Vergleichende Untersuchungen zur Modellierung und semantischen Modelltransformation in der Region Bodensee

Tatjana KUTZNER
Fachgebiet Geoinformationssysteme · TU München · Arcisstr. 21 · 80333 München
E-Mail: tatjana.kutzner@bv.tum.de

1 Einführung

Für die Vernetzung heterogener Datenbestände über das Internet werden heute vielfach Geo Web Services und insbesondere die Web-Service-Spezifikationen des OGC eingesetzt. Mit diesen Spezifikationen wird der Zugriff auf unterschiedliche Systeme zur Datenhaltung sowie die Verwendung bestimmter räumlicher Bezugssysteme und Datentransferformate standardisiert. Eingeschränkt wird die umfassende Vernetzung von Geodaten jedoch dadurch, dass Geodaten meist spezifisch für einen bestimmten Anwendungsbereich in einem bestimmten Datenmodell modelliert sind. Ein schneller und problemloser Einsatz der Geodaten in einem anderen Anwendungsbereich ist deshalb oftmals nicht möglich. Es bedarf einer Überführung der Daten in das Datenmodell des anderen Anwendungsbereichs, was als semantische Modelltransformation bezeichnet wird.

Eine im Jahr 2010 von den Vermessungsverwaltungen der Bodensee-Anrainer Baden-Württemberg, Bayern, Österreich und der Schweiz in Auftrag gegebene Studie beschäftigte sich ausführlich mit der Thematik der Modellierung und Modelltransformation im Raum Bodensee im Kontext von INSPIRE (KUTZNER & EISENHUT 2010). Dieser vorliegende Beitrag stellt die wichtigsten Erkenntnisse und Ergebnisse dieser Studie vor. Ausgehend von einer theoretischen Einführung in grundlegende Begriffe werden Datenmodelle der Bodensee-Region, welche in dem Projekt „Modellbasierter Ansatz für den Web-Zugriff auf verteilte Geodaten am Beispiel grenzübergreifender GIS-Anwendungen (mdWFS)“ (DONAUBAUER et al. 2009) zum Einsatz kamen, erläutert und deren Unterschiede aufgezeigt. Anschließend werden mögliche Probleme dargestellt und zum Schluss ein Blick auf die weiteren Forschungsaktivitäten bezüglich dieser Thematik geworfen. Dieser Beitrag stellt eine wissenschaftliche Vertiefung der Beiträge von ILLERT (2012) und FÜNFER (2012) im vorliegenden Tagungsband dar.

1.1 Begriffsbestimmung: Modellierung von Geodaten

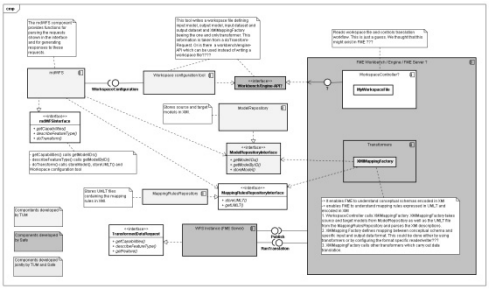
Mittels Modellierung kann festgelegt werden, welche Objekte der realen Welt (z. B. Flurstück, Straße oder Fluss) als Geodaten erfasst werden sollen und durch welche geometrischen und topologischen Eigenschaften sowie Sachinformationen (z. B. Flurstücksnummer, Straßenname oder Flussname) diese Objekte charakterisiert sind und welche Beziehungen zwischen den einzelnen Objekten bestehen. Die Modellierung von Geodaten kann auf unterschiedliche Weise erfolgen. Insbesondere zu unterscheiden ist dabei zwischen der *Modellierung auf Ebene der Geodatenformate*, z. B. mittels der Geography Markup Language (GML), und der *Modellierung auf konzeptueller Ebene*, z. B. mittels der Unified

Koch, A., Kutzner, T. & Eder, T. (Hrsg.) (2012): Geoinformationssysteme.
© Herbert Wichmann Verlag, VDE VERLAG GMBH, Berlin/Offenbach. ISBN 978-3-87907-514-0.
Dieser Beitrag ist ein Open-Access-Beitrag, der unter den Bedingungen und unter den Auflagen der Creative Commons Attribution Lizenz verteilt wird (http://creativecommons.org/licenses/by/3.0/).

Modeling Language (UML), welche unabhängig von bestimmten Datenformaten erfolgt (vgl. Abbildung 1).

```
<gml:surfaceProperty>
  <gml:Surface>
    <gml:patches>
      <gml:PolygonPatch>
        <gml:exterior>
          <gml:LinearRing>
            <gml:posList>4450119.82 5
                 4450099.55 5339213.15
          </gml:LinearRing>
        </gml:exterior>
      </gml:PolygonPatch>
    </gml:patches>
  </gml:Surface>
</gml:surfaceProperty>
```

(a) Modellierung mittels GML



(b) Modellierung mittels UML

Abb. 1: Modellierung von Geodaten auf Ebene der Geodatenformate (a) und auf konzeptueller Ebene (b)

Die Modellierung auf konzeptueller Ebene bringt eine Reihe von Vorteilen mit sich. So ist durch die Datenmodelle Nachhaltigkeit gegeben, da Daten langlebiger als Systeme und Formate sind, und aus ein und demselben Datenmodell können automatisch unterschiedlicher Formate abgeleitet werden. Zudem sehen gesetzliche Anforderungen wie die EU-Richtlinie INSPIRE die Modellierung auf konzeptueller Ebene vor (EISENHUT et al. 2010).

1.2 Begriffsbestimmung: Modellarten

Ein *Datenmodell* bezeichnet ein Modell, welches speziell zur Beschreibung von Daten dient. Beispiele sind das AFIS-ALKIS-ATKIS-Modell (AAA-Modell) sowie die INSPIRE Data Specifications, welche beide als konzeptuelles Datenmodell vorliegen und mittels UML definiert sind.

Ein *Metamodell* ist ein Modell, das Konstrukte enthält, mit denen ein anderes Modell beschrieben werden kann. Dem Konzept des Metamodells kann die 4-Schichten-Architektur der Object Management Group (OMG) zugrunde gelegt werden (vgl. Abbildung 2). Die einzelnen Schichten haben folgende Bedeutung:

- *Informationsschicht M0*: Beinhaltet die Geodaten selbst.
- *Modellschicht M1*: Beinhaltet das Modell, mit dem die Geodaten der Schicht M0 beschrieben werden. Hierzu zählt z. B. das AAA-Modell.
- *Metamodellschicht M2*: Beinhaltet die Beschreibung der Struktur und Semantik des Modells aus Schicht M1. Diese Beschreibung wird als Modellierungssprache bezeichnet und ist das Metamodell für Modelle aus der Schicht M1. Ein Beispiel für ein solches Metamodell ist die Modellierungssprache UML, mit der das AAA-Modell aus Ebene M1 modelliert wurde.
- *Metametamodellschicht M3*: Beinhaltet die Beschreibung der Struktur und Semantik der Metamodelle aus Schicht M2. Bei der OMG wurde hierfür der Standard Meta Object Facility (MOF) entwickelt, mit dem z. B. die Modellierungssprache UML definiert

wurde. Modellierungssprachen auf dieser Schicht werden als Metametamodell bezeichnet. Die Schicht M3 ist rekursiv, d. h. MOF beschreibt nicht nur Metamodelle der Schicht M2, sondern auch sich selbst. Andernfalls könnte dieses Prinzip unendlich lange fortgesetzt werden.

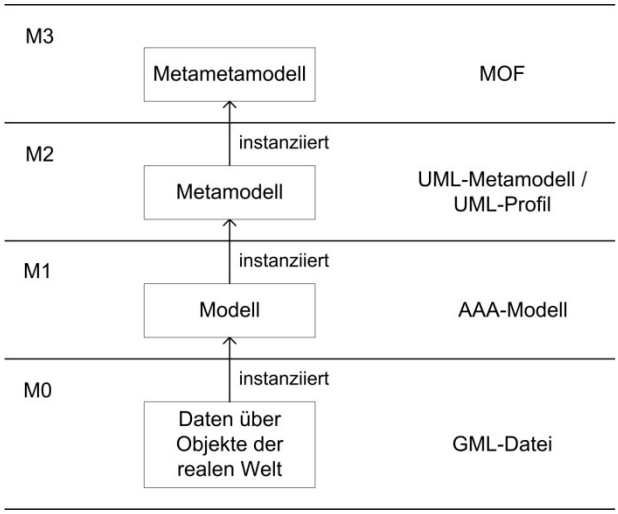


Abb. 2: 4-Schichten-Architektur der OMG (KUTZNER & EISENHUT 2010)

Ein *Anwendungsschema* ist ein konzeptuelles Datenmodell, das die semantische Struktur von Geodaten beschreibt, die in einem oder mehreren bestimmten Anwendungsbereichen zum Einsatz kommen. Beispielsweise stellt die INSPIRE Data Specification für Protected-Sites ein Anwendungsschema dar, das definiert, welche Informationen zum Thema Schutzgebiete relevant sind und in welcher Struktur diese Informationen durch Geodaten repräsentiert werden sollen.

Ein *Implementierungsschema* beschreibt ein Modell in den Konzepten der Plattform, auf der die modellierten Geodaten zur Verfügung stehen sollen. Implementierungsschemata bilden eine Zwischenstufe zwischen den konzeptuellen Schemata und den Geodaten. Der Übergang erfolgt dabei in zwei Schritten: Zuerst wird das konzeptuelle Schema in ein Implementierungsschema überführt und dieses anschließend in ein Datentransferformat wie beispielsweise GML.

1.3 Begriffsbestimmung: Semantische Modelltransformation

Im Rahmen der EU-Richtlinie INSPIRE werden für bestimmte Themen wie z. B. Verwaltungsgrenzen oder Gewässernetz europaweit einheitliche Datenmodelle, INSPIRE Data Specifications genannt, erstellt. Für die Anbieter von Geodaten wie z. B. Umweltbehörden oder Vermessungsverwaltungen, die verpflichtet sind, Geodaten INSPIRE-konform bereitzustellen, bedeutet dies, dass die Daten vor der Ausgabe an den Nutzer in die von der EU vorgegebenen Datenmodelle transformiert werden müssen. Die originären Datenbestände

bleiben jedoch weiterhin unverändert bestehen. Bei der Transformation kann unterschieden werden zwischen der *Transformation auf Ebene der Geodatenformate* (z. B. von Shape nach GML) und der *modellbasierten Transformation* (z. B. vom AAA-Modell nach INSPIRE), welche unabhängig von bestimmten Datenformaten auf Ebene der Datenmodelle erfolgt (vgl. Abbildung 3). Die modellbasierte Transformation bedingt jedoch, dass für die zu transformierenden Daten entsprechende Datenmodelle vorliegen.

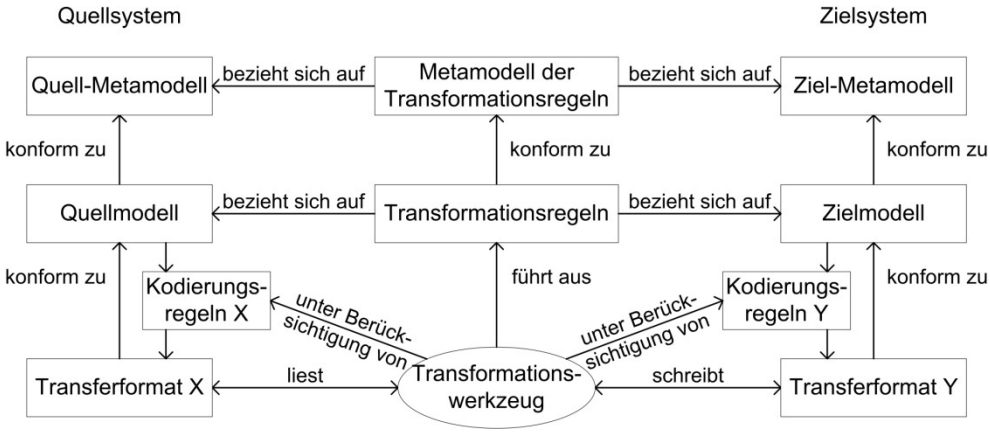


Abb. 3: Modellbasierte Transformation von Geodaten (KUTZNER & EISENHUT 2010)

Bei der modellbasierten Transformation wird die Transformation bezogen auf die Metamodelle in Form von Transformationsregeln definiert. Die Transformationsregeln legen fest, wie die Abbildung durchzuführen ist. Anschließend wird die Transformation auf den Geodaten, welche in Form von Transferformaten vorliegen müssen, ausgeführt. Dazu liest ein Transformationswerkzeug das Transferformat sowie die Transformationsregeln, führt die Transformationsregeln auf dem Transferformat aus und gibt erzeugt ein neues Transferformat, welches konform zur Semantik des Zielsystems ist. Die Transferformate werden anhand spezifischer Kodierungsregeln aus dem konzeptuellen Schema hergeleitet. Die Geodaten können deshalb nur dann korrekt transformiert werden, wenn die jeweiligen Kodierungsregeln bei der Transformation berücksichtigt werden.

Die modellbasierte Transformation besitzt eine Reihe von Vorteilen. Hierzu zählt die Systemunabhängigkeit, die Nachhaltigkeit durch Nachnutzung der Geodaten oder die nebenläufige Qualitätssicherung. Zudem können auf diese Weise Transformationsregeln wiederverwendet werden. Durch die graphische Darstellung der Datenmodelle bzw. Transformation ist eine visuelle Kommunikationsbasis gegeben, wodurch Fachexperten die Transformation auf einfache Weise mitgestalten können, ohne durch technische (Format-)Details geblendet zu werden (EISENHUT et al. 2010).

1.4 Begriffsbestimmung: Geodaten-Profile

Ein Profil stellt im Allgemeinen entweder eine *Einschränkung* oder eine *Erweiterung* einer bestehenden Spezifikation dar. Bei einer Einschränkung besteht das Profil nur aus einer

Teilmenge der von einer Spezifikation angebotenen Konstrukte. Bei einer Erweiterung enthält das Profil auch Konstrukte, die in der Spezifikation selbst nicht existieren, jedoch gemäß den Vorgaben der Spezifikation bezüglich Erweiterungen erstellt worden sind (vgl. Abbildung 4).

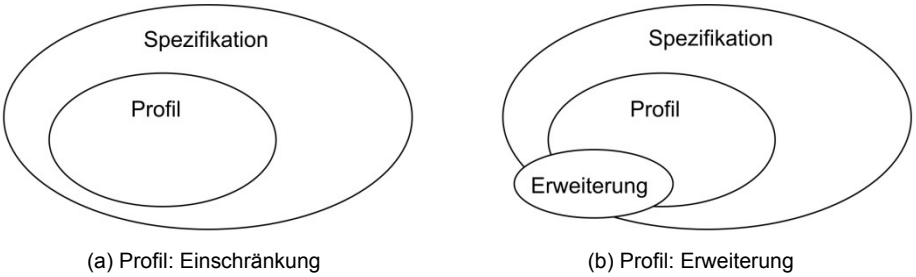


Abb. 4: Profil als Einschränkung (a) bzw. Erweiterung (b) (KUTZNER & EISENHUT 2010)

Für Profile der Modellierungssprache UML liefert die UML-Spezifikation des OMG eine eigene Definition (OBJECT MANAGEMENT GROUP 2011). Ein *UML-Profil* gestattet demnach nur Einschränkungen der Modellierungssprache UML, Erweiterungen sind nicht erlaubt. Dadurch bleibt das UML-Metamodell unverändert und UML-Modelle, die ein Profil verwenden, sind weiterhin problemlos mit jeder UML-Software verarbeitbar.

Für die Definition eines UML-Profils stellt die UML-Spezifikation die Konzepte *Stereotypen*, *Tagged Values* (Eigenschaften) und *Constraints* (Einschränkungen) zur Verfügung. Stereotype legen fest, wie vorhandene Modellelemente der UML so an bestimmte Anwendungsbereiche angepasst werden können, dass damit bestimmte Konzepte dieses Anwendungsbereichs ausgedrückt werden können. Stereotype werden immer zwischen Guillemets (« ») angegeben. Ein Beispiel: In Abbildung 5 ist eine UML-Klasse dargestellt, die Flurstücke repräsentiert. Die einzelnen, konkreten Flurstücke werden im Bereich der Geoinformation oft als Features bezeichnet. Features gleicher Bedeutung und Struktur werden durch sogenannte Featuretypen repräsentiert. Damit bei Verwendung der abgebildeten Klasse erkennbar ist, dass es sich um einen Featuretyp im Sinne der Geoinformation handelt, wird der Klasse einfach ein entsprechender Vermerk in Form des Stereotyps «featureType» hinzugefügt. Dies wird auch im AAA-Modell und in den INSPIRE Data Specifications so durchgeführt.

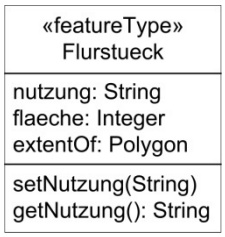


Abb. 5:
UML-Klasse mit Stereotyp «featureType»
(KUTZNER & EISENHUT 2010)

2 Datenmodellierung in der Region Bodensee

Nachfolgend werden die Datenmodelle Deutschlands, der Schweiz sowie der INSPIRE Data Specifications beschrieben, welche für den Anwendungsbereich Topographie eingesetzt wurden. Diese drei Datenmodelle wurden mittels UML auf konzeptueller Ebene definiert und eignen sich deshalb für die modellbasierte Transformation gemäß Abbildung 3.

2.1 Deutschland

Die Geobasisdaten von Baden-Württemberg basieren auf dem deutschen *AAA-Anwendungsschema*, welches im Dokument GeoInfoDok (ADV 2009) beschrieben ist. Das Metamodell des AAA-Anwendungsschemas ist das General Feature Model aus der Norm ISO 19109. Die Beschreibung des AAA-Anwendungsschemas erfolgt mit UML in der Version 1.4.2 gemäß dem UML-Profil der Norm ISO 19103. In den AAA-Anwendungsschemata werden die in der Norm ISO 19103 definierten Stereotypen verwendet. Darüber hinaus wird für alle Featuretypen der Stereotyp «FeatureType» aus der Norm ISO 19136 Annex E eingesetzt. Somit stellt das AAA-Anwendungsschema selbst auch ein UML-Profil dar, welches nachfolgend als AAA-UML-Profil bezeichnet wird.

Die Kodierung, d. h. die Überführung des AAA-Anwendungsschemas in ein Transferformat, wird gemäß den Kodierungsregeln der Normen ISO 19136 Annex E und ISO 19139 durchgeführt. Als Transferformat wird GML verwendet. Die Kodierung von UML nach GML wird dabei in zwei Stufen durchgeführt mit einem Implementierungsschema als Zwischenschritt (ADV 2009).

Die durchgeführte Studie ergab jedoch, dass das UML-Profil der Norm ISO 19103 kein UML-Profil im Sinne der UML-Profil-Definition der OMG ist. Das ISO-19103-UML-Profil enthält die beiden Stereotype «CodeList» und «Union». «CodeList» definiert einen Typ, dessen Wertemenge durch den Nutzer zur Laufzeit beliebig erweiterbar ist. «Union» definiert einen Typ, der zur Laufzeit nur einen der genannten Alternativen als Wert besitzen darf. Die beiden Stereotypen werden zwar auf UML-Klassen angewendet, sie stellen jedoch keine Spezialisierungen von Modellelementen des UML-Metamodells im Sinne der UML-Spezifikation dar. Bei «CodeList» und «Union» handelt es sich somit nur syntaktisch um UML-Klassen, semantisch sind sie als eigenständige UML-Modellelemente zu betrachten. Aus diesem Grund ist auch das AAA-UML-Profil ist kein UML-Profil im Sinne der UML-Profil-Definition der OMG, da es auf dem UML-Profil der Norm ISO 19103 basiert.

2.2 Schweiz

Die Geobasisdaten der Schweiz, welche im mdWFS-Projekt zum Einsatz kamen, wurden mit der Schweizer Modellierungssprache *INTERLIS* (KOGIS 2006) modelliert. Im Rahmen der Software UML/INTERLIS-Editor (www.umleditor.org) wurde eine UML-Metamodell-Erweiterung basierend auf der UML-Version 1.4.2 definiert, welche üblicherweise benutzt wird. Zudem existiert ein Metamodell, welches nicht auf MOF basiert. Dieses Metamodell ist in INTERLIS selbst beschrieben und stellt keine Erweiterung des UML-Metamodells dar. Bei der Kodierung eines mit INTERLIS erstellten Modells ist kein Zwischenmodell in Form eines Implementierungsschemas erforderlich. In INTERLIS ist es darüber hinaus möglich, mehrsprachige Modelle zu erstellen (z. B. Klasse „Gebaeude“/„Batiment“).

Auch INTERLIS definiert eine Reihe von Stereotypen. Jedoch gibt es auch hierfür kein UML-Profil im Sinne der Profil-Definition von UML, da INTERLIS Sprachkonstrukte enthält, die keine reinen Spezialisierungen von Klassen des UML-Metamodells sind. Dies ist entsprechend dem UML-Profil der Norm ISO 19103, das wegen «CodeList» und «Union» kein echtes UML-Profil ist.

2.3 INSPIRE

Das *INSPIRE Generic Conceptual Model* enthält alle Festlegungen zur Modellierung der INSPIRE-Anwendungsschemata (JRC 2009a). Als Metamodell liegt den Anwendungsschemata das General Feature Model der Norm ISO 19109 zugrunde. Jedes INSPIRE-Anwendungsschema ist mit UML in der Version 2.1 gemäß den Normen ISO 19103 und ISO 19109 definiert.

Die Kodierung wird, wie auch bei den AAA-Anwendungsschemata, gemäß den Kodierungsregeln der Normen ISO 19136 Annex E und ISO 19139 erstellt, wobei noch ein paar zusätzliche Regeln definiert sind. Als Transferformat wird ebenfalls GML verwendet. Im Gegensatz zu den AAA-Anwendungsschemata muss die Kodierung bei INSPIRE nicht zwingend in zwei Stufen mit einem Implementierungsschema als Zwischenstufe durchgeführt werden und kam auch bei den Annex-I-Themen nicht zum Einsatz (JRC 2009b).

Das INSPIRE Generic Conceptual Model legt fest, welche Stereotypen eingesetzt werden dürfen. Der Großteil der Stereotypen wurde bereits in anderen Normen und Standards definiert und wird hier wiederverwendet. Wie das AAA-UML-Profil ist auch das INSPIRE-UML-Profil kein UML-Profil im Sinne der UML-Profil-Definition der OMG. Das INSPIRE-UML-Profil basiert ebenfalls auf dem UML-Profil der Norm ISO 19103 und kann somit selbst kein echtes UML-Profil darstellen.

3 Problematiken bei der semantischen Modelltransformation

Dieses Kapitel stellt konkret einzelne Probleme in Bezug auf die soeben beschriebenen Datenmodelle vor, die im Rahmen der Erarbeitung der Studie und der Durchführung des Projekts mdWFS ermittelt wurden.

3.1 UML-Abänderung

Abbildung 6 zeigt die Klasse AdministrativeUnit aus den INSPIRE Data Specifications. Die Klasse enthält das Attribut beginLifespanVersion mit dem Datentyp DateTime. Der Datentyp legt fest, dass das Attribut beginLifespanVersion genau „einen Wert“ vom Typ „DateTime“ haben darf. Gemäß den INSPIRE Data Specifications ist es jedoch möglich, den Stereotyp «voidable» hinzuzufügen, der festlegt, was passiert, falls Daten für bestimmte Attribute keinen Wert aufweisen. Dadurch umfasst der Wertebereich des Attributs nicht mehr nur DateTime-Informationen, sondern auch „kein Wert vorhanden“, was dem Datentyp DateTime widerspricht. Dies stellt eine Änderung der Modellierungssprache UML dar, die fachlich begründbar, jedoch nicht konform zur UML-Spezifikation ist, und die Verarbeitbarkeit des Datenmodells durch UML-Software beeinträchtigen kann. Ebenso können dadurch bei der Transformation zwischen verschiedenen Datenmodellen Probleme auftreten.

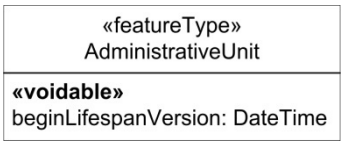
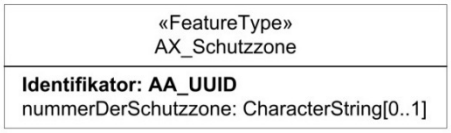


Abb. 6:
UML-Abänderung (KUTZNER & EISENHUT 2010)

3.2 Kodierung von Identifikatoren

Die Klasse AX_Schutzzone in Abbildung 7 enthält das Attribut Identifikator. Dieses Attribut wird im AAA-Transferformat nicht als Kindelement <Identifikator> des Elements <AX_Schutzzone> kodiert, sondern als sein Attribut gml:id. In der GeoInfoDok ist jedoch festgelegt, dass der Identifikator zusätzlich gemäß ISO 19136 mittels des dort vordefinierten Elements gml:identifier zu kodieren ist. Hierbei fällt auf, dass sich die Art der Kodierung des Identifikators unterscheidet. Beim Attribut gml:id ist nur der aus 16 Zeichen bestehende Identifikator anzugeben, beim Element gml:identifier dagegen ist Identifikator als URN (Uniform Resource Locator) in der Form „urn:adv:oid:<Identifikator>“ zu kodieren. Aus dem UML-Modell ist nicht erkennbar, dass der Identifikator zweifach zu kodieren ist. Ebenso ist nicht ersichtlich, wo die Informationen zur korrekten Kodierung nachgelesen werden können. Auch für die Transformation sind solche Informationen von Bedeutung.

Modellierung in UML



Kodierung in GML

```
<AX_Schutzzone gml:id="DE_A00DPQO000MXH">
  <gml:identifier codesSpace ="http://www.adv-online.de/">
    urn:adv:oid:DE_A00DPQO000MXH
  </gml:identifier>
  <nummerDerSchutzzone>017</nummerDerSchutzzone>
</AX_Schutzzone>
```

Abb. 7: Kodierung von Identifikatoren (KUTZNER & EISENHUT 2010)

3.3 Fehlendes konzeptuelles Datenmodell

Es kann der Fall auftreten, dass für die Geodaten kein konzeptuelles Modell zur Verfügung steht. Beispiele hierfür sind gemäß SCHÖNHERR et al. (2011) und LILL et al. (2011) das Digitale Landschaftsmodell Österreichs sowie die Digitale Flurkarte Bayerns. Um dennoch eine Transformation auf konzeptueller Ebene durchführen zu können, muss das Zielmodell mit UML nachmodelliert werden. Hierbei können sich einige Probleme ergeben: Als Grundlage für die Nachmodellierung dient in vielen Fällen ein relationales Datenbankschema oder ein Transferformat wie Shape. Wird ein konzeptuelles Modell erstellt, so sollten die darin verwendeten Konzepte unabhängig von der Implementierung sein. So können Shape-Dateien nur Geometrien eines Typs enthalten, also z. B. Punkt-, Linien- oder Flächengeometrien. Dies spiegelt sich in der UML-Modellierung wieder, wohingegen Fachkonzepte nicht eindeutig erkennbar sind. Ohne Fachwissen ist deshalb kein fehlerfreies konzeptuelles Datenmodell erstellbar. Z. B. können beim Datenbankschema Optimierungen

vorgenommen worden sein, welche ohne Wissen bezüglich der Fachkonzepte, die dem Datenbankschema zugrunde liegen, nicht rückgängig gemacht werden können. Darüber hinaus muss festgelegt werden, ob die Modellierung basierend auf einem UML-Profil erfolgen soll, und wenn ja, auf welchem UML-Profil. Ebenso muss festgelegt werden, welche UML-Version für die Modellierung eingesetzt wird.

3.4 Weitere Probleme

Wenn jedes Projekt sein eigenes UML-Profil definiert, wird man bei einer Modelltransformation unter Umständen mit sehr vielen unterschiedlichen UML-Profilen konfrontiert. Die Definition von Stereotypen stellt in UML im Prinzip keine Schwierigkeit dar, weshalb die Möglichkeit, UML an seine Einsatzzwecke anzupassen, komfortabel erscheinen mag. Jedoch sind damit auch Konsequenzen verbunden. Werden UML-Profile nicht im Sinne der UML-Spezifikation erstellt, wie es bei den weiter oben vorgestellten Datenmodellen Deutschlands, der Schweiz und bei INSPIRE der Fall ist, so bedeutet dies, dass dadurch eine neue Modellierungssprache definiert wird, die zwar die Syntax von UML verwendet, jedoch eine eigene Semantik aufweist. Jedes Projekt, welches auf diese Weise Stereotype definiert, definiert dadurch gleichzeitig eine neue Modellierungssprache mit projektspezifischer Spezialsemantik. Dies wiederum stellt ein Problem dar für die Verarbeitung der Modelle mittels Transformationssprachen bzw. Modellierungswerkzeugen.

Auch kann man bei der Modelltransformation mit unterschiedlichen UML-Versionen konfrontiert werden. Dies ist auch bei den hier vorgestellten Datenmodellen der Fall. Das AAA-Modell sowie INTERLIS 2 verwenden die UML-Version 1.4.2, das INSPIRE-Modell die UML-Version 2.1. Zudem befindet sich die Norm ISO 19103 in Revision, wodurch in Zukunft Modelle, die auf dieser Norm basieren, in UML-Version 2.2 vorliegen könnten. Es kann aber auch der Fall auftreten, dass mit UML-Modellen gearbeitet wird, die nicht auf der Norm ISO 19103 basieren. Auch diese Modelle sind gemäß einer bestimmten UML-Version definiert.

Damit die Kodierung automatisch durchgeführt werden kann, ist es nicht notwendig, dass die Kodierungsregeln in formaler Form vorliegen. Die Kodierungsregeln müssen vielmehr so genau in Prosa beschrieben sein, dass eine eindeutige Implementierung der Kodierungsregeln gewährleistet ist. Andernfalls besteht die Gefahr, dass die beschriebenen Kodierungsregeln durch den Implementierer auf unterschiedliche Art interpretiert und umgesetzt werden. Durch eindeutig beschriebene Kodierungsregeln ist dagegen sichergestellt, dass die Kodierungsregeln auf jedem System ohne Ausnahme auf die gleiche Weise ausgeführt werden. Dies gilt auch für die Regeln zur Herleitung von Implementierungsschemata.

4 Lösungsansätze und Ausblick

Generell kann festgehalten werden, dass eine Transformation zwischen unterschiedlichen UML-Profilen korrekt durchführbar ist, wenn es sich bei den betroffenen UML-Profilen um echte UML-Profile im Sinne der UML-Spezifikation handelt. Bei den hier vorgestellten UML-Profilen ist dies jedoch nicht der Fall, da beispielsweise die Stereotypen «codelist» und «union» keine Spezialisierung vorhandener UML-Elemente darstellen.

Ein Lösungsansatz für dieses Problem besteht darin, in allen Projekten ein gemeinsames UML-Profil zu verwenden. Hierfür müsste aus allen vorhandenen UML-Profilen ein sogenanntes gemeinsames Kern-UML-Profil erstellt werden, indem aus den existierenden UML-Profilen Abbildungen auf das Kern-UML-Profil definiert werden. Das Kern-UML-Profil muss ein echtes UML-Profil darstellen. Es darf nur gemeinsame Elemente aus den verschiedenen UML-Versionen sowie aus den verschiedenen UML-Profilen enthalten. Dies ist deshalb wichtig, da ein umfassendes UML-Profil, welches auch die nicht gemeinsamen Elemente enthalten würde, die breite Nutzung der Geodaten außerhalb des GI-Bereichs behindern würde. Für die Nutzung des Kern-UML-Profils sind zwei Möglichkeiten denkbar.

- Das Kern-UML-Profil wird als Zwischenstufe einer mehrstufigen semantischen Transformation eingesetzt. Das Quelldatenmodell mit UML-Profil x wird dabei mittels eines 1:1-Transformationswerkzeuges in ein Quelldatenmodell überführt, welches auf dem Kern-UML-Profil basiert. Anschließend wird dieses Quelldatenmodell mittels semantischer Transformation in ein Zieldatenmodell überführt, das ebenfalls auf dem Kern-UML-Profil basiert. Zum Schluss wird dieses Zieldatenmodell mittels eines 1:1-Transformationswerkzeuges in ein Zieldatenmodell mit dem dafür vorgesehenen UML-Profil y überführt.
- Alle Projekte setzen nur noch das gemeinsame Kern-UML-Profil ein. Dies bedeutet, dass eine Abbildung auf das Kern-UML-Profil nur für eine bestimmte Übergangsphase durchzuführen ist, solange bis das Kern-UML-Profil das einzig verwendete UML-Profil darstellt.

Darüber hinaus dürfen keine neuen UML-Profile definiert werden, sondern es sollte eine freiwillige Beschränkung auf den Umfang des vorhandenen Kern-UML-Profils erfolgen. Auch bei Revisionen sollte unbedingt auf den Umfang des Kern-UML-Profils hingearbeitet werden.

Bezüglich der unterschiedlichen sich im Einsatz befindlichen UML-Versionen, muss die Frage gestellt werden, wie Rückwärtskompatibilität gewährleistet werden kann, sollte die revidierte ISO-19103-Norm einmal verabschiedet sein und sich damit die Basis für die Definition von Anwendungsschemata ändern. Es kann nämlich nicht davon ausgegangen werden, dass bereits definierte Anwendungsschemata sofort bzw. überhaupt in die UML-Version 2.2 überführt werden. Es müssen Regeln und Richtlinien festgelegt werden, wie mit dieser Versionsänderung umgegangen wird.

Aufbauend auf den Ergebnissen der Studie soll der im Projekt mdWFS erforschte Ansatz zur modellbasierten semantischen Transformation so weiterentwickelt werden, dass eine Transformation auch bei unterschiedlichen UML-Profilen möglich ist. Hierfür wird 2012 der Ansatz der mehrstufigen Transformation weiter untersucht, indem auf Metamodellebene Transformationsregeln zwischen den deutschen und Schweizer UML-Profilen, INSPIRE und dem Kern-UML-Profil erstellt werden. Diese Transformationsregeln sollen ermöglichen, dass anschließend problemlos eine Transformation zwischen Datenmodellen durchgeführt werden kann, die mit unterschiedlichen und mit im Sinne der UML-Spezifikation nicht echten UML-Profilen beschrieben wurden. Auftraggeber sind wiederum die Vermessungsverwaltungen der Bodensee-Anrainer Baden-Württemberg, Bayern, Österreich und der Schweiz. Durchgeführt wird die Untersuchung vom Runder Tisch GIS e. V., dem Fachgebiet Geoinformationssysteme der Technischen Universität München sowie der AED-SICAD AG.

Literatur

ARBEITSGEMEINSCHAFT DER VERMESSUNGSVERWALTUNGEN DER LÄNDER DER BUNDESREPUBLIK DEUTSCHLAND (ADV) (2011), Dokumentation zur Modellierung der Geoinformationen des amtlichen Vermessungswesen (GeoInfoDok), 6.0.1.

DONAUBAUER, A., FICHTINGER, A., KUTZNER, T. & SCHILCHER, M. (2009), Semantische Modelltransformation im Kontext von INSPIRE. In: Newsletter e-geo.ch, 22, 10-1. Wabern.

DONAUBAUER, A., KUTZNER, T., STRAUB, F. (2011), Modellbasierte semantische Transformation – ein Werkstattbericht. In: SCHILCHER, M. (Hrsg.), INSPIRE-GMES Informationsbroschüre, 7. Auflage, Runder Tisch GIS e. V., München, 60-62.

EISENHUT, C., ILLERT, A., KUTZNER, T., MÜLLER, M. & SCHILCHER, M. (2010), Semantische Modelltransformation im Kontext von INSPIRE – Workshop Semantische Datenmodelltransformation. München.

FÜNFER, H., HABARTA, M., MÜLLER, M. & MÜLLER, M. (2012), Daten aus vier Ländern effizient nach INSPIRE für ein gemeinsames europäisches Ziel. In: EDER, T., KOCH, A. & KUTZNER, T. (Hrsg.), Geoinformationssysteme, Beiträge zum 17. Münchner Fortbildungsseminar 2012, Wichmann Verlag, Berlin/Offenbach, 49-58.

ILLERT, A. (2012), Ziel erkannt. Ziel erreicht? Eine Bestandsaufnahme zu INSPIRE. In: EDER, T., KOCH, A. & KUTZNER, T. (Hrsg.), Geoinformationssysteme, Beiträge zum 17. Münchner Fortbildungsseminar 2012, Wichmann Verlag, Berlin/Offenbach, 41-48.

JRC DRAFTING TEAM DATA SPECIFICATIONS (2009a), INSPIRE Generic Conceptual Model. Ispra.

JRC DRAFTING TEAM DATA SPECIFICATIONS (2009b), Guidelines for the Encoding of Spatial Data. Ispra.

KOGIS (2006), INTERLIS 2 – Referenzhandbuch. Wabern.

KUTZNER, T. & EISENHUT, C. (2010), Vergleichende Untersuchungen zur Modellierung und Modelltransformation in der Region Bodensee im Kontext von INSPIRE. München.

LILL, M., KUTZNER, T., FÜNFER, H. (2011), Erfahrungen mit semantischer Transformation auf Basis heute verfügbarer Software. In: SCHILCHER, M. (Hrsg.), INSPIRE-GMES Informationsbroschüre, 7. Auflage, Runder Tisch GIS e. V., München, 56-59.

OBJECT MANAGEMENT GROUP (OMG) (2011), OMG Unified Modeling Language (OMG UML), Superstructure, 2.4.1.

SCHÖNHERR, H., SCHILCHER, M., ILLERT, A., KUTZNER, T., HESS, D. (2011), Grenzüberschreitende Transformation von Geodaten nach INSPIRE in der Region Bodensee – Herausforderung für Verwaltung, Wirtschaft und Wissenschaft. In: SCHILCHER, M. (Hrsg.), INSPIRE-GMES Informationsbroschüre, 7. Auflage, Runder Tisch GIS e. V., München, 51-55.