

Entwicklung einer Informationsinfrastruktur zur regelbasierten Ableitung von Geoinformationen aus distributiven, heterogenen Geodatenbeständen

Christian Kiehle¹, Christian Heier¹, Wolfgang Kappler², Ralf Kunkel³

¹Lehrstuhl für Ingenieurgeologie und Hydrogeologie
RWTH Aachen
kiehle@lih.rwth-aachen.de

²ahu AG Wasser • Boden • Geomatik, Aachen
w.kappler@ahu.de

³Systemforschung und Technologische Entwicklung
Forschungszentrum Jülich
r.kunkel@kfa-juelich.de

ZUSAMMENFASSUNG

Im Rahmen des BMBF/DFG-Sonderprogramms „GEOTECHNOLOGIEN - Informationssysteme im Erdmanagement: Von Geodaten zu Geodiensten“ wird eine Geodaten-Informationsinfrastruktur entwickelt. Dieses Projekt wird vom Lehrstuhl für Ingenieurgeologie und Hydrogeologie (LIH) der Rheinisch-Westfälischen Technischen Hochschule (RWTH) Aachen, der ahu AG und der Programmgruppe Systemforschung und Technologische Entwicklung (STE) des Forschungszentrums Jülich am Beispiel der Schutzfunktion der Grundwasserüberdeckung durchgeführt. Die Symbiose von Partnern aus Universität, Großforschungseinrichtung und Privatwirtschaft ermöglicht unterschiedliche Blickwinkel auf die zu untersuchende Problemstellung: die Erzeugung von Informationen aus verteilten (distributiven), heterogenen Geodaten.

Die Geodaten-Informationsinfrastruktur wird am Beispiel der Schutzfunktion der Grundwasserüberdeckung als typische geowissenschaftliche Fragestellung entwickelt. Diese soll es ermöglichen, Informationen aus distributiven, heterogenen Geodaten regelbasiert abzuleiten. Dabei liegt ein Hauptaugenmerk auf der Entwicklung eines dynamischen Geo-Webservices, welcher als integrativer Dienst die geforderten Informationen je nach Verfügbarkeit aus Geodatenbeständen generiert.

Um eine möglichst große Übertragbarkeit auf andere Fragestellungen zu ermöglichen, wird konsequent auf die Verwendung allgemein anerkannter Standards des OGC, der ISO und des W3C gesetzt. Darüber hinaus wird das System in Zusammenarbeit mit künftigen potentiellen Nutzern entwickelt, evaluiert und prototypisch implementiert.

Die dynamische Generierung von Informationen aus verteilten Datenbeständen überwindet die mit redundanter Datenhaltung einhergehenden Probleme der kontinuierlichen Aktualisierung, Datenintegrität und das Anlegen von so genannten Datenfriedhöfen. Das Projekt liefert damit einen wichtigen Beitrag zur Mehrfachnutzung und Wieder-

verwendung von Geodatenbeständen und erhöht somit die Wertschöpfung aus bereits erhobenen Daten erheblich.

EINLEITUNG

Die steigende Nutzung regional begrenzter Ressourcen wie etwa Siedlungsflächen oder Brauch- und Trinkwasser erfordert in einem zukunftsfähigen Entwicklungsprozess sorgfältige Strategieentwicklungen unter Berücksichtigung sozialer, ökologischer und wirtschaftlicher Aspekte. Als wesentliches Instrument zum integrierten Management von Georessourcen werden gegenwärtig Geo-Informationssysteme (GIS) auf breiter Basis eingesetzt. Diese ermöglichen die Verschneidung, Analyse und Synthese einer Vielzahl raumbezogener Daten im Hinblick auf kommunale und regionale Planungsziele.

Die zunehmende Nachfrage nach Geodaten sowohl seitens der Planungsbehörden als auch der Bevölkerung sowie die Novellierung von Gesetzen im Bereich Boden und Wasser erfordern in einem bisher nicht erreichten Ausmaß ein integriertes Vorgehen über die bisherigen Aufgabengebiete hinaus. Deutlich wird dies an der im Jahre 2000 von der EU eingeführten Wasser-Rahmenrichtlinie, die als erste Verordnung ein Flusseinzugsgebiet als Planungsgegenstand definiert und die ferner nur durch ein integriertes Vorgehen über die traditionellen Blattsnitte und Verwaltungsgrenzen hinweg umsetzbar ist.

Bislang werden Geodaten jedoch auf unterschiedlichen Maßstabsebenen in verschiedenen behördlichen, universitären und privatwirtschaftlichen Einrichtungen erhoben, verwaltet und ausgewertet. Aufgrund der von den unterschiedlichen Institutionen benötigten identischen Daten ergibt sich zwangsläufig eine redundante Datenhaltung. Die digitale Fortschreibung sich verändernder Geodaten beeinflusst zudem permanent den Betrag und die Qualität von Eingangsparametern für geowissenschaftliche Fragestellungen. Auch überschneiden sich einzelne Projekte räumlich und inhaltlich, wodurch sich ein komplexes Nebeneinander von Datenstrukturen mit unterschiedlichen Aktualisierungs- und Bearbeitungsständen ergibt. Das Forschungsvorhaben greift diese Thematik auf und entwickelt durch die konsequente Verknüpfung von Internettechnologien und Geoinformatik Lösungsansätze, welche auch auf andere geowissenschaftliche Fragestellungen übertragbar sein werden. Dabei ist ein Hauptanliegen des Forschungsvorhabens die Entwicklung einer Geodaten-Informationen-Infrastruktur, welche distributive, heterogene Geodaten regelbasiert zu Informationen weiterverarbeitet. Die Funktionalitäten des Systems werden über Webservi-

ces (vgl. W3C) bereitgestellt. Eine Verwendung von gängigen Standards des OpenGIS-Consortiums (OGC), des WorldWideWeb-Consortiums (W3C) und der International Standardization Organisation (ISO⁶) ist für die Übertragbarkeit auf andere Fragestellungen obligatorisch.

USE CASE: SCHUTZFUNKTION DER GRUNDWASSERÜBERDECKUNG

Für die automatisierte Ableitung von Geoinformationen aus heterogenen, distributiven Geodaten wird beispielhaft die Bewertung der Schutzfunktion der Grundwasserüberdeckung (Hölting, Haertlé et al. 1995) herangezogen.

Die Schutzfunktion der Grundwasserüberdeckung setzt sich zusammen aus den klassifizierten Faktoren Sickerwasserrate, Lithologie & Flurabstand, Bodenbewertung sowie eventuellen Zuschlägen für schwebende Grundwasserleiter und artesischen Druckverhältnisse. Diese Werte werden gemäß Abb. 1 zur Gesamtschutzfunktion verknüpft.

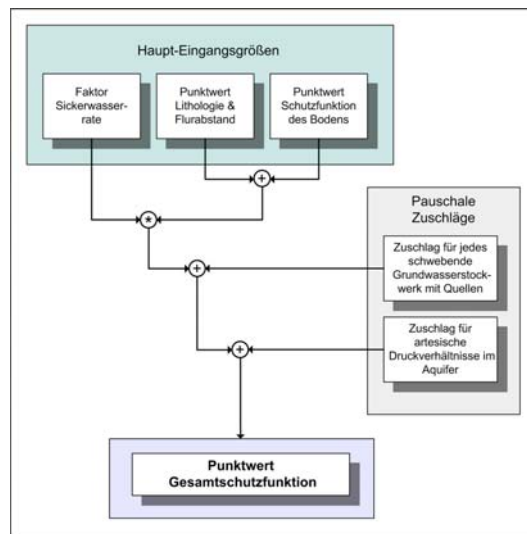


Abb. 1: Vereinfachte Darstellung der Eingangsdaten und Verknüpfungsregeln zur Ermittlung der Gesamtschutzfunktion (verändert nach Wimmer, Leppig et al. 2001, S. 529)

⁶ insbesondere ISO/TC 211 (ISO 2003)

Die so ermittelte Punktzahl wird einer Schutzfunktionsklasse zugeordnet, welche die Verweildauer des Sickerwassers in der Grundwasserüberdeckung in einem Zeitraum von „wenige Tage bis etwa 1 Jahr (= sehr geringe Schutzfunktion)“ bis hin zu „>25 Jahre (= sehr hohe Schutzfunktion)“ angibt (Diepolder 1995, S. 24). Ein klassischer Anwendungsfall für eine Schutzfunktionskarte ist das vom Landesumweltamt Nordrhein-Westfalen herausgegebene Kartenwerk „Hydrologische Karte von Nordrhein-Westfalen – Risiko von Stoffeinträgen in das Grundwasser“.

Die Ermittlung der Schutzfunktion der Grundwasserüberdeckung stellt insbesondere aus den folgenden Gründen einen geeigneten Use Case zur Entwicklung einer Informationsinfrastruktur dar:

- Als Eingangsdaten dienen heterogene Daten von unterschiedlicher Qualität (ASCII-Datensätze, Rasterdaten unterschiedlicher Art, Vektordaten in verschiedenen Formaten).
- Die Eingangsdaten liegen distributiv, also räumlich verteilt vor (z. B. liegt in NRW die digitale Bodenkarte zur Berechnung des Punktwertes Boden beim Geologischen Dienst vor, der Punktwert für Lithologie & Flurabstand muss aus geologischer und hydrogeologischer Situation sowie digitalem Geländemodell errechnet werden).
- Die Berechnung der Schutzfunktion der Grundwasserüberdeckung ist eine typische kombinatorische Fragestellung (siehe Abb. 1), wie sie bei einer Vielzahl von Aufgaben vorkommt, die mit Hilfe von Geo-Informationssystemen gelöst werden. Andere Anwendungsbeispiele wären z. B. die Erstellung von Klimafunktionskarten, Bodenbewertungskarten etc.
- Die Schutzfunktion der Grundwasserüberdeckung wird in unterschiedlichen Maßstabbereichen betrachtet (zwischen ca. 1:5.000 und ca. 1:100.000). Da für die unterschiedlichen Betrachtungsmaßstäbe Daten unterschiedlicher Auflösung vorhanden sind, muss das System in der Lage sein, die jeweils optimalen Datensätze als Datengrundlage zu nutzen.
- Die Schutzfunktion der Grundwasserüberdeckung ist kein fiktives, abstraktes Theoriegebilde, sondern ein realer Anwendungsfall. Die Schutzfunktion der Grundwasserüberdeckung beruht auf der Betrachtung von Verweilzeiten grundwasserbelastender Stoffe in der vadosen Zone. Im Realfall trägt die flächendeckende Kenntnis der Schutzfunktion zur Entscheidungsfindung im Rahmen von planerischen Maßnahmen bei, dient aber auch bei akuten Gefahren zur Einschätzung des Gefährdungspotenzials eines Schadstoffeintrages in den Untergrund. Zur Charakterisie-

rung dieser Schutzfunktion werden sowohl vom Landesumweltamt (LUA), als auch vom Geologischen Dienst (GD) in Nordrhein-Westfalen die Karten "Risiko von Stoffeinträgen in das Grundwasser" herausgegeben.

- Unter den potenziellen Nutzern sind sowohl GIS-Experten, welche die Grundwasserschutzfunktion für weitere Berechnungen und (GIS)-Analysen nutzen als auch Nutzer ohne GIS-Kenntnisse, welche lediglich Auskunftsfunktionalitäten erwarten.
- Aufgrund der Vielzahl unterschiedlicher Eingangsdatentypen sowie der Komplexität des Bewertungsalgorithmus stellt die Schutzfunktion der Grundwasserüberdeckung einen geeigneten thematischen Rahmen für die Entwicklung einer übertragbaren Systemarchitektur dar.

Maßstabsproblematik

Aus der Variation der Einflussparameter und den unterschiedlichen, auf einzelnen Maßstabsebenen aufsetzenden Nutzeranforderungen werden drei Skalenbereiche im Vorhaben unterschieden:

- Mikroskala (Maßstab $> 1:5.000$): vorwiegender Arbeitsbereich kommunaler Planungsbehörden,
- Mesoskala (Maßstab $\sim 1:25.000$): vorwiegender Arbeitsbereich größerer Gebietskörperschaften,
- Makroskala (Maßstab $< 1:50.000$): vorwiegender Arbeitsbereich von Landes- und Bundesbehörden.

Es ist zu erwarten, dass die Bewertung der Schutzfunktion auf unterschiedlichen Maßstabsebenen unterschiedliche Ergebnisse für ein Gebiet liefert. Diese Abweichungen werden von der Parametervariation bestimmt, die räumlich im Wesentlichen von zwei Faktoren abhängt. Zum einen weicht die inhaltliche Differenzierung der Eingangsdaten, insbesondere zu Bodeneigenschaften und Landnutzung auf den unterschiedlichen Maßstabsebenen voneinander ab (Akkuranz), zum anderen unterscheiden sich die Daten hinsichtlich der räumlichen Genauigkeit (Präzision). Beide Faktoren bestimmen gemeinsam die Aussagekraft und Gültigkeit der abgeleiteten Informationen. Zudem ist davon auszugehen, dass die Eingangsdaten nicht flächendeckend einheitlich zur Verfügung stehen, sondern von den Verantwortungsbereichen unterschiedlicher Gebietskörperschaften abhängen. Diese lateralen "Versätze" in der Datenverfügbarkeit stellen eine besondere Herausforderung für die Ableitung konsistenter Gebietsparameter dar.

Um den Einfluss der Parameter der unterschiedlichen Maßstabsebenen auf die Schutzfunktion zu untersuchen, wird von den Forschungspartnern auf jeder Maßstabsebene der Einfluss eines als besonders wichtig eingeschätzten Gebietsparameters auf die Schutzfunktion der Grundwasserüberdeckung untersucht. So übernimmt die ahu AG die Untersuchung der anthropogenen Beeinflussung, z. B. durch Bebauung und Altlasten. Vom LIH wird in diesem Zusammenhang der Einfluss der geologischen Untergrundverhältnisse detailliert untersucht, während das Untervorhaben der STE besonderes Gewicht auf die Regionalisierung von Klimadaten und die Ermittlung des Sickerwasserfaktors legt.

Im Ergebnis wird aus der Bearbeitung der einzelnen Maßstabsebenen und der Untersuchung ausgewählter Maßstabseffekte eine Methodik im Sinne von Verknüpfungsregeln ermittelt. Diese Regeln fließen mit wachsendem Kenntnisstand in den Basisdienst „Maßstabsvariation“ ein.

INFORMATIONSinFRASTRUKTUR

Die zurzeit entwickelte Informationsinfrastruktur definiert sich aus dem Use Case „Schutzfunktion der Grundwasserüberdeckung“ und soll modular aufgebaut werden. Die Ausrichtung an gängigen Standards des OGC, des W3C und der ISO gewährt ein hohes Maß an Übertragbarkeit für andere Fragestellungen aus dem geowissenschaftlichen Bereich. Um eine Vernetzung über die Grenzen der eingesetzten Systeme und Programmiersprachen hinweg zu erlauben, werden Webservices eingesetzt, welche über das Simple Object Access Protocol (SOAP) und das HyperTextTransferProtocol (HTTP) miteinander kommunizieren (vgl. Snell, Tidwell et al. 2002).

Von Geodaten zu Geodiensten!

Vor dem Hintergrund der Mehrfachnutzung von Geodaten ist die lokale oder auch die verteilte Vorhaltung von Geodatenbeständen in proprietären Datenformaten obsolet geworden. Vielmehr sollten Geodatenbestände in einer Form vorgehalten werden, welche es den unterschiedlichsten Nutzern erlaubt, unabhängig von der verwendeten Software die benötigten Daten zu finden, innerhalb einer eigenen Anwendung zu nutzen und weiter zu verarbeiten. Zu diesem Zwecke bedient man sich der Technik der Webservices. Webservices lassen sich laut Bettag (2001) wie folgt charakterisieren:

- sie sind über programmierbare Schnittstellen erreichbar,
- sie sind durch Metadaten selbstbeschreibend,
- sie sind in sich abgeschlossen (Kapselung),

- sie sind lose gekoppelt,
- sie sind orts- und protokollunabhängig,
- sie sind komponierbar, d. h. sie können in weitere Webservices zerlegt werden bzw. im Verbund mit anderen Webservices zu einem neuen Webservice zusammengestellt werden.

Darüber hinaus sind sie auf Grund einer XML-basierten Kommunikation über HTTP plattform- und herstellerunabhängig. Gelten diese Aussagen für den Datenaustausch über verteilte Systeme im Allgemeinen, so hat das OGC im Speziellen Webservices für Geoinformationen entwickelt. Für das hier vorgestellte Projekt sind vor allem folgende Spezifikationen von Bedeutung:

- Web Map Service: liefert georeferenzierte Karten, also eine visuelle Repräsentation von Geodaten an einen Nutzer (Open GIS Consortium 2002a),
- Web Feature Service: liefert GeographyMarkupLanguage (GML⁷)-codierte Geodaten (Vektordaten) an einen Nutzer (Open GIS Consortium 2002c),
- Web Coverage Service: ermöglicht den Zugriff auf georeferenzierte Rasterdatenbestände (Open GIS Consortium 2001a),
- Catalog Service: ermöglicht das Auffinden von (Geo)Daten und Diensten (Open GIS Consortium 2002b).

Für die Problematik der Schutzfunktionsberechnung aus distributiven, heterogenen Geodaten sind alle vier Spezifikationen von Bedeutung. Sie werden in Form von Basisdiensten implementiert.

Basisdienste

Die Berechnungen jeder der fünf Eingangsdaten der Schutzfunktion werden in Form eines Basisdienstes gekapselt. Der Basisdienst 1 in Abbildung 2 stellt z. B. an Hand einer vorgegebenen Bounding-Box, welche dieser vom Basisdienst „Maßstabsfaktor“ als Resultat einer Nutzeranfrage erhalten hat, den Parameter Sickerwassermenge bereit. Dieser geht als Faktor in den Basisdienst „Schutzfunktion“ ein und wird dort mit Ergebnissen aus den anderen Basisdiensten verrechnet.

Darüber hinaus werden folgende Basisdienste bereitgestellt:

⁷ vgl. OPEN GIS CONSORTIUM 2003

- Basisdienst „Maßstabsvariation“: Regelbasierte Ableitung der Eingangsparameter unter Berücksichtigung der räumlichen und inhaltlichen (Akkuranz/Präzision) Parametervariation der Eingangs- bzw. Basisdaten.
- Basisdienst „Schutzfunktion“: Berechnung der Schutzfunktionsklassen nach Hölting (Hölting, Haertlé et al. 1995). Die Daten werden nach einer Überlagerung, Verschneidung und eventueller Koordinatentransformation (Open GIS Consortium 2001b) gemäß Hölting, Haertlé et al. reklassifiziert. Aufgrund der Vielzahl der unterschiedlichen Eingangsdaten erfolgt hier eine raumdifferenzierte Qualitätsbewertung der Ergebnisse, welche aus der Zusammenstellung unterschiedlich hoch aufgelöster Eingangsdaten unterschiedlicher Qualität resultiert.
- Basisdienste zur Bereitstellung von Vektordaten in Form von Featurediensten bzw. von Rasterdaten in Form von Coveragediensten.

Aufgrund der begleitenden Evaluierung durch potentielle Nutzer des Systems werden bei Bedarf weitere Basisdienste hinzukommen. Durch die Implementierung als Webservice sind einzelne Basisdienste auch außerhalb der Informationsinfrastruktur für Dritte nutzbar, was in Abbildung 2 an Hand des „Client Basisdienst“ veranschaulicht wird.

Steuerdienste

Steuerdienste sind konzeptionell die gleichen Dienste wie die oben genannten Basisdienste, dienen jedoch dem reibungslosen Daten- und Informationsfluss innerhalb des Systems und liefern keine fachlich-inhaltlichen Informationen. Zur Authentifizierung und Autorisierung, zum Session-Management und zur Steuerung der Skalierbarkeit werden Steuerdienste eingesetzt.

Integrativer Geodienst „Schutzfunktion der Grundwasserüberdeckung“

Die maßstabsunabhängige Berechnung der Schutzfunktion der Grundwasserüberdeckung wird als integrativer Geodienst realisiert. Innerhalb des integrativen Geodienstes werden die oben genannten Basisdienste gezielt angesprochen. Somit ist der integrative Geodienst ein aus Basisdiensten komponierter Webservice.

Der Nutzer muss nicht die einzelnen Dienste herausuchen und ansprechen, welche zur Datensammlung und Berechnung der Schutzfunktion benötigt werden, sondern er ruft direkt (bzw. nach der Anmeldung am System über einen Authentifizierungs- und Autorisierungsdienst) den Geodienst „Schutzfunktion der Grundwasserüberdeckung“ auf. Dieser liefert eine Übersichtskarte, an Hand derer der Nutzer seine „area of interest“

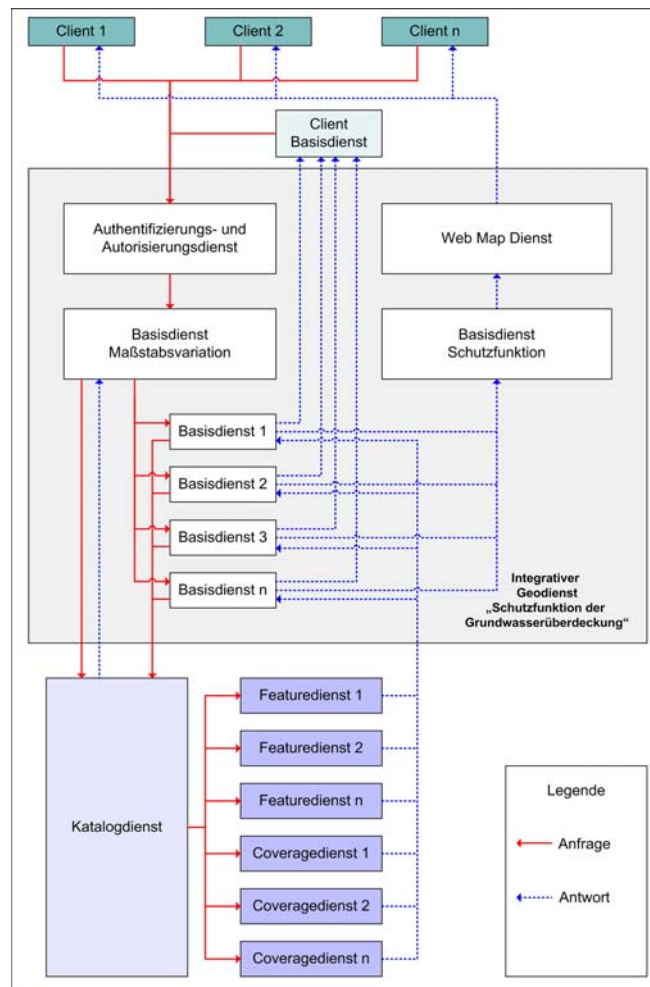


Abb. 2: Integrativer Geodienst „Schutzfunktion der Grundwasserüberdeckung“

bestimmen kann. Dabei hat er die Möglichkeit, punktuelle und flächenhafte Anfragen abzusetzen.

Ein Beispiel für eine punktuelle Abfrage ist ein massiver Schadstoffeintrag durch einen Ölaustritt. Die Übermittlung der Koordinaten an den Basis-

dienst Maßstabsvariation ermittelt über den Katalogdienst die vorhandene Datengrundlage. Die Basisdienste für die einzelnen Parameter zur Berechnung der Schutzfunktion ermitteln die erforderlichen Werte, welche vom Basisdienst „Schutzfunktion“ zu einer Schutzfunktionsklasse verrechnet werden. Diese Schutzfunktionsklasse wird über einen Web Map Service in kartographischer Form an den Nutzer übermittelt. Der Nutzer bekommt somit eine für das betreffende Gebiet und den relevanten Maßstab generierte Schutzfunktionskarte, welche ihm die voraussichtliche Verweilzeit der Schadstoffe in den grundwasserüberdeckenden Schichten angibt.

Flächenhafte Abfragen helfen z. B. bei der Ausweisung von Gewerbegebieten das Risiko potentieller Schadstoffeinträge in das Grundwasser bewerten zu können.

Neben den Abfragen bekommt der Nutzer (auf Wunsch) detaillierte Informationen zu den verwendeten Daten und kann bei Bedarf und Verfügbarkeit andere innerhalb der Geodaten-Infrastruktur registrierten Datenquellen zur Schutzfunktionsauswertung bestimmen.

Multitierarchitektur

Die Implementierung des Gesamtsystems erfolgt auf Basis der klassischen Multitierarchitektur verteilter Systeme als 3-Schichten Modell. Die drei einzelnen Schichten sind dabei repräsentiert durch die Datenschicht, die Geschäftslogik und die Präsentationsschicht (siehe Abb. 3).

Datenschicht

In dieser Schicht werden die Basisdaten, aus denen die Geschäftslogik nutzbare Informationen zur Schutzfunktion ableitet, in objektrelationalen Datenbank-Managementsystemen (ORDBMS) vorgehalten. Diese Systeme sind im Gegensatz zu relationalen Datenbanken-Managementsystemen (RDBMS) in der Lage, Objekte mit Raumbezug zu speichern und zu verarbeiten (z. B. Oracle 9i mit Spatial-Modul, PostgreSQL mit PostGIS etc.). Die Funktionalität objektrelationaler Datenbanken geht weit über die reine Bereitstellung der Basisdaten hinaus und ermöglicht komplexe Geometrie-Operationen auf Datenbankebene, was sowohl zu einer Reduzierung der zu transferierenden Daten beiträgt, als auch die Verarbeitungsgeschwindigkeit der Geschäftslogik erhöht.

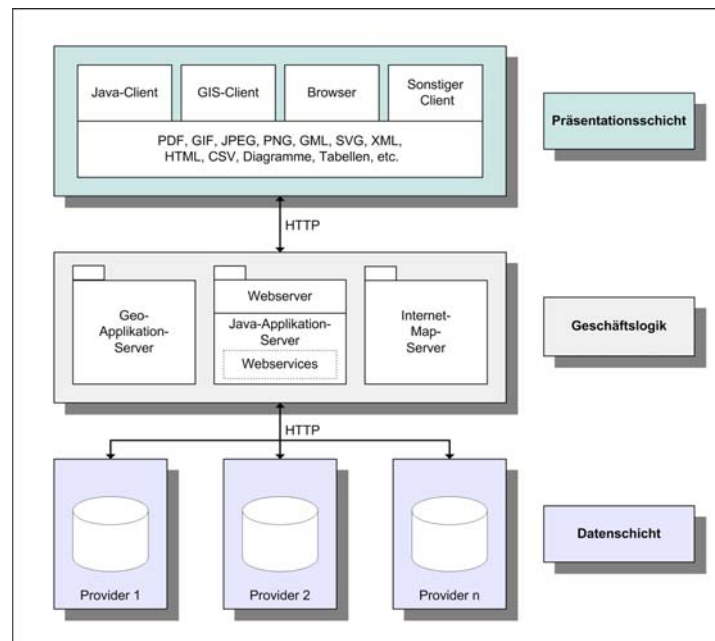


Abb. 3: Schematische Darstellung der Informationsinfrastruktur

Um die Daten für die Geschäftslogik nutzbar zu machen, werden sie über standardisierte Metadaten beschrieben, die in einem Katalogdienst verwaltet werden.

Geschäftslogik

Die Funktionalität der Geschäftslogik besteht darin, die benötigten Basisdaten von distributiven Datenpools je nach angeforderter Auflösungsstufe zur Schutzfunktion der Grundwasserüberdeckung zu verarbeiten. Sie bildet den Kern der Informationsinfrastruktur. Die Steuerung erfolgt nutzerseitig über die Präsentationsschicht. Die Geschäftslogik greift auf die Datenschicht zu und liefert die Ergebnisse an die Benutzer zurück. Damit stellt sie das Bindeglied zwischen Präsentations- und Datenschicht dar.

Um den komplexen Use Case der Schutzfunktionsbewertung bearbeiten zu können, werden folgende Komponenten eingebunden:

- Webservice,
- Java-Application-Server,

- Geo-Application-Server,
- Internet-Map-Server.

Der Webserver stellt die Schnittstelle zur Präsentationsschicht dar, er empfängt Anfragen der Benutzer und liefert Ergebnisse an die Präsentationsschicht.

Der Java-Application-Server ermöglicht die Bereitstellung der oben genannten Webservices. Darüber hinaus dient er der Erzeugung von dynamischen Webseiten sowie der Implementierung der Steuerdienste.

Der Geo-Application-Server stellt die zur Berechnung der Schutzfunktion der Grundwasserüberdeckung benötigten Funktionen der Geodatenverarbeitung (z. B. Verschnidungen, Koordinatentransformation etc.) bereit.

Der Internet-Map-Server verarbeitet die erzeugten Daten zu einer kartographischen Darstellung, um das Ergebnis der Nutzeranfrage zu visualisieren. Diese dient als Kommunikationsmedium für weitere Abfragen.

Präsentationsschicht

Die Präsentationsschicht stellt die Schnittstelle zwischen dem Nutzer und dem integrativen Geodienst dar und ist plattformunabhängig. Die Kommunikation mit dem Nutzer erfolgt über eine graphische Benutzeroberfläche, welche über das Internet mit der Geschäftslogik kommuniziert. Dabei kann die Kommunikation sowohl über einen Webbrowser als auch über einen GIS-Client erfolgen.

Dem Nutzer wird eine möglichst universelle und frei wählbare Palette an Präsentationsformen (z. B. Geodaten, Graphiken, PDF-Dokumente etc.) zur Verfügung gestellt.

SCHLUSSBEMERKUNGEN

Die Geodaten-Informationsinfrastruktur wird in der Entwicklungsphase von modellhaften Anwendungen mit einer Vielzahl von Nutzern aus dem regionalen, kommunalen, universitären und privatwirtschaftlichen Bereich abgestimmt und evaluiert.

Die pilothafte Inbetriebnahme der Informationsinfrastruktur dient im Anschluss an die Entwicklungsphase dazu, für definierte Anwendungsfälle die bereitgestellten Informationen inhaltlich-geowissenschaftlich, aber auch technisch zu validieren. Im Ergebnis liegt eine Beurteilung des Systems auch im Hinblick auf seine Übertragbarkeit und Anwendbarkeit vor. Um nicht ein weiteres proprietäres, monolithisches System zu entwickeln, wird

das vorliegende Projekt die späteren potenziellen Nutzer explizit mit einbeziehen. Damit besteht ein hohes Maß an wissenschaftlicher und wirtschaftlicher Anschlussfähigkeit für das entwickelte System.

Das Projekt „*Entwicklung einer Informationsinfrastruktur zur regelbasierten Ableitung von Geoinformationen aus distributiven, heterogenen Geodatenbeständen unterschiedlicher Maßstäbe am Beispiel der Schutzfunktion der Grundwasserüberdeckung*“ wird im Rahmen des BMBF/DFG- Sonderprogramms GEOTECHNOLOGIEN: „Informationssysteme im Erdmanagement: Von Geodaten zu Geodiensten“ bis zum 30.09.2005 gefördert.

LITERATUR

- Bettag, U. (2001): *Web-Services*. Informatik-Spektrum (24). Berlin (Springer): 302-304.
- Diepolder, G. W. (1995): *Schutzfunktion der Grundwasserüberdeckung. Grundlagen – Bewertung – Darstellung in Karten*. GLA Fachberichte (13). München (Bayerisches Geologisches Landesamt): 5-79.
- Höltling, B., T. Haertlé, K.-H. Hohberger, K.-H. Nachtigall, E. Villinger, W. Weinzierl, J.P. Wrobel (1995): *Konzept zur Ermittlung der Schutzfunktion der Grundwasserüberdeckung*. Geologisches Jahrbuch (63). Hannover (Schweizerbart'sche Verlagsbuchhandlung): 7-20.
- ISO (2003): *ISO/TC 211 Geographic information/Geomatics*. <http://www.isotc211.org>. (Zugriffsdatum: 12.05.2003).
- Open GIS Consortium (2001a): *OpenGIS Implementation Specification: Grid Coverage (OGC 01-004)*. <http://www.opengis.org/techno/specs/01-004.pdf>. (Zugriffsdatum: 12.05.2003).
- Open GIS Consortium (2001b): *OpenGIS Implementation Specification: Coordinate Transformation Services (OGC 01-009)*. <http://www.opengis.org/techno/specs/01-009.pdf>. (Zugriffsdatum: 12.05.2003).
- Open GIS Consortium (2002a): *Web Map Service Implementation Specification (OGC 01-068r3)*. <http://www.opengis.org/techno/specs/01-068r3.pdf>. (Zugriffsdatum: 12.05.2003).
- Open GIS Consortium (2002b): *OpenGIS Catalog Services Specification (OGC 02-087r3)*. <http://www.opengis.org/techno/specs/02-087r3.pdf>. (Zugriffsdatum: 12.05.2003).

- OpenGIS Consortium (2002c): *OpenGIS Web Feature Service Implementation Specification (OGC 02-058)* <http://www.opengis.org/techno/specs/02-058.pdf>. (Zugriffsdatum: 12.05.2003).
- Open GIS Consortium (2003): *OpenGIS Geography Markup Language (GML) Implementation Specification (OGC 02.023r4)*. <http://www.opengis.org/techno/documents/02-023r4.pdf> (Zugriffsdatum: 12.05.2003).
- Snell, J., D. Tidwell, P. Kulchenko (2002): *Webservice-Programmierung mit SOAP*. (Köln): O'Reilly.
- Wimmer, G., B. Leppig, D. Hüsener, K. Schetelig (2001): *Das Hydrologische Kartenwerk Nordrhein-Westfalen auf dem Weg zum Fachinformationssystem Grundwasser*. In: Strobl, J., T. Blaschke, G. Griesebner (Hrsg.): *Angewandte Geographische Informationsverarbeitung XIII. Beiträge zum AGIT Symposium Salzburg 2001*. Heidelberg (Wichmann): 524-533.
- W3C (2003): *Web Services*. <http://www.w3.org/2002/ws/>. (Zugriffsdatum: 12.05.2003).