

Zur Integration von Windsimulationsmodellen in 3D-Geodateninfrastrukturen mittels Web Processing Services (WPS)

Wolfgang J. EDER, Alexander ZIPF
GIScience - Department of Geography - Heidelberg University
Berliner Straße 48, D-69120 Heidelberg
<eder,zipf> @uni-heidelberg.de

Zusammenfassung

Die bereits existierenden OpenGIS Standards des Open Geospatial Consortiums (OGC) ermöglichen einfache und komplexe Geodateninfrastrukturen (GDI) mit großen Datenbeständen auf Basis verschiedener Webdienste zu realisieren. Das geschieht auch zunehmend unter Einbeziehung von 3D-Stadt- und Landschaftsmodellen. Eine weitergehende Nutzung dieser Daten für geographische Anwendungen und Fragestellungen liegt im Bereich der Umweltforschung und Stadtplanung. Genauer bei der Simulation von Luftströmungen, bis hin zur Modellierung von Schadstoffverteilungen beispielsweise durch PKW. Die Geodaten werden durch verschiedene OGC basierte Web-Services (OWS) in einer 3D-GDI bereit gestellt. Daraus ergibt sich folgende Fragestellung, nämlich wie die verfügbaren und zukünftig verbesserten Windsimulationsmodelle über derartige OGC Webdienste realisiert werden können. Als Mittel der Wahl bietet sich ein Web Processing Service an. Jener muss aber wiederum auf einen komplexen Workflow weiterer OGC-Dienste zurückgreifen.

In diesem Beitrag werden hierfür relevante Fragen zur Datengrundlage und der Zuführung der Daten in das Modell untersucht. Außerdem wird das Zusammenspiel des Datenaustauschs diskutiert. Insbesondere an welchen Stellen die Daten überprüft, angepasst oder umgewandelt werden müssen. Das Ziel ist eine möglichst nahtlose und effiziente Integration von Windsimulationsmodellen in GDI. Grundlegende Arbeiten eines Modellvergleichs und ein erstes konzeptionelles Diagramm der Webdienste wurden in einer vorhergehenden Arbeit schon ausgeführt. Darin wurde eine Auswahl verschiedener Modelle präsentiert und einander gegenüber gestellt (EDER & ZIPF 2009). Hieraus werden nun drei unterschiedliche Computational Fluid Dynamics (CFD) Modelle ausgewählt und anhand dieser Beispiele die genannten Fragen beantwortet.

1. Einleitung

Geodateninfrastrukturen (GDI) werden zunehmend auf unterschiedlichen regionalen Ebenen auf Basis standardisierter Web-Dienste realisiert. Bisher werden dabei v.a. die grundlegende Verwaltung und Visualisierung von 2D Vektor- und Rasterdaten behandelt. Neue Herausforderungen ergeben sich durch die Einbindung von 3D Geodaten (SCHILLING et al. 2007) und die Realisierung komplexerer Prozessierungs- und Analyseanwendungen.

Durch den Einsatz neuer Techniken kann hier zusätzlicher Nutzwert der Basis-GDIs realisiert werden. Ein wichtiges Anwendungsfeld sind Simulationen (SIMONIS & WYTZISK 2003), im speziellen Windsimulationen. BERNARD (2004) untersuchte die Einbindung von Klimamodellen in objektorientierte GIS. Bisherige Dienste in GDI bieten vor allem einfache GIS Grundfunktionen, insbesondere die Auswahl von Geoobjekten in Geodatenbanken. Technisch gesehen geschieht das über das im WFS verfügbare OGC Filter Encoding. Mit dem vor einiger Zeit eingeführten Web Processing Service (WPS) sollen auch anspruchsvollere GIS-Prozesse in GDI ermöglicht werden. Neben einfachen Beispielen zu Puffer und Verschneidung wurden auch schon erste anspruchsvollere 2D- oder 3D-Analysefunktionen mit WPS vorgestellt (STOLLBERG & ZIPF 2008, WALENCIAK et al. 2009). Windsimulationen zählen zu den raumbezogenen Analysefunktionen. Einerseits nutzen sie die schon zahlreich vorhandenen Geländemodelle, aber insbesondere können sie auch von den zunehmend verfügbaren 3D-Stadtmodellen profitieren. Auch vor diesen wird der Trend hin zu Dienste- basierten Anwendungen nicht halt machen. Hierfür sprechen insbesondere die hohen Anforderungen an die Leistungsfähigkeit der Rechner. Eine technische Umsetzung kann durch entsprechende Server oder gar GRID-Umgebungen realisiert werden. Erste Arbeiten zur Integration von Simulationsmodellen und 3D-Prozessierungsfunktionen mittels OGC GDI-Technologien in GRID-Umgebungen werden z.B. im Projekt GDI-GRID durchgeführt (LANIG & ZIPF 2009, KIEHLE et al. 2008). Daher untersuchen wir die Integration von Windsimulationsmodellen anhand zweier verschiedener Beispielimplementierungen. Die Zielsetzung lautet diese in eine existierende 3D-GDI mit einem 3D Stadtmodell zu integrieren.

Die daraus gewonnenen Informationen aus Schnittstellenkonfiguration und Modellintegration dienen dann als Vorschlag für neue Profile des OGC Web Processing Service (WPS). Hierdurch soll es möglich werden verschiedene Luftsimulationsmodelle auf interoperable Weise in 3D-GDI zu integrieren. Als Fernziel soll die Beantwortung von stadttökologischen Fragestellungen möglich sein.

2. Datenbestand und Simulationsdaten

Auf Basis erster Untersuchungen (EDER & ZIPF 2009) zu existierenden Windsimulationsmodellen wird identifiziert welche Daten und Parameter für derartige Simulationen grundsätzlich benötigt werden. Hieraus wird ein Konzept für eine möglichst allgemeine Schnittstellendefinitionen im Anwendungsfall erarbeitet. Für die später nachfolgend geplante praktische Umsetzung des Konzeptes werden als Ausgangsdaten beispielhaft die bereits vorhandenen Daten aus dem Stadtmodell Heidelberg-3D betrachtet. Hierin sind Daten bereits dreidimensional in verschiedenen Auflösungsstufen vorhanden. Meteorologische Daten werden durch einen Sensor Observation Service (SOS) bereit gestellt (MAYER & ZIPF 2009). Zusätzlich Eingabeparameter werden auch analysiert. Des Weiteren wird geprüft ob bei diesen Daten spezielle Umwandlungen stattfinden müssen. Mit dem Zweck, dass diese modellkompatibel angepasst werden. Die MetadatenSpeicherung zum Auffinden der verschiedenen Dienste und Daten soll auch nicht vernachlässigt werden. Hierzu dient ein OGC Catalogue Service Web (CS-W).

3. Modellkonzept WPSProfil: “Windsimulation”

Die Liste und Grobarchitektur der OGC Web Services, die zur Datenlieferung an den WPS-Prozess und für den Modellsimulationslauf zuständig sind, wurden schon vorgestellt (EDER & ZIPF 2009). Als nächsten Schritt ist es nun notwendig dafür die Schnittstellendefinition zu modellieren. Hierzu werden die Parameter und Datentypen und Formate der Eingabe- und Ausgabedaten definiert. Als Vorlage hierfür dienen drei unterschiedliche Windsimulationsmodelle, welche auf ihre Ein- und Ausgabeparameter und Datenformate untersucht werden. Dabei muss von Spezifika einzelner Modelle abstrahiert und eine möglichst generalisierte Form der Schnittstelle gefunden werden. Gleichzeitig soll aber eine nachträgliche Spezialisierung möglich sein, damit die unterschiedlichsten bestehenden und zukünftig entwickelten Simulationsmodelle mittels eines derartigen standardisierten WPS-Profil angesprochen werden können. Ein entsprechender Vorschlag wird in diesem Beitrag erarbeitet und diskutiert. Darüber hinaus wird darauf hingewiesen, dass auch die Familie der Spezifikationen des Sensor Web Enablement (SWE) (BOTTS et al. 2008) potentiell ansatzweise zur Beschreibung von Simulationen genutzt werden können. Außerdem bearbeitet seit Mai 2009 die OGC Web Processing Service 2.0 SWG benachbarte Fragestellungen. In diesem Beitrag wird zudem die Systematik des Ablaufs der als OpenGIS-Dienste realisierbaren Teilschritte innerhalb des Simulations-WPS erarbeitet und in ein Gesamtkonzept für einen Workflow gebracht. Das betrifft alle Modellierungsdaten vor Beginn der Simulation, über den Simulationslauf selbst, bis hin zur Präsentation der Ergebnisse. Letztere werden einerseits in spezifischen Formaten gespeichert und andererseits können sie in einem nachfolgenden Schritt zur Darstellung im 3D Stadtmodell mittels Web 3D Service (W3DS) aufbereitet werden (www.w3ds.org). Dieser liefert einem W3DS-Client die Daten, womit man das Resultat auf dem Bildschirm dreidimensional darstellen und erkunden kann.

3.1 Definition der Parameter, Formate und Datentypen

Zur Festlegung der Modellparameter und deren Eigenschaften werden drei unterschiedliche Modelle aus dem Bereich der Computational Fluid Dynamics (CFD) ausgewählt und analysiert. Hierzu zählen OpenFoam (IcoFoam-laminare/SimpleFoam-turbulente Strömungen), Winniskam und EnviMet (CFD 2010). Eine Analyse aller Ein- und Ausgabeparameter der drei gewählten Modelle ergab, dass man grundsätzlich zwei verschiedene Haupttypen von Modellen unterscheiden kann. Zum einen Basismodelle wie jene aus der OpenFoam Bibliothek. Diese simulieren einem Windkanal ähnlich die Verteilung von Luftdruck und Geschwindigkeit. Zum Anderen gibt es erweiterte CFD Modelle, die in der Lage sind weitere Umwelteinflüsse zu modellieren. Beispielsweise bei Winniskam und EnviMet die Modellierung von (Punkt-, Linien-, Flächen-) Emissionsquellen für Schadstoffe (z.B. NO_x).

3.2 GML Anwendungsschemata

Die Geography Markup Language (GML) dient zur standardisierten Beschreibung, Austausch und Verarbeitung von Geodaten. Ein GML Anwendungsschema ist dabei ein auf die persönlichen Anforderungen einer Anwendung zugeschnittenes Schema, welches zum Da-

tenaustausch zwischen verschiedenen OGC Webdiensten verwendet werden kann. Zunächst wurden die Parameter der in 3.1. gewählten Simulationsmodelle systematisch erfasst und auf ihren Typ hin verglichen. Auf dieser Basis werden nun angepasste Schemata mit der Unified Modeling Language (UML) als Vorstufe für das WPS Profil erstellt. Dabei zeigt sich, dass es sinnvoll ist, zwei verschiedene Modelltypen zu verwalten: A) *basic*- und B) *advanced* Modelle. Zu Letzteren zählen auch numerische Wettersimulationsmodelle (NWP) aus der Meteorologie, welche hier noch keine Anwendung finden. Weitere Argumente für diese Lösung werden unter 3.5 diskutiert. Aus Gründen der Austauschbarkeit mussten jedoch Verallgemeinerungen bei den Ein- und Ausgabedaten vorgenommen werden. Das bedeutet, dass innerhalb des Simulations-WPS die Daten für das jeweilige Modell extra aufbereitet bzw. für das Prozessergebnis nachbereitet werden müssen, damit letztere konform zu den Schnittstellen ausgegeben werden können.

3.3 WPS Profil Windsimulation

WPS Anwendungsprofile werden seit Version 1.0.0 des WPS Standards unterstützt. Laut Nash 2008 dienen diese dazu WPS Prozesse in einer wiederverwendbaren Art und Weise zu definieren. Folglich ermöglicht ein WPS Profil, gegenüber einem herkömmlichen Workflow eine Verringerung von semantischen Barrieren zwischen den einzelnen OGC Web Services (OWS). Das bedeutet, dass durch eine solche Standardisierung die Dienste beschrieben und definiert werden können. Somit ist ein selbständiges Finden und Koppeln von „neuen“ oder „unbekannten“ Diensten möglich (NASH 2008). Letztlich kann ein WPS Profil in einem über das Internet verfügbaren Katalog von Diensten registriert werden. Ein weiterer Vorteil entsteht durch die Möglichkeit rechenintensive Prozesse bei einem spezialisierten Servicedienstleister ausführen zu lassen, anstatt selbst für alle denkbaren Anwendungsfälle Rechenleistung vorhalten zu müssen (BRAUNER et al. 2009). Gemäß der aktuellen WPS Spezifikation 1.0.0 sind für die Beschreibung eines WPS Profils mindestens nötig: Ein eindeutiger *Uniform Resource Name* (URN) zur Identifikation des Prozesses und eine Antwort XML- Datei auf eine DescribeProcess- Anfrage (OGC 2007). Eine ausführliche Beschreibung z.B. durch die Web Services Description Language (WSDL) sind hingegen optional und werden hier nicht ausgeführt. Die URN für das WPS Profil Windsimulation lautet wie folgt. Die Basis bildet (Nash 2008):

urn:ogc:def:wpsProfile und erweitert wird diese zu (GÖBEL & ZIPF 2008):

:3Dclassification:domainSpecific:3DurbanPlanning:windSimulation

Die Struktur des WPS Profils *windSimulation* (/ProcessDescription) sieht wie folgt aus:

Tab. 1: WPS Profil A) *:basic* gegenüber B) *:advanced*

TYP	NAME	Beschreibung	PROFIL
Eing.	INITIAL_TIME	Startzeitpunkt	A & B
Eing.	SIMULATION_PERIOD	Simulationsdauer	A & B
Eing.	SAVE_STEPS_MODEL	Speicherschritte	A & B
Eing.	OBSERVATION_TIME	Zeitpunkt Messung	A & B
Eing.	SENSOR_NAME	Sensorname	A & B

Eing.	SENSOR_TYPE	Sensortyp	A & B
Eing.	SENSOR_ID	Sensornummer	A & B
Eing.	MEASURED_TARGET	Messrichtung	A & B
Eing.	WIND_DIRECTION	Windrichtung	A & B
Eing.	WIND_SPEED	Windgeschw.	A & B
Eing.	GML_POLYGON_PATCHES_3D	3D Welt Polygone	A
Eing.	GML_GRID_2_5D	2.5D Welt Raster	B
Ausg.	WINDFIELD_2D	Windfeld	A & B
Ausg.	PRESSUREFIELD_2D	Druckverteilung	A
Ausg.	EMISSION_2D	Emissionen	B
Ausg.	TURBULENCE_2D	Turbulenzen	B

3.4 Interaktion Simulations-WPS

Vor der technischen Umsetzung des Simulations-WPS, wird basierend auf den obigen Grundlagen das Zusammenspiel der Dienste in UML modelliert.

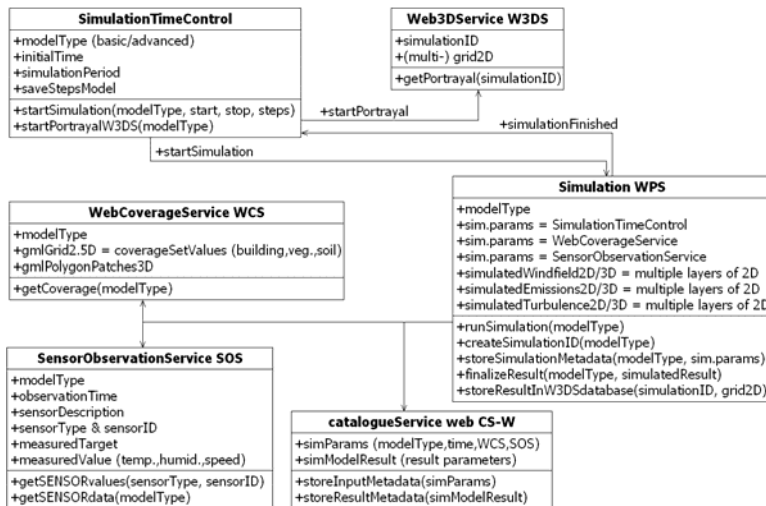


Abb. 2: Schema Interaktion der OWS mit dem Simulation Web Processing Service

3.5 Diskussion

Eine Entscheidung für oder gegen eine strikte Trennung in *basic* und *advanced* Modelle fällt hier zugunsten einer Trennung aus. Dafür spricht: Vergleicht man beide WPS Profile ergeben sich vor allem bei den Eingabedefinitionen sehr viele Gemeinsamkeiten. Aber an einem Punkt unterscheiden sie sich, nämlich in der Art und Weise wie die Ausgangsdaten eines 3D Stadtmodells für die Simulation aufbereitet werden müssen. Ähnliches kann man auch bei den Ergebnisdaten feststellen, wobei hier die Differenzen besonders im Informationsgehalt liegen. Das heißt, man bekommt bei den erweiterten Modellen (*advanced*) nicht nur z.B. das Windfeld, sondern modellabhängig auch Emissions- oder Turbulenzfelder.

Schließlich ist zu bedenken, dass spätere Erweiterungen für zukünftige Modelle durch zwei differenzierte Definitionen vereinfacht werden. Dagegen spricht, dass die technische Realisierung aufwändiger ausfällt, da man zwei eigenständige Profile umzusetzen hat.

4. Fazit

Die hier beschriebenen Modellierungen für die WPS Schnittstellendefinition und zugehöriger Ein-/ Ausgabedaten dienen nun im nächsten Schritt dazu, eine funktionsfähige Integration der Modelle in einen Simulations-WPS umzusetzen. Sobald die Modelle stabil laufen, werden noch modellspezifischen Parameter berücksichtigt. Diese erlauben das Modell zu „justieren“. Dadurch kann das Modell den realen Umweltbedingungen angenähert werden.

Literatur

- BERNARD, L. (2004): 3D GIS & Atmosphärenmodelle für die urbane & regionale Umweltplanung. In: Zipf & Coors (Eds.). 3D-GI-Systeme - Grundlagen & Anwendungen. Heidelberg, Wichmann.
- BOTTS, M., PERCIVALL, G., REED, C. & DAVIDSON, J. (2008): OGC® Sensor Web Enablement. Lecture Notes in Computer Science. Springer Berlin/ Heidelberg.
- BRAUNER, J. et al. (2009): Towards a Research Agenda for Geoprocessing Services. AGILE 2009. Lecture Notes in Geoinformation and Cartography. Springer Berlin/ Heidelberg.
- CFD (visited 2010-04-11): OpenFoam: <http://www.openfoam.com/docs/user/>, Miskam: http://www.loh-meyer.de/Software/zip/Hb_winmisk.pdf, Envi-Met: <http://www.envi-met.com/htmlhelp/helpindex.htm>
- EDER, W. & ZIPF, A. (2009): Towards interoperable atmospheric (air flow) models in Spatial Data Infrastructures using OGC Web Services Enviro Info 2009. Berlin. Germany.
- GÖBEL, R. & ZIPF, A. (2008): How to define 3D Geoprocessing Operations for the OGC Web Processing Service. ICCSA 2008. Perugia. Italy.
- KIEHLE, C., KEUCK, J. & GREVE, K. (2008): Integration von Geodateninfrastruktur-Komponenten in Grid-Computing-Umgebungen. 20. AGIT-Symposium, S. 684–693., Wichmann, Heidelberg.
- LANIG, S. & ZIPF, A. (2009): Interoperable processing of digital elevation models in grid infrastructures. Earth Science Informatics (2009) 2:107–116. DOI 10.1007/s12145-009-0030-y.
- MAYER, C. & ZIPF, A. (2009): Integration and Visualization of dynamic Sensor Data into 3D Spatial Data Infrastructures in a standardized way. GeoViz 2009 Workshop. Hamburg, Germany.
- NASH, Edward (2008): WPS Application Profiles for Generic and Specialised Processes. GI-Days, Münster, Germany. Institut für Geoinformatik, Universität Münster, p. 69 - 79.
- OGC (2007): Web Processing Service. OpenGIS® Standard, Document Reference Number 05-007r7, version 1.0.0, editor: Schut, P.
- SCHILLING, A., NEUBAUER, S., BASANOW, J., NEIS, P. & ZIPF, A. (2007): Towards 3D Spatial Data Infrastructures (3D-SDI) based on Open Standards. 3D GeoInfo07. Delft, Netherlands.
- SIMONIS, I. & WYTZISK, A. (2003) Simulation Models in SDI. Integrating Simulation Standards in Geoprocessing. GIM-International 10 (17) pp. 56-59.
- STOLLBERG, B. & ZIPF, A. (2008): Geoprocessing Services for Spatial Decision Support in the Domain of Housing Market Analyses. AGILE 2008. Girona. Spain.

WALENCIAK, G., STOLLBERG, B., NEUBAUER, S. & ZIPF, A. (2009): Extending Spatial Data Infrastructures 3D by Geoprocessing Functionality. GEOWS 2009. Cancun. Mexico.