

Erfolgreiche Transformation von Geodaten nach INSPIRE in der grenzüberschreitenden Region Bodensee

Tatjana Kutzner, Andreas Donaubauer, Michael Müller, Astrid Feichtner, Steffen Goller

Zusammenfassung

Die Bodenseeregion ist als Testgebiet für grenzüberschreitende Fragestellungen in Europa geradezu beispielhaft. Dies hat die Vermessungsverwaltungen der Anrainerländer Baden-Württemberg, Bayern, Österreich und der Schweiz dazu veranlasst, ein Pilotprojekt zu lancieren: Die räumlichen Topographie- und Katasterdaten der Länder sollen prototypisch in die für den Aufbau einer europäischen Geodateninfrastruktur (INSPIRE) notwendigen Zieldatenmodelle transformiert werden. Die Transformationen werden dabei einerseits mit dem modellbasierten Ansatz der Technischen Universität München sowie andererseits mit dem formatbasierten Ansatz der Firma AED-SICAD AG erprobt, koordiniert durch den Runder Tisch GIS e.V. Im Artikel werden die Ausgangssituation sowie die Projektziele und -ergebnisse beschrieben und die beiden Transformationsansätze miteinander verglichen.

Summary

The Lake Constance region is well-suited for testing cross-border issues in Europe. Therefore, the mapping and cadastre authorities of Baden-Wuerttemberg, Bavaria (both Germany), Austria and Switzerland jointly launched a pilot project: the geospatial cadastral and topographical data maintained by the authorities was prototypically transformed to the data models defined for the European Spatial Data Infrastructure (INSPIRE). These transformations were tested using the model-driven approach of the Technische Universität München as well as the format-driven approach of the AED-SICAD AG coordinated by Runder Tisch GIS e.V. In this article, the project's starting point, goals and results are described and the two transformation approaches are compared.

Schlagworte: INSPIRE, Transformation, Bodensee

1 Einleitung

1.1. Ausgangssituation

Die Richtlinie 2007/2/EG des Europäischen Parlaments und des Rates vom 14. März 2007 zur Schaffung einer Geodateninfrastruktur in der Europäischen Gemeinschaft (Europäisches Parlament und Rat 2007) zielt darauf ab, die Kombination und gemeinsame Nutzung von heterogenen Geodaten aus den EU-Mitgliedstaaten zu vereinfachen (Europäisches Parlament und Europäischer Rat 2007). Zu diesem Zweck wurden europaweit einheitliche Datenspezifikationen für insgesamt 34 verschiedene, in drei Anhängen der Richtlinie genannte Geodaten-Themen erarbeitet. Die INSPIRE-Richtlinie verpflichtet die Mitgliedstaaten, Geodaten konform zu der auf den Datenspezifikationen basierenden Verordnung hinsichtlich der Interoperabilität von Geodatensätzen und -diensten (Europäische Kommission 2010) über INSPIRE-konforme Darstellungs- und Downloaddienste bereitzustellen. Dies stellt Datenanbieter wie die Vermessungsverwaltungen vor die Herausforderung, ihre Geodaten – beispielsweise zu Kataster und Topographie – aus ihren originären Datenmodellen über semantische Transformationen in die INSPIRE-Datenmodelle zu überführen.

Die grenzüberschreitende Bodenseeregion, die Gebietsanteile mehrerer Schweizer Kantone, des österreichischen Bundeslandes Vorarlberg sowie der deutschen Bundesländer Baden-Württemberg und Bayern umfasst, eignet sich hervorragend als Testgebiet zur pilothaften INSPIRE-Umsetzung. Obwohl die topographischen Daten und Katasterdaten der Vermessungsverwaltungen in der Bodenseeregion zu ähnlichen Zwecken geführt werden und gleiche bzw. ähnliche Objekte der Realwelt abbilden, weisen die zugrunde liegenden Datenmodelle zum Teil erhebliche Unterschiede auf. Dies lässt sich u.a. auf die Verwendung unterschiedlicher Datenmodellierungssprachen bzw. deren Profile sowie Kodierungsregeln, Unterschiede bei der Abgrenzung und Definition von Objekten, unterschiedliche Informationsumfänge und -tiefen sowie unterschiedliche bei der Beschreibung von Objekteigenschaften herangezogene Datentypen (z.B. Geometrietypen) und Wertebereiche zurückführen (Kutzner, Eisenhut 2010), (Kutzner, Donaubaue 2012). Zwischen den Vermessungsverwaltungen der Bodenseeanrainerländer besteht ferner eine langjährige Zusammenarbeit, beispielsweise im seit 2003 gemeinsam durchgeführten Projekt „Bodensee-Geodatenpool“.

Daher wurde von den Vermessungsverwaltungen ein gemeinsames Pilotprojekt zur INSPIRE-Umsetzung initiiert, das im Zeitraum 2011 bis 2013 von der Technischen Universität München (TUM) und der AED-SICAD AG unter Koordination des Runder Tisch GIS e.V. durchgeführt wurde. Projektauftraggeber waren:

- das Landesamt für Geoinformation und Landentwicklung (LGL), Baden-Württemberg,
- das Landesamt für Vermessung und Geoinformation (LVG), Bayern,
- das Bundesamt für Eich- und Vermessungswesen (BEV), Österreich, sowie
- das Bundesamt für Landestopographie swisstopo, Schweiz.

1.2. Ziele

Das Projekt hat zum Ziel, topographische Daten und Katasterdaten prototypisch in die INSPIRE-Datenmodelle für Geodaten-Themen aus Anhang I der INSPIRE-Richtlinie zu überführen und über Darstellungs- und Downloaddienste bereitzustellen.

Da für die hierzu notwendige semantische Transformation im Geoinformationsbereich bisher keine standardisierten Verfahren existieren, sollten im Projekt unterschiedliche Ansätze erprobt werden. Dazu gehören einerseits der sog. formatbasierte Ansatz (s. Kapitel 2.1), bei dem Transformationsregeln auf der Ebene der Datenformate (z.B. Shape oder GML) erstellt werden, sowie andererseits der modellbasierte Ansatz (s. Kapitel 2.2), bei dem die Regeln auf der Ebene der konzeptuellen Datenmodelle (z.B. beschrieben mit der Unified Modeling Language (UML)) erstellt werden.

Die beiden Ansätze wurden schließlich einander gegenübergestellt und bezüglich ihrer Möglichkeiten und Grenzen unter Berücksichtigung der derzeitigen Rahmenbedingungen beurteilt (s. Kapitel 2.3).

Ferner sollte die Frage beantwortet werden, welcher Anteil der in den INSPIRE-Datenmodellen für Anhang I vorgesehenen Objekttypen durch topographische Daten und Katasterdaten der Vermessungsverwaltungen abgedeckt werden kann.

1.3. Projektorganisation

Die Vermessungsverwaltungen Baden-Württembergs, Bayerns, Österreichs und der Schweiz haben am 01.04.2011 offiziell das Projekt in Auftrag gegeben und organisatorisch, wie in Abbildung 1 dargestellt, aufgesetzt.

Dabei agierten die Technische Universität München (TUM) sowie die Firma AED-SICAD AG als Auftragnehmer, deren Koordination mit den Auftraggebern wie auch das Controlling der Runder Tisch GIS e.V. (RTG) übernommen hat; das Bundesamt für Kartographie und Geodäsie (BKG) in Frankfurt war für die externe fachliche Beratung zuständig.

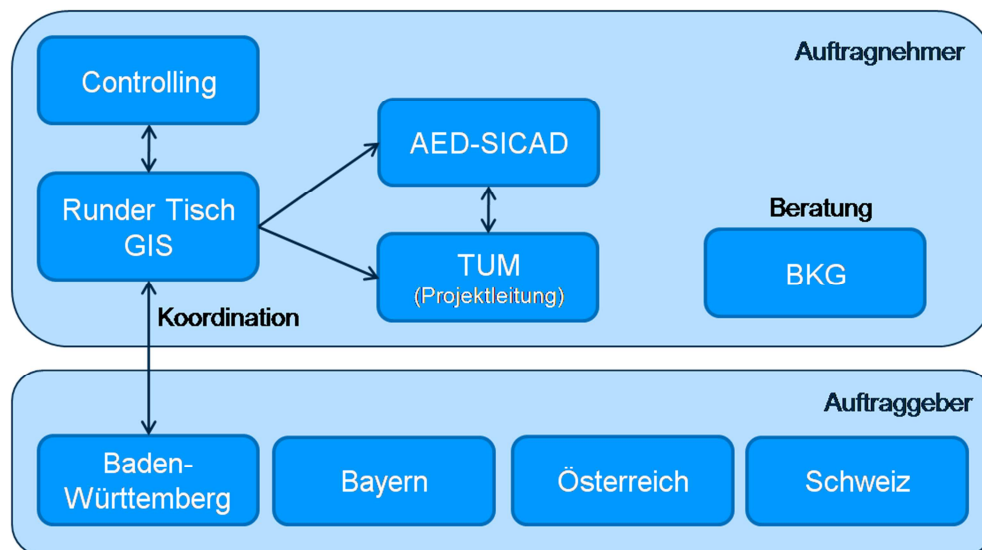


Abbildung 1: Übersicht der Projektbeteiligten

2 Die Transformation der Ausgangsdaten

Bei der Transformation von Geodaten nach INSPIRE müssen die Ausgangsdaten so umstrukturiert werden, dass sie der Bedeutung (Semantik) und der Struktur der INSPIRE-Datenmodelle entsprechen. Hierbei spricht man von semantischer Transformation, welche formatbasiert oder modellbasiert durchgeführt werden kann. Bei der formatbasierten Transformation wird direkt vom Quell- in das Zieldatentransformat transformiert, wobei die Transformationsregeln zwischen Datenformaten wie Shape oder GML definiert werden. Bei der modellbasierten Transformation dagegen werden die Transformationsregeln auf Ebene der konzeptuellen Modelle zwischen einem oder mehreren Quellschemata und einem Zielschema, welche im GIS-Bereich in der Regel mit UML definiert sind, festgelegt. Anschließend werden die Daten programmgesteuert auf Basis der Transformationsregeln von der Quell- in die Zielstruktur transformiert. Kodierungsregeln legen darüber hinaus die Abbildung vom konzeptuellen Schema auf ein bestimmtes Format fest (Kutzner et al. 2012).

Des Weiteren können die Daten on-the-fly oder offline transformiert werden. Bei der on-the-fly-Transformation wird direkt zur Anfragezeit, d. h. wenn der Nutzer transformierte Daten abrufen möchte, in das gewünschte Zieldatenmodell transformiert. Die Offline-Transformation dagegen wird vorab durchgeführt und die transformierten Daten werden in einer Sekundärdatenbank vorgehalten. Der Nutzer erhält die transformierten Daten, indem er seine Anfrage direkt an diese Datenbank stellt (Kutzner et al. 2012).

2.1. Die Transformation mittels des formatbasierten Ansatzes

Ausgangsdaten

Im Projekt werden als Ausgangsdaten von allen beteiligten Ländern sowohl Daten aus dem Katasterbereich als auch aus dem Bereich Topografie verarbeitet (s. Tabelle 1).

<u>Bundesland / Staat (Datenanbieter)</u>	<u>Datenbestand</u>		<u>Datenaustausch- format</u>	<u>Koordinatenreferenz- system</u>
Baden-Württemberg (LGL, www.lgl-bw.de)	Topogra- phie	ATKIS [®] Basis-DLM (Amtliches Topographisch-Kartographisches Informationssystem)	Normbasierte Austauschschnittstelle (NAS) gemäß GeoInfoDok 6.0.1	DHDN / 3° Gauß-Krüger Zone 3 (EPSG:31467)
	Kataster	ALKIS [®] (Amtliches Liegenschaftskatasterinformationssystem)	NAS gemäß GeoInfoDok 6.0.1	DHDN / 3° Gauß-Krüger Zone 3 (EPSG:31467)
Bayern (LVG, www.geodaten.bayern.de)	Topogra- phie	ATKIS [®] Basis-DLM	NAS gemäß GeoInfoDok 6.0.1	DHDN / 3° Gauß-Krüger Zone 4 (EPSG:31468)
	Kataster	DFK (Digitale Flurkarte)	DFK-Shape	DHDN / 3° Gauß-Krüger Zone 4 (EPSG:31468)
Österreich (BEV, www.bev.gv.at)	Topogra- phie	DLM (Digitales Landschaftsmodell)	Shape	GK M28, Ferro (EPSG:31254)
	Kataster	DKM (Digitale Katastermappe und Grundstücksverzeichnis)	Shape	GK M28, Ferro (EPSG:31254)
Schweiz (swisstopo, www.swisstopo.ch)	Topogra- phie	TLM (Topographisches Landschaftsmodell)	INTERLIS 1-Transferformat (ITF) inkl. INTERLIS 1-Modell	Neue Landesvermessung LV95 (EPSG:2056)
	Kataster	MOpublic (vereinfachtes Datenmodell der amtlichen Vermessung)	INTERLIS 2-XML inkl. INTERLIS 2-Datenmodell	Alte Landesvermessung LV03 (EPSG:21781)

Tabelle 1: Ausgangsdaten

Datentransformation

„Die Definition der Transformationsregeln wie auch die Umsetzung der semantischen Transformation erfolgt durch die Software FUSION Data Service (AED-SICAD 2011) der Firma AED-SICAD AG. Basis des FUSION Data Service bildet die Feature Manipulation Engine (Safe Software 2011), welche durch das Semantic-Mapper-Modul der AED-SICAD AG so erweitert wurde“ (Lill et al. 2011), dass eine einfache, extern konfigurierte formatbasierte Transformation der thematisch zwar ähnlichen, aber doch verschiedenen Eingangsdaten in die INSPIRE Modelle durchgeführt werden kann. Das Semantic-Mapper-Modul vereinigt eine Vielzahl von FME-Transformern, die durch eine externe Konfiguration variabel zu beliebig komplexen Prozessabläufen kombiniert werden können. Die Steuerung der Arbeitsschritte und der dafür nötigen Transformer erfolgt dabei durch das Semantic-Mapper-Modul selbst. „Als Zielsystem für die transformierten Daten kam die Software „ArcGIS for INSPIRE“ der Firma Esri zum Einsatz, da diese bereits ein auf den INSPIRE-Datenspezifikationen basierendes Datenbankschema zur Speicherung der transformierten Daten zur Verfügung stellt.“ (Lill et al. 2011). Das Ziel war der Nachweis der grundsätzlichen Umsetzbarkeit der heterogenen Ausgangsdaten und -formate sowie die Ermittlung diverser Detailprobleme und der Vergleichbarkeit der Ausgangsdaten.

Die Überführung der Daten nach INSPIRE erfolgte mit FUSION Data Service in zwei Abschnitten:

- 1) Umsetzung der Topographie-Daten (in Deutschland ATKIS[®]) aller beteiligten Länder
- 2) Ergänzende Umsetzung der Kataster-Daten (in Baden-Württemberg ALKIS[®]) aller Länder

Die Oberfläche des FUSION Data Service erlaubt die gleichzeitige Umsetzung von bis zu fünf unabhängigen Datensätzen auch unterschiedlicher Ausgangsformate. Jeder einzelne Datensatz kann dabei wiederum aus vielen Einzeldateien bestehen. Zu jedem Datensatz können die Einstellungen zur

Umsetzung (Transformationsregeln, Eingabe-Koordinatensystem, Format, ...) unabhängig vorgegeben werden. Die Datenumsetzung selbst wird dann auf Basis von Steuerdateien durchgeführt, die die Transformationsregeln enthalten. Mit den in den Steuerdateien festgelegten Transformationsregeln können Objekt- und Attributzuweisungen, Filter, Gruppierungen, sowie Berechnungen und geometrische Operationen definiert werden.

Die Anzahl der erforderlichen Regeln kann dabei als Maß für die Komplexität der konkreten semantischen Transformation dienen. „Für die ATKIS®- und ALKIS®-Daten aus Baden-Württemberg, welche auf dem umfangreichen und komplexen AAA-Modell basieren, gestaltete sich die Erstellung der Transformationsregeln relativ aufwändig. Dafür konnte eine große Anzahl verschiedener Objektarten im Zielsystem gefüllt werden. Das gleiche gilt für das bayerische ATKIS®. Für die österreichischen Daten dagegen war die Erstellung der Transformationsregeln durch die Einfachheit des Shape-Formates deutlich weniger anspruchsvoll. Hier konnten allerdings weniger INSPIRE-Objektarten gefüllt werden. Dies gilt ebenso für die bayerische DFK, die auch als Shape vorlag. Die Schweiz schließlich ist mit ihrem Modell zwischen dem deutschen AAA-Modell und dem österreichischen Modell angesiedelt. Die Komplexität lag zwar deutlich unter der des deutschen AAA-Modells, es konnten aber etwas mehr Objektarten als in Österreich bedient werden. Hieraus darf jedoch auf keinen Fall eine Wertung oder Hierarchie zwischen den vier Ländern abgeleitet werden. Es können in den Ländern durchaus Fachdatensätze vorliegen, durch die ein bedeutend höherer Befüllungsgrad als mit den Kataster- und Topographiedaten allein erreicht werden kann. Es muss Aufgabe der Fachexperten der jeweiligen Länder sein, zu untersuchen, welche Daten über die für das Projekt bereitgestellten Daten hinaus vorhanden und für INSPIRE nutzbar sind.“ (Lill et al. 2011)

Im Zuge des Projekts wurden die Daten mehrfach umgesetzt. Als Zielkoordinatensystem wurde bei den Umsetzungen sowohl das von INSPIRE geforderte Koordinatensystem ETRS89 mit geographischen Koordinaten (EPSG:4258), als auch zu Präsentationszwecken das System ETRS89 mit UTM Zone 32 (EPSG:25832) erfolgreich herangezogen.

Datenbereitstellung

Die mit dem FUSION Data Service nach INSPIRE überführten Daten der Länder Baden-Württemberg, Bayern, Österreich und der Schweiz bildeten die Ausgangslage für die Bereitstellung von Darstellungs- und Downloaddiensten mit ArcGIS for INSPIRE.

Für eine flexible Kartendarstellung wurden die Daten nach den Themengebieten von INSPIRE zusammengefasst und als einzeln zuschaltbare Darstellungen realisiert. Die so erzeugte Karte diente als Grundlage für die Erstellung und Publikation des INSPIRE Darstellungsdienstes. Der Zugriff erfolgte hierbei über eine von ArcGIS for INSPIRE generierte URL, die es ermöglicht, den Darstellungsdienst direkt in Desktop- oder Webanwendungen einzubinden. Um die Performanz des Dienstes und damit die Geschwindigkeit des Bildaufbaus zu erhöhen, wurde die Caching-Technik des Produktes ArcGIS Server von Esri verwendet, das ArcGIS for INSPIRE zugrunde liegt. Nach dem Erstellen des Dienstes wurden dazu die Bildinformationen für den Darstellungsdienst vorberechnet, sodass der Dienst auf die bereits berechneten Ansichten zugreifen konnte und diese nicht mehr on-the-fly berechnen musste. Das Ergebnis ist ein reaktionsschneller Darstellungsdienst für die umgesetzten Daten der Bodensee-Region.

Der Downloaddienst für die Bereitstellung der Daten ist ebenfalls mit dem Produkt ArcGIS for INSPIRE erstellt worden. Auf Basis der umgesetzten INSPIRE-Daten wurde der Downloaddienst so konfiguriert, dass alle in den Daten verfügbaren Features zum Download angeboten werden. Der Zugriff auf den damit realisierten INSPIRE Feature Download Service erfolgt entweder direkt über Eingabe der URL und der benötigten Parameter im Internet-Browser oder über die Einbindung des Downloaddien-

tes in das Produkt GIS-Portal (AED-SICAD 2011, GIS Portal). Bei letzterem wurde das Web Order System (WOS) (AED-SICAD 2011) genutzt, um in einer Geo-Shoplösung die objektstrukturierten INSPIRE-Daten der verschiedenen Themen zu bestellen. Das Ergebnis (eine GML-Datei) steht dann dem Nutzer im Downloadcenter zur Nutzung zur Verfügung. Bei diesem Ansatz können die Daten auch für die Weiterverwendung in anderen Datenformaten wie DXF oder Shape angefragt werden. Hierbei kommt der FUSION Data Service zum Einsatz, der die INSPIRE-GML-Daten in die gewünschte Zielstruktur bzw. das gewünschte Zielformat transformiert.

In beiden Fällen wird über Parameter gesteuert, welche Features angefordert sind und ob die Anfrage nur auf einem frei definierbaren Bereichsausschnitt festgelegt ist. Der so realisierte Downloaddienst ermöglicht damit den objektstrukturierten Zugriff auf alle im Projekt umgesetzten INSPIRE-Daten über das Internet. Dabei werden die Daten konform zu den durch INSPIRE vorgegebenen GML-Anwendungsschemata generiert und bereitgestellt.

2.2. Die Transformation mittels des modellbasierten Ansatzes

Parallel zum oben beschriebenen formatbasierten Vorgehen wurden von der TUM die Transformation der Daten nach INSPIRE modellbasiert durchgeführt. Grundlage hierfür bilden die Arbeiten im Rahmen des Projekts „Modellbasierter Ansatz für den Web-Zugriff auf verteilte Geodaten am Beispiel grenzübergreifender GIS-Anwendungen (mdWFS)“, das im Zeitraum 2006 bis 2011 im Auftrag des Bundesamts für Kartographie und Geodäsie und der swisstopo gemeinschaftlich von TUM und ETH Zürich bearbeitet wurde (Donaubauer et al. 2007, Staub et al. 2008, Staub 2009, Donaubauer et al. 2010, Fichtinger 2011). Diese Arbeiten liefern wichtige Grundlagen für eine modellbasierte Transformation wie z.B. die Modellabbildungssprache UMLT, sie beschränken sich jedoch auf die Durchführung der Transformation innerhalb eines homogenen UML-Profiles. Eine im Jahr 2010 durchgeführte Studie „Vergleichende Untersuchungen zur Modellierung und Modelltransformation in der Region Bodensee im Kontext von INSPIRE“ (Kutzner und Eisenhut 2010) zeigte, dass in der Praxis die Voraussetzung homogener UML-Profile nicht gegeben ist, Modellierungssprachen und Transferformate unterschiedlich sind und Modellbeschreibungen nicht generell für alle Daten vorhanden sind (vgl. Abbildung 2). Zudem existieren Probleme bei der Maschineninterpretierbarkeit sowie der UML-Konformität bestehender UML-Modelle (Kutzner und Donaubauer 2012). Aus diesen Gründen wurde von den Autoren der Studie vorgeschlagen, die modellbasierte Transformation mehrstufig und unter Nutzung eines gemeinsamen Kern-UML-Profiles zu realisieren (vgl. Abbildung 3).

Das von der TUM entwickelte und auf der Norm ISO 19136:2007 basierende Kern-UML-Profil enthält nur gemeinsame Elemente aus verschiedenen UML-Versionen und UML-Profilen und stellt die Basis für die Formulierung von Transformationsregeln mit UMLT dar. Bei der mehrstufigen semantischen Transformation werden zunächst die UML-Modelle der Quell- und Zieldaten mittels einer Metamodelltransformation in UML-Modelle, die auf dem Kern-UML-Profil basieren transformiert. Für die Metamodelltransformation wurde die Sprache ATL (Atlas Transformation Language 2013) eingesetzt. In einem zweiten Schritt können dann problemlos die Abbildungen zwischen Quell- und Zielmodellen grafisch mittels eines an der TUM entwickelten UMLT-Editors definiert werden. Anschließend werden die Transformationsregeln von einem Transformationswerkzeug interpretiert und die Transformation auf den Daten ausgeführt.

Dies wurde im Projekt mit der Software FME und den an der TUM entwickelten Erweiterungen XML Reader für das Lesen von UML-Modellen und UMLTApplier für das Interpretieren der UMLT-Transformationsregeln durchgeführt.

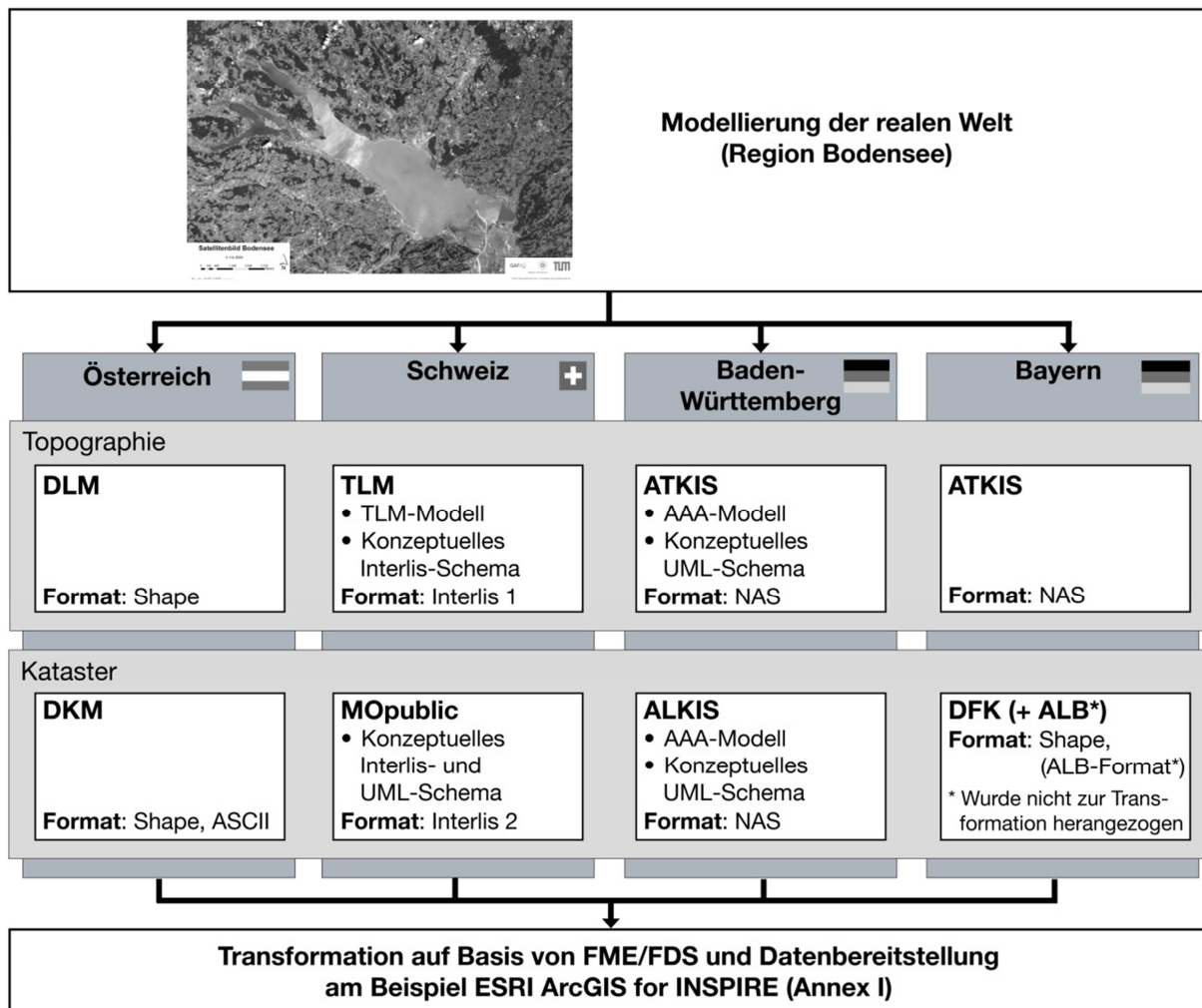


Abbildung 2: Geobasisdaten der Region Bodensee (Quelle: Kutzner et al. 2012)

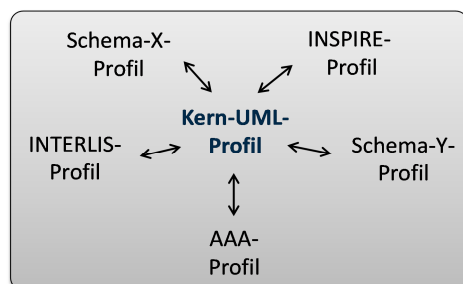


Abbildung 3: Mehrstufige Transformation mittels Kern-UML-Profil

2.3. Vergleich der Transformationsansätze

Eine Gegenüberstellung der mittels der beiden Transformationsansätze erzeugten GML-Dateien ergab eine weitgehende Übereinstimmung. Sofern Unterschiede bestehen, liegen diese innerhalb der Grenzen, die INSPIRE für die GML-Kodierung zulässt.

Als Vorteile der formatbasierten Transformation sind zu nennen: Die Nutzung ausgereifter Tools ist möglich, was sich unter anderem in Performanzvorteilen gegenüber dem modellbasierten Forschungsprototyp ausdrückt; konzeptuelle Modelle für die zu transformierenden Daten sind beim formatbasierten Vorgehen nicht zwingend erforderlich und die Problematik der unterschiedlichen UML-Profile und der mangelnden Maschineninterpretierbarkeit bestehender Modelle entfällt.

Dem gegenüber bietet die modellbasierte Transformation folgende Vorteile: Ein Vergleich der Prozesskennzahlen zeigt eine geringere Anzahl an Transformationsregeln. Da der Transformationsansatz objektorientierte konzeptuelle UML-Modelle für die Quell- und Zieldaten verlangt, kann der Anwender auch bei der Erstellung der Transformationsregeln mit UMLT eine objektorientierte Sicht einnehmen, was die Erstellung der Regeln vereinfacht. Die übersichtliche grafische Darstellung der Transformationsregeln mit UMLT erlaubt eine sehr gute Nachvollziehbarkeit der Transformation und ist damit, vergleichbar mit UML-Klassendiagrammen als Beschreibung für Datenmodelle, gut als Diskussionsgrundlage für Fachexperten geeignet. Eine Einschränkung der Nutzerfreundlichkeit bei der Erstellung der Transformationsregeln, die auf Basis der in das Kern-UML-Profil transformierten Modelle erfolgt, war im Projekt kaum zu erkennen. Besonders die ISO-basierten Modelle AAA (Datenmodell der Adv zur bundesweit einheitlichen Darstellung und Beschreibung aller Geobasisdaten) und INSPIRE veränderten sich durch die Metamodelltransformation aus Nutzersicht nur sehr wenig. Weitere bekannte Vorteile des modellbasierten Vorgehens sind auch auf die modellbasierte Transformation übertragbar. Dies sind z.B. Formatunabhängigkeit (die mit UMLT erstellten Transformationsregeln gelten unabhängig vom Datenformat, sofern sich das Format mittels Kodierungsregeln aus dem konzeptuellen UML-Modell herleiten lässt) und Wiederverwendbarkeit (die mit UMLT erstellten Transformationsregeln gelten unabhängig von einer bestimmten Transformationssoftware).

Folgende Voraussetzungen müssen für die formatbasierte Transformation mit dem im Projekt verwendeten Werkzeug FUSION Data Service von AED-SICAD gegeben sein: Der Anwender muss die hierzu notwendigen Steuerdateien erstellen können. Dabei muss er die Syntax und Semantik der „FDS-Steuerdatei-Sprache“ kennen sowie Kenntnisse über die Quell- und Zieldaten haben.

Die modellbasierte Transformation hat umfangreichere Voraussetzungen: So müssen die Daten mittels maschineninterpretierbarer konzeptueller Modelle beschrieben sein. Im Projekt war dies nur für das Modell MOpublik der Fall. Die Modelle AAA und INSPIRE mussten per Hand bereinigt werden. Nicht-UML-konforme Konstrukte wurden mittels der Sprache ATL in UML-konforme Konstrukte auf Basis des Kern-UML-Profils überführt. Da für die DFK- und DKM-Daten keine konzeptuellen Modelle vorlagen, wurden diese direkt im Kern-UML-Profil per Hand erstellt. UML-Profile müssen formal mittels UML definiert sein. Dies war im Projekt für die Profile von AAA und INTERLIS der Fall, jedoch stehen diese nur in einem Enterprise-Architect-spezifischen Format zur Verfügung. Für INTERLIS wurde ebenfalls ein UML-Profil eigens für das Projekt von swisstopo bereitgestellt. Der Anwender muss Kenntnisse besitzen in den Sprachen UMLT zur Modelltransformation, ATL zur Metamodelltransformation (da eine Metamodelltransformation nur einmal pro UML-Profil durchgeführt werden muss, muss jedoch nicht jeder Anwender zwingend über diese Kenntnisse verfügen) sowie UML zum Verstehen der UML-Modelle für Quell- und Zieldaten. Sind die Voraussetzungen wie beschrieben erfüllt, so ergeben sich für beide Ansätze hinsichtlich der Mächtigkeit der durchführbaren Transformationen identische Grenzen, die durch die verwendete Systemplattform FME gegeben sind. Im Projekt konnten prinzipiell alle Anforderungen erfüllt werden, die an die Transformation durch Quellmodelle, Quelldaten und Zielmodell gestellt wurden.

Zusammenfassend kann festgehalten werden, dass der modellbasierte Ansatz im Vergleich mit der formatbasierten Methode wesentliche Vorteile in Bezug auf die Benutzerfreundlichkeit und die Wiederverwendbarkeit der Transformationsregeln bietet. Er stellt jedoch auch wesentlich höhere Anforderungen an die Modelle (Existenz konzeptueller, maschineninterpretierbarer Modelle, ausgereifte Werkzeuge zur Durchführung modellbasierter Transformationen), die gegenwärtig in der Praxis noch nicht vollständig gegeben sind.

3 Ergebnisse

Die Erkenntnisse zu UML-Profilen und zur Metamodellabbildung sowie das systemunabhängige Konzept für die mehrstufige semantische Transformation können grundsätzlich auf andere Transformationsansätze übertragen werden.

Bezüglich der Übertragbarkeit in die Praxis kann davon ausgegangen werden, dass die Voraussetzungen für den modellbasierten Transformationsansatz (Vorliegen maschineninterpretierbarer konzeptueller Datenmodelle, problemloser Austausch von UML-Profilen und konzeptuellen Datenmodellen über Produktgrenzen hinweg, Ableitung der Datenformate bei den Datenanbietern über standardisierte, maschineninterpretierbare Kodierungsregeln aus den konzeptuellen Datenmodellen etc.) auch in absehbarer Zukunft in der Praxis nicht vollständig erfüllt sein werden.

Für die grundsätzliche Übertragbarkeit von Transformationsregeln ist es förderlich, wenn sie über nicht-proprietäre Formate systemübergreifend ausgetauscht werden können. Dies ist bei der hier beschriebenen formatbasierten Methode derzeit nicht von Haus aus gewährleistet.

Das prototypische Vorgehen innerhalb des Projektes sowie die Erfahrungen, Erkenntnisse und Ergebnisse aus dem Verlauf können aus baden-württembergischer Sicht für den Aufbau eigener INSPIRE-konformer Daten verwendet und ausgebaut werden. Die Festlegung verbindlicher und möglichst plattformunabhängiger Transformationsregeln durch Länder bzw. Experten für Topographie-, Kataster- und Fachdaten sind dabei zwingend notwendig.

Des Weiteren können die im Projekt gewonnenen Erkenntnisse zur Datenmodellierung (UML-Profile) und Datenmodelltransformation sowie die vertieften Erfahrungen mit den INSPIRE-Datenmodellen in die Konzeption zur Bereitstellung INSPIRE-konformer Daten in Bayern einfließen. Hierfür sind weitere Tests mit unterschiedlichen Transformationsansätzen und Software-Werkzeugen vorgesehen. Ferner sind hierbei künftig die derzeit in Abstimmung befindlichen Muster-Transformationsregeln der Arbeitsgemeinschaft der Vermessungsverwaltungen der Länder der Bundesrepublik Deutschland (AdV) zu berücksichtigen.

Sämtliche Projektergebnisse sowie weitere Informationen zu Zugang und Nutzung der transformierten Daten stehen unter <http://www.rtg.bv.tum.de/index.php/en/projektarbeit2/laufende-projekte/802-gdi-werkstatt-bodensee> bereit.

4 Fazit

Im Projekt konnte prototypisch aufgezeigt werden, dass die technische Umsetzung von INSPIRE mit vorhandenen Werkzeugen möglich ist und ein Teil der Datenmodelle der Geodaten-Themen aus Anhang I der INSPIRE-Richtlinie mit Geobasisdaten der Vermessungsverwaltungen abgedeckt werden kann.

Welcher Ansatz mit welchem Werkzeug sich am besten für eine effiziente semantische Transformation zur INSPIRE-konformen Datenbereitstellung eignet, hängt von den individuellen technischen und organisatorischen Rahmenbedingungen sowie den internen Gegebenheiten der Datenhaltung beim jeweiligen Datenanbieter ab.

Als weitere künftige Herausforderung bleibt die im Projekt nicht im Detail behandelte geometrische Homogenisierung gemäß Art. 10 Abs. 2 der INSPIRE-Richtlinie, der von den Mitgliedstaaten Maßnahmen fordert, „um die Kohärenz von Geodaten über geographische Objekte sicherzustellen, deren Lage sich über die Grenze von zwei oder mehr Mitgliedstaaten erstreckt“. Hierbei sind u.a. unterschiedliche Maßstabsebenen bzw. Auflösungen sowie unterschiedliche Granularitäten der Objektmmodellierung in den Geodatenätzen zu berücksichtigen.

Dank

Die Autoren danken folgenden Personen herzlich für Ihre Beiträge zum Projekt: Herrn Prof. Schilcher, Frau Dr. Aumann, Frau Aderhold, Herrn Gotthardt (TU München, Runder Tisch GIS e.V.), Herrn Fünfer, Herrn Habarta, Herrn Markus Müller, Herrn Anschütz (AED SICAD AG), Herrn Präsident Schönherr, Herrn Funk, Herrn Goller (Landesamt für Geoinformation und Landentwicklung, Baden-Württemberg), Herrn Heß (Ministerium für Ländlichen Raum und Verbraucherschutz, Baden-Württemberg), Herrn Präsident Aringer, Frau Dr. Feichtner, Frau Clerico (Landesamt für Vermessung und Geoinformation, Bayern), Herrn Präsident Hochwartner, Herrn Dr. Jobst, Frau Unger (Bundesamt für Eich- und Vermessungswesen, Österreich), Herrn Direktor Amstein, Herrn Buser (Bundesamt für Landestopographie swisstopo, Schweiz), Herrn Dr. Illert (Bundesamt für Kartographie und Geodäsie, Deutschland).

Literatur

Arbeitsgemeinschaft der Vermessungsverwaltungen der Länder (AdV): GeoInfoDok Version 6.0.1, 2009.

Donaubauer, A., Straub, F., Schilcher, M.: mdWFS: A Concept of Webenabling Semantic Transformation. In: Proceedings of the 10th AGILE Conference on Geographic Information Science, Aalborg, 2007.

Donaubauer, A., Kutzner, T., Gnägi, H.R., Henrich, S., Fichtinger, A.: Webbasierte Modelltransformation in der Geoinformatik. In: Engels, G., Karagiannis, D., Mayr, H.C. (Hrsg.), Lecture Notes in Informatics – Proceedings, Modellierung 2010, Volume P-161, S. 269-284, Gesellschaft für Informatik, Bonn, 2010.

Europäisches Parlament und Europäischer Rat: Richtlinie 2007/2/EG des Europäischen Parlaments und des Rates vom 14. März 2007 zur Schaffung einer Geodateninfrastruktur in der Europäischen Gemeinschaft (INSPIRE), ABl. EU L 108, S. 1, 2007.

Europäische Kommission: Verordnung (EG) Nr. 1089/2010 der Kommission vom 23. November 2010 zur Durchführung der Richtlinie 2007/2/EG des Europäischen Parlaments und des Rates hinsichtlich der Interoperabilität von Geodatenätzen und -diensten, ABl. EU L323, S. 11-102, 2010.

Fichtinger, A.: Semantische Transformation im Kontext von INSPIRE - dargestellt am Beispiel der grenzüberschreitenden Bodenseeregion. Dissertation, Technische Universität München, 2011.

ISO 19136:2007, Geographic information – Geography Markup Language (GML), 2007.

Kutzner, T., Eisenhut, C.: Vergleichende Untersuchungen zur Modellierung und Modelltransformation in der Region Bodensee im Kontext von INSPIRE. Technische Universität München, 2010.

Kutzner, T., Donaubauer, A.: Critical Remarks on the Use of Conceptual Schemas in Geospatial Data Modelling – A Schema Translation Perspective. In: Gensel, J., Josselin, D., Vandenbroucke, D. (Hrsg.), Bridging the Geographic Information Sciences, International AGILE'2012 Conference, S. 43-60, Springer, Berlin Heidelberg, 2012.

Kutzner, T., Schilcher, M., Aderhold, B.: INSPIRE auf dem Prüfstand der grenzüberschreitenden Praxistauglichkeit in der Testregion Bodensee. In: Strobl, J., Blaschke, T., Griesebner, G. (Hrsg.), Angewandte Geoinformatik 2012, Beiträge zum 24. AGIT-Symposium Salzburg, S. 181-190, Wichmann, Heidelberg, 2012.

Lill, M., Kutzner, T., Fünfer, H.: Erfahrungen mit semantischer Transformation auf Basis heute verfügbarer Software. In: Schilcher, M. (Hrsg.), INSPIRE-GMES Informationsbroschüre, S. 56-59, Runder Tisch GIS e.V., München, 2011.

Staub, P.: Über das Potenzial und die Grenzen der semantischen Interoperabilität von Geodaten. Dissertation, ETH Zürich, 2009.

Staub, P., Gnägi, H.R., Morf, A.: Semantic Interoperability through the Definition of Conceptual Model Transformations. Transactions in GIS 12, S. 193-207, 2008.

http://www.aed-sicad.de/index.php/web_basis.html, letzter Zugriff 06/2013

<http://www.aed-sicad.de/index.php/FDS.html>, letzter Zugriff 06/2013

<http://www.aed-sicad.de/index.php/shop-system.html>, letzter Zugriff 06/2013

<http://www.eclipse.org/atl/>, letzter Zugriff 03/2013

<http://resources.arcgis.com/de/content/arcgis-inspire/1.0/about>, letzter Zugriff 06/2013

<http://www.safe.com/fme/fme-technology/>, letzter Zugriff 06/2013

Anschrift der Autoren

Dipl.-Inf. Tatjana Kutzner
Technische Universität München
Institut für Geodäsie, GIS und Landmanagement
Lehrstuhl für Geoinformatik
Arcisstraße 21, 80333 München
kutzner@tum.de

Dr.-Ing. Andreas Donaubauer
Technische Universität München
Institut für Geodäsie, GIS und Landmanagement
Lehrstuhl für Geoinformatik
Arcisstraße 21, 80333 München
andreas.donaubauer@tum.de

Dipl.-Math. Michael Müller
AED-SICAD Aktiengesellschaft
Carl-Wery-Straße 22, 81739 München
michael.mueller@aed-sicad.de

Dr. Astrid Feichtner
Geschäftsstelle Geodateninfrastruktur Bayern
beim Landesamt für Vermessung und Geoinformation
Alexandrastraße 4, 80538 München
Astrid.Feichtner@lvg.bayern.de

Dipl.-Ing. (FH) Steffen Goller
Landesamt für Geoinformation und Landentwicklung Baden-Württemberg
Referat 22 GDI-Kompetenzzentrum
Büchsenstraße 54, 70174 Stuttgart
steffen.goller@lgl.bwl.de