_01lJoYX6EeCWV-j23LpkdA">
      <body>Watercl</body>
    </operand>
    <operand xmi:type="uml:OpaqueExpression" xmi:id="_01lJooX6EeCWV-j23LpkdA">

```



```

    <body>inspireId</body>
  </operand>
  <operand xmi:type="uml:OpaqueExpression" xmi:id="_011Jo4X6EeCWV-j23LpkdA">
    <body>namespace</body>
  </operand>
</ownedTargetElement>
<ownedExpression xmi:type="uml:LiteralString" xmi:id="_47pK8IX6EeCWV-j23LpkdA" name=""
value="DEAAA"/>
</ownedAssignmentDef>
<ownedAssignmentDef xmi:type="umlt:AssignmentDefinition" xmi:id="_j1-nMIX1EeCWV-j23LpkdA">
  <ownedTargetElement xmi:type="uml:Expression" xmi:id="_V9ekIX6EeCWV-j23LpkdA" name="Waterc1
->inspireId->versionId" symbol="->">
    <operand xmi:type="uml:OpaqueExpression" xmi:id="_V9ekYX6EeCWV-j23LpkdA">
      <body>Waterc1</body>
    </operand>
    <operand xmi:type="uml:OpaqueExpression" xmi:id="_V9ekoX6EeCWV-j23LpkdA">
      <body>inspireId</body>
    </operand>
    <operand xmi:type="uml:OpaqueExpression" xmi:id="_V9ek4X6EeCWV-j23LpkdA">
      <body>versionId</body>
    </operand>
  </ownedTargetElement>
<ownedExpression xmi:type="uml:Expression" xmi:id="_Hk7vkIX7EeCWV-j23LpkdA" name="Fliessgl
->lebenszeitintervall->beginnt" symbol="->">
  <operand xmi:type="uml:OpaqueExpression" xmi:id="_Rr70wIX7EeCWV-j23LpkdA">
    <body>Fliessgl</body>
  </operand>
  <operand xmi:type="uml:OpaqueExpression" xmi:id="_Rr70wYX7EeCWV-j23LpkdA">
    <body>lebenszeitintervall</body>
  </operand>
  <operand xmi:type="uml:OpaqueExpression" xmi:id="_VXEpwIX7EeCWV-j23LpkdA">
    <body>beginnt</body>
  </operand>
</ownedExpression>
</ownedAssignmentDef>
<ownedAssignmentDef xmi:type="umlt:AssignmentDefinition" xmi:id="_8Ay-AIX6EeCWV-j23LpkdA">
  <ownedTargetElement xmi:type="uml:Expression" xmi:id="_YCDz4IX8EeCWV-j23LpkdA" name="Waterc1
->levelOfDetail" symbol="->">
    <operand xmi:type="uml:OpaqueExpression" xmi:id="_YCDz4YX8EeCWV-j23LpkdA">
      <body>Waterc1</body>
    </operand>
    <operand xmi:type="uml:OpaqueExpression" xmi:id="_YCDz4oX8EeCWV-j23LpkdA">
      <body>levelOfDetail</body>
    </operand>
  </ownedTargetElement>
<ownedExpression xmi:type="uml:Expression" xmi:id="_hDTx8IX8EeCWV-j23LpkdA"
name="UMLT::Base::ValueMapper::map" symbol="map">
  <operand xmi:type="uml:Expression" xmi:id="_7iIaIX8EeCWV-j23LpkdA" name="Fliessgl->modellart"
symbol="->">
    <operand xmi:type="uml:OpaqueExpression" xmi:id="_AA0zAIX9EeCWV-j23LpkdA">
      <body>Fliessgl</body>
    </operand>
    <operand xmi:type="uml:OpaqueExpression" xmi:id="_AS2-MIX9EeCWV-j23LpkdA">
      <body>modellart</body>
    </operand>
  </operand>
  <operand xmi:type="uml:Expression" xmi:id="_8LaAoIX8EeCWV-j23LpkdA" name="levelOfDetailMap"
symbol="->">
    <operand xmi:type="uml:OpaqueExpression" xmi:id="_LLCosIX9EeCWV-j23LpkdA">
      <body>levelOfDetailMap</body>
    </operand>
  </operand>
</ownedExpression>
</ownedAssignmentDef>
<ownedAssignmentDef xmi:type="umlt:AssignmentDefinition" xmi:id="_8IF40IX6EeCWV-j23LpkdA">
  <ownedTargetElement xmi:type="uml:Expression" xmi:id="_PfkjQIX9EeCWV-j23LpkdA" name="Waterc1
->beginLifespanVersion" symbol="->">
    <operand xmi:type="uml:OpaqueExpression" xmi:id="_PfkjQYX9EeCWV-j23LpkdA">
      <body>Waterc1</body>
    </operand>
    <operand xmi:type="uml:OpaqueExpression" xmi:id="_PfkjQoX9EeCWV-j23LpkdA">
      <body>beginLifespanVersion</body>
    </operand>
  </ownedTargetElement>
<ownedExpression xmi:type="uml:Expression" xmi:id="_k_Q0sIX9EeCWV-j23LpkdA" name="Fliessgl
->lebenszeitintervall->beginnt" symbol="->">
  <operand xmi:type="uml:OpaqueExpression" xmi:id="_v9rqEIX9EeCWV-j23LpkdA">
    <body>Fliessgl</body>
  </operand>
  <operand xmi:type="uml:OpaqueExpression" xmi:id="_v9rqEYX9EeCWV-j23LpkdA">
    <body>lebenszeitintervall</body>
  </operand>
  <operand xmi:type="uml:OpaqueExpression" xmi:id="_v9rqEoX9EeCWV-j23LpkdA">
    <body>beginnt</body>
  </operand>
</ownedExpression>
</ownedAssignmentDef>
<ownedAssignmentDef xmi:type="umlt:AssignmentDefinition" xmi:id="_8Nwb8IX6EeCWV-j23LpkdA">
  <ownedTargetElement xmi:type="uml:Expression" xmi:id="_nnMU4X9EeCWV-j23LpkdA" name="Waterc1
->endLifespanVersion" symbol="->">

```

```

    <operand xmi:type="uml:OpaqueExpression" xmi:id="_TviVIIEEeCWV-j23LpkdA">
      <body>Watercl</body>
    </operand>
    <operand xmi:type="uml:OpaqueExpression" xmi:id="_TviVIIEEeCWV-j23LpkdA">
      <body>endLifespanVersion</body>
    </operand>
  </ownedTargetElement>
  <ownedExpression xmi:type="uml:Expression" xmi:id="_AyRBkIX-EeCWV-j23LpkdA" name="Fliessgl
  ->lebenszeitintervall->endet">
    <operand xmi:type="uml:OpaqueExpression" xmi:id="_TAcagIYEeCWV-j23LpkdA">
      <body>Fliessgl</body>
    </operand>
    <operand xmi:type="uml:OpaqueExpression" xmi:id="_TAcagYEEeCWV-j23LpkdA">
      <body>lebenszeitintervall</body>
    </operand>
    <operand xmi:type="uml:OpaqueExpression" xmi:id="_TAcagoYEEeCWV-j23LpkdA">
      <body>endet</body>
    </operand>
  </ownedExpression>
</ownedAssignmentDef>
<ownedAssignmentDef xmi:type="umlt:AssignmentDefinition" xmi:id="_8Z1JEIX6EeCWV-j23LpkdA">
  <ownedTargetElement xmi:type="uml:Expression" xmi:id="_dvk2sIYEeCWV-j23LpkdA" name="Watercl
  ->localType" symbol="->">
    <operand xmi:type="uml:OpaqueExpression" xmi:id="_dvk2sYEEeCWV-j23LpkdA">
      <body>Watercl</body>
    </operand>
    <operand xmi:type="uml:OpaqueExpression" xmi:id="_dvk2soYEEeCWV-j23LpkdA">
      <body>localType</body>
    </operand>
  </ownedTargetElement>
  <ownedExpression xmi:type="uml:LiteralString" xmi:id="_hemtMIYEeCWV-j23LpkdA"
  value="Unpopulated"/>
</ownedAssignmentDef>
<ownedAssignmentDef xmi:type="umlt:AssignmentDefinition" xmi:id="_8gFiEIX6EeCWV-j23LpkdA">
  <ownedTargetElement xmi:type="uml:Expression" xmi:id="_lRzSAIYEeCWV-j23LpkdA" name="Watercl
  ->origin" symbol="->">
    <operand xmi:type="uml:OpaqueExpression" xmi:id="_lRzSAYEEeCWV-j23LpkdA">
      <body>Watercl</body>
    </operand>
    <operand xmi:type="uml:OpaqueExpression" xmi:id="_lRzSAoYEEeCWV-j23LpkdA">
      <body>origin</body>
    </operand>
  </ownedTargetElement>
  <ownedExpression xmi:type="uml:LiteralString" xmi:id="_mcKMUIYEeCWV-j23LpkdA"
  value="Unpopulated"/>
</ownedAssignmentDef>
<ownedAssignmentDef xmi:type="umlt:AssignmentDefinition" xmi:id="_815PIIX6EeCWV-j23LpkdA">
  <ownedTargetElement xmi:type="uml:Expression" xmi:id="_0OwZgIYEeCWV-j23LpkdA" name="Watercl
  ->persistence" symbol="->">
    <operand xmi:type="uml:OpaqueExpression" xmi:id="_0OwZgYEEeCWV-j23LpkdA">
      <body>Watercl</body>
    </operand>
    <operand xmi:type="uml:OpaqueExpression" xmi:id="_0OwZgoYEEeCWV-j23LpkdA">
      <body>persistence</body>
    </operand>
  </ownedTargetElement>
  <ownedExpression xmi:type="uml:Expression" xmi:id="_86bJIIYEeCWV-j23LpkdA"
  name="UMLT::Base::ValueMapper::map" symbol="map">
    <operand xmi:type="uml:Expression" xmi:id="_gDDIYEeCWV-j23LpkdA" name="Fliessgl
    ->hydrologischesMerkmal" symbol="->">
      <operand xmi:type="uml:OpaqueExpression" xmi:id="_gDDIYEeCWV-j23LpkdA">
        <body>Fliessgl</body>
      </operand>
      <operand xmi:type="uml:OpaqueExpression" xmi:id="_gDDIoYEEeCWV-j23LpkdA">
        <body>hydrologischesMerkmal</body>
      </operand>
    </operand>
    <operand xmi:type="uml:Expression" xmi:id="_gDDI4YEEeCWV-j23LpkdA" name="persistenceMap"
    symbol="->">
      <operand xmi:type="uml:OpaqueExpression" xmi:id="_gDDJIYEeCWV-j23LpkdA">
        <body>persistenceMap</body>
      </operand>
    </operand>
  </ownedExpression>
</ownedAssignmentDef>
<ownedAssignmentDef xmi:type="umlt:AssignmentDefinition" xmi:id="_8rtjQIX6EeCWV-j23LpkdA">
  <ownedTargetElement xmi:type="uml:Expression" xmi:id="_Szu-wIYFEeCWV-j23LpkdA" name="Watercl
  ->tidal" symbol="->">
    <operand xmi:type="uml:OpaqueExpression" xmi:id="_Szu-wYFEeCWV-j23LpkdA">
      <body>Watercl</body>
    </operand>
    <operand xmi:type="uml:OpaqueExpression" xmi:id="_Szu-woYFEeCWV-j23LpkdA">
      <body>tidal</body>
    </operand>
  </ownedTargetElement>
  <ownedExpression xmi:type="uml:LiteralInteger" xmi:id="_V8JhMIYFEeCWV-j23LpkdA"/>
</ownedAssignmentDef>
<ownedAssignmentDef xmi:type="umlt:AssignmentDefinition" xmi:id="_82vHgIX6EeCWV-j23LpkdA">
  <ownedTargetElement xmi:type="uml:Expression" xmi:id="_cbcf4IYFEeCWV-j23LpkdA" name="Watercl
  ->condition" symbol="->">

```

```

    <operand xmi:type="uml:OpaqueExpression" xmi:id="_cbcf4YFFeCWV-j23LpkdA">
      <body>Waterc1</body>
    </operand>
    <operand xmi:type="uml:OpaqueExpression" xmi:id="_cbcf4oYFFeCWV-j23LpkdA">
      <body>condition</body>
    </operand>
  </ownedTargetElement>
  <ownedExpression xmi:type="uml:LiteralString" xmi:id="_iluQ0IYFFeCWV-j23LpkdA"
    value="Unpopulated"/>
</ownedAssignmentDef>
<ownedAssignmentDef xmi:type="uml:AssignmentDefinition" xmi:id="_ZbEfIIYFFeCWV-j23LpkdA">
  <ownedTargetElement xmi:type="uml:Expression" xmi:id="_cwwBgIYFFeCWV-j23LpkdA" name="Waterc1"
    ->delineationKnown" symbol="->">
    <operand xmi:type="uml:OpaqueExpression" xmi:id="_cwwBgYFFeCWV-j23LpkdA">
      <body>Waterc1</body>
    </operand>
    <operand xmi:type="uml:OpaqueExpression" xmi:id="_cwwBgoYFFeCWV-j23LpkdA">
      <body>delineationKnown</body>
    </operand>
  </ownedTargetElement>
  <ownedExpression xmi:type="uml:LiteralString" xmi:id="_jYYc0IYFFeCWV-j23LpkdA"
    value="Unpopulated"/>
</ownedAssignmentDef>
<ownedAssignmentDef xmi:type="uml:AssignmentDefinition" xmi:id="_ZrnckIYFFeCWV-j23LpkdA">
  <ownedTargetElement xmi:type="uml:Expression" xmi:id="_xIvOUIYFFeCWV-j23LpkdA" name="Waterc1"
    ->length" symbol="->">
    <operand xmi:type="uml:OpaqueExpression" xmi:id="_xIvOUYFFeCWV-j23LpkdA">
      <body>Waterc1</body>
    </operand>
    <operand xmi:type="uml:OpaqueExpression" xmi:id="_xIvOUoYFFeCWV-j23LpkdA">
      <body>length</body>
    </operand>
  </ownedTargetElement>
  <ownedExpression xmi:type="uml:LiteralString" xmi:id="_A2PpAIYGEeCWV-j23LpkdA"
    value="Unpopulated"/>
</ownedAssignmentDef>
<ownedAssignmentDef xmi:type="uml:AssignmentDefinition" xmi:id="_Z-1TgIYFFeCWV-j23LpkdA">
  <ownedTargetElement xmi:type="uml:Expression" xmi:id="_xRrH4IYFFeCWV-j23LpkdA" name="Waterc1"
    ->level" symbol="->">
    <operand xmi:type="uml:OpaqueExpression" xmi:id="_xRrH4YFFeCWV-j23LpkdA">
      <body>Waterc1</body>
    </operand>
    <operand xmi:type="uml:OpaqueExpression" xmi:id="_xRrH4oYFFeCWV-j23LpkdA">
      <body>level</body>
    </operand>
  </ownedTargetElement>
  <ownedExpression xmi:type="uml:LiteralString" xmi:id="_CWD18IYGEeCWV-j23LpkdA"
    value="Unpopulated"/>
</ownedAssignmentDef>
<ownedAssignmentDef xmi:type="uml:AssignmentDefinition" xmi:id="_aL8icIYFFeCWV-j23LpkdA">
  <ownedTargetElement xmi:type="uml:Expression" xmi:id="_08hB8IYFFeCWV-j23LpkdA" name="Waterc1"
    ->streamOrder->order" symbol="->">
    <operand xmi:type="uml:OpaqueExpression" xmi:id="_08hB8YFFeCWV-j23LpkdA">
      <body>Waterc1</body>
    </operand>
    <operand xmi:type="uml:OpaqueExpression" xmi:id="_08hB8oYFFeCWV-j23LpkdA">
      <body>streamOrder</body>
    </operand>
    <operand xmi:type="uml:OpaqueExpression" xmi:id="_ivpzcIYGEeCWV-j23LpkdA">
      <body>order</body>
    </operand>
  </ownedTargetElement>
  <ownedExpression xmi:type="uml:LiteralString" xmi:id="_DUo-EIYGEeCWV-j23LpkdA"
    value="Unpopulated"/>
</ownedAssignmentDef>
<ownedAssignmentDef xmi:type="uml:AssignmentDefinition" xmi:id="_aZgdUIYFFeCWV-j23LpkdA">
  <ownedTargetElement xmi:type="uml:Expression" xmi:id="_rZXbQIYGEeCWV-j23LpkdA" name="Waterc1"
    ->streamOrder->orderScheme" symbol="->">
    <operand xmi:type="uml:OpaqueExpression" xmi:id="_rZXbQYIGEeCWV-j23LpkdA">
      <body>Waterc1</body>
    </operand>
    <operand xmi:type="uml:OpaqueExpression" xmi:id="_rZXbQoYIGEeCWV-j23LpkdA">
      <body>streamOrder</body>
    </operand>
    <operand xmi:type="uml:OpaqueExpression" xmi:id="_rZXbQ4YIGEeCWV-j23LpkdA">
      <body>orderScheme</body>
    </operand>
  </ownedTargetElement>
  <ownedExpression xmi:type="uml:LiteralString" xmi:id="_vKKMUIYGEeCWV-j23LpkdA"
    value="Unpopulated"/>
</ownedAssignmentDef>
<ownedAssignmentDef xmi:type="uml:AssignmentDefinition" xmi:id="_1y53YIYFFeCWV-j23LpkdA">
  <ownedTargetElement xmi:type="uml:Expression" xmi:id="_yFZCwIYGEeCWV-j23LpkdA" name="Waterc1"
    ->streamOrder->scope" symbol="->">
    <operand xmi:type="uml:OpaqueExpression" xmi:id="_yFZCwYIGEeCWV-j23LpkdA">
      <body>Waterc1</body>
    </operand>
    <operand xmi:type="uml:OpaqueExpression" xmi:id="_yFZCwoYIGEeCWV-j23LpkdA">
      <body>streamOrder</body>
    </operand>

```

```

    <operand xmi:type="uml:OpaqueExpression" xmi:id="_yfzCw4YGEeCWV-j23LpkdA">
      <body>scope</body>
    </operand>
  </ownedTargetElement>
  <ownedExpression xmi:type="uml:LiteralString" xmi:id="_2JVk8IYGEeCWV-j23LpkdA" name=""
    value="Unpopulated"/>
</ownedAssignmentDef>
<ownedAssignmentDef xmi:type="uml:AssignmentDefinition" xmi:id="_2CGxAIYFEeCWV-j23LpkdA">
  <ownedTargetElement xmi:type="uml:Expression" xmi:id="_4o7M0IYGEeCWV-j23LpkdA" name="Watercl
    ->width->lower" symbol="->">
    <operand xmi:type="uml:OpaqueExpression" xmi:id="_4o7M0IYGEeCWV-j23LpkdA">
      <body>Watercl</body>
    </operand>
    <operand xmi:type="uml:OpaqueExpression" xmi:id="_4o7M0oYGEeCWV-j23LpkdA">
      <body>width</body>
    </operand>
    <operand xmi:type="uml:OpaqueExpression" xmi:id="_4o7M04YGEeCWV-j23LpkdA">
      <body>lower</body>
    </operand>
  </ownedTargetElement>
  <ownedExpression xmi:type="uml:LiteralString" xmi:id="_-WcJQIYGEeCWV-j23LpkdA"
    value="Unpopulated"/>
</ownedAssignmentDef>
<ownedAssignmentDef xmi:type="uml:AssignmentDefinition" xmi:id="_2T1aMIYFEeCWV-j23LpkdA">
  <ownedTargetElement xmi:type="uml:Expression" xmi:id="_DEelsIYHEeCWV-j23LpkdA" name="Watercl
    ->width->upper" symbol="->">
    <operand xmi:type="uml:OpaqueExpression" xmi:id="_DEelsYYHEeCWV-j23LpkdA">
      <body>Watercl</body>
    </operand>
    <operand xmi:type="uml:OpaqueExpression" xmi:id="_DEelsoYHEeCWV-j23LpkdA">
      <body>width</body>
    </operand>
    <operand xmi:type="uml:OpaqueExpression" xmi:id="_DEels4YHEeCWV-j23LpkdA">
      <body>upper</body>
    </operand>
  </ownedTargetElement>
  <ownedExpression xmi:type="uml:LiteralString" xmi:id="_H4LlQIYHEeCWV-j23LpkdA"
    value="Unpopulated"/>
</ownedAssignmentDef>
</ownedMapping>
</node>
...
<node xmi:type="uml:InitialNode" xmi:id="_EjzDkIsOEeCYhIX4eyPn4A" name="START"
  outgoing="_BzBJoIsOEeCYhIX4eyPn4A"/>
<trafoValueMap xmi:type="uml:TransformationValueMap" xmi:id="_dQoSUIX7EeCWV-j23LpkdA"
  name="persistenceMap">
  <mapentry xmi:type="uml:MapEntry" xmi:id="_eHpHgIX7EeCWV-j23LpkdA" name="">
    <key xmi:type="uml:LiteralString" xmi:id="_lm3SIX7EeCWV-j23LpkdA" value="2000"/>
    <mappedValue xmi:type="uml:LiteralString" xmi:id="_q3eQIIX7EeCWV-j23LpkdA" value="intermittent"/>
  </mapentry>
  <mapentry xmi:type="uml:MapEntry" xmi:id="_5Td_oIX7EeCWV-j23LpkdA">
    <key xmi:type="uml:LiteralNull" xmi:id="_7QyA4IX7EeCWV-j23LpkdA"/>
    <mappedValue xmi:type="uml:LiteralString" xmi:id="_8RAHwIX7EeCWV-j23LpkdA" value="perrenial"/>
  </mapentry>
</trafoValueMap>
<trafoValueMap xmi:type="uml:TransformationValueMap" xmi:id="_FO-vYIX8EeCWV-j23LpkdA"
  name="levelOfDetailMap">
  <mapentry xmi:type="uml:MapEntry" xmi:id="_HycKoIX8EeCWV-j23LpkdA">
    <key xmi:type="uml:LiteralString" xmi:id="_JeeOoIX8EeCWV-j23LpkdA" name="" value="Basis-DLM"/>
    <mappedValue xmi:type="uml:LiteralInteger" xmi:id="_KahAIX8EeCWV-j23LpkdA" value="25000"/>
  </mapentry>
</trafoValueMap>
...
  </node>
</packagedElement>
</packagedElement>
</uml:ModelUMLT>
...
</xmi:XMI>

```

## Transformationsfall II

### ATKIS Basis-DLM (alt) → Ausschnitt aus ERiska Hydrography (INSPIRE Gewässernetz)

(gOML XMI)

```
<?xml version="1.0" encoding="UTF-8" standalone="yes"?>
<align:Alignment xmlns:omwg="http://www.omwg.org/TR/d7/ontology/alignment" xmlns:rdf=
"http://www.w3.org/1999/02/22-rdf-syntax-ns#" xmlns:goml="http://www.esdi-humboldt.eu/
goml" xmlns:align="http://knowledgeweb.semanticweb.org/heterogeneity/alignment"
xmlns:xsi="http://www.w3.org/2001/XMLSchema-instance" xmlns:gml="http://www.opengis.net/
gml/" xsi:schemaLocation="http://knowledgeweb.semanticweb.org/heterogeneity/
alignment align.xsd">
  <align:level></align:level>
  <align:ontol>
    <align:Ontology rdf:about="http://gis.bv.tum.de/eriska">
      <align:location>http://129.187.38.213:8080/geoserver/ows?service=WFS&
version=1.1.0&request=DescribeFeatureType&typeName=eriska:gew01_1</
align:location>
      <align:formalism>
        <align:Formalism>
          <align:uri>http://www.opengis.net/gml</align:uri>
          <align:name>GML Application Schema</align:name>
        </align:Formalism>
      </align:formalism>
    </align:Ontology>
  </align:ontol>
  <align:onto2>
    <align:Ontology rdf:about="http://humboldt/eriska">
      <align:location>file:/C:/Dokumente%20und%20Einstellungen/fichtinger/
Eigene%20Dateien/D/Mapping/HUMBOLDT/Zielmodell/GML/INSPIRE%20UML%20Model
%20Repository/ERiska_HY.xsd</align:location>
      <align:formalism>
        <align:Formalism>
          <align:uri>http://www.opengis.net/gml</align:uri>
          <align:name>GML Application Schema</align:name>
        </align:Formalism>
      </align:formalism>
    </align:Ontology>
  </align:onto2>
  <align:map>
    <align:Cell>
      <omwg:entity1>
        <omwg:Class rdf:about="http://gis.bv.tum.de/eriska/gew01_1">
          <omwg:transf rdf:resource="eu.esdihumboldt.cst.transformer.service.
rename.RenameFeatureFunction">
            <omwg:param>
              <omwg:name>SelectedAttribute</omwg:name>
              <omwg:value></omwg:value>
            </omwg:param>
          </omwg:transf>
          <omwg:attributeValueCondition>
            <omwg:Restriction>
              <goml:cqlStr>OBJART = 5101 OR OBJART = 5102 OR OBJART =
5103</goml:cqlStr>
            </omwg:Restriction>
          </omwg:attributeValueCondition>
        </omwg:Class>
      </omwg:entity1>
      <omwg:entity2>
        <omwg:Class rdf:about="http://humboldt/eriska/Watercourse"/>
      </omwg:entity2>
      <align:relation>Equivalence</align:relation>
    </align:Cell>
  </align:map>
  <align:map>
    <align:Cell>
      <omwg:entity1>
        <omwg:Property rdf:about="http://gis.bv.tum.de/eriska/c940d18f-4913-4a27
-980c-c560eb860961">
          <omwg:transf rdf:resource="eu.esdihumboldt.cst.corefunctions.inspire.
GeographicalNameFunction"/>
          <omwg:propertyComposition>
            <omwg:operator>UNION</omwg:operator>
            <omwg:Property rdf:about="http://gis.bv.tum.de/eriska/93f3afdc-
596b-4cf7-8308-5be579b6d67a">
              <omwg:transf rdf:resource="eu.esdihumboldt.cst.corefunctions.
inspire.GeographicalNameFunction">
                <omwg:param>
                  <omwg:name>language</omwg:name>
                  <omwg:value>ger</omwg:value>
                </omwg:param>
                <omwg:param>
                  <omwg:name>nativeness</omwg:name>
                  <omwg:value>endonym</omwg:value>
                </omwg:param>
                <omwg:param>
                  <omwg:name>nameStatus</omwg:name>

```

```

        <omwg:value>official</omwg:value>
    </omwg:param>
    <omwg:param>
        <omwg:name>sourceOfName</omwg:name>
        <omwg:value>unknown</omwg:value>
    </omwg:param>
    <omwg:param>
        <omwg:name>pronunciationIPA</omwg:name>
        <omwg:value></omwg:value>
    </omwg:param>
    <omwg:param>
        <omwg:name>grammaticalGender</omwg:name>
        <omwg:value></omwg:value>
    </omwg:param>
    <omwg:param>
        <omwg:name>grammaticalNumber</omwg:name>
        <omwg:value></omwg:value>
    </omwg:param>
</omwg:transf>
<omwg:propertyComposition>
    <omwg:operator>UNION</omwg:operator>
    <omwg:Property rdf:about="http://gis.bv.tum.de/eriska/
gew01_1/GN">
        <omwg:transf rdf:resource="some spelling
functionSpellingFunction">
            <omwg:param>
                <omwg:name>text</omwg:name>
                <omwg:value>GN</omwg:value>
            </omwg:param>
            <omwg:param>
                <omwg:name>script</omwg:name>
                <omwg:value>Latn</omwg:value>
            </omwg:param>
            <omwg:param>
                <omwg:name>transliterationScheme</omwg:name>
            </omwg:param>
        </omwg:transf>
    </omwg:Property>
    <omwg:Relation/>
</omwg:propertyComposition>
</omwg:Property>
<omwg:Relation/>
</omwg:propertyComposition>
</omwg:Property>
</omwg:entity1>
<omwg:entity2>
    <omwg:Property rdf:about="http://humboldt/eriska/Watercourse/geographicalName"/>
</omwg:entity2>
</align:Cell>
</align:map>
<align:map>
    <align:Cell>
        <omwg:entity1>
            <omwg:Class rdf:about="entity/null"/>
        </omwg:entity1>
        <omwg:entity2>
            <omwg:Property rdf:about="http://humboldt/eriska/Watercourse/
geographicalName;GeographicalName;grammaticalGender">
                <omwg:transf rdf:resource="eu.esdihumboldt.cst.corefunctions.
NilReasonFunction">
                    <omwg:param>
                        <omwg:name>NilReasonType</omwg:name>
                        <omwg:value>Unpopulated</omwg:value>
                    </omwg:param>
                </omwg:transf>
            </omwg:Property>
        </omwg:entity2>
    </align:Cell>
</align:map>
<align:map>
    <align:Cell>
        <omwg:entity1>
            <omwg:Class rdf:about="entity/null"/>
        </omwg:entity1>
        <omwg:entity2>
            <omwg:Property rdf:about="http://humboldt/eriska/Watercourse/
geographicalName;GeographicalName;grammaticalNumber">
                <omwg:transf rdf:resource="eu.esdihumboldt.cst.corefunctions.
NilReasonFunction">
                    <omwg:param>
                        <omwg:name>NilReasonType</omwg:name>
                        <omwg:value>Unpopulated</omwg:value>
                    </omwg:param>
                </omwg:transf>
            </omwg:Property>
        </omwg:entity2>
    </align:Cell>
</align:map>
<align:map>
    <align:Cell>

```

```

<omwg:entity1>
  <omwg:Class rdf:about="entity/null"/>
</omwg:entity1>
<omwg:entity2>
  <omwg:Property rdf:about="http://humboldt/eriska/Watercourse/
geographicalName;GeographicalName;pronunciation;PronunciationOfName;
pronunciationIPA">
  <omwg:transf rdf:resource="eu.esdihumboldt.cst.corefunctions.
NilReasonFunction">
    <omwg:param>
      <omwg:name>NilReasonType</omwg:name>
      <omwg:value>Unpopulated</omwg:value>
    </omwg:param>
  </omwg:transf>
</omwg:Property>
</omwg:entity2>
</align:Cell>
</align:map>
<align:map>
  <align:Cell>
    <omwg:entity1>
      <omwg:Class rdf:about="entity/null"/>
    </omwg:entity1>
    <omwg:entity2>
      <omwg:Property rdf:about="http://humboldt/eriska/Watercourse/
geographicalName;GeographicalName;pronunciation;PronunciationOfName;
pronunciationSoundLink">
      <omwg:transf rdf:resource="eu.esdihumboldt.cst.corefunctions.
NilReasonFunction">
        <omwg:param>
          <omwg:name>NilReasonType</omwg:name>
          <omwg:value>Unpopulated</omwg:value>
        </omwg:param>
      </omwg:transf>
    </omwg:Property>
  </omwg:entity2>
</align:Cell>
</align:map>
<align:map>
  <align:Cell>
    <omwg:entity1>
      <omwg:Class rdf:about="entity/null"/>
    </omwg:entity1>
    <omwg:entity2>
      <omwg:Property rdf:about="http://humboldt/eriska/Watercourse/
geographicalName;GeographicalName;sourceOfName">
      <omwg:transf rdf:resource="eu.esdihumboldt.cst.corefunctions.
NilReasonFunction">
        <omwg:param>
          <omwg:name>NilReasonType</omwg:name>
          <omwg:value>Unpopulated</omwg:value>
        </omwg:param>
      </omwg:transf>
    </omwg:Property>
  </omwg:entity2>
</align:Cell>
</align:map>
<align:map>
  <align:Cell>
    <omwg:entity1>
      <omwg:Property rdf:about="http://gis.bv.tum.de/eriska/gew01_l/KN">
      <omwg:transf rdf:resource="eu.esdihumboldt.cst.corefunctions.
RenameAttributeFunction"/>
    </omwg:Property>
  </omwg:entity1>
  <omwg:entity2>
    <omwg:Property rdf:about="http://humboldt/eriska/Watercourse/hydroId;
HydroIdentifier;localId"/>
  </omwg:entity2>
  <align:relation>Equivalence</align:relation>
</align:Cell>
</align:map>
<align:map>
  <align:Cell>
    <omwg:entity1>
      <omwg:Class rdf:about="entity/null"/>
    </omwg:entity1>
    <omwg:entity2>
      <omwg:Property rdf:about="http://humboldt/eriska/Watercourse/hydroId;
HydroIdentifier;classificationScheme">
      <omwg:transf rdf:resource="eu.esdihumboldt.cst.corefunctions.
ConstantValueFunction">
        <omwg:param>
          <omwg:name>defaultValue</omwg:name>
          <omwg:value>National</omwg:value>
        </omwg:param>
      </omwg:transf>
    </omwg:Property>
  </omwg:entity2>
</align:Cell>

```

```

</align:map>
<align:map>
  <align:Cell>
    <omwg:entity1>
      <omwg:Class rdf:about="entity/null"/>
    </omwg:entity1>
    <omwg:entity2>
      <omwg:Property rdf:about="http://humboldt/eriska/Watercourse/hydroId;
      HydroIdentifier;namespace">
        <omwg:transf rdf:resource="eu.esdihumboldt.cst.corefunctions.
        ConstantValueFunction">
          <omwg:param>
            <omwg:name>defaultValue</omwg:name>
            <omwg:value>DE</omwg:value>
          </omwg:param>
        </omwg:transf>
      </omwg:Property>
    </omwg:entity2>
  </align:Cell>
</align:map>
<align:map>
  <align:Cell>
    <omwg:entity1>
      <omwg:Property rdf:about="http://gis.bv.tum.de/eriska/gew01_1/the_geom">
        <omwg:transf rdf:resource="eu.esdihumboldt.cst.corefunctions.
        RenameAttributeFunction"/>
      </omwg:Property>
    </omwg:entity1>
    <omwg:entity2>
      <omwg:Property rdf:about="http://humboldt/eriska/Watercourse/geometry"/>
    </omwg:entity2>
    <align:relation>Equivalence</align:relation>
  </align:Cell>
</align:map>
<align:map>
  <align:Cell>
    <omwg:entity1>
      <omwg:Property rdf:about="http://gis.bv.tum.de/eriska/gew01_1/OB">
        <omwg:transf rdf:resource="eu.esdihumboldt.cst.corefunctions.inspire.
        IdentifierFunction">
          <omwg:param>
            <omwg:name>countryName</omwg:name>
            <omwg:value>DE</omwg:value>
          </omwg:param>
          <omwg:param>
            <omwg:name>providerName</omwg:name>
            <omwg:value>LVG</omwg:value>
          </omwg:param>
          <omwg:param>
            <omwg:name>productName</omwg:name>
            <omwg:value></omwg:value>
          </omwg:param>
          <omwg:param>
            <omwg:name>version</omwg:name>
            <omwg:value></omwg:value>
          </omwg:param>
          <omwg:param>
            <omwg:name>versionNilReason</omwg:name>
            <omwg:value>unpopulated</omwg:value>
          </omwg:param>
        </omwg:transf>
      </omwg:Property>
    </omwg:entity1>
    <omwg:entity2>
      <omwg:Property rdf:about="http://humboldt/eriska/Watercourse/inspireId"/>
    </omwg:entity2>
  </align:Cell>
</align:map>
<align:map>
  <align:Cell>
    <omwg:entity1>
      <omwg:Class rdf:about="entity/null"/>
    </omwg:entity1>
    <omwg:entity2>
      <omwg:Property rdf:about="http://humboldt/eriska/Watercourse/
      levelOfDetail;MD_Resolution;equivalentScale;MD_RepresentativeFraction;
      denominator;Integer">
        <omwg:transf rdf:resource="eu.esdihumboldt.cst.corefunctions.
        ConstantValueFunction">
          <omwg:param>
            <omwg:name>defaultValue</omwg:name>
            <omwg:value>25000</omwg:value>
          </omwg:param>
        </omwg:transf>
      </omwg:Property>
    </omwg:entity2>
  </align:Cell>
</align:map>
<align:map>
  <align:Cell>

```



```

<omwg:entity1>
  <omwg:Class rdf:about="entity/null"/>
</omwg:entity1>
<omwg:entity2>
  <omwg:Property rdf:about="http://humboldt/eriska/Watercourse/
beginLifespanVersion">
  <omwg:transf rdf:resource="eu.esdihumboldt.cst.corefunctions.
NilReasonFunction">
    <omwg:param>
      <omwg:name>NilReasonType</omwg:name>
      <omwg:value>unpopulated</omwg:value>
    </omwg:param>
  </omwg:transf>
</omwg:Property>
</omwg:entity2>
</align:Cell>
</align:map>
<align:map>
  <align:Cell>
    <omwg:entity1>
      <omwg:Class rdf:about="entity/null"/>
    </omwg:entity1>
    <omwg:entity2>
      <omwg:Property rdf:about="http://humboldt/eriska/Watercourse/
endLifespanVersion">
      <omwg:transf rdf:resource="eu.esdihumboldt.cst.corefunctions.
NilReasonFunction">
        <omwg:param>
          <omwg:name>NilReasonType</omwg:name>
          <omwg:value>unpopulated</omwg:value>
        </omwg:param>
      </omwg:transf>
    </omwg:Property>
  </omwg:entity2>
</align:Cell>
</align:map>
<align:map>
  <align:Cell>
    <omwg:entity1>
      <omwg:Property rdf:about="http://gis.bv.tum.de/eriska/gew01_1/OBJART">
      <omwg:transf rdf:resource="eu.esdihumboldt.cst.corefunctions.
ClassificationMappingFunction"/>
      <omwg:valueCondition seq="1">
        <omwg:Restriction>
          <omwg:comparator>oneOf</omwg:comparator>
          <goml:ValueClass>
            <omwg:value>
              <omwg:literal>5102</omwg:literal>
            </omwg:value>
          </goml:ValueClass>
        </omwg:Restriction>
      </omwg:valueCondition>
      <omwg:valueCondition seq="2">
        <omwg:Restriction>
          <omwg:comparator>oneOf</omwg:comparator>
          <goml:ValueClass>
            <omwg:value>
              <omwg:literal>5101</omwg:literal>
            </omwg:value>
          </goml:ValueClass>
        </omwg:Restriction>
      </omwg:valueCondition>
    </omwg:Property>
  </omwg:entity1>
  <omwg:entity2>
    <omwg:Property rdf:about="http://humboldt/eriska/Watercourse/origin">
      <omwg:valueCondition seq="1">
        <omwg:Restriction>
          <omwg:comparator>oneOf</omwg:comparator>
          <goml:ValueClass>
            <omwg:value>
              <omwg:literal>manMade</omwg:literal>
            </omwg:value>
          </goml:ValueClass>
        </omwg:Restriction>
      </omwg:valueCondition>
      <omwg:valueCondition seq="2">
        <omwg:Restriction>
          <omwg:comparator>oneOf</omwg:comparator>
          <goml:ValueClass>
            <omwg:value>
              <omwg:literal>natural</omwg:literal>
            </omwg:value>
          </goml:ValueClass>
        </omwg:Restriction>
      </omwg:valueCondition>
    </omwg:Property>
  </omwg:entity2>
</align:Cell>
</align:map>

```

```

<align:map>
  <align:Cell>
    <omwg:entity1>
      <omwg:Property rdf:about="http://gis.bv.tum.de/eriska/gew01_1/HYD">
        <omwg:transf rdf:resource="eu.esdihumboldt.cst.corefunctions.
          ClassificationMappingFunction"/>
        <omwg:valueCondition seq="1">
          <omwg:Restriction>
            <omwg:comparator>oneOf</omwg:comparator>
            <guml:ValueClass>
              <omwg:value>
                <omwg:literal>3000</omwg:literal>
              </omwg:value>
            </guml:ValueClass>
          </omwg:Restriction>
        </omwg:valueCondition>
        <omwg:valueCondition seq="2">
          <omwg:Restriction>
            <omwg:comparator>oneOf</omwg:comparator>
            <guml:ValueClass>
              <omwg:value>
                <omwg:literal>1000</omwg:literal>
              </omwg:value>
            </guml:ValueClass>
          </omwg:Restriction>
        </omwg:valueCondition>
      </omwg:Property>
    </omwg:entity1>
    <omwg:entity2>
      <omwg:Property rdf:about="http://humboldt/eriska/Watercourse/persistence">
        <omwg:valueCondition seq="1">
          <omwg:Restriction>
            <omwg:comparator>oneOf</omwg:comparator>
            <guml:ValueClass>
              <omwg:value>
                <omwg:literal>dry</omwg:literal>
              </omwg:value>
            </guml:ValueClass>
          </omwg:Restriction>
        </omwg:valueCondition>
        <omwg:valueCondition seq="2">
          <omwg:Restriction>
            <omwg:comparator>oneOf</omwg:comparator>
            <guml:ValueClass>
              <omwg:value>
                <omwg:literal>perennial</omwg:literal>
              </omwg:value>
            </guml:ValueClass>
          </omwg:Restriction>
        </omwg:valueCondition>
      </omwg:Property>
    </omwg:entity2>
  </align:Cell>
</align:map>
<align:map>
  <align:Cell>
    <omwg:entity1>
      <omwg:Class rdf:about="entity/null"/>
    </omwg:entity1>
    <omwg:entity2>
      <omwg:Property rdf:about="http://humboldt/eriska/Watercourse/persistence">
        <omwg:transf rdf:resource="eu.esdihumboldt.cst.corefunctions.
          NilReasonFunction">
          <omwg:param>
            <omwg:name>NilReasonType</omwg:name>
            <omwg:value>unknown</omwg:value>
          </omwg:param>
        </omwg:transf>
      </omwg:Property>
    </omwg:entity2>
  </align:Cell>
</align:map>
<align:map>
  <align:Cell>
    <omwg:entity1>
      <omwg:Class rdf:about="entity/null"/>
    </omwg:entity1>
    <omwg:entity2>
      <omwg:Property rdf:about="http://humboldt/eriska/Watercourse/tidal">
        <omwg:transf rdf:resource="eu.esdihumboldt.cst.corefunctions.
          ConstantValueFunction">
          <omwg:param>
            <omwg:name>defaultValue</omwg:name>
            <omwg:value>>false</omwg:value>
          </omwg:param>
        </omwg:transf>
      </omwg:Property>
    </omwg:entity2>
  </align:Cell>
</align:map>

```

```

<align:map>
  <align:Cell>
    <omwg:entity1>
      <omwg:Property rdf:about="http://gis.bv.tum.de/eriska/gew01_1/ZUS">
        <omwg:transf rdf:resource="eu.esdihumboldt.cst.corefuncions.
ClassificationMappingFunction"/>
        <omwg:valueCondition seq="1">
          <omwg:Restriction>
            <omwg:comparator>oneOf</omwg:comparator>
            <goml:ValueClass>
              <omwg:value>
                <omwg:literal>1200</omwg:literal>
              </omwg:value>
            </goml:ValueClass>
          </omwg:Restriction>
        </omwg:valueCondition>
        <omwg:valueCondition seq="2">
          <omwg:Restriction>
            <omwg:comparator>oneOf</omwg:comparator>
            <goml:ValueClass>
              <omwg:value>
                <omwg:literal>1100</omwg:literal>
              </omwg:value>
            </goml:ValueClass>
          </omwg:Restriction>
        </omwg:valueCondition>
        <omwg:valueCondition seq="3">
          <omwg:Restriction>
            <omwg:comparator>oneOf</omwg:comparator>
            <goml:ValueClass>
              <omwg:value>
                <omwg:literal>1300</omwg:literal>
              </omwg:value>
            </goml:ValueClass>
          </omwg:Restriction>
        </omwg:valueCondition>
      </omwg:Property>
    </omwg:entity1>
    <omwg:entity2>
      <omwg:Property rdf:about="http://humboldt/eriska/Watercourse/condition">
        <omwg:valueCondition seq="1">
          <omwg:Restriction>
            <omwg:comparator>oneOf</omwg:comparator>
            <goml:ValueClass>
              <omwg:value>
                <omwg:literal>disused</omwg:literal>
              </omwg:value>
            </goml:ValueClass>
          </omwg:Restriction>
        </omwg:valueCondition>
        <omwg:valueCondition seq="2">
          <omwg:Restriction>
            <omwg:comparator>oneOf</omwg:comparator>
            <goml:ValueClass>
              <omwg:value>
                <omwg:literal>functional</omwg:literal>
              </omwg:value>
            </goml:ValueClass>
          </omwg:Restriction>
        </omwg:valueCondition>
        <omwg:valueCondition seq="3">
          <omwg:Restriction>
            <omwg:comparator>oneOf</omwg:comparator>
            <goml:ValueClass>
              <omwg:value>
                <omwg:literal>underConstruction</omwg:literal>
              </omwg:value>
            </goml:ValueClass>
          </omwg:Restriction>
        </omwg:valueCondition>
      </omwg:Property>
    </omwg:entity2>
  </align:Cell>
</align:map>
<align:map>
  <align:Cell>
    <omwg:entity1>
      <omwg:Class rdf:about="entity/null"/>
    </omwg:entity1>
    <omwg:entity2>
      <omwg:Property rdf:about="http://humboldt/eriska/Watercourse/condition">
        <omwg:transf rdf:resource="eu.esdihumboldt.cst.corefuncions.
NilReasonFunction">
          <omwg:param>
            <omwg:name>NilReasonType</omwg:name>
            <omwg:value>unknown</omwg:value>
          </omwg:param>
        </omwg:transf>
      </omwg:Property>
    </omwg:entity2>

```

```

    </align:Cell>
  </align:map>
</align:map>
<align:map>
  <align:Cell>
    <omwg:entity1>
      <omwg:Class rdf:about="entity/null"/>
    </omwg:entity1>
    <omwg:entity2>
      <omwg:Property rdf:about="http://humboldt/eriska/Watercourse/delineationKnown">
        <omwg:transf rdf:resource="eu.esdihumboldt.cst.corefunctions.
          NilReasonFunction">
          <omwg:param>
            <omwg:name>NilReasonType</omwg:name>
            <omwg:value>unpopulated</omwg:value>
          </omwg:param>
        </omwg:transf>
      </omwg:Property>
    </omwg:entity2>
  </align:Cell>
</align:map>
</align:map>
<align:map>
  <align:Cell>
    <omwg:entity1>
      <omwg:Class rdf:about="entity/null"/>
    </omwg:entity1>
    <omwg:entity2>
      <omwg:Property rdf:about="http://humboldt/eriska/Watercourse/length">
        <omwg:transf rdf:resource="eu.esdihumboldt.cst.corefunctions.
          NilReasonFunction">
          <omwg:param>
            <omwg:name>NilReasonType</omwg:name>
            <omwg:value>unpopulated</omwg:value>
          </omwg:param>
        </omwg:transf>
      </omwg:Property>
    </omwg:entity2>
  </align:Cell>
</align:map>
</align:map>
<align:map>
  <align:Cell>
    <omwg:entity1>
      <omwg:Property rdf:about="http://gis.bv.tum.de/eriska/gew01_1/OFL">
        <omwg:transf rdf:resource="eu.esdihumboldt.cst.corefunctions.
          ClassificationMappingFunction"/>
        <omwg:valueCondition seq="1">
          <omwg:Restriction>
            <omwg:comparator>oneOf</omwg:comparator>
            <goml:ValueClass>
              <omwg:value>
                <omwg:literal>1100</omwg:literal>
              </omwg:value>
            </goml:ValueClass>
          </omwg:Restriction>
        </omwg:valueCondition>
        <omwg:valueCondition seq="2">
          <omwg:Restriction>
            <omwg:comparator>oneOf</omwg:comparator>
          </omwg:Restriction>
        </omwg:valueCondition>
        <omwg:valueCondition seq="3">
          <omwg:Restriction>
            <omwg:comparator>oneOf</omwg:comparator>
            <goml:ValueClass>
              <omwg:value>
                <omwg:literal>1800</omwg:literal>
              </omwg:value>
            </goml:ValueClass>
          </omwg:Restriction>
        </omwg:valueCondition>
      </omwg:Property>
    </omwg:entity1>
    <omwg:entity2>
      <omwg:Property rdf:about="http://humboldt/eriska/Watercourse/level">
        <omwg:valueCondition seq="1">
          <omwg:Restriction>
            <omwg:comparator>oneOf</omwg:comparator>
            <goml:ValueClass>
              <omwg:value>
                <omwg:literal>onGroundSurface</omwg:literal>
              </omwg:value>
            </goml:ValueClass>
          </omwg:Restriction>
        </omwg:valueCondition>
        <omwg:valueCondition seq="2">
          <omwg:Restriction>
            <omwg:comparator>oneOf</omwg:comparator>
            <goml:ValueClass>
              <omwg:value>
                <omwg:literal>suspendedOrElevated</omwg:literal>
              </omwg:value>
            </omwg:ValueClass>
          </omwg:Restriction>
        </omwg:valueCondition>
      </omwg:Property>
    </omwg:entity2>
  </align:Cell>
</align:map>

```

```
        </gowl:ValueClass>
      </omwg:Restriction>
    </omwg:valueCondition>
  <omwg:valueCondition seq="3">
    <omwg:Restriction>
      <omwg:comparator>oneOf</omwg:comparator>
      <gowl:ValueClass>
        <omwg:value>
          <omwg:literal>underground</omwg:literal>
        </omwg:value>
      </gowl:ValueClass>
    </omwg:Restriction>
  </omwg:valueCondition>
</omwg:Property>
</omwg:entity2>
</align:Cell>
</align:map>
<align:map>
  <align:Cell>
    <omwg:entity1>
      <omwg:Class rdf:about="entity/null"/>
    </omwg:entity1>
    <omwg:entity2>
      <omwg:Property rdf:about="http://humboldt/eriska/Watercourse/streamOrder">
        <omwg:transf rdf:resource="eu.esdihumboldt.cst.corefunctions.
          NilReasonFunction">
          <omwg:param>
            <omwg:name>NilReasonType</omwg:name>
            <omwg:value>unpopulated</omwg:value>
          </omwg:param>
        </omwg:transf>
      </omwg:Property>
    </omwg:entity2>
  </align:Cell>
</align:map>
</align:Alignment>
```

## Transformationsfall III

### VoGIS Fließgewässer → Ausschnitt aus ERiskA Hydrography (INSPIRE Gewässernetz)

(gOML XMI)

```
<?xml version="1.0" encoding="UTF-8" standalone="yes"?>
<align:Alignment xmlns:omwg="http://www.omwg.org/TR/d7/ontology/alignment" xmlns:rdf=
"http://www.w3.org/1999/02/22-rdf-syntax-ns#" xmlns:goml="http://www.esdi-humboldt.eu/goml"
xmlns:align="http://knowledgeb.semanticweb.org/heterogeneity/alignment" xmlns:xsi=
"http://www.w3.org/2001/XMLSchema-instance" xmlns:gml="http://www.opengis.net/gml/" xsi:
schemaLocation="http://knowledgeb.semanticweb.org/heterogeneity/alignment align.xsd">
  <align:level></align:level>
  <align:ontol>
    <align:Ontology rdf:about="http://gis.bv.tum.de/eriska">
      <align:location>http://129.187.38.213:8080/geoserver/ows?service=WFS&
version=1.1.0&request=DescribeFeatureType&typeName=eriska:flu50t</
align:location>
      <align:formalism>
        <align:Formalism>
          <align:uri>http://www.opengis.net/gml</align:uri>
          <align:name>GML Application Schema</align:name>
        </align:Formalism>
      </align:formalism>
    </align:Ontology>
  </align:ontol>
  <align:onto2>
    <align:Ontology rdf:about="http://humboldt/eriska">
      <align:location>file:/C:/Dokumente%20und%20Einstellungen/fichtinger/Eigene
%20Dateien/D/Mapping/HUMBOLDT/Zielmodell/GML/INSPIRE%20UML%20Model%20Repository
/ERiska_HY.xsd</align:location>
      <align:formalism>
        <align:Formalism>
          <align:uri>http://www.opengis.net/gml</align:uri>
          <align:name>GML Application Schema</align:name>
        </align:Formalism>
      </align:formalism>
    </align:Ontology>
  </align:onto2>
  <align:map>
    <align:Cell>
      <omwg:entity1>
        <omwg:Class rdf:about="http://gis.bv.tum.de/eriska/flu50t">
          <omwg:transf rdf:resource="eu.esdihumboldt.cst.transformer.service.
rename.RenameFeatureFunction">
            <omwg:param>
              <omwg:name>SelectedAttribute</omwg:name>
              <omwg:value></omwg:value>
            </omwg:param>
          </omwg:transf>
          <omwg:attributeValueCondition>
            <omwg:Restriction>
              <goml:cqlStr>LEVEL = 2 OR LEVEL = 3 OR LEVEL = 4 OR LEVEL =
7 OR LEVEL = 21 OR LEVEL = 23 OR LEVEL = 24 OR LEVEL = 25 OR
LEVEL = 59 OR LEVEL = 70 OR LEVEL = 71 OR LEVEL = 72 OR
LEVEL = 73 OR LEVEL = 74</goml:cqlStr>
            </omwg:Restriction>
          </omwg:attributeValueCondition>
        </omwg:Class>
      </omwg:entity1>
      <omwg:entity2>
        <omwg:Class rdf:about="http://humboldt/eriska/Watercourse"/>
      </omwg:entity2>
      <align:relation>Equivalence</align:relation>
    </align:Cell>
  </align:map>
  <align:map>
    <align:Cell>
      <omwg:entity1>
        <omwg:Property rdf:about="http://gis.bv.tum.de/eriska/97e0d24e-6ee2-4d22
-a8c0-0241319ff142">
          <omwg:transf rdf:resource="eu.esdihumboldt.cst.corefunctions.inspire
.GeographicalNameFunction"/>
          <omwg:propertyComposition>
            <omwg:operator>UNION</omwg:operator>
            <omwg:Property rdf:about="http://gis.bv.tum.de/eriska/4fcf5492-
a224-4c8e-a4c1-39f3308c2a6c">
              <omwg:transf rdf:resource="eu.esdihumboldt.cst.corefunctions
.inspire.GeographicalNameFunction">
                <omwg:param>
                  <omwg:name>language</omwg:name>
                  <omwg:value>ger</omwg:value>
                </omwg:param>
                <omwg:param>
                  <omwg:name>nativeness</omwg:name>
                  <omwg:value>endonym</omwg:value>
                </omwg:param>
              </omwg:transf>
            </omwg:Property>
          </omwg:propertyComposition>
        </omwg:Property>
      </omwg:entity1>
    </align:Cell>
  </align:map>

```

```

        <omwg:name>nameStatus</omwg:name>
        <omwg:value>official</omwg:value>
    </omwg:param>
    <omwg:param>
        <omwg:name>sourceOfName</omwg:name>
        <omwg:value>unknown</omwg:value>
    </omwg:param>
    <omwg:param>
        <omwg:name>pronunciationIPA</omwg:name>
        <omwg:value></omwg:value>
    </omwg:param>
    <omwg:param>
        <omwg:name>grammaticalGender</omwg:name>
        <omwg:value></omwg:value>
    </omwg:param>
    <omwg:param>
        <omwg:name>grammaticalNumber</omwg:name>
        <omwg:value></omwg:value>
    </omwg:param>
</omwg:transf>
<omwg:propertyComposition>
<omwg:operator>UNION</omwg:operator>
<omwg:Property rdf:about="http://gis.bv.tum.de/eriska/flu50t/NAME">
    <omwg:transf rdf:resource="some spelling functionSpellingFunction">
        <omwg:param>
            <omwg:name>text</omwg:name>
            <omwg:value>NAME</omwg:value>
        </omwg:param>
        <omwg:param>
            <omwg:name>script</omwg:name>
            <omwg:value>Latn</omwg:value>
        </omwg:param>
        <omwg:param>
            <omwg:name>transliterationScheme</omwg:name>
        </omwg:param>
    </omwg:transf>
    </omwg:Property>
</omwg:Relation/>
</omwg:propertyComposition>
</omwg:Property>
</omwg:Relation/>
</omwg:propertyComposition>
</omwg:Property>
</omwg:entity1>
<omwg:entity2>
    <omwg:Property rdf:about="urn:x-inspire:specification:gmlas:
HydroPhysicalWaters:3.0/WatercourseType/geographicalName"/>
</omwg:entity2>
</align:Cell>
</align:map>
<align:map>
    <align:Cell>
        <omwg:entity1>
            <omwg:Class rdf:about="entity/null"/>
        </omwg:entity1>
        <omwg:entity2>
            <omwg:Property rdf:about="urn:x-inspire:specification:gmlas:
HydroPhysicalWaters:3.0/WatercourseType/geographicalName;
GeographicalName;grammaticalGender">
                <omwg:transf rdf:resource="eu.esdihumboldt.cst.corefunctions.
NilReasonFunction">
                    <omwg:param>
                        <omwg:name>NilReasonType</omwg:name>
                        <omwg:value>Unpopulated</omwg:value>
                    </omwg:param>
                </omwg:transf>
            </omwg:Property>
        </omwg:entity2>
    </align:Cell>
</align:map>
<align:map>
    <align:Cell>
        <omwg:entity1>
            <omwg:Class rdf:about="entity/null"/>
        </omwg:entity1>
        <omwg:entity2>
            <omwg:Property rdf:about="urn:x-inspire:specification:gmlas:
HydroPhysicalWaters:3.0/WatercourseType/geographicalName;
GeographicalName;grammaticalNumber">
                <omwg:transf rdf:resource="eu.esdihumboldt.cst.corefunctions.
NilReasonFunction">
                    <omwg:param>
                        <omwg:name>NilReasonType</omwg:name>
                        <omwg:value>Unpopulated</omwg:value>
                    </omwg:param>
                </omwg:transf>
            </omwg:Property>
        </omwg:entity2>
    </align:Cell>
</align:map>

```

```

<align:map>
  <align:Cell>
    <omwg:entity1>
      <omwg:Class rdf:about="entity/null"/>
    </omwg:entity1>
    <omwg:entity2>
      <omwg:Property rdf:about="urn:x-inspire:specification:gmlas:
HydroPhysicalWaters:3.0/WatercourseType/geographicalName;
GeographicalName;pronunciation;PronunciationOfName;pronunciationIPA">
      <omwg:transf rdf:resource="eu.esdihumboldt.cst.corefunctions.
NilReasonFunction">
        <omwg:param>
          <omwg:name>NilReasonType</omwg:name>
          <omwg:value>Unpopulated</omwg:value>
        </omwg:param>
      </omwg:transf>
    </omwg:Property>
  </omwg:entity2>
</align:Cell>
</align:map>
<align:map>
  <align:Cell>
    <omwg:entity1>
      <omwg:Class rdf:about="entity/null"/>
    </omwg:entity1>
    <omwg:entity2>
      <omwg:Property rdf:about="urn:x-inspire:specification:gmlas:
HydroPhysicalWaters:3.0/WatercourseType/geographicalName;
GeographicalName;pronunciation;PronunciationOfName;pronunciationSoundLink">
      <omwg:transf rdf:resource="eu.esdihumboldt.cst.corefunctions.
NilReasonFunction">
        <omwg:param>
          <omwg:name>NilReasonType</omwg:name>
          <omwg:value>Unpopulated</omwg:value>
        </omwg:param>
      </omwg:transf>
    </omwg:Property>
  </omwg:entity2>
</align:Cell>
</align:map>
<align:map>
  <align:Cell>
    <omwg:entity1>
      <omwg:Class rdf:about="entity/null"/>
    </omwg:entity1>
    <omwg:entity2>
      <omwg:Property rdf:about="urn:x-inspire:specification:gmlas:
HydroPhysicalWaters:3.0/WatercourseType/geographicalName;
GeographicalName;sourceOfName">
      <omwg:transf rdf:resource="eu.esdihumboldt.cst.
corefunctions.NilReasonFunction">
        <omwg:param>
          <omwg:name>NilReasonType</omwg:name>
          <omwg:value>Unpopulated</omwg:value>
        </omwg:param>
      </omwg:transf>
    </omwg:Property>
  </omwg:entity2>
</align:Cell>
</align:map>
<align:map>
  <align:Cell>
    <omwg:entity1>
      <omwg:Property rdf:about="http://gis.bv.tum.de/eriska/flu50t/FGW_ID">
      <omwg:transf rdf:resource="eu.esdihumboldt.cst.corefunctions.
RenameAttributeFunction"/>
    </omwg:Property>
  </omwg:entity1>
  <omwg:entity2>
    <omwg:Property rdf:about="urn:x-inspire:specification:gmlas:
HydroPhysicalWaters:3.0/WatercourseType/hydroId;HydroIdentifier;localId"/>
  </omwg:entity2>
  <align:relation>Equivalence</align:relation>
</align:Cell>
</align:map>
<align:map>
  <align:Cell>
    <omwg:entity1>
      <omwg:Class rdf:about="entity/null"/>
    </omwg:entity1>
    <omwg:entity2>
      <omwg:Property rdf:about="urn:x-inspire:specification:gmlas:
HydroPhysicalWaters:3.0/WatercourseType/hydroId;HydroIdentifier;
classificationScheme">
      <omwg:transf rdf:resource="eu.esdihumboldt.cst.corefunctions.
ConstantValueFunction">
        <omwg:param>
          <omwg:name>defaultValue</omwg:name>
          <omwg:value>National</omwg:value>
        </omwg:param>
      </omwg:transf>
    </omwg:Property>
  </omwg:entity2>

```



```

        </omwg:transf>
      </omwg:Property>
    </omwg:entity2>
  </align:Cell>
</align:map>
<align:map>
  <align:Cell>
    <omwg:entity1>
      <omwg:Class rdf:about="entity/null"/>
    </omwg:entity1>
    <omwg:entity2>
      <omwg:Property rdf:about="urn:x-inspire:specification:gmlas:
HydroPhysicalWaters:3.0/WatercourseType/hydroId;HydroIdentifier;namespace">
        <omwg:transf rdf:resource="eu.esdihumboldt.cst.corefunctions.
ConstantValueFunction">
          <omwg:param>
            <omwg:name>defaultValue</omwg:name>
            <omwg:value>AT</omwg:value>
          </omwg:param>
        </omwg:transf>
      </omwg:Property>
    </omwg:entity2>
  </align:Cell>
</align:map>
<align:map>
  <align:Cell>
    <omwg:entity1>
      <omwg:Property rdf:about="http://gis.bv.tum.de/eriska/flu50t/the_geom">
        <omwg:transf rdf:resource="eu.esdihumboldt.cst.corefunctions.
RenameAttributeFunction"/>
      </omwg:Property>
    </omwg:entity1>
    <omwg:entity2>
      <omwg:Property rdf:about="urn:x-inspire:specification:gmlas:
HydroPhysicalWaters:3.0/WatercourseType/geometry"/>
    </omwg:entity2>
    <align:relation>Equivalence</align:relation>
  </align:Cell>
</align:map>
<align:map>
  <align:Cell>
    <omwg:entity1>
      <omwg:Property rdf:about="http://gis.bv.tum.de/eriska/flu50t/FLU_50T_ID">
        <omwg:transf rdf:resource="eu.esdihumboldt.cst.corefunctions.
inspire.IdentifierFunction">
          <omwg:param>
            <omwg:name>countryName</omwg:name>
            <omwg:value>AT</omwg:value>
          </omwg:param>
          <omwg:param>
            <omwg:name>providerName</omwg:name>
            <omwg:value>LVA</omwg:value>
          </omwg:param>
          <omwg:param>
            <omwg:name>productName</omwg:name>
            <omwg:value>FLU50T</omwg:value>
          </omwg:param>
          <omwg:param>
            <omwg:name>version</omwg:name>
            <omwg:value></omwg:value>
          </omwg:param>
          <omwg:param>
            <omwg:name>versionNilReason</omwg:name>
            <omwg:value>Unpopulated</omwg:value>
          </omwg:param>
        </omwg:transf>
      </omwg:Property>
    </omwg:entity1>
    <omwg:entity2>
      <omwg:Property rdf:about="urn:x-inspire:specification:gmlas:
HydroPhysicalWaters:3.0/WatercourseType/inspireId"/>
    </omwg:entity2>
  </align:Cell>
</align:map>
<align:map>
  <align:Cell>
    <omwg:entity1>
      <omwg:Class rdf:about="entity/null"/>
    </omwg:entity1>
    <omwg:entity2>
      <omwg:Property rdf:about="urn:x-inspire:specification:gmlas:
HydroPhysicalWaters:3.0/WatercourseType/levelOfDetail;MD_Resolution;
equivalentScale;MD_RepresentativeFraction;denominator;Integer">
        <omwg:transf rdf:resource="eu.esdihumboldt.cst.corefunctions.
ConstantValueFunction">
          <omwg:param>
            <omwg:name>defaultValue</omwg:name>
            <omwg:value>50000</omwg:value>
          </omwg:param>
        </omwg:transf>
      </omwg:Property>
    </omwg:entity2>
  </align:Cell>
</align:map>

```

```

        </omwg:Property>
      </omwg:entity2>
    </align:Cell>
  </align:map>
<align:map>
  <align:Cell>
    <omwg:entity1>
      <omwg:Class rdf:about="entity/null"/>
    </omwg:entity1>
    <omwg:entity2>
      <omwg:Property rdf:about="urn:x-inspire:specification:gmlas:
HydroPhysicalWaters:3.0/WatercourseType/beginLifespanVersion">
      <omwg:transf rdf:resource="eu.esdihumboldt.cst.corefunctions.
NilReasonFunction">
        <omwg:param>
          <omwg:name>NilReasonType</omwg:name>
          <omwg:value>Unpopulated</omwg:value>
        </omwg:param>
      </omwg:transf>
    </omwg:Property>
  </omwg:entity2>
</align:Cell>
</align:map>
<align:map>
  <align:Cell>
    <omwg:entity1>
      <omwg:Class rdf:about="entity/null"/>
    </omwg:entity1>
    <omwg:entity2>
      <omwg:Property rdf:about="urn:x-inspire:specification:gmlas:
HydroPhysicalWaters:3.0/WatercourseType/endLifespanVersion">
      <omwg:transf rdf:resource="eu.esdihumboldt.cst.corefunctions.
NilReasonFunction">
        <omwg:param>
          <omwg:name>NilReasonType</omwg:name>
          <omwg:value>Unpopulated</omwg:value>
        </omwg:param>
      </omwg:transf>
    </omwg:Property>
  </omwg:entity2>
</align:Cell>
</align:map>
<align:map>
  <align:Cell>
    <omwg:entity1>
      <omwg:Property rdf:about="http://gis.bv.tum.de/eriska/flu50t/LEVEL">
      <omwg:transf rdf:resource="eu.esdihumboldt.cst.corefunctions.
ClassificationMappingFunction"/>
      <omwg:valueCondition seq="1">
        <omwg:Restriction>
          <omwg:comparator>oneOf</omwg:comparator>
          <guml:ValueClass>
            <omwg:value>
              <omwg:literal>21</omwg:literal>
            </omwg:value>
            <omwg:value>
              <omwg:literal>22</omwg:literal>
            </omwg:value>
            <omwg:value>
              <omwg:literal>23</omwg:literal>
            </omwg:value>
            <omwg:value>
              <omwg:literal>24</omwg:literal>
            </omwg:value>
            <omwg:value>
              <omwg:literal>25</omwg:literal>
            </omwg:value>
          </guml:ValueClass>
        </omwg:Restriction>
      </omwg:valueCondition>
      <omwg:valueCondition seq="2">
        <omwg:Restriction>
          <omwg:comparator>oneOf</omwg:comparator>
          <guml:ValueClass>
            <omwg:value>
              <omwg:literal>3</omwg:literal>
            </omwg:value>
            <omwg:value>
              <omwg:literal>2</omwg:literal>
            </omwg:value>
            <omwg:value>
              <omwg:literal>4</omwg:literal>
            </omwg:value>
            <omwg:value>
              <omwg:literal>70</omwg:literal>
            </omwg:value>
            <omwg:value>
              <omwg:literal>71</omwg:literal>
            </omwg:value>
          </guml:ValueClass>
        </omwg:Restriction>
      </omwg:valueCondition>
    </omwg:entity1>
  </align:Cell>
</align:map>

```

```

        <omwg:literal>72</omwg:literal>
      </omwg:value>
      <omwg:value>
        <omwg:literal>73</omwg:literal>
      </omwg:value>
      <omwg:value>
        <omwg:literal>74</omwg:literal>
      </omwg:value>
    </goml:ValueClass>
  </omwg:Restriction>
</omwg:valueCondition>
</omwg:Property>
</omwg:entity1>
<omwg:entity2>
  <omwg:Property rdf:about="urn:x-inspire:specification:gmlas:
  HydroPhysicalWaters:3.0/WatercourseType/origin">
    <omwg:valueCondition seq="1">
      <omwg:Restriction>
        <omwg:comparator>oneOf</omwg:comparator>
        <goml:ValueClass>
          <omwg:value>
            <omwg:literal>manMade</omwg:literal>
          </omwg:value>
        </goml:ValueClass>
      </omwg:Restriction>
    </omwg:valueCondition>
    <omwg:valueCondition seq="2">
      <omwg:Restriction>
        <omwg:comparator>oneOf</omwg:comparator>
        <goml:ValueClass>
          <omwg:value>
            <omwg:literal>natural</omwg:literal>
          </omwg:value>
        </goml:ValueClass>
      </omwg:Restriction>
    </omwg:valueCondition>
  </omwg:Property>
</omwg:entity2>
</align:Cell>
</align:map>
<align:map>
  <align:Cell>
    <omwg:entity1>
      <omwg:Class rdf:about="entity/null"/>
    </omwg:entity1>
    <omwg:entity2>
      <omwg:Property rdf:about="urn:x-inspire:specification:gmlas:
      HydroPhysicalWaters:3.0/WatercourseType/origin">
        <omwg:transf rdf:resource="eu.esdihumboldt.cst.corefunctions.
        NilReasonFunction">
          <omwg:param>
            <omwg:name>NilReasonType</omwg:name>
            <omwg:value>Unknown</omwg:value>
          </omwg:param>
        </omwg:transf>
      </omwg:Property>
    </omwg:entity2>
  </align:Cell>
</align:map>
<align:map>
  <align:Cell>
    <omwg:entity1>
      <omwg:Property rdf:about="http://gis.bv.tum.de/eriska/flu50t/LEVEL">
        <omwg:transf rdf:resource="eu.esdihumboldt.cst.corefunctions.
        ClassificationMappingFunction"/>
        <omwg:valueCondition seq="1">
          <omwg:Restriction>
            <omwg:comparator>oneOf</omwg:comparator>
            <goml:ValueClass>
              <omwg:value>
                <omwg:literal>24</omwg:literal>
              </omwg:value>
              <omwg:value>
                <omwg:literal>4</omwg:literal>
              </omwg:value>
              <omwg:value>
                <omwg:literal>74</omwg:literal>
              </omwg:value>
            </goml:ValueClass>
          </omwg:Restriction>
        </omwg:valueCondition>
      </omwg:Property>
    </omwg:entity1>
    <omwg:entity2>
      <omwg:Property rdf:about="urn:x-inspire:specification:gmlas:
      HydroPhysicalWaters:3.0/WatercourseType/persistence">
        <omwg:valueCondition seq="1">
          <omwg:Restriction>
            <omwg:comparator>oneOf</omwg:comparator>
            <goml:ValueClass>

```

```

        <omwg:value>
          <omwg:literal>intermittent</omwg:literal>
        </omwg:value>
      </gaml:ValueClass>
    </omwg:Restriction>
  </omwg:valueCondition>
</omwg:Property>
</omwg:entity2>
</align:Cell>
</align:map>
<align:map>
  <align:Cell>
    <omwg:entity1>
      <omwg:Class rdf:about="entity/null"/>
    </omwg:entity1>
    <omwg:entity2>
      <omwg:Property rdf:about="urn:x-inspire:specification:gmlas:
HydroPhysicalWaters:3.0/WatercourseType/persistence">
        <omwg:transf rdf:resource="eu.esdihumboldt.cst.corefunctions.
NilReasonFunction">
          <omwg:param>
            <omwg:name>NilReasonType</omwg:name>
            <omwg:value>Unknown</omwg:value>
          </omwg:param>
        </omwg:transf>
      </omwg:Property>
    </omwg:entity2>
  </align:Cell>
</align:map>
<align:map>
  <align:Cell>
    <omwg:entity1>
      <omwg:Class rdf:about="entity/null"/>
    </omwg:entity1>
    <omwg:entity2>
      <omwg:Property rdf:about="urn:x-inspire:specification:gmlas:
HydroPhysicalWaters:3.0/WatercourseType/tidal">
        <omwg:transf rdf:resource="eu.esdihumboldt.cst.corefunctions.
ConstantValueFunction">
          <omwg:param>
            <omwg:name>defaultValue</omwg:name>
            <omwg:value>>false</omwg:value>
          </omwg:param>
        </omwg:transf>
      </omwg:Property>
    </omwg:entity2>
  </align:Cell>
</align:map>
<align:map>
  <align:Cell>
    <omwg:entity1>
      <omwg:Class rdf:about="entity/null"/>
    </omwg:entity1>
    <omwg:entity2>
      <omwg:Property rdf:about="urn:x-inspire:specification:gmlas:
HydroPhysicalWaters:3.0/WatercourseType/condition">
        <omwg:transf rdf:resource="eu.esdihumboldt.cst.corefunctions.
NilReasonFunction">
          <omwg:param>
            <omwg:name>NilReasonType</omwg:name>
            <omwg:value>Unpopulated</omwg:value>
          </omwg:param>
        </omwg:transf>
      </omwg:Property>
    </omwg:entity2>
  </align:Cell>
</align:map>
<align:map>
  <align:Cell>
    <omwg:entity1>
      <omwg:Class rdf:about="entity/null"/>
    </omwg:entity1>
    <omwg:entity2>
      <omwg:Property rdf:about="urn:x-inspire:specification:gmlas:
HydroPhysicalWaters:3.0/WatercourseType/delineationKnown">
        <omwg:transf rdf:resource="eu.esdihumboldt.cst.corefunctions.
NilReasonFunction">
          <omwg:param>
            <omwg:name>NilReasonType</omwg:name>
            <omwg:value>Unpopulated</omwg:value>
          </omwg:param>
        </omwg:transf>
      </omwg:Property>
    </omwg:entity2>
  </align:Cell>
</align:map>
<align:map>
  <align:Cell>
    <omwg:entity1>
      <omwg:Property rdf:about="http://gis.bv.tum.de/eriska/flu50t/LENGTH">

```

```

        <omwg:transf rdf:resource="eu.esdihumboldt.cst.corefunctions.
RenameAttributeFunction"/>
    </omwg:Property>
</omwg:entity1>
<omwg:entity2>
    <omwg:Property rdf:about="urn:x-inspire:specification:gmlas:
HydroPhysicalWaters:3.0/WatercourseType/length"/>
</omwg:entity2>
<align:relation>Equivalence</align:relation>
</align:Cell>
</align:map>
<align:map>
    <align:Cell>
        <omwg:entity1>
            <omwg:Property rdf:about="http://gis.bv.tum.de/eriska/flu50t/LEVEL">
                <omwg:transf rdf:resource="eu.esdihumboldt.cst.corefunctions.
ClassificationMappingFunction"/>
                <omwg:valueCondition seq="1">
                    <omwg:Restriction>
                        <omwg:comparator>oneOf</omwg:comparator>
                        <gml:ValueClass>
                            <omwg:value>
                                <omwg:literal>22</omwg:literal>
                            </omwg:value>
                            <omwg:value>
                                <omwg:literal>23</omwg:literal>
                            </omwg:value>
                            <omwg:value>
                                <omwg:literal>24</omwg:literal>
                            </omwg:value>
                            <omwg:value>
                                <omwg:literal>25</omwg:literal>
                            </omwg:value>
                            <omwg:value>
                                <omwg:literal>3</omwg:literal>
                            </omwg:value>
                            <omwg:value>
                                <omwg:literal>21</omwg:literal>
                            </omwg:value>
                            <omwg:value>
                                <omwg:literal>2</omwg:literal>
                            </omwg:value>
                            <omwg:value>
                                <omwg:literal>4</omwg:literal>
                            </omwg:value>
                            <omwg:value>
                                <omwg:literal>70</omwg:literal>
                            </omwg:value>
                            <omwg:value>
                                <omwg:literal>71</omwg:literal>
                            </omwg:value>
                            <omwg:value>
                                <omwg:literal>72</omwg:literal>
                            </omwg:value>
                            <omwg:value>
                                <omwg:literal>73</omwg:literal>
                            </omwg:value>
                            <omwg:value>
                                <omwg:literal>74</omwg:literal>
                            </omwg:value>
                        </gml:ValueClass>
                    </omwg:Restriction>
                </omwg:valueCondition>
                <omwg:valueCondition seq="2">
                    <omwg:Restriction>
                        <omwg:comparator>oneOf</omwg:comparator>
                    </omwg:Restriction>
                </omwg:valueCondition>
                <omwg:valueCondition seq="3">
                    <omwg:Restriction>
                        <omwg:comparator>oneOf</omwg:comparator>
                        <gml:ValueClass>
                            <omwg:value>
                                <omwg:literal>59</omwg:literal>
                            </omwg:value>
                            <omwg:value>
                                <omwg:literal>7</omwg:literal>
                            </omwg:value>
                        </gml:ValueClass>
                    </omwg:Restriction>
                </omwg:valueCondition>
            </omwg:Property>
        </omwg:entity1>
        <omwg:entity2>
            <omwg:Property rdf:about="urn:x-inspire:specification:gmlas:
HydroPhysicalWaters:3.0/WatercourseType/level">
                <omwg:valueCondition seq="1">
                    <omwg:Restriction>
                        <omwg:comparator>oneOf</omwg:comparator>
                        <gml:ValueClass>

```

```

        <omwg:value>
          <omwg:literal>onGroundSurface</omwg:literal>
        </omwg:value>
      </guml:ValueClass>
    </omwg:Restriction>
  </omwg:valueCondition>
  <omwg:valueCondition seq="2">
    <omwg:Restriction>
      <omwg:comparator>oneOf</omwg:comparator>
      <guml:ValueClass>
        <omwg:value>
          <omwg:literal>suspendedOrElevated</omwg:literal>
        </omwg:value>
      </guml:ValueClass>
    </omwg:Restriction>
  </omwg:valueCondition>
  <omwg:valueCondition seq="3">
    <omwg:Restriction>
      <omwg:comparator>oneOf</omwg:comparator>
      <guml:ValueClass>
        <omwg:value>
          <omwg:literal>underground</omwg:literal>
        </omwg:value>
      </guml:ValueClass>
    </omwg:Restriction>
  </omwg:valueCondition>
</omwg:Property>
</omwg:entity2>
</align:Cell>
</align:map>
<align:map>
  <align:Cell>
    <omwg:entity1>
      <omwg:Property rdf:about="http://gis.bv.tum.de/eriska/flu50t/ORDSTRAHLE">
        <omwg:transf rdf:resource="eu.esdihumboldt.cst.corefunctions.
          RenameAttributeFunction"/>
      </omwg:Property>
    </omwg:entity1>
    <omwg:entity2>
      <omwg:Property rdf:about="urn:x-inspire:specification:gmlas:
        HydroPhysicalWaters:3.0/WatercourseType/streamOrder;HydroOrderCode;order"/>
    </omwg:entity2>
    <align:relation>Equivalence</align:relation>
  </align:Cell>
</align:map>
<align:map>
  <align:Cell>
    <omwg:entity1>
      <omwg:Class rdf:about="entity/null"/>
    </omwg:entity1>
    <omwg:entity2>
      <omwg:Property rdf:about="urn:x-inspire:specification:gmlas:
        HydroPhysicalWaters:3.0/WatercourseType/streamOrder;HydroOrderCode;
        orderScheme">
        <omwg:transf rdf:resource="eu.esdihumboldt.cst.corefunctions.
          ConstantValueFunction">
          <omwg:param>
            <omwg:name>defaultValue</omwg:name>
            <omwg:value>Strahler</omwg:value>
          </omwg:param>
        </omwg:transf>
      </omwg:Property>
    </omwg:entity2>
  </align:Cell>
</align:map>
<align:map>
  <align:Cell>
    <omwg:entity1>
      <omwg:Class rdf:about="entity/null"/>
    </omwg:entity1>
    <omwg:entity2>
      <omwg:Property rdf:about="urn:x-inspire:specification:gmlas:
        HydroPhysicalWaters:3.0/WatercourseType/streamOrder;HydroOrderCode;scope">
        <omwg:transf rdf:resource="eu.esdihumboldt.cst.corefunctions.
          ConstantValueFunction">
          <omwg:param>
            <omwg:name>defaultValue</omwg:name>
            <omwg:value>National</omwg:value>
          </omwg:param>
        </omwg:transf>
      </omwg:Property>
    </omwg:entity2>
  </align:Cell>
</align:map>
</align:Alignment>

```

## Transformationsfall IV

### VECTOR25 → Ausschnitt aus ERiskA Hydrography (INSPIRE Gewässernetz) (gOML XMI)

```

<?xml version="1.0" encoding="UTF-8" standalone="yes"?>
<align:Alignment xmlns:omwg="http://www.omwg.org/TR/d7/ontology/alignment" xmlns:rdf=
"http://www.w3.org/1999/02/22-rdf-syntax-ns#" xmlns:goml="http://www.esdi-humboldt.eu/
goml" xmlns:align="http://knowledgeweb.semanticweb.org/heterogeneity/alignment" xmlns:xsi=
"http://www.w3.org/2001/XMLSchema-instance" xmlns:gml="http://www.opengis.net/gml/" xsi:
schemaLocation="http://knowledgeweb.semanticweb.org/heterogeneity/alignment align.xsd">
  <align:level></align:level>
  <align:onto1>
    <align:Ontology rdf:about="http://gis.bv.tum.de/eriska">
      <align:location>http://129.187.38.213:8080/geoserver/ows?service=WFS&
version=1.0.0&request=DescribeFeatureType&typeName=eriska:VEC25_gwn_1</
align:location>
      <align:formalism>
        <align:Formalism>
          <align:uri>http://www.opengis.net/gml</align:uri>
          <align:name>GML Application Schema</align:name>
        </align:Formalism>
      </align:formalism>
    </align:Ontology>
  </align:onto1>
  <align:onto2>
    <align:Ontology rdf:about="http://humboldt/eriska">
      <align:location>file://C:/Dokumente%20und%20Einstellungen/fichtinger/Eigene%2
0Dateien/D/Mapping/HUMBOLDT/Zielmodell/GML/INSPIRE%20UML%20Model%20Repositor
y/ERiska_HY.xsd</align:location>
      <align:formalism>
        <align:Formalism>
          <align:uri>http://www.opengis.net/gml</align:uri>
          <align:name>GML Application Schema</align:name>
        </align:Formalism>
      </align:formalism>
    </align:Ontology>
  </align:onto2>
  <align:map>
    <align:Cell>
      <omwg:entity1>
        <omwg:Class rdf:about="http://gis.bv.tum.de/eriska/VEC25_gwn_1">
          <omwg:transf rdf:resource="eu.esdihumboldt.cst.transformer.service.
rename.RenameFeatureFunction">
            <omwg:param>
              <omwg:name>SelectedAttribute</omwg:name>
              <omwg:value></omwg:value>
            </omwg:param>
          </omwg:transf>
          <omwg:attributeValueCondition>
            <omwg:Restriction>
              <goml:cqlStr>objectval = Bach OR objectval = Bachachs OR obj
ectval = Bach_U OR objectval = Bisse OR objectval = Fluss
OR objectval = Fluss_U OR objectval = Kanal OR objectval =
Seeachse</goml:cqlStr>
            </omwg:Restriction>
          </omwg:attributeValueCondition>
        </omwg:Class>
      </omwg:entity1>
      <omwg:entity2>
        <omwg:Class rdf:about="http://humboldt/eriska/Watercourse"/>
      </omwg:entity2>
      <align:relation>Equivalence</align:relation>
    </align:Cell>
  </align:map>
  <align:map>
    <align:Cell>
      <omwg:entity1>
        <omwg:Property rdf:about="http://gis.bv.tum.de/eriska/0c6337cb-de3f-4635
-8118-d56e6535f2d3">
          <omwg:transf rdf:resource="eu.esdihumboldt.cst.corefunctions.inspire
.GeographicalNameFunction"/>
          <omwg:propertyComposition>
            <omwg:operator>UNION</omwg:operator>
            <omwg:Property rdf:about="http://gis.bv.tum.de/eriska/d26bc699-
9754-41b8-99fd-bf46032c623e">
              <omwg:transf rdf:resource="eu.esdihumboldt.cst.corefunctions.
inspire.GeographicalNameFunction">
                <omwg:param>
                  <omwg:name>language</omwg:name>
                  <omwg:value>ger</omwg:value>
                </omwg:param>
                <omwg:param>
                  <omwg:name>nativeness</omwg:name>
                  <omwg:value>endonym</omwg:value>
                </omwg:param>
                <omwg:param>
                  <omwg:name>nameStatus</omwg:name>
                  <omwg:value>official</omwg:value>
                </omwg:param>
              </omwg:transf>
            </omwg:Property>
          </omwg:propertyComposition>
        </omwg:Property>
      </omwg:entity1>
    </align:Cell>
  </align:map>
</align:Alignment>

```

```

        </omwg:param>
        <omwg:param>
          <omwg:name>sourceOfName</omwg:name>
          <omwg:value>LK25</omwg:value>
        </omwg:param>
        <omwg:param>
          <omwg:name>pronunciationIPA</omwg:name>
          <omwg:value></omwg:value>
        </omwg:param>
        <omwg:param>
          <omwg:name>grammaticalGender</omwg:name>
          <omwg:value></omwg:value>
        </omwg:param>
        <omwg:param>
          <omwg:name>grammaticalNumber</omwg:name>
          <omwg:value></omwg:value>
        </omwg:param>
      </omwg:transf>
      <omwg:propertyComposition>
        <omwg:operator>UNION</omwg:operator>
        <omwg:Property rdf:about="http://gis.bv.tum.de/eriska/VEC25_gwn_1/name">
          <omwg:transf rdf:resource="some spelling functionSpellingFunction">
            <omwg:param>
              <omwg:name>text</omwg:name>
              <omwg:value>name</omwg:value>
            </omwg:param>
            <omwg:param>
              <omwg:name>script</omwg:name>
              <omwg:value>Latn</omwg:value>
            </omwg:param>
            <omwg:param>
              <omwg:name>transliterationScheme</omwg:name>
            </omwg:param>
          </omwg:transf>
        </omwg:Property>
      </omwg:Relation/>
    </omwg:propertyComposition>
  </omwg:Property>
  <omwg:Relation/>
</omwg:propertyComposition>
</omwg:Property>
</omwg:entity1>
<omwg:entity2>
  <omwg:Property rdf:about="http://humboldt/eriska/Watercourse/
  geographicalName"/>
</omwg:entity2>
</align:Cell>
</align:map>
<align:map>
  <align:Cell>
    <omwg:entity1>
      <omwg:Class rdf:about="entity/null"/>
    </omwg:entity1>
    <omwg:entity2>
      <omwg:Property rdf:about="http://humboldt/eriska/Watercourse/
      geographicalName;GeographicalName;grammaticalGender">
        <omwg:transf rdf:resource="eu.esdihumboldt.cst.corefunctions.
        NilReasonFunction">
          <omwg:param>
            <omwg:name>NilReasonType</omwg:name>
            <omwg:value>Unpopulated</omwg:value>
          </omwg:param>
        </omwg:transf>
      </omwg:Property>
    </omwg:entity2>
  </align:Cell>
</align:map>
<align:map>
  <align:Cell>
    <omwg:entity1>
      <omwg:Class rdf:about="entity/null"/>
    </omwg:entity1>
    <omwg:entity2>
      <omwg:Property rdf:about="http://humboldt/eriska/Watercourse/
      geographicalName;GeographicalName;grammaticalNumber">
        <omwg:transf rdf:resource="eu.esdihumboldt.cst.corefunctions.
        NilReasonFunction">
          <omwg:param>
            <omwg:name>NilReasonType</omwg:name>
            <omwg:value>Unpopulated</omwg:value>
          </omwg:param>
        </omwg:transf>
      </omwg:Property>
    </omwg:entity2>
  </align:Cell>
</align:map>
<align:map>
  <align:Cell>
    <omwg:entity1>
      <omwg:Class rdf:about="entity/null"/>

```



```

</omwg:entity1>
<omwg:entity2>
  <omwg:Property rdf:about="http://humboldt/eriska/Watercourse/
geographicalName;GeographicalName;pronunciation;PronunciationOfName;
pronunciationIPA">
    <omwg:transf rdf:resource="eu.esdihumboldt.cst.corefunctions.
NilReasonFunction">
      <omwg:param>
        <omwg:name>NilReasonType</omwg:name>
        <omwg:value>Unpopulated</omwg:value>
      </omwg:param>
    </omwg:transf>
  </omwg:Property>
</omwg:entity2>
</align:Cell>
</align:map>
<align:map>
  <align:Cell>
    <omwg:entity1>
      <omwg:Class rdf:about="entity/null"/>
    </omwg:entity1>
    <omwg:entity2>
      <omwg:Property rdf:about="http://humboldt/eriska/Watercourse/
geographicalName;GeographicalName;pronunciation;PronunciationOfName;
pronunciationSoundLink">
        <omwg:transf rdf:resource="eu.esdihumboldt.cst.corefunctions.
NilReasonFunction">
          <omwg:param>
            <omwg:name>NilReasonType</omwg:name>
            <omwg:value>Unpopulated</omwg:value>
          </omwg:param>
        </omwg:transf>
      </omwg:Property>
    </omwg:entity2>
  </align:Cell>
</align:map>
<align:map>
  <align:Cell>
    <omwg:entity1>
      <omwg:Property rdf:about="http://gis.bv.tum.de/eriska/VEC25_gwn_l/
gewissnr">
        <omwg:transf rdf:resource="eu.esdihumboldt.cst.corefunctions.
RenameAttributeFunction"/>
      </omwg:Property>
    </omwg:entity1>
    <omwg:entity2>
      <omwg:Property rdf:about="http://humboldt/eriska/Watercourse/hydroId;
HydroIdentifier;localId"/>
    </omwg:entity2>
    <align:relation>Equivalence</align:relation>
  </align:Cell>
</align:map>
<align:map>
  <align:Cell>
    <omwg:entity1>
      <omwg:Class rdf:about="entity/null"/>
    </omwg:entity1>
    <omwg:entity2>
      <omwg:Property rdf:about="http://humboldt/eriska/Watercourse/hydroId;
HydroIdentifier;classificationScheme">
        <omwg:transf rdf:resource="eu.esdihumboldt.cst.corefunctions.
ConstantValueFunction">
          <omwg:param>
            <omwg:name>defaultValue</omwg:name>
            <omwg:value>National</omwg:value>
          </omwg:param>
        </omwg:transf>
      </omwg:Property>
    </omwg:entity2>
  </align:Cell>
</align:map>
<align:map>
  <align:Cell>
    <omwg:entity1>
      <omwg:Class rdf:about="entity/null"/>
    </omwg:entity1>
    <omwg:entity2>
      <omwg:Property rdf:about="http://humboldt/eriska/Watercourse/hydroId;
HydroIdentifier;namespace">
        <omwg:transf rdf:resource="eu.esdihumboldt.cst.corefunctions.
ConstantValueFunction">
          <omwg:param>
            <omwg:name>defaultValue</omwg:name>
            <omwg:value>CH</omwg:value>
          </omwg:param>
        </omwg:transf>
      </omwg:Property>
    </omwg:entity2>
  </align:Cell>
</align:map>

```

```

<align:map>
  <align:Cell>
    <omwg:entity1>
      <omwg:Property rdf:about="http://gis.bv.tum.de/eriska/VEC25_gwn_1/the_geom">
        <omwg:transf rdf:resource="eu.esdihumboldt.cst.corefunctions.
          RenameAttributeFunction"/>
      </omwg:Property>
    </omwg:entity1>
    <omwg:entity2>
      <omwg:Property rdf:about="http://humboldt/eriska/Watercourse/geometry"/>
    </omwg:entity2>
    <align:relation>Equivalence</align:relation>
  </align:Cell>
</align:map>
<align:map>
  <align:Cell>
    <omwg:entity1>
      <omwg:Property rdf:about="http://gis.bv.tum.de/eriska/VEC25_gwn_1/objectid">
        <omwg:transf rdf:resource="eu.esdihumboldt.cst.corefunctions.inspire.
          IdentifierFunction">
          <omwg:param>
            <omwg:name>countryName</omwg:name>
            <omwg:value>CH</omwg:value>
          </omwg:param>
          <omwg:param>
            <omwg:name>providerName</omwg:name>
            <omwg:value>SWISSTOPO</omwg:value>
          </omwg:param>
          <omwg:param>
            <omwg:name>productName</omwg:name>
            <omwg:value></omwg:value>
          </omwg:param>
          <omwg:param>
            <omwg:name>version</omwg:name>
            <omwg:value></omwg:value>
          </omwg:param>
          <omwg:param>
            <omwg:name>versionNilReason</omwg:name>
            <omwg:value>Unpopulated</omwg:value>
          </omwg:param>
        </omwg:transf>
      </omwg:Property>
    </omwg:entity1>
    <omwg:entity2>
      <omwg:Property rdf:about="http://humboldt/eriska/Watercourse/inspireId"/>
    </omwg:entity2>
  </align:Cell>
</align:map>
<align:map>
  <align:Cell>
    <omwg:entity1>
      <omwg:Class rdf:about="entity/null"/>
    </omwg:entity1>
    <omwg:entity2>
      <omwg:Property rdf:about="http://humboldt/eriska/Watercourse/
        levelOfDetail;MD_Resolution;equivalentScale;MD_RepresentativeFraction;
        denominator;Integer">
        <omwg:transf rdf:resource="eu.esdihumboldt.cst.corefunctions.
          ConstantValueFunction">
          <omwg:param>
            <omwg:name>defaultValue</omwg:name>
            <omwg:value>25000</omwg:value>
          </omwg:param>
        </omwg:transf>
      </omwg:Property>
    </omwg:entity2>
  </align:Cell>
</align:map>
<align:map>
  <align:Cell>
    <omwg:entity1>
      <omwg:Property rdf:about="http://gis.bv.tum.de/eriska/VEC25_gwn_1/
        yearofchan">
        <omwg:transf rdf:resource="eu.esdihumboldt.cst.corefunctions.
          RenameAttributeFunction"/>
      </omwg:Property>
    </omwg:entity1>
    <omwg:entity2>
      <omwg:Property rdf:about="http://humboldt/eriska/Watercourse/
        beginLifespanVersion"/>
    </omwg:entity2>
    <align:relation>Equivalence</align:relation>
  </align:Cell>
</align:map>
<align:map>
  <align:Cell>
    <omwg:entity1>
      <omwg:Class rdf:about="entity/null"/>
    </omwg:entity1>
    <omwg:entity2>

```

```

    <omwg:Property rdf:about="http://humboldt/eriska/Watercourse/
endLifespanVersion">
      <omwg:transf rdf:resource="eu.esdihumboldt.cst.corefunctions.
NilReasonFunction">
        <omwg:param>
          <omwg:name>NilReasonType</omwg:name>
          <omwg:value>Unpopulated</omwg:value>
        </omwg:param>
      </omwg:transf>
    </omwg:Property>
  </omwg:entity2>
</align:Cell>
</align:map>
<align:map>
  <align:Cell>
    <omwg:entity1>
      <omwg:Property rdf:about="http://gis.bv.tum.de/eriska/VEC25_gwn_1/
objectval">
        <omwg:transf rdf:resource="eu.esdihumboldt.cst.corefunctions.
RenameAttributeFunction"/>
      </omwg:Property>
    </omwg:entity1>
    <omwg:entity2>
      <omwg:Property rdf:about="http://humboldt/eriska/Watercourse/localType"/>
    </omwg:entity2>
    <align:relation>Equivalence</align:relation>
  </align:Cell>
</align:map>
<align:map>
  <align:Cell>
    <omwg:entity1>
      <omwg:Property rdf:about="http://gis.bv.tum.de/eriska/VEC25_gwn_1/objectval">
        <omwg:transf rdf:resource="eu.esdihumboldt.cst.corefunctions.
ClassificationMappingFunction"/>
        <omwg:valueCondition seq="1">
          <omwg:Restriction>
            <omwg:comparator>oneOf</omwg:comparator>
            <goml:ValueClass>
              <omwg:value>
                <omwg:literal>Bisse</omwg:literal>
              </omwg:value>
              <omwg:value>
                <omwg:literal>Kanal</omwg:literal>
              </omwg:value>
              <omwg:value>
                <omwg:literal>Seeachse</omwg:literal>
              </omwg:value>
              <omwg:value>
                <omwg:literal>Bachachs</omwg:literal>
              </omwg:value>
            </goml:ValueClass>
          </omwg:Restriction>
        </omwg:valueCondition>
        <omwg:valueCondition seq="2">
          <omwg:Restriction>
            <omwg:comparator>oneOf</omwg:comparator>
            <goml:ValueClass>
              <omwg:value>
                <omwg:literal>Fluss</omwg:literal>
              </omwg:value>
              <omwg:value>
                <omwg:literal>Bach</omwg:literal>
              </omwg:value>
            </goml:ValueClass>
          </omwg:Restriction>
        </omwg:valueCondition>
      </omwg:Property>
    </omwg:entity1>
    <omwg:entity2>
      <omwg:Property rdf:about="http://humboldt/eriska/Watercourse/origin">
        <omwg:valueCondition seq="1">
          <omwg:Restriction>
            <omwg:comparator>oneOf</omwg:comparator>
            <goml:ValueClass>
              <omwg:value>
                <omwg:literal>manMade</omwg:literal>
              </omwg:value>
            </goml:ValueClass>
          </omwg:Restriction>
        </omwg:valueCondition>
        <omwg:valueCondition seq="2">
          <omwg:Restriction>
            <omwg:comparator>oneOf</omwg:comparator>
            <goml:ValueClass>
              <omwg:value>
                <omwg:literal>natural</omwg:literal>
              </omwg:value>
            </goml:ValueClass>
          </omwg:Restriction>
        </omwg:valueCondition>
      </omwg:Property>
    </omwg:entity2>
  </align:Cell>
</align:map>

```

```

        </omwg:Property>
      </omwg:entity2>
    </align:Cell>
  </align:map>
<align:map>
  <align:Cell>
    <omwg:entity1>
      <omwg:Class rdf:about="entity/null"/>
    </omwg:entity1>
    <omwg:entity2>
      <omwg:Property rdf:about="http://humboldt/eriska/Watercourse/origin">
        <omwg:transf rdf:resource="eu.esdihumboldt.cst.corefunctions.
          NilReasonFunction">
          <omwg:param>
            <omwg:name>NilReasonType</omwg:name>
            <omwg:value>Unknown</omwg:value>
          </omwg:param>
        </omwg:transf>
      </omwg:Property>
    </omwg:entity2>
  </align:Cell>
</align:map>
<align:map>
  <align:Cell>
    <omwg:entity1>
      <omwg:Class rdf:about="entity/null"/>
    </omwg:entity1>
    <omwg:entity2>
      <omwg:Property rdf:about="http://humboldt/eriska/Watercourse/persistence">
        <omwg:transf rdf:resource="eu.esdihumboldt.cst.corefunctions.
          NilReasonFunction">
          <omwg:param>
            <omwg:name>NilReasonType</omwg:name>
            <omwg:value>Unpopulated</omwg:value>
          </omwg:param>
        </omwg:transf>
      </omwg:Property>
    </omwg:entity2>
  </align:Cell>
</align:map>
<align:map>
  <align:Cell>
    <omwg:entity1>
      <omwg:Class rdf:about="entity/null"/>
    </omwg:entity1>
    <omwg:entity2>
      <omwg:Property rdf:about="http://humboldt/eriska/Watercourse/tidal">
        <omwg:transf rdf:resource="eu.esdihumboldt.cst.corefunctions.
          ConstantValueFunction">
          <omwg:param>
            <omwg:name>defaultValue</omwg:name>
            <omwg:value>>false</omwg:value>
          </omwg:param>
        </omwg:transf>
      </omwg:Property>
    </omwg:entity2>
  </align:Cell>
</align:map>
<align:map>
  <align:Cell>
    <omwg:entity1>
      <omwg:Class rdf:about="entity/null"/>
    </omwg:entity1>
    <omwg:entity2>
      <omwg:Property rdf:about="http://humboldt/eriska/Watercourse/condition">
        <omwg:transf rdf:resource="eu.esdihumboldt.cst.corefunctions.
          NilReasonFunction">
          <omwg:param>
            <omwg:name>NilReasonType</omwg:name>
            <omwg:value>Unpopulated</omwg:value>
          </omwg:param>
        </omwg:transf>
      </omwg:Property>
    </omwg:entity2>
  </align:Cell>
</align:map>
<align:map>
  <align:Cell>
    <omwg:entity1>
      <omwg:Property rdf:about="http://gis.bv.tum.de/eriska/VEC25_gwn_1/objectval">
        <omwg:transf rdf:resource="eu.esdihumboldt.cst.corefunctions.
          ClassificationMappingFunction"/>
        <omwg:valueCondition seq="1">
          <omwg:Restriction>
            <omwg:comparator>oneOf</omwg:comparator>
            <gowl:ValueClass>
              <omwg:value>
                <omwg:literal>Bach_U</omwg:literal>
              </omwg:value>
            </omwg:value>
          </omwg:Restriction>
        </omwg:valueCondition>
      </omwg:Property>
    </omwg:entity1>
  </align:Cell>
</align:map>

```

```

        <omwg:literal>Bachachs</omwg:literal>
      </omwg:value>
    <omwg:value>
      <omwg:literal>Fluss_U</omwg:literal>
    </omwg:value>
    <omwg:value>
      <omwg:literal>Seeachse</omwg:literal>
    </omwg:value>
  </gaml:ValueClass>
</omwg:Restriction>
</omwg:valueCondition>
<omwg:valueCondition seq="2">
  <omwg:Restriction>
    <omwg:comparator>oneOf</omwg:comparator>
    <gaml:ValueClass>
      <omwg:value>
        <omwg:literal>Bach</omwg:literal>
      </omwg:value>
      <omwg:value>
        <omwg:literal>Bisse</omwg:literal>
      </omwg:value>
      <omwg:value>
        <omwg:literal>Fluss</omwg:literal>
      </omwg:value>
      <omwg:value>
        <omwg:literal>Kanal</omwg:literal>
      </omwg:value>
    </gaml:ValueClass>
  </omwg:Restriction>
</omwg:valueCondition>
</omwg:Property>
</omwg:entity1>
<omwg:entity2>
  <omwg:Property rdf:about="http://humboldt/eriska/Watercourse/
delineationKnown">
    <omwg:valueCondition seq="1">
      <omwg:Restriction>
        <omwg:comparator>oneOf</omwg:comparator>
        <gaml:ValueClass>
          <omwg:value>
            <omwg:literal>>false</omwg:literal>
          </omwg:value>
        </gaml:ValueClass>
      </omwg:Restriction>
    </omwg:valueCondition>
    <omwg:valueCondition seq="2">
      <omwg:Restriction>
        <omwg:comparator>oneOf</omwg:comparator>
        <gaml:ValueClass>
          <omwg:value>
            <omwg:literal>>true</omwg:literal>
          </omwg:value>
        </gaml:ValueClass>
      </omwg:Restriction>
    </omwg:valueCondition>
  </omwg:Property>
</omwg:entity2>
</align:Cell>
</align:map>
<align:map>
  <align:Cell>
    <omwg:entity1>
      <omwg:Property rdf:about="http://gis.bv.tum.de/eriska/VEC25_gwn_1/length">
        <omwg:transf rdf:resource="eu.esdihumboldt.cst.corefunctions.
RenameAttributeFunction"/>
      </omwg:Property>
    </omwg:entity1>
    <omwg:entity2>
      <omwg:Property rdf:about="http://humboldt/eriska/Watercourse/length"/>
    </omwg:entity2>
    <align:relation>Equivalence</align:relation>
  </align:Cell>
</align:map>
<align:map>
  <align:Cell>
    <omwg:entity1>
      <omwg:Property rdf:about="http://gis.bv.tum.de/eriska/VEC25_gwn_1/objectval">
        <omwg:transf rdf:resource="eu.esdihumboldt.cst.corefunctions.
ClassificationMappingFunction"/>
      <omwg:valueCondition seq="1">
        <omwg:Restriction>
          <omwg:comparator>oneOf</omwg:comparator>
          <gaml:ValueClass>
            <omwg:value>
              <omwg:literal>Fluss</omwg:literal>
            </omwg:value>
            <omwg:value>
              <omwg:literal>Bach</omwg:literal>
            </omwg:value>
          </gaml:ValueClass>
        </omwg:Restriction>
      </omwg:valueCondition>
    </omwg:entity1>
  </align:Cell>
</align:map>

```

```

        </omwg:Restriction>
    </omwg:valueCondition>
    <omwg:valueCondition seq="2">
        <omwg:Restriction>
            <omwg:comparator>oneOf</omwg:comparator>
        </omwg:Restriction>
    </omwg:valueCondition>
    <omwg:valueCondition seq="3">
        <omwg:Restriction>
            <omwg:comparator>oneOf</omwg:comparator>
            <gml:ValueClass>
                <omwg:value>
                    <omwg:literal>Fluss_U</omwg:literal>
                </omwg:value>
                <omwg:value>
                    <omwg:literal>Bach_U</omwg:literal>
                </omwg:value>
            </gml:ValueClass>
        </omwg:Restriction>
    </omwg:valueCondition>
</omwg:Property>
</omwg:entity1>
<omwg:entity2>
    <omwg:Property rdf:about="http://humboldt/eriska/Watercourse/level">
        <omwg:valueCondition seq="1">
            <omwg:Restriction>
                <omwg:comparator>oneOf</omwg:comparator>
                <gml:ValueClass>
                    <omwg:value>
                        <omwg:literal>onGroundSurface</omwg:literal>
                    </omwg:value>
                </gml:ValueClass>
            </omwg:Restriction>
        </omwg:valueCondition>
        <omwg:valueCondition seq="2">
            <omwg:Restriction>
                <omwg:comparator>oneOf</omwg:comparator>
                <gml:ValueClass>
                    <omwg:value>
                        <omwg:literal>suspendedOrElevated</omwg:literal>
                    </omwg:value>
                </gml:ValueClass>
            </omwg:Restriction>
        </omwg:valueCondition>
        <omwg:valueCondition seq="3">
            <omwg:Restriction>
                <omwg:comparator>oneOf</omwg:comparator>
                <gml:ValueClass>
                    <omwg:value>
                        <omwg:literal>underground</omwg:literal>
                    </omwg:value>
                </gml:ValueClass>
            </omwg:Restriction>
        </omwg:valueCondition>
    </omwg:Property>
</omwg:entity2>
</align:Cell>
</align:map>
<align:map>
    <align:Cell>
        <omwg:entity1>
            <omwg:Class rdf:about="entity/null"/>
        </omwg:entity1>
        <omwg:entity2>
            <omwg:Property rdf:about="http://humboldt/eriska/Watercourse/level">
                <omwg:transf rdf:resource="eu.esdihumboldt.cst.corefunctions.
                    NilReasonFunction">
                    <omwg:param>
                        <omwg:name>NilReasonType</omwg:name>
                        <omwg:value>Unknown</omwg:value>
                    </omwg:param>
                </omwg:transf>
            </omwg:Property>
        </omwg:entity2>
    </align:Cell>
</align:map>
<align:map>
    <align:Cell>
        <omwg:entity1>
            <omwg:Class rdf:about="entity/null"/>
        </omwg:entity1>
        <omwg:entity2>
            <omwg:Property rdf:about="http://humboldt/eriska/Watercourse/streamOrder">
                <omwg:transf rdf:resource="eu.esdihumboldt.cst.corefunctions.
                    NilReasonFunction">
                    <omwg:param>
                        <omwg:name>NilReasonType</omwg:name>
                        <omwg:value>Unpopulated</omwg:value>
                    </omwg:param>
                </omwg:transf>
            </omwg:Property>
        </omwg:entity2>
    </align:Cell>
</align:map>

```

```
        </omwg:Property>
      </omwg:entity2>
    </align:Cell>
  </align:map>
<align:map>
  <align:Cell>
    <omwg:entity1>
      <omwg:Class rdf:about="entity/null"/>
    </omwg:entity1>
    <omwg:entity2>
      <omwg:Property rdf:about="http://humboldt/eriska/Watercourse/width">
        <omwg:transf rdf:resource="eu.esdihumboldt.cst.corefunctions.
          NilReasonFunction">
          <omwg:param>
            <omwg:name>NilReasonType</omwg:name>
            <omwg:value>Unpopulated</omwg:value>
          </omwg:param>
        </omwg:transf>
      </omwg:Property>
    </omwg:entity2>
  </align:Cell>
</align:map>
</align:Alignment>
```

## I Lebenslauf

### Persönliche Daten

Geburtsdatum/-ort: 29.06.1978, München

Staatsangehörigkeit: deutsch

Familienstand: ledig

### Berufliche Tätigkeiten

2006 – 2011 Wissenschaftliche Mitarbeiterin am Fachgebiet Geoinformationssysteme der Technischen Universität München

2005 Volontärin beim Nationalpark Hohe Tauern Tirol, Matri, Österreich

2004 – 2005 Freiberufliche Mitarbeiterin am Runder Tisch GIS e.V., München

### Studium und Ausbildung

2011 Promotionsstudium an der Technischen Universität München

1997 - 2004 Studium der Sozialgeographie mit Nebenfächern Geoinformatik, Politische Wissenschaften, Landschaftsökologie und Tourismus an der Technischen Universität München und der Ludwig-Maximilians-Universität München

2002 ERASMUS Auslandsstudium in European Studies an der Örebro Universität, Schweden

1988 – 1997 Gymnasium Geretsried, Allgemeine Hochschulreife

1984 - 1988 Karl-Lederer-Grundschule Geretsried