Zeitschrift: Geomatik Schweiz : Geoinformation und Landmanagement = Géomatique Suisse : géoinformation et gestion du territoire = Geomatica Svizzera : geoinformazione e gestione del territorio

Herausgeber: geosuisse : Schweizerischer Verband für Geomatik und Landmanagement

Band: 107 (2009)

Heft: 6

Artikel: Semantische Interoperabilität : Voraussetzung für Geodaten-Infrastrukturen

Autor: Staub, Peter

DOI: https://doi.org/10.5169/seals-236614

Nutzungsbedingungen

Die ETH-Bibliothek ist die Anbieterin der digitalisierten Zeitschriften auf E-Periodica. Sie besitzt keine Urheberrechte an den Zeitschriften und ist nicht verantwortlich für deren Inhalte. Die Rechte liegen in der Regel bei den Herausgebern beziehungsweise den externen Rechteinhabern. Das Veröffentlichen von Bildern in Print- und Online-Publikationen sowie auf Social Media-Kanälen oder Webseiten ist nur mit vorheriger Genehmigung der Rechteinhaber erlaubt. Mehr erfahren

Conditions d'utilisation

L'ETH Library est le fournisseur des revues numérisées. Elle ne détient aucun droit d'auteur sur les revues et n'est pas responsable de leur contenu. En règle générale, les droits sont détenus par les éditeurs ou les détenteurs de droits externes. La reproduction d'images dans des publications imprimées ou en ligne ainsi que sur des canaux de médias sociaux ou des sites web n'est autorisée qu'avec l'accord préalable des détenteurs des droits. En savoir plus

Terms of use

The ETH Library is the provider of the digitised journals. It does not own any copyrights to the journals and is not responsible for their content. The rights usually lie with the publishers or the external rights holders. Publishing images in print and online publications, as well as on social media channels or websites, is only permitted with the prior consent of the rights holders. Find out more

Download PDF: 12.07.2025

ETH-Bibliothek Zürich, E-Periodica, https://www.e-periodica.ch

Semantische Interoperabilität – Voraussetzung für Geodaten-Infrastrukturen

Die gemeinsame, integrierte Nutzung von verteilten, heterogenen Geodaten stellt eine grosse Herausforderung dar. Ein wichtiger Ansatz zur Datenintegration ist die Entwicklung von Geodaten-Infrastrukturen (GDI). Sie stellen auf regionaler, nationaler oder internationaler Ebene einen technisch-organisatorischen Rahmen zur interoperablen Nutzung von verteilten Geodaten bereit. GDI stellen an die Interoperabilität grosse Ansprüche, die über die «klassische» Interoperabilität mittels OGC-Webdiensten hinausgehen. Eines der Hauptprobleme ist dabei die semantische Heterogenität bestehender Datenmodelle. Um diese in einer GDI integriert nutzen zu können, müssen Modelltransformationen definiert und ausgeführt werden können. Ein aktueller Ansatz aus der Forschung zeigt dafür eine Lösung auf, indem OGC-Webdienste mit einem neuen Konzept für semantische Modelltransformationen kombiniert werden.

L'utilisation commune et intégrée de géodonnées distribuées et hétérogènes constitue un grand défi. Le développement d'infrastructures de données géographiques (IDG) représente un pas significatif en direction de l'intégration de ces données. Elles fournissent aux niveaux régional, national ou international un cadre technique et organisationnel indispensable à l'interopérabilité de données géographiques distribuées. Les IDG offrent à l'interopérabilité de plus grandes opportunités que la «classique» interopérabilité au moyen de services Web OGC. L'un des principaux problèmes est l'hétérogénéité sémantique des modèles de données existants. Afin de pourvoir les intégrer dans une IDG, les transformations du modèle doivent être définies et réalisées. Une approche actuelle de la recherche propose une solution par laquelle les services web de l'OGC peuvent être combinés avec un nouveau concept de transformations des modèles sémantiques.

L'uso comune e integrato dei geodati costituisce una grossa sfida. Un importante passo nell'integrazione dei dati risiede nello sviluppo di infrastrutture dei geodati (IDG). Queste ultime consentono – a livello regionale, nazionale o internazionale – un uso interoperabile dei dati distribuiti. Le IDG presentano grandi pretese nei confronti dell'interoperabilità che superano di gran lunga la «classica» l'interoperabilità attraverso i servizi web OGC. Al riguardo, uno dei problemi principali consiste nell'eterogeneità semantica dei modelli di dati esistenti. Per poterli utilizzare in modo integrato in un'IDG, è necessario definire delle trasformazioni dei modelli. Un attuale approccio di ricerca presenta una soluzione in cui servizi web OGC sono combinabili con un nuovo concetto per le trasformazioni semantiche dei modelli.

P. Staub

Geodaten-Infrastrukturen zur gemeinsamen Nutzung verteilter Daten

Für eine Vielzahl von Anwendungen und Prozessen mit räumlichen Auswirkungen stellt sich die Frage, wie die benötigten Daten gemeinsam genutzt werden können. Dabei sind die angebotenen Daten und auch die eingesetzten Systeme heterogen, wodurch eine integrierte Nutzung im Allgemeinen nicht gegeben ist. Trotz aktuellen Anstrengungen im Bereich der (Metadaten-)Suchmaschinen ist oftmals unklar, welche Daten überhaupt angeboten werden und wie diese zu beziehen sind. Die gemeinsame Nutzung verteilter Systeme ist mit einer Reihe von Problemfeldern konfrontiert: heterogene Systeme, heterogene Datensätze/-modelle, Verfügbarkeit von Geodaten, Wissen zur Verfügbarkeit dieser Daten, technische Hürden für den Datenzugang und schliesslich die organisatorische Komplexität föderaler Systeme. Während einige dieser Aspekte technisch lösbar sind, bedürfen andere der politischen, organisatorischen und administrativen Koordination. Die räumliche Verteilung der Daten ist dank aktueller Internettechnologie praktisch irrelevant, wohingegen die grösste Herausforderung darin besteht, die organisatorischen und technischen Voraussetzungen zu schaffen, damit die gemeinsame Nutzung verteilter Systeme ermöglicht werden kann. Ein Lösungsansatz dafür ist die Schaffung von *Geodaten-Infrastrukturen* (GDI) [8]. Dabei reicht es nicht aus, dass ein Anbieter seine Daten – mit entsprechender Tarifierung – per Webdienst interoperabel anbietet. Man muss darüber hinaus ein organisatorisch-technisches Rahmenwerk schaffen, damit diese Daten zugänglich gemacht werden können.

Eine GDI kann vielfältig definiert werden. Man kann den organisatorisch-technischen Aspekt in den Vordergrund stellen oder den Begriff der Infrastruktur betonen. So «*[…] umfasst eine GDI vernetzte Geodatenbanken und Funktionalitäten zum Umgang mit diesen Daten und andererseits aber auch den Bereich der institutionellen, organisatorischen, technologischen und wirtschaftlichen Ressourcen, die Entwicklung und Pflege der GDI sowie den verantwortungsvollen Umgang mit den darin zur Verfügung stehenden Geoinformationen unterstützen*» [1] (Abb. 1).

Wenn hingegen der technische Begriff der Infrastruktur ins Zentrum gerückt wird, so sind organisatorische Aspekte nicht Teil der GDI-Definition. Dann wird die GDI als funktionierende Summe von Geodaten, Netzen, Diensten und Standards aufgefasst. Die in Abbildung 1 gezeigte GDI-Grundarchitektur besteht in der Praxis aus einer ganzen Reihe von Komponenten: Benutzeranwendungen,

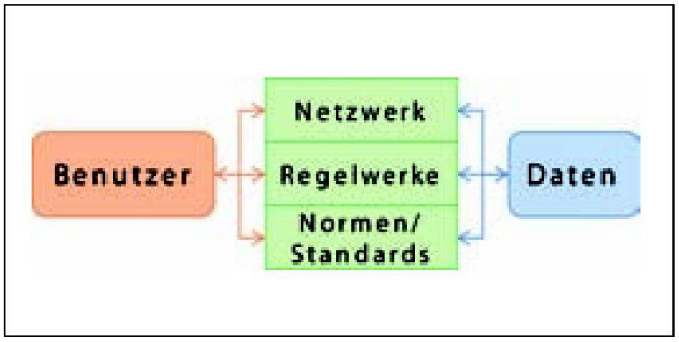

Abb. 1: GDI-Grundarchitektur.

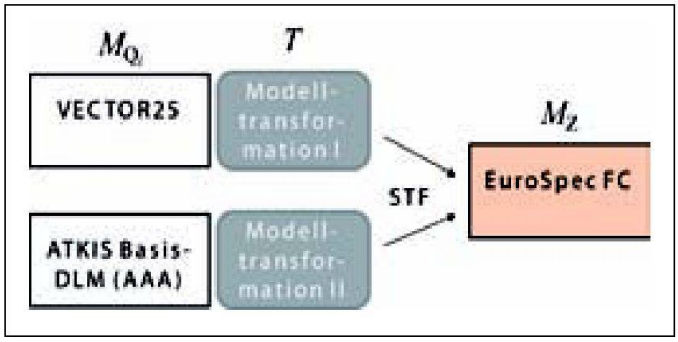

Abb. 2: Modelltransformation für semantische Interoperabilität.

Kataloge und Katalogdienste, Inhaltsarchive, Verarbeitungsdienste, Sicherheits- und Authentifizierungskomponenten sowie digitale Rechteverwaltung [5]. Durch die Realisierung dieser Komponenten entsteht eine GDI, die im Wesentlichen auf einer serviceorientierten Architektur aufbaut.

Rechtliche Aspekte

Ein wesentlicher organisatorischer Aspekt der GDI-Realisierung sind rechtliche Rahmenbedingungen, die durch ihre Schaffung und Umsetzung – zusammen mit Normen und Standards – so genannte «organisatorische Interoperabilität» ermöglichen. Ein typisches Beispiel ist das Geoinformationsgesetz (GeoIG) der Schweiz, das grundsätzlich den Umgang mit Geodaten auf Bundesebene regelt und im Speziellen die Zuständigkeit des Bundes für die Beschaffung und Verwaltung der Geobasisdaten festlegt. Konkret werden die Landesvermessung, die amtliche Vermessung sowie die Harmonisierung von Geodaten auf Bundesebene angesprochen. Mit «Harmonisierung» ist nichts anderes als die Schaffung einer nationalen GDI gemeint. Durch eine Reihe von Verordnungen wird das GeoIG konkretisiert. Auf europäischer Ebene wird die Schaffung einer GDI durch die INSPIRE[1]-Richtlinie der EU vorgeschrieben. Diese soll in einem ambitionierten Zeitplan in den nächsten Jahren umgesetzt werden.

[1] INSPIRE: Infrastructure for Spatial Information in Europe [4]

Bei der gemeinsamen Nutzung verteilter Geodaten sind gemäss INSPIRE-Richtlinie Methoden der Interoperabilität anzuwenden.

Anforderungen von GDI an die Interoperabilität

Ein wesentliches Merkmal von GDI ist die gemeinsame Nutzung verteilter, heterogener Geodaten in einem entsprechenden organisatorischen Rahmen. Die interoperable Nutzung der verfügbaren Daten steht also im Vordergrund. In [8] wird der Interoperabilitätsbegriff ausführlich erläutert. Wesentlich dabei ist, dass auf technischer Ebene zwei Arten von Interoperabilität bestehen: *syntaktische Interoperabilität* in der Form von OGC-Webdiensten (Web Map Service – WMS; Web Feature Service – WFS etc.) und *semantische Interoperabilität* mittels Modelltransformationen.

Zur Realisierung von syntaktischer Interoperabilität werden Standards implementiert, welche die Kommunikation zwischen Server und Klient einerseits und die Form der übertragenen Daten andererseits festlegen. Dazu stehen entsprechende Protokolle und Datenformate (z.B. GML) zur Verfügung. Syntaktische Interoperabilität ist weitestgehend Realität und in einer Vielzahl von Anwendungen verfügbar. Dem entsprechend schreibt die INSPIRE-Richtlinie die Nutzung von OGC-Webdiensten in einer europäischen GDI vor.

Etwas anders verhält es sich mit der semantischen Interoperabilität. Erst mit dem Entstehen von konzeptionellen Datenmodellen wächst das Bewusstsein um die Problematik der Datenharmonisierung in GDI. Bei verschiedenen vorhandenen Datenmodellen ist ein Datenaustausch, der sich auf ein Standard-Transferformat (STF) beschränkt, nur mit signifikantem Informationsverlust umzusetzen. Bestehende Datenmodelle müssten transformiert werden können, so dass ein Nutzer die angebotenen Daten in sein eigenes Modell integrieren kann (Abb. 2). Dazu wird im nächsten Abschnitt ein Lösungsansatz vorgestellt.

Allgemein kann festgehalten werden:

1. Die Definition und einheitliche Anwendung geeigneter Transferformate und Kommunikationsprotokolle ermöglicht syntaktische Interoperabilität mittels Webdiensten (Interoperabilität im Sinne von OGC).
2. Semantische Interoperabilität ist nur dann realisierbar, wenn Modelltransformationen ausgeführt werden können. Dabei können unterschiedliche Datenmodelle aufgrund fachlicher Unterschiede im Allgemeinen nicht vollständig transformiert werden. Die Definition von geeigneten Anwendungsprofilen für Normen und Standards sowie deren einheitliche Anwendung schaffen aber eine wichtige Voraussetzung dafür.
3. Für GDI ist Interoperabilität von zentraler Bedeutung [1,4]. Das Augenmerk liegt in aktuellen Entwicklungen vor allem bei der syntaktischen Interoperabilität. Semantische Interoperabilität durch Modelltransformationen würde

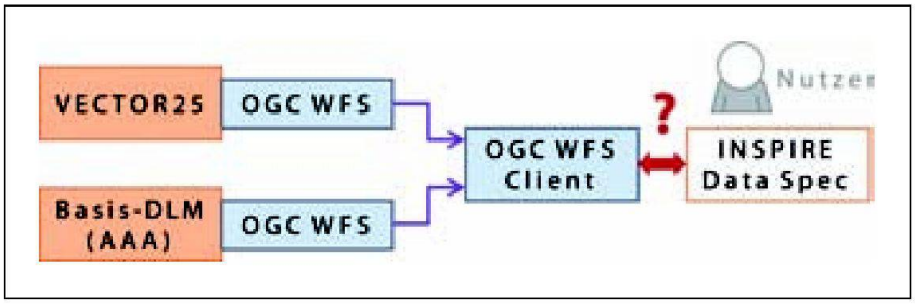

Abb. 3: Datennutzung über herkömmliche OGC-Webdienste.

den Nutzen von GDI erhöhen und die Datenintegration vereinfachen [8].

Die INSPIRE-Richtlinie definiert «Interoperabilität» als Kombination von Geodatensätzen beziehungsweise als Interaktion von Diensten, und zwar ohne wiederholtes manuelles Eingreifen; kohärent und so, dass daraus ein Zusatznutzen entsteht. In diesem Sinne stellt INSPIRE drei Merkmale für die Interoperabilität in den Vordergrund: Datenintegration als «Kombination» von Geodatensätzen, Einsatz von Diensten zur Datennutzung sowie das Erzielen eines Zusatznutzens aus entsprechenden Anwendungen [4].

Lösungsansatz zur Realisierung der Interoperabilität in GDI

Ein aktuelles Forschungsprojekt der ETH Zürich und der TU München stellt einen Lösungsansatz vor, der die etablierte Methode der Datennutzung über WFS mit dem Konzept der semantischen Modelltransformationen kombiniert, um im Rahmen der Datenintegration für GDI umfassende Interoperabilität zu ermöglichen [2,3,6]. Das Projekt wurde unter dem Titel *«Modellbasierter Ansatz für den Web-Zugriff auf verteilte Geodaten am Beispiel grenzübergreifender GIS-Anwendungen»* im Zeitraum 2006–2008 realisiert und wird an der TU München weitergeführt. Das Bundesamt für Kartografie und Geodäsie in Frankfurt am Main sowie das Bundesamt für Landestopografie swisstopo in Wabern begleiten das Projekt als Berater/Auftraggeber.

Das Problem bei bestehenden, dienstebasierten Ansätzen ist, dass ein Nutzer die Modellstruktur der angebotenen Geodatensätze in einem WFS nicht kennt und diese nicht in sein eigenes Modell integrieren kann (Abb. 3).

Das Ziel ist es, einem Datennutzer die Möglichkeit zu geben, die angebotenen Datensätze derart transformieren zu können, dass sie in sein Modell passen. Aufgrund semantischer Unterschiede in den Datenmodellen ist aber eine reine Formattransformation nicht ausreichend. Weiter sollen Modelltransformationen über einen Webdienst ausgeführt werden können, und die transformierten Daten sollen schliesslich über Standard-WFS bezogen werden können. Um dies zu erreichen, wurden zwei Komponenten entwickelt:

1. Ein erweitertes WFS-Protokoll, das in der Lage ist, Modellinformationen im Format XMI (XML Metadata Interchange) austauschen zu können.
2. Eine Transformationssprache im Umfeld von UML, damit ähnlich wie die Datenmodelle auch die Modellabbildungen oder -transformationen konzeptionell exakt beschrieben werden können.

Die Nutzung von verteilten, heterogenen Geodaten über den neu entwickelten «modellbasierten WFS» (mdWFS) mit semantischer Modelltransformation ist in Abbildung 4 schematisch dargestellt.

Ein Nutzer fragt über den mdWFS-Client verfügbare Datenmodelle (und Datensätze) ab. Dies geschieht typischerweise innerhalb einer GDI. Der Dienst sendet dem Nutzer die angebotenen Datenmodelle im Format XMI zurück. Im nächsten Schritt definiert der Nutzer die Abbildungsregeln für die Modelltransformation und übergibt sein eigenes Datenmodell zusammen mit den Abbildungsregeln an den mdWFS. Dieser interpretiert die Abbildungsregeln und führt die Datentransformation der Quelldaten aus (1). Nach erfolgter Transformation wird mit den transformierten Daten automatisch ein neuer Standard-WFS konfiguriert (2), damit der Nutzer schliesslich die verfügbaren Quelldaten (im Beispiel VECTOR25 oder Basis-DLM) seinem Zielmodell (INSPIRE Data Specification) entsprechend beziehen und integriert nutzen kann (3).

Zur Definition von Abbildungsregeln für Modelltransformationen wurde ein Formalismus entwickelt, der auf UML 2 Aktivitäten aufbaut. Damit können Prozesse in der Form von Diagrammen beschrieben werden. Eine Modelltransformation besteht aus einer Reihe von Transformations-Aktionen, denen bestimmte Input-Klassen aus dem Quellmodell übergeben werden und die wiederum entsprechende, transformierte Output-Klassen im Zielmodell zurückgeben. Eine Aktion kann mehr als jeweils eine Klasse transformieren. Die Aktionen bestehen aus den eigentlichen Abbildungsregeln, in denen die Attribute der entsprechenden Klasse des Zielmodells hergeleitet werden. Dies geschieht (a) durch Zuweisung

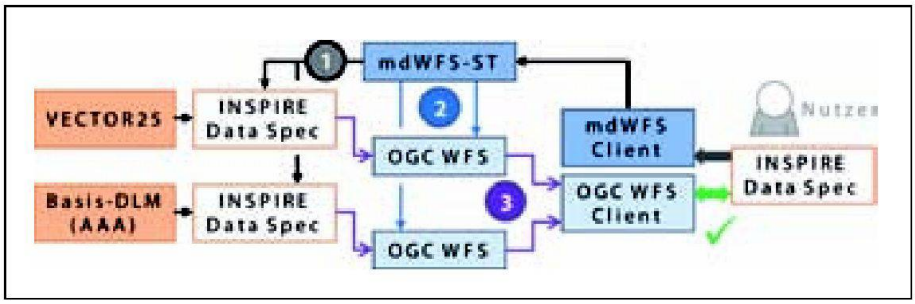

Abb. 4: Datennutzung mit semantischer Modelltransformation über mdWFS.

von konstanten Werten, (b) durch direkte Abbildung eines Quellattributes oder (c) durch Anwendung einer Transformations-Funktion [6,7]. Ein Modellparser, der auf dem Interlis-Compiler basiert, erzeugt aus den Datenmodellen und der Transformationsdefinition das XMI-Format, welches für den Transfer im mdWFS verwendet wird. Die Ausführung der semantischen Transformation erfolgt automatisch durch einen Transformations-Prozessor, der im Pilotprojekt in der Eclipse-Umgebung implementiert wurde.

Potenzial des entwickelten Ansatzes, Fazit

Der entwickelte Ansatz ist in die gängige Modellierungspraxis mit UML eingebettet und verwendet zum Transfer von Modellinformationen das Standardformat XMI. Die anschliessende Datennutzung wird über Standard-WFS abgewickelt. Damit mit dem mdWFS im Rahmen von GDI Geodaten semantisch interoperabel genutzt werden können, müssen allerdings bestimmte Rahmenbedingungen betreffend die Datenmodellierung eingehalten werden. Neben der Verwendung von Standards zur Kommunikation und zum Datentransfer müssen einheitliche Modellierungssprachen definiert und angewendet werden. In der Schweiz ist man mit Interlis in der komfortablen Lage, eine konzeptionelle Sprache zu haben, die einheitlich zur Datenmodellierung eingesetzt wird. Im internationalen Umfeld basieren Datenmodelle häufig direkt auf ISO-Normen, und die Erfahrung zeigt, dass diese Konzepte gute Ansätze sind, die aber zu breit und allgemein definiert sind. Daher werden spezifische Anwendungsprofile nötig, damit zumindest innerhalb einer Fachgemeinschaft einheitliche Modellierungssprachen zur Anwendung kommen. Darüber hinaus ist semantische Interoperabilität nur schwer zu realisieren. Die einheitliche Anwendung von Profilen vorausgesetzt, weist der entwickelte Ansatz für die Realisierung von semantischer Interoperabilität im Rahmen von GDI ein grosses Potenzial auf. Durch die Möglichkeit, semantische Modelltransformationen exakt beschreiben und automatisch ausführen zu können sowie durch die Kombination von syntaktischer Interoperabilität mit OGC WFS und semantischer Interoperabilität wird ein möglicher Lösungsansatz für die Problematik der Datenintegration in GDI präsentiert.

Quellen:

[1] Bernard L., J. Fitzke und R. Wagner (Hrsg): *Geodateninfrastruktur – Grundlagen und Anwendungen.* Wichmann, Heidelberg, 2005.

[2] Donaubauer A., A. Fichtinger, M. Schilcher, F. Straub, A. Carosio, H.R. Gnägi, A. Morf und P. Staub: *Grenzübergreifende Web-GIS-Lösungen.* GIS Zeitschrift für Geoinformatik, 11(9):29–34, 2006.

[3] Donaubauer A., P. Staub, F. Straub und A. Fichtinger: *Web-basierte Modelltransformation – eine Lösung für INSPIRE?* GIS Zeitschrift für Geoinformatik, 13(2):26–33, 2008.

[4] 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).* EU-Richtlinie, Amtsblatt der Europäischen Union Nr. L 108/1, EU, 2007.

[5] Seifert M.: *Wissenschaftlicher Beitrag für den Aufbau einer Geodateninfrastruktur zur Lösung von Aufgaben des E-Government.* Diss. ETH Nr. 17895, ETH Zürich, 2008.

[6] Staub P.: *A Model-Driven Web Feature Service for Enhanced Semantic Interoperability.* OSGeo Journal, 1(3):38–43, 2007.

[7] Staub P., A. Morf und H.R. Gnägi: *Semantic Interoperability through the Definition of Conceptual Model Transformations.* Transactions in GIS, 12(2):193–207, 2008.

[8] Staub P.: *Über das Potenzial und die Grenzen der semantischen Interoperabilität von Geodaten.* Diss. ETH Nr. 18201, ETH Zürich, 2009.

Alle Abbildungen dieses Artikels sind unverändert aus [8] übernommen worden.

Dr. sc. ETH Peter Staub
Bundesamt für Landestopographie
swisstopo
KOGIS, BGDI Web-Infrastruktur
Seftigenstrasse 264
CH-3084 Wabern
peter.staub@swisstopo.ch

Wie? Wo? Was?

Das Bezugsquellenregister gibt Ihnen auf alle diese Fragen Antwort.