

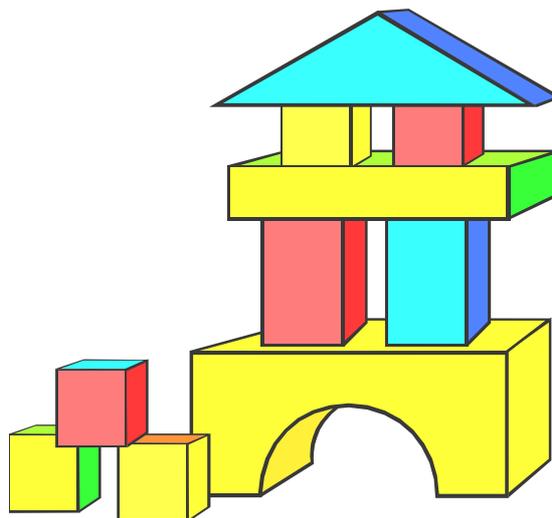
OPENGIS FÜR DIE WASSERWIRTSCHAFT IN NORDRHEIN-WESTFALEN

Masters Thesis für den Studiengang UNIGIS MAS
an der Universität Salzburg

von

Christine Andrae

8. März 2003



VORWORT

Diese Arbeit entstand aus der Begeisterung für die Open GIS-Idee und aus dem Bedürfnis heraus, mich tiefer damit auseinanderzusetzen. Primäres Ziel ist es deshalb, den Status Quo des OpenGIS Projektes zu ermitteln, zu verstehen und auf mein Arbeitsfeld zu übertragen.

OpenGIS-Spezifikationen sind Grundlage für Softwareentwicklungen. Da ich jedoch keine Entwicklerin bin, war eine technische Lösung nicht das Ziel. Vielmehr habe ich mir vorgenommen, die technischen Spezifikationen der Open GIS- Idee in Anwendungsideen zu übersetzen und zu diskutieren. Die Wasserwirtschaft ist wegen der Verteilung ihrer Aufgaben auf verschiedene Institutionen dafür gut geeignet. Da ich Mitarbeiterin eines Wasserverbandes bin, kommt ein Wasserverband in fast jedem Anwendungsfall vor. Die Ergebnisse sind jedoch auch auf andere Sichten und andere fachliche Aufgabenstellungen übertragbar.

Die Übertragung in Usecases dient als Mittel, die Breite der Möglichkeiten zu illustrieren und kritisch zu beleuchten. Sie können als Ideengeber für die Diskussion mit Fachbereichen und Anwendern verwendet werden und wurden so konzipiert, dass sie die Bandbreite und prinzipiellen Verwendungsmöglichkeiten der heute vorliegenden Spezifikationen verdeutlichen.

Informationstechnische Fachausdrücke sind in einer Examensarbeit der Geoinformatik unumgänglich. Deshalb behalte ich englischsprachige Ausdrücke bei, die in der Geoinformatik zu einem Fachbegriff geworden sind wie z.B. Mapping oder Viewing. Auch OpenGIS- Schlüsselbegriffe und Objektklassennamen wie z.B. feature finden sich in allen Teilen wieder. In einem Glossar versuche ich, diese auch für Nicht-Eingeweihte verständlich zu machen. Die für Nicht-Spezialisten wenig verständliche Kurzwiedergabe der Spezifikationen habe ich in den Anhang verbannt.

Ein wesentliches Ziel dieser Arbeit ist erreicht, wenn auch der Nicht-fachliche Leser einen Eindruck vom Potential der OpenGIS-Idee davonträgt.

ZUSAMMENFASSUNG

In der OpenGIS-Idee geht es um die technische Überwindung von Grenzen zwischen Softwareumgebungen, zwischen Institutionen und zwischen GIS und übriger IT. Mit OpenGIS-Spezifikationen steht ein ganzer Baukasten standardisierter Elemente für die Überwindung dieser Grenzen bereit. Die Wasserwirtschaft in Nordrhein-Westfalen kann möglicherweise wegen ihrer organisatorischen Zersplitterung, ihrem Bedarf an Information aus verschiedenen Quellen, dem durch die Europäische Wasserrahmenrichtlinie gegebenen Erfolgsdruck und dem allgemeinen Kostendruck besonderen Nutzen aus OpenGIS-Architekturen ziehen.

In acht Usecases werden die verfügbaren OpenGIS-Bausteine am Beispiel verschiedener Aufgabenstellungen der Wasserwirtschaft in verschiedenen Architekturvarianten vorgestellt und ihre Einsatzmöglichkeit diskutiert. Eine Gesamtbetrachtung bewertet Nutzen, Machbarkeit und Voraussetzungen für ein interoperables Netzwerk der Wasserwirtschaft in Nordrhein-Westfalen. Ein hoher Nutzen ist vor allem dann möglich, wenn viele Institutionen sich an einem Netzwerk beteiligen und eine Aufgabenverteilung bezüglich der Geodatenpflege erarbeiten. Mit der Realisierung vieler Bausteine in kommerziellen Produkten ist in den nächsten Jahren zu rechnen. Der Aufbau einer fachlichen Geodateninfrastruktur ist sinnvoll, erfordert aber auch eine Menge an Kooperation und Abstimmung, insbesondere für Aspekte der dezentralen Datenpflege.

SUMMARY

OpenGIS aims at bridging gaps between different distributed computing platforms, between GIS and other software and between data providers and potential consumers. Various OpenGIS specifications or draft specifications define a bunch of elements to be combined in OpenGIS architectures. It is assumed that OpenGIS standards will be of great use for the management of water courses, storm waters and sewers. Various governmental and municipal institutions within Northrhine-Westfalia are involved in these tasks. The European Water Directive as well as strained budgets force all participants towards cooperation.

Eight sample usecases gathered from water management tasks are used to evaluate the possible benefits of available OpenGIS Implementation specifications. Various architectures are discussed within each usecase. Ample benefits can be identified provided many institutions participate. Availability of software components is expected. The participants may form an information community and organize their own thematic spatial data infrastructure reorganizing their maintenance tasks.

INHALTSVERZEICHNIS

1.	Einleitung	1
2.	Aufgabenstellung und Gliederung	3
3.	Materialien und Methoden.....	5
4.	Organisatorische Voraussetzungen in Nordrhein-Westfalen	6
4.1.	Organisation der Wasserwirtschaft in NRW	6
4.2.	IT-Strukturen der Wasserwirtschaft in Nordrhein-Westfalen	7
4.3.	Geodateninfrastrukturen in NRW.....	7
5.	Open GIS - Grundlagen	8
5.1.	Die Open GIS-Idee	8
5.2.	Das OpenGIS Abstract Model.....	9
5.3.	Die Technische Basis	9
5.4.	Die Arbeitsweise des Open GIS Consortiums.....	15
6.	OpenGIS Implementation Specifications	17
6.1.	Datenstrukturen	17
6.2.	Kodierungen.....	17
6.3.	Services	19
7.	Usecases	27
7.1.	Vorbemerkungen	27
7.2.	Usecase 1: Erweitertes Web Mapping.....	31
7.3.	Usecase 2: Dezentrale Datenpflege mit Transaction Web Feature Server.....	38
7.4.	Usecase 3: Office-Integration mit LOF's, Geoparser und Gazetteer Service.....	45
7.5.	Usecase 4: Abhängige Datenbanken und Dynamische Segmentierung.....	51
7.6.	Usecase 5: Services für benutzerspezifische integrierte Abfragen	59
7.7.	Usecase 6: Messwerte aus einem verteilten Netz.....	63
7.8.	Usecase 7: Entscheidungsunterstützung mit Web Coverage Service u.a.	66
7.9.	Usecase 8: Satellitenbildauswertung via OpenGIS-Services	74
8.	Schlussfolgerungen und Gesamtdiskussion.....	78
9.	Quellenverzeichnis	82
10.	Glossar und Abkürzungsverzeichnis	88
	Anhang A: Das Abstract Model.....	91
	Anhang B: Das OpenGIS Services Model der OWS1.2-Initiative	95
	Anhang C: Implementation Specifications im Detail	98

1. EINLEITUNG

OpenGIS ist eine Idee. Die Idee, dass Geodaten zusammen mit beliebigen anderen Daten über beliebige Netzwerke hinweg unabhängig von Softwareumgebungen integriert verarbeitet werden können. Es geht um die Überwindung von Grenzen zwischen GIS und übriger IT, zwischen Softwareumgebungen und zwischen Institutionen.

Voraussetzung dafür ist die Entwicklung von Standards für die Kommunikation von und mit GIS-spezifischen Softwarekomponenten. Das Open GIS Consortium hat sich dieser Aufgabe verschrieben und erfüllt sie durch die Erarbeitung von Spezifikationen für Kommunikationsschnittstellen.

OpenGIS-Schnittstellen ermöglichen eine wesentlich breitere Ausschöpfung des vorhandenen Potentials an kostenintensiver Geoverarbeitung, denn

- die Integration von GIS in Unternehmens-Informationssysteme ermöglicht die Einbeziehung von Rauminformation in alltägliche Business-Routinen,
- die breitere und schnellere Verfügbarkeit von Geo-Datenbeständen ermöglicht die breitere Verwertung kostenintensiver Datenerfassungsprozesse,
- die gemeinsame Nutzung geoverarbeitender Prozess-Dienstleistungen (Services) ermöglicht die kostengünstige Bereitstellung von Funktionalität an viele Nutzer,
- die Bereitstellung spezifischer Services ermöglicht Wertschöpfung durch Veredelung von Rohdaten zur nutzerorientierten Bereitstellung von Information.

In integrierten Workflows kann die räumliche Lage eines Objektes zusammen mit nicht-räumlichen Eigenschaften in Entscheidungsfindungen einfließen. Die Geoinformatik wächst stärker hinein in die „allgemeine“ Informationstechnik. Eine Grundlage dafür ist z.B. die Spezifikation geometrischer Grundformen als „Simple Features“.

Erzeugung von Geodaten ist kostenintensiv. OpenGIS Web Services machen die gemeinsame Nutzung und Pflege verteilter Datenbestände durch regional oder fachlich definierte Nutzergemeinschaften möglich. Die Aufdeckung und Vermeidung widersprüchlicher Informationen und die Menge der breit verfügbaren Information erbringen neben der maximalen Ausnutzung teurer Investitionen potenziell auch eine höhere Qualität der Information.

Application Server versorgen einfache Clients über das Netz mit Funktionalität. Mit OpenGIS Web Services wird Funktionalität für die Erzeugung, Weiterverarbeitung und Analyse von Geoinformation von beliebigen mobilen und stationären Endgeräten mit einfacher Basissoftware abrufbar. Für viele Zwecke braucht Funktionalität nicht mehr lokal auf Maschinen vorgehalten zu werden. GIS- und nicht-GIS-Services können zu Workflows verkettet werden. Die Wertschöpfung aus vorhanden Daten wird durch die Bereitstellung spezifischer Services an ein breites Publikum möglich (vgl. hierzu [ALAMEH2001], [Tucker_Dessard 2003]).

Wirtschaftlichkeit durch bessere Ressourcennutzung sowie Qualitätsgewinn sind der potenzielle Nutzen der OpenGIS-Idee für öffentliche Verwaltungen. Höhere Produktivität und den zielgenauen Einsatz von Finanzmitteln durch qualitativ hochwertige Entscheidungsgrundlagen fordert auch der immer knapper werdende Finanzrahmen der Kommunen, aber auch der Länderverwaltungen in Deutschland.

Auch die Wasserwirtschaft in NRW steht vor dem Hintergrund knapper öffentlicher Ressourcen vor der Aufgabe, ihre Effizienz und Produktivität zu erhöhen. Ihre Aufgaben sind auf eine Fülle beteiligter Institutionen verteilt; Kooperation ist deshalb gefordert. Die Informationstechnik kann durch gemeinsame Nutzung von Daten und Funktionalität zur Produktivitätsverbesserung wesentlich beitragen. OpenGIS liefert in bezug auf Rauminformation dafür eine wesentliche Grundlage.

Weitere Impulse für ergebnisorientierte Kooperation gibt die im Herbst 2000 verabschiedete Europäische Wasserrahmenrichtlinie (WRRL). Sie fordert von den Mitgliedsstaaten die Planung, Realisierung und Erfolgskontrolle von Maßnahmen zur Verbesserung des ökologischen Zustands der Gewässer. Der immissionsbezogene Ansatz der WRRL gibt neue Impulse für eine ergebnisorientierte Politik: „Insgesamt müssen wir, um dem integralen Ansatz der Wasserrahmenrichtlinie [...] gerecht zu werden, unsere gewohnten und bewährten Formen der Zusammenarbeit zwischen den verschiedenen in der Wasserwirtschaft tätigen Behörden und Institutionen weiterentwickeln und für andere öffnen“ – so der Abteilungsleiter Boden und Gewässerschutz des MUNVL im Jahr 2001 [Friedrich 2001]. Auch für diesen Aspekt bietet OpenGIS eine Reihe potenzieller Einsatzmöglichkeiten.

Die Realisierung der OpenGIS-Idee findet heute in rapidem Tempo statt. Die Zahl der Projekte, in denen die erste der Spezifikationen, die OGC-Web Mapping Spezifikation umgesetzt wird, ist inzwischen unübersehbar geworden. In den letzten zwei Jahren sind jedoch eine Reihe weiterer Spezifikationen oder Spezifikationsentwürfe entstanden, die wesentlich weitreichendere Möglichkeiten der Integration geoverarbeitender Prozesse eröffnen. Es ist damit zu rechnen, das sie in den nächsten 1-2 Jahren ihren Weg in kommerziell verfügbare Softwarekomponenten finden.

Die Fülle der in naher Zukunft verfügbaren Bausteine wird in dieser Arbeit vorgestellt und im Hinblick auf ihren potenziellen Nutzen für die Wasserwirtschaft in NRW geprüft und diskutiert. Die Wasserwirtschaft in NRW ist wegen der Vielfalt ihrer Aufgabenstellungen und der ausführenden Institutionen in NRW dafür gut geeignet. Die Übertragung in andere Aufgabenbereiche dürfte dem Leser jedoch nicht schwerfallen.

2. AUFGABENSTELLUNG UND GLIEDERUNG

Die Aufgabenstellung dieser Arbeit besteht also darin, den Stand der Spezifikationsarbeit des Open GIS Consortiums (OGC) und die daraus resultierenden Möglichkeiten vorzustellen und diese auf ihren Nutzen für die Wasserwirtschaft, ihre Realisierbarkeit und Implikationen zu überprüfen.

Kap. 3 erläutert das Ausgangsmaterial dieser Arbeit; Kap. 4 die organisatorische Ausgangssituation. Nachdem Kap. 5 zunächst einen allgemeinen Überblick über die Arbeit des Open GIS Consortiums gibt; werden in Kap. 6 die existierenden¹ Bausteine vorgestellt. Im Anschluß daran sind folgende Fragen zu beantworten:

- Gibt es sinnvolle Anwendungsmöglichkeiten für OpenGIS-Spezifikationen in der Wasserwirtschaft?
- Welchen tatsächlichen Nutzen bringen OpenGIS-Standards der Wasserwirtschaft?
- Welche Voraussetzungen müssen ggf. dafür erfüllt werden?
- Welche Auswirkungen bzw. Forderungen ergeben sich daraus für die Geodateninfrastrukturen in Nordrhein-Westfalen?

Die Beantwortung der ersten drei Fragen geschieht in Kap. 7 in acht fiktiven Anwendungsfällen (Usecases), deren Nutzen und Voraussetzungen einzeln diskutiert werden. Dabei geht es nicht um Vollständigkeit der Anwendungsfälle, sondern darum, die Bandbreite an Möglichkeiten zu veranschaulichen. Die Usecases mit ihren Varianten sind deshalb nur eine kleine Auswahl unzähliger möglicher Konzeptionen. Es ist auch nicht das Ziel dieser Arbeit, Vorschläge für konkrete Realisierungen zu liefern, vielmehr sollen die Usecases Anlaß und Aufforderung zur weiteren Diskussion sein. Die Schlussdiskussion in Kap. 8 fasst die Ergebnisse der einzelnen Usecases zusammen, zieht Schlussfolgerungen und wagt Antworten auf die letzte Frage.

Einige Einschränkungen müssen getroffen werden:

Wegen der Fülle des Gesamtmaterials wird der Bereich der Open Location Based Services (OpenLS) ausgeklammert. Wegen der Materialfülle² ist es in dieser Arbeit ausserdem nicht möglich

- alle Spezifikationen vollständig wiederzugeben,
- einen vollständigen Überblick über alle Projekte und Initiativen des OGC zu geben,
- sämtliche Dokumente des OGC zu verarbeiten,
- sämtliche OpenGIS-Literatur zu verarbeiten,
- einen Überblick über die vorhandenen Softwareimplementierungen zu geben und
- alle Interoperabilitätsprojekte und Web Mapping-Aktivitäten zu beleuchten.

¹ „existierend“ heißt hier spezifiziert oder in der öffentlichen Diskussion.

² Die Suchmaschine Google produziert für das Stichwort „Open GIS“ 16300 Resultate.

Die Berichtspflichten der Wasserrahmenrichtlinie wurden ebenfalls nicht einbezogen, weil der Nutzen flexibler OpenGIS-Strukturen für die politisch kontrollierte Berichterstattung von untergeordneter Bedeutung ist.

In der Diskussion der Realisierbarkeit kann soll und kann eine Produktübersicht nicht gegeben werden. Die Arbeit bleibt im Prinzip softwareunabhängig; Produkte oder Komponenten werden nur gelegentlich als Beispiel für Realisierungen herangezogen.

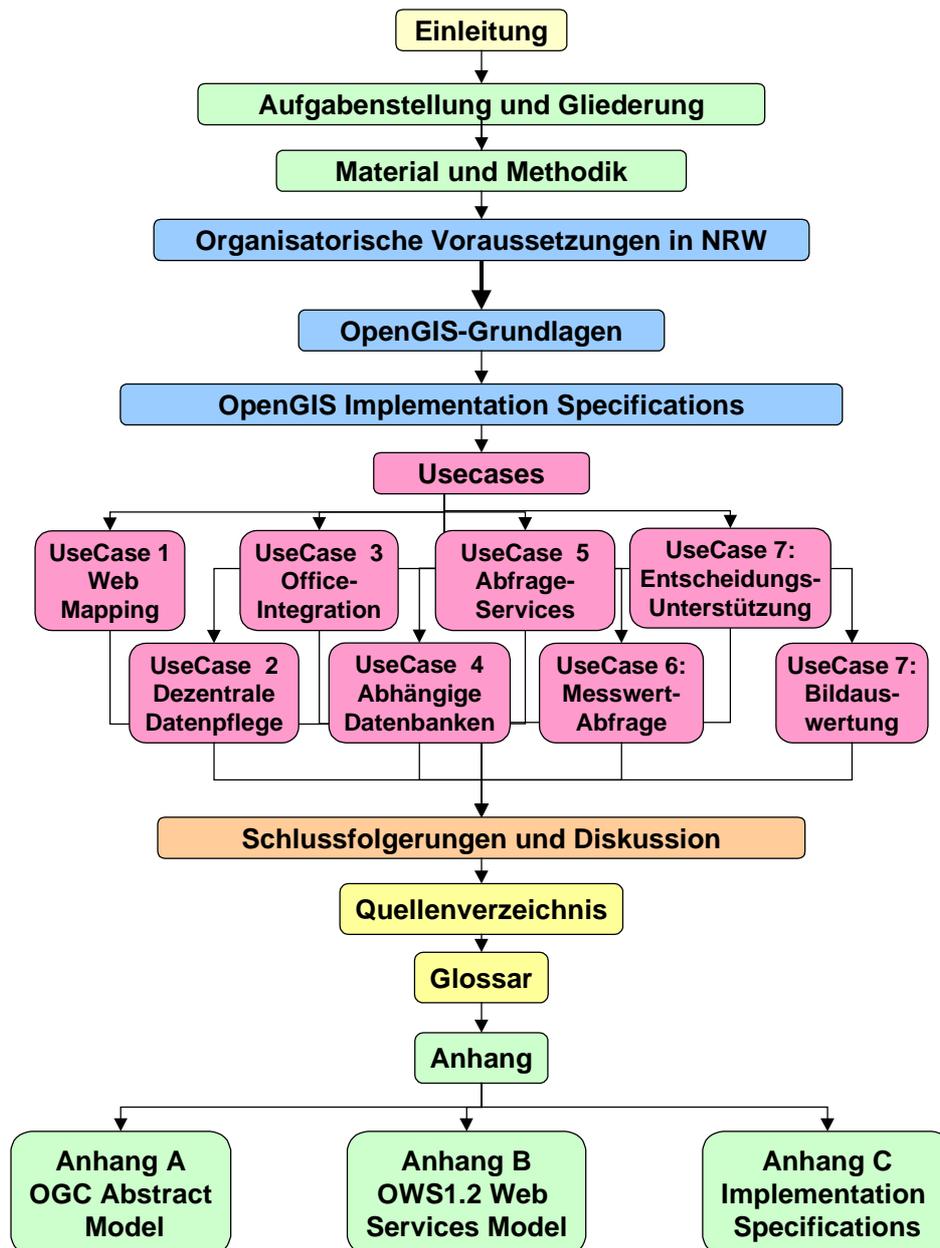


Abbildung 1: Gliederung dieser Arbeit

3. MATERIALIEN UND METHODEN

Material dieser Arbeit sind die über die Homepage des Open GIS Consortiums (www.opengis.org) öffentlich zugänglichen Spezifikationen, Entwurfsfassungen und Discussion papers. Nicht öffentliche Diskussionspapiere wurden nicht verwendet, um die Nachvollziehbarkeit für Dritte zu gewährleisten; die Funktion einiger angekündigter Komponenten wird auch über Sekundärinformationen hinreichend deutlich. Die Spezifikationen selbst wurden je nach Relevanz für die Wasserwirtschaft in unterschiedlicher Tiefe erarbeitet. Weniger relevante Spezifikationen werden in den Übersichten und im Anhang mit aufgeführt, aber nur oberflächlich beschrieben.

Weitere Materialien aus den Websites des Open GIS Consortiums, wie z.B. Non-Technical Summaries, Pressemitteilungen und Requests, sowie aus den Websites von OGC-Mitgliedern und Projektbeteiligungen lieferten ergänzende Informationen. Insbesondere die Architektur zum Request for Quotation der Open Web Services (OWS) Initiative 1.2 [OWS1.2 RFQ Annex B] war eine gute Informationsquelle im Hinblick auf noch geplante Services und Spezifikationen. Alle Quellen werden im Text explizit genannt.

Internetrecherchen wurden im Zeitraum 24.10.2002 bis 28.02.2003 durchgeführt. Sie erheben keinen Anspruch auf Vollständigkeit. Der Status der tiefgehend erarbeiteten Spezifikationen hat den Stand vom 30.12.2002. Danach, bis zum 28.02.2003 erschienene Versionen (z.B. CAT 1.1.1, GML 3.0) und Discussion papers wurden noch als Verweis eingearbeitet.

Die Spezifikationen selbst benutzen je nach Herkunft und Ziel verschiedene Notationen für Objektstrukturen. Für den Anhang wurden aus einigen großen oder komplexen Objektmodellen oder aus XML-Schemata eigene vereinfachte UML-Modelle erstellt. Dabei gab die GML-Spezifikation 2.1.2 Hinweise [GML212]³ für die Übersetzung von XML-Schemata in UML-Diagramme. Die Klassendiagramme erfüllen ebenso wie Sequenzdiagramme erklärende Zwecke und erheben keinen Anspruch auf Vollständigkeit oder Erfüllung aller Notationsregeln.

Englische Fachbegriffe der Informatik und Geoinformatik ebenso wie das Vokabular des OpenGIS-Projektes werden nicht ins Deutsche übersetzt, sondern in Originalform verwendet. Viele Begriffe werden in einem Glossar im Anhang erklärt. Abkürzungen wurden in das Glossar integriert und dabei auch erklärt; Abkürzungen der in den Usecases verwendeten Komponenten finden sich am Schluß des Glossars gesondert.

Wegen der Vielzahl der Quellen des gleichen Herausgebers wird für Quellenverweise im Text eine Form ([<Quelle>]) verwendet, die es dem Leser leicht machen soll, die einzelnen Dokumente inhaltlich zuzuordnen.

³ Feature Properties werden zu Attributen oder zu Rollennamen in Assoziationen. Die Umwandlung in Attribute ist nur sinnvoll, wenn das Attribut kein eigenständiges Objekt ist.

4. ORGANISATORISCHE VORAUSSETZUNGEN IN NORDRHEIN-WESTFALEN

4.1. Organisation der Wasserwirtschaft in NRW

Ein rascher Überblick über die Wasserwirtschaftsverwaltung in Nordrhein-Westfalen (NRW) findet sich in einer Seminararbeit der Universität Bonn [Mueller 99]. Die Zuständigkeit für die Wasserwirtschaft liegt in Deutschland bei den Ländern; die Kompetenz des Bundes beschränkt sich auf die Rahmengesetzgebung. In NRW wird dieser Rahmen durch das Landeswassergesetz (LWG) und Verordnungen des Landes ausgefüllt. Oberste Wasserbehörde ist in NRW das Ministerium für Umwelt, Naturschutz, Landwirtschaft und Verbraucherschutz (MUNLV). Obere Behörden sind die Bezirksregierungen mit ihren nachgeordneten Fachbehörden, den Staatlichen Umweltämtern (STUÄ). Die Unteren Wasserbehörden sind in den Kreisen bzw. kreisfreien Städten angesiedelt. Auf den verschiedenen Ebenen sind die Wasserbehörden zuständig für den Gewässerschutz, die Aufsicht über Abwasserableitung und –reinigung, für Erlaubnisse und Bewilligungen zur Benutzung von Gewässern und für die Vergabe von Landesmitteln an andere Beteiligte.

Die Kommunen sind in NRW zuständig für die Wasserversorgung, die Abwasserbeseitigung und die Gewässerunterhaltung. In einigen Landesteilen NRWs übernehmen genossenschaftliche Wasserverbände auf gesetzlicher Grundlage die Aufgaben der Abwasserreinigung, Gewässerunterhaltung und des Betriebs von Regenbecken, Hochwasserrückhaltebecken und Talsperren für ihre Mitgliedskommunen [Mueller 99]. Dabei orientieren sich die Hoheitsgebiete der Wasserverbände an natürlichen Flussgebietseinheiten und nicht an administrativen Grenzen, so dass viele Kommunen Mitglied bei mehreren Wasserverbänden sind.

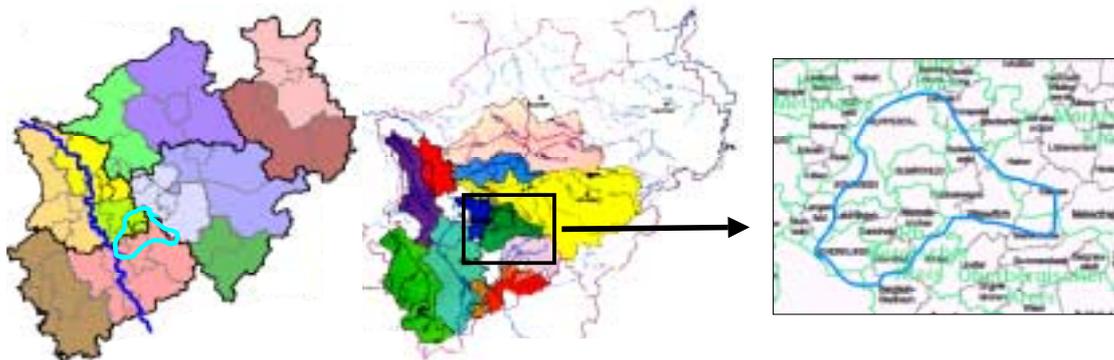


Abbildung 2: Regierungsbezirke (links), Wasserverbände (Mitte) und das Verbandsgebiet des Wupperversandes vor dem Hintergrund der Kommunen (rechts). Quellen: [MUNLV_Abw2000], [LUA_HWgefB], [LUA_UB2000], Wupperversandsgebiet ergänzt.

Weitere behördliche Beteiligte an der Wasserwirtschaft sind die dem MUNLV zugeordneten Fachbehörden wie das Landesumweltamt (LUA) und die Landesanstalt für Ökologie, Bodenschutz und Forsten (LÖBF).

4.2. IT-Strukturen der Wasserwirtschaft in Nordrhein-Westfalen

Eine fachliche Geodateninfrastruktur für die Wasserwirtschaft existiert bislang nicht. Digitale Datenbestände sind bei fast allen Beteiligten vorhanden. Im Jahr 2001 wurden im Rahmen eines Forschungsprojektes nach einer exemplarischen Bestandsaufnahme für das Einzugsgebiet der Wupper Defizite benannt ([Hydrotec2002]); der umfangreiche Abschlußbericht ist allerdings leider nicht öffentlich zugänglich.

Das Umweltministerium (MUNLV) hat sich unter dem Stichwort WASGIS zum Ziel gesetzt, Datenbestände und aufgabenspezifische Funktionalität in einem modular aufgebauten System über Web Service-Technologie den Oberen und Unteren Behörden zur Verfügung zu stellen. Zielsetzung ist die Ausrichtung des wasserwirtschaftlichen Vollzugs auf die Anforderungen der Wasserrahmenrichtlinie. Die bereitgestellten Werkzeuge sollen dabei auch die dezentrale Datenpflege ermöglichen. Eingebettet in diese Vorhaben hat das Landesumweltamt NRW im Jahr 2002 als Grundlage einen Gewässerdatenbestand für den Zielmaßstab 1:25000 herausgegeben, der allerdings für viele kommunale Aspekte nicht hinreichend vollständig und lagegenau ist. Wasserverbände, Kommunen und Kreisverwaltungen pflegen jeweils ihre eigenen Datenbestände zu Gewässern und Objekten an Gewässern.

4.3. Geodateninfrastrukturen in NRW

Da der Fokus dieser Arbeit auf den technischen Möglichkeiten der OpenGIS-Spezifikationen liegt, kann hier nur ein ganz knapper Überblick über die vorhandene Geodateninfrastruktur gegeben werden. Das Vermessungswesen ist in Deutschland ebenfalls Ländersache. Die Landesvermessung führt topographische Kartenwerke und das Digitale Landschaftsmodell ATKIS. Für die Führung des Liegenschaftskatasters sind die Kreise zuständig; die Bereitstellung der Automatisierten Liegenschaftskarte (ALK) ist noch in vielen Kreisen unvollständig. Künftig sollen alle Kartenwerke aus einem, bei den Katasterämtern dezentral zu haltenden Datenbestand ALKIS abgeleitet werden; im Projekt Geobasis.NRW wird an der Implementierung gearbeitet.

Das vom Land NRW geförderte Projekt GDI-NRW hat die Zielsetzung, den Geodatenmarkt in Nordrhein-Westfalen durch Aufbau einer nutzerorientierten Geodateninfrastruktur zu aktivieren. Grundlage des Projektes sind OGC- und ISO-Standards. Ziele, Geschäftsmodell und technische Basisarchitektur werden in einem Referenzmodell beschrieben [GDI-NRW RM]. Das Projekt erarbeitet ähnlich wie das Open GIS Consortium in Arbeitsgruppen und Testbeds auf Basis der OpenGIS-Spezifikationen spezielle Standards und Spezifikationen für Nordrhein-Westfalen. Ende Februar 2003 wurden die ersten dieser für NRW modifizierten Service-Spezifikationen veröffentlicht; sie konnten nicht mehr eingearbeitet werden. Informationen finden sich auf der GDI-NRW-Homepage (<http://www.gdi-nrw.org>). Einen Überblick über beide Projekte geben [IM NRW 2000] und [Riecken 2002].

5. OPEN GIS - GRUNDLAGEN

5.1. Die Open GIS-Idee

Seit über 30 Jahren gibt es GIS und werden Geodaten mit unterschiedlichen Systemen in einer Reihe verschiedener komplexer Formate erzeugt. Die Verarbeitung und Nutzung dieser Daten geschieht jedoch meistens lokal und inselartig mit der Software, mit der sie erzeugt wurden. Die technischen Haupthindernisse der Integration sind der Einsatz verschiedener Software mit ganz unterschiedlichen proprietären Formaten und das Fehlen notwendiger Standards. Ziel des OpenGIS-Prozesses ist die Erarbeitung von Standards als Grundlage für die Entwicklung interoperabler Applikationen [OGC Guide].

„Interoperabilität ist die gegenseitige Zusammenarbeit von Softwarekomponenten zur Überwindung von Konvertierungsproblemen, Import-/Export-Hindernissen und Zugangsbarrieren in heterogenen Systemen“ [OGC Guide]. Oder allgemeiner in der Definition nach ISO 2382-1: „Interoperabilität ist die Fähigkeit zu Kommunikation, Programmausführung und Datentransfer zwischen verschiedenen funktionalen Einheiten in einer Weise, in der der User wenig oder gar keine Kenntnis dieser Einheiten haben muss“ (zitiert nach [Topic12]).

Die Beseitigung von Barrieren innerhalb der Geoverarbeitung und die Integration von GIS mit anderen IT-Technologien sind die beiden technischen Ziele des GIS-Projektes. Der Softwareentwickler soll in die Lage versetzt werden, innerhalb einer Softwareumgebung alle im Netzwerk verfügbaren Daten und geoverarbeitenden Funktionen in einem einzigen Workflow zu verwenden [OGC Guide]. Die Spezifikationen des OGC sind Arbeitsgrundlage für die Softwareentwicklung und dafür gedacht, in kommerziellen Produkten implementiert zu werden. Viele GIS-Produkte sind auch bereits für bestimmte Spezifikationen OGC-zertifiziert.

Was ist dafür notwendig?

- Das **Open Geodata Model** beschreibt grundlegende geographische Informationselemente, „common geodata types“ als Basis für Applikationsentwicklungen.
- **OpenGIS Services** ermöglichen den Datenzugang und die Verarbeitung der geographischen Grundelemente des Geodata Models und damit den Mitgliedern einer Information Community (s.u.) die gemeinsame Benutzung ihrer Geodaten.
- Das **Information Community Model** kümmert sich um die Verständigung verschiedener Nutzergruppen über die Inhalte und Bedeutung ihrer Geodaten, um Katalogisierung und Definition bis hin zur automatischen Übersetzung von Definitionen verschiedener Fachgruppen [OGC Guide].

Die Entwicklung und Beschreibung der drei Modelle geschieht im Rahmen der OpenGIS Abstract Specification (s.u.).

5.2. Das OpenGIS Abstract Model

Die Entwicklung der OpenGIS-Technologie ist ein iterativer Prozess, in dem sich die Weiterentwicklung des konzeptuellen Modells als Abstract Specification und die Entwicklung technologie-spezifischer Implementation Specifications gegenseitig die Hand reichen und wechselseitig voranbringen.

Während die Implementation Specifications konkrete Standards für die Realisierung von Software definieren, bildet die Abstract Specification des OpenGIS-Prozesses den konzeptionellen Unterbau. Sie ist ein gedankliches Gesamtwerk, noch keineswegs fertiggestellt, das stetig weiterentwickelt wird und als Grundlage für die Implementation Specifications dient, gelegentlich aber auch den praktischen Implementierungen nachträglich angepaßt werden muss. Schriftlich niedergelegt wird sie in einer fortlaufenden Reihe thematischer Schriften (Topic-Volumes), die sich ergänzen und in ihrer Gesamtheit die OpenGIS Abstract Specification bilden [OGC Guide], [Topic0]. Die Abstract Specification ist ein Puzzle, von dem die wichtigsten Teile bereits vorliegen.

Die Abstract Specification für ein Thema besteht im Regelfall aus zwei Modellen:

Das Essential Model ist eine Beschreibung der Realwelt, besser vielleicht: ein Konzept, wie geographische Phänomene strukturiert und gegliedert werden können. In der Regel ist dies eine verbale Beschreibung des „wie es sein soll“. Es beschreibt im Geodata Model (s.o.) grundlegende Datentypen und Objekte und im Service Model die grundlegende Architektur für Geoprocessing Services [Topic0].

Das Abstract Model konkretisiert diese Beschreibung in implementationsneutraler Art [Topic0] meist in Form eines Syntropy⁴- oder UML-Modells (zu diesen Notationen vgl. [COOK 94] bzw. [UML1.1]). Das Abstract Model definiert Objektklassen, ihre Hierarchie und Beziehungen sowie Services und Interfaces in abstrakter Form. Die Objektmodelle der einzelnen Themen bilden zusammen das zusammenhängende Objektmodell der Abstract Specification. Well-Known Structures sind standardisierte Bauelemente der Abstract Specification, die jeweils im Anhang eines Themas in UML oder IDL definiert werden [Topic0]. Eine Übersicht über den Stand des Abstract Models gibt Anhang A.

5.3. Die Technische Basis

Die OpenGIS-Spezifikation insgesamt ist unabhängig von der Softwareumgebung (Distributed Computing Platform, DCP). Nachdem grundlegende Konzepte und Definitionen in der Abstract Specification allgemein modelliert wurden; werden für die Realisierung in verschiedenen DCP's spezifische Implementation Specifications oder Profile erarbeitet.

⁴ Syntropy-Modelle nur in den Anfängen, neuerdings nur UML. Zu UML und IDL vgl. Glossar.

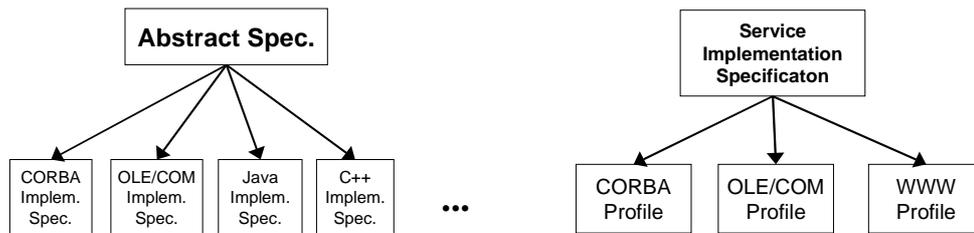


Abbildung 3: Die OpenGIS-Abstract-Spezifikation ist DCP-unabhängig [OGC Guide]. Für einige Service-Spezifikationen gibt es DCP-spezifische Profile.

Dabei beschränkt sich die OpenGIS-Arbeit darauf, Kommunikationsschnittstellen - Interfaces (s.u.) - für die Verständigung zwischen Komponenten zu definieren und alles weitere der Implementation zu überlassen. OpenGIS-Interfaces sind objektorientiert oder konventionell implementierbar [OGC Guide].

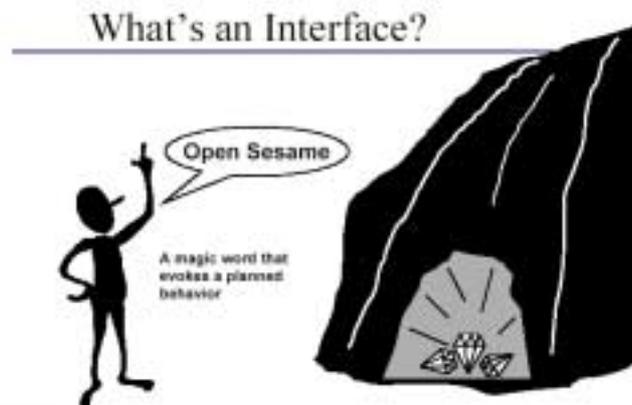


Abbildung 4: Ein Interface ist eine gültige Nachricht, die der Empfänger versteht und die ein vereinbartes Verhalten auslöst. Quelle: OGC [KOTTMANN 2002].

5.3.1. Von Stand-Alone-Systems zu interoperablen Services

In den Anfangszeiten von GIS entstanden proprietäre monolithische Stand-alone-Systeme. Inzwischen sind daraus meist Mehrschichten-Architekturen mit Client-Frontend, Middleware und Dataserver Backend geworden. Der Prozess geht weiter in Richtung auf völlig unabhängige, verteilte und autonome Services. Web Services bilden das derzeit flexibelste Ende dieser Entwicklung, weil sie völlig umgebungs-unabhängig textbasiert kommunizieren können. OpenGIS hat diesen Entwicklungsprozess durch die Spezifizierung der Grundelemente und OpenGIS-Interfaces bereits wesentlich befördert und trägt auch weiterhin mit der Spezifikation von Services, Interfaces und Kodierungen dazu bei (vgl. [OGC Guide], [KOTTMANN 2002], [ALAMEH2001]).

OpenGIS Services sind durch standardisierte Interfaces zugängliche Komponenten, die eine oder mehrere Operationen zur Verfügung stellen. **Data Services** sind eng an Datenquellen gekoppelt und stellen Information bereit. **Processing Services** ver-

arbeiten einen Input und geben einen veränderten Output wieder zurück. **Registry** oder **Catalog Services** stellen die für Suche und Zugang notwendige Information zu Services und Datenquellen bereit. Services können dem Client bekannt sein oder zur Laufzeit über einen solchen Registry- bzw. Katalogservice aufgefunden werden.

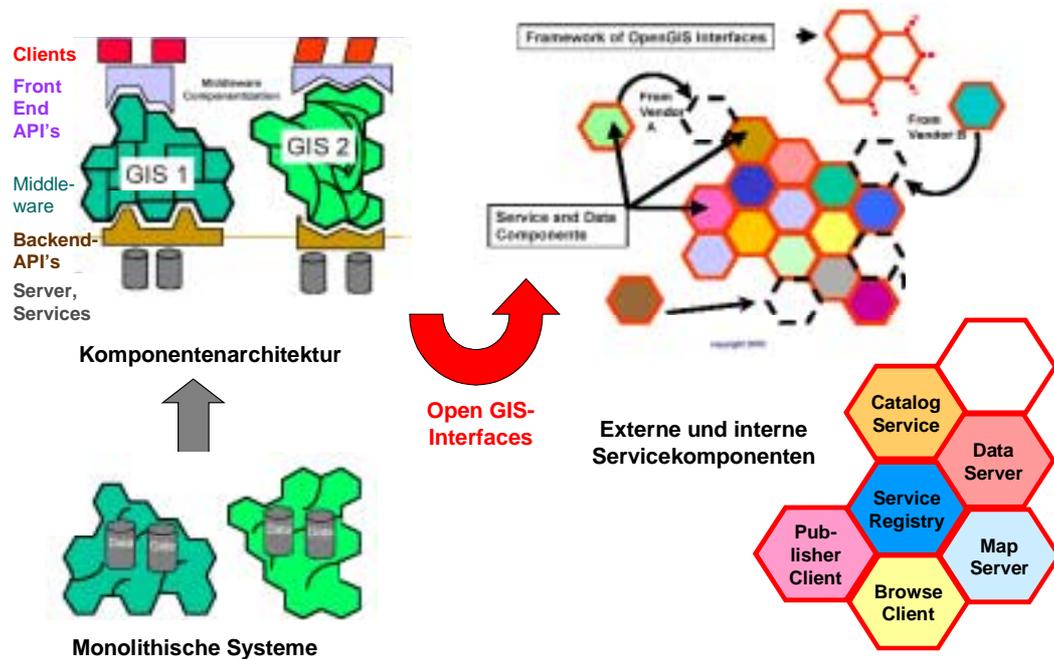


Abbildung 5: Aus monolithischen Stand-alone-GI-Systemen werden frei und über OpenGIS-Interfaces kombinierbare Softwarekomponenten. Graphiken aus [KOTTMANN2002], geringfügig geändert.

5.3.2. Das OGC Reference Model

Seit Jahresbeginn 2003 ist ein neues OGC Reference Model (ORM) die neue Grundlage aller technischer Aktivitäten. Es fasst alle technischen Vereinbarungen seit 1994 zusammen. Die OpenGIS Abstract Specification und die vorhandenen Implementation Specifications bilden die Basis dieses neuen Referenzmodells [Reed 2003]. Das Dokument soll viele bereits in einzelnen Spezifikationen, Architekturen zu Initiativen und Program Reports enthaltene Teilmodelle zusammenfassen, ist aber (Stand Februar 2003) noch nicht öffentlich verfügbar. Auch wenn sich damit in der Typisierung und Hierarchie von Services und Interfaces, in Benennungen und der Strukturierung gemeinsamer Grundelemente einiges ändern mag, so ändert das doch nichts an der bereits standardisiert abrufbaren Funktionalität und damit den derzeitigen Anwendungsmöglichkeiten von OpenGIS-Services.

5.3.3. Web Services

Web Services sind Websites, die von Computerprogrammen genutzt werden [Terraserver] und Funktionalität bereitstellen. Sie sind selbständige, voneinander und von Client-Applikationen völlig unabhängige Komponenten, die von den verschie-

densten Endgeräten über das Internet aufgerufen werden können [ALAMEH2001]. Das Besondere an Webservices ist ihre Fähigkeit, beliebige Softwareumgebungen, Applikationen und Programmiersprachen miteinander zu verbinden. Ein Webservice stellt einem Client die „hinter ihm“ liegende Funktionalität völlig unabhängig von deren Implementierung bereit.

Weil Web Services auf textbasierten Internet-Protokollen beruhen, kann jede Softwarekomponente zum Web Service oder Web Service Client werden. Web Services sind aber nicht auf das Internet angewiesen – die Technologie kann auch verwendet werden, um heterogene Softwarekomponenten im Intranet miteinander kommunizieren zu lassen. Web Services sind deshalb weit mehr als eine Technologie zur Kommunikation im Internet – sie sind eine Technologie, mit der die Auflösung eng verbundener Systeme in absolut frei kombinierbare Bausteine erreicht wird.

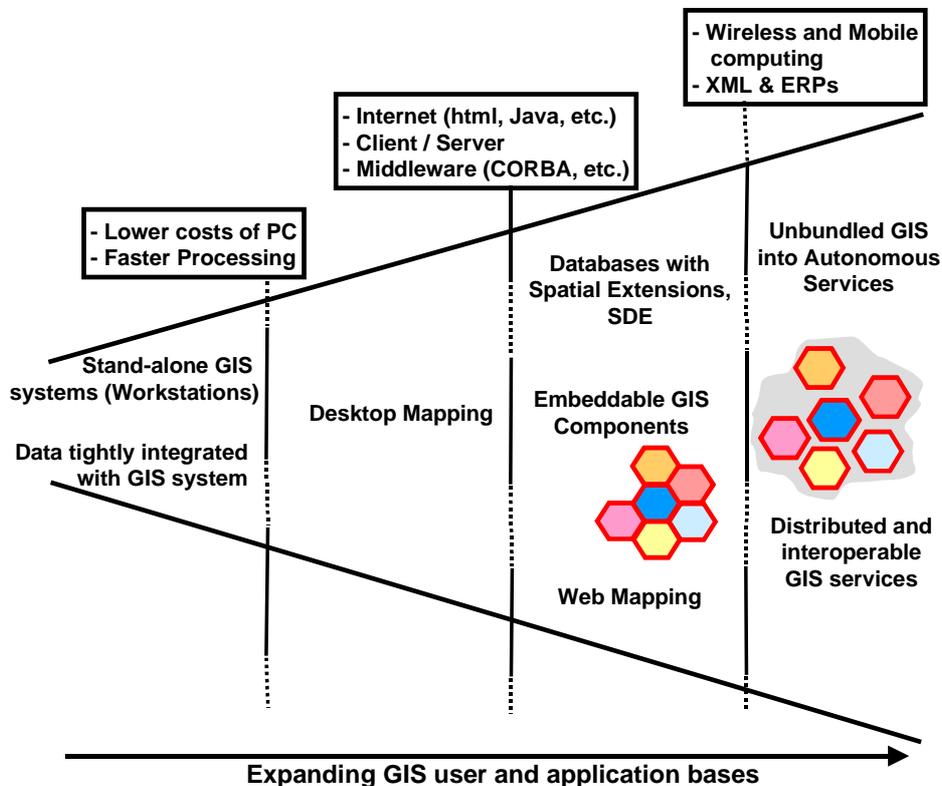


Abbildung 6: Die Technologie der GIS-Webservices ist eine Weiterentwicklung der Komponententechnologie hin zu völlig unabhängigen Bausteinen. Aus [ALAMEH2001], neu gezeichnet und mit Bausteinen nach [KOTTMANN 2002] ergänzt.

Das Web zeichnet sich durch zwei grundlegende Eigenschaften aus: Server und Client müssen sich nicht vorher kennen - jede Applikation kann daher zum Client werden, wenn sie die Adresse des Service und die gültige Form des Requests weiss. Und die Kommunikation zwischen beiden besteht aus der einfachen Übersendung von Requests oder Responses ohne dass eine Verbindung aufrechterhalten wird, die Kommunikation ist „stateless“. Der Client sendet ein gültiges Request (das Sesam-

öffne-dich) über das Internet an den Service. Der Service führt seine Funktion aus und sendet eine Response zurück, die der Client verarbeitet.

XML⁵ ist das verbindende Element, das Amalgam der Web Services. XML transportiert strukturierte Information als Text. Requests und Responses basieren auf XML und werden lediglich für den Transport über das Netz noch in einen SOAP-Envelope verpackt. Jede Funktionalität kann als Web Service bereitgestellt werden, indem sie mit XML-Interfaces ausgestattet oder in einen Application Service eingepackt wird, der seinerseits die notwendigen XML-Interfaces bereitstellt. Weitere Details bei [Newcomer 2002], [Piepel 2002] und [Terraserver].

XML-Interfaces werden heute bereits von Datenbankmanagementsystemen wie Oracle, SQL-Server und DB2 bereitgestellt [Newcomer 2002] sowie z.B. auch von SAP und Lotus Domino Server [Hoppe 2002], [Domino WebServices].

5.3.4. OpenGIS Web Services

OpenGIS Web Services sind eine Teilmenge von Web Services mit OpenGIS-Interfaces. Gleichzeitig sind sie diejenige Teilmenge der OpenGIS-Services, für die Interface-Spezifikationen für das World Wide Web existieren. Sie stellen inzwischen den Hauptteil der OpenGIS-Servicespezifikationen. Durch OpenGIS Web Services werden verteilte Datenquellen und Funktionalität über das Internet verfügbar.

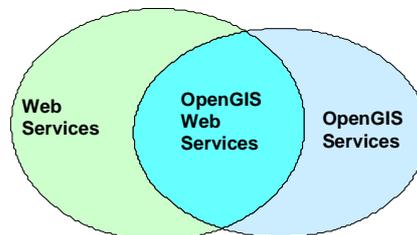


Abbildung 7: OpenGIS Web Services sind die Schnittmenge aus WebServices und OpenGIS Services.

Die rasante Entwicklung der OpenGIS Web Services beschränkt sich längst nicht nur mehr auf das Mapping, d.h. die Präsentation von Kartenbildern: Viele verschiedene Services wirken u.U. mit, bis ein User die übereinandergelegten Bilder aus verschiedenen Datenquellen vor sich hat. Editierung von Daten über Mapservices wird möglich. Für die Abfrage von Messreihen von verschiedenen Sensoren sind mehrere Standards in Arbeit. Services für Adressensuche, Schlagwortsuche und die Definition räumlich definierter Multimedia-Linksammlungen haben nicht primär geographische Analysen im Blick, sondern die Verwendung von Lageinformation als Ordnungs- und Suchprinzip.

⁵ Abkürzungen siehe Glossar

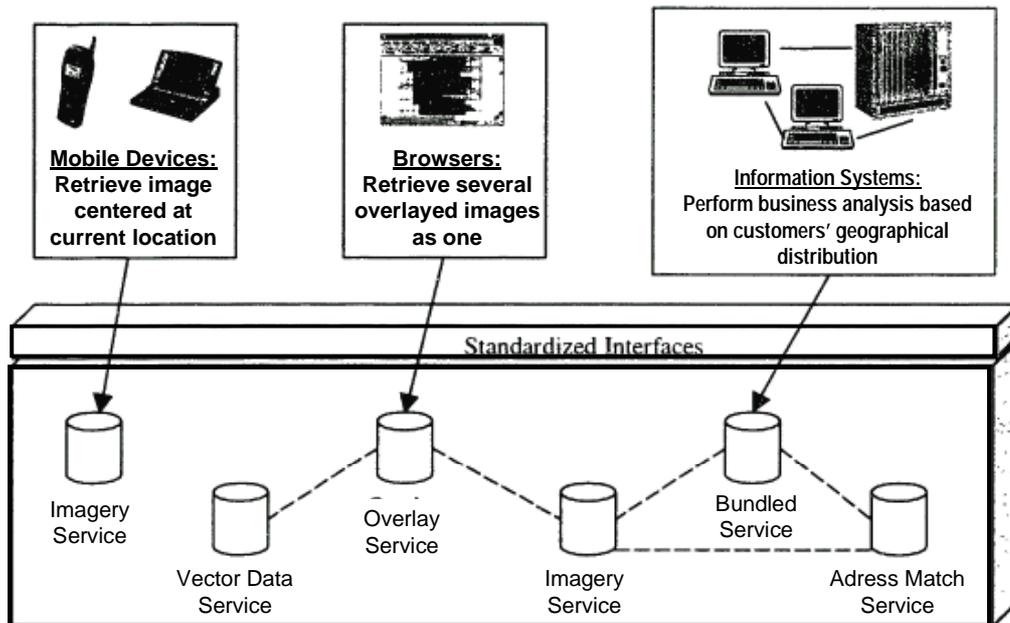


Abbildung 8: Vereinfachte Sicht der GIS Web Services Architektur. Aus [ALAMEH2001].

Eine geordnete Abfolge von Serviceoperationen, bei denen ein Service das Ergebnis des vorherigen Services weiterverarbeitet, ist eine Service Chain. Service Chaining ermöglicht die Definition komplexer und fachspezifischer Services als Abfolge einzelner Serviceleistungen. Das vorläufige Ziel dieser Entwicklung sind Architekturen, in denen nur mit einem Browser ausgestattete Anwender unbemerkt über eine Reihe von Services spezifische, evtl. fachspezifische Aufgaben durchführen, die irgendwie mit Lageinformation zu tun haben (vgl. [ALAMEH2001]).

Die Veröffentlichung einiger Ergebnisse der OWS1.2-Initiative als Discussion Papers im Februar 2003 lässt erwarten, dass hier in den nächsten Monaten noch ein Prozess der Konsolidierung und schrittweisen Verbesserung folgt, bis wieder ein in sich konsistentes System an Spezifikationen erarbeitet sein wird. Insofern sind technische Details der OpenGIS Web Services in dieser Arbeit als Momentaufnahme zu betrachten. Die Funktionalität – und um die geht es hier – wird jedoch in der einen oder anderen Form erhalten bleiben.

5.3.5. Die technische Web-Umgebung

Für die Kommunikation der OpenGIS-Komponenten im World Wide Web werden Standardprotokolle und Standardcodierungen verwendet. Die Bindung von Clients an Services geschieht über das HTTP-Protokoll mit einer URL als Adresse, z.T. mit Ergänzung durch zusätzliche XML-Dokumente und im Zuge der Standardisierung von Web Services künftig wahrscheinlich in einer SOAP-Envelope verpackt. Versuche dazu wurden im Rahmen der OpenWeb Services Initiative 1.2 (OWS1.2) durchgeführt [SOAP Exp]. Als Service-Register ist das UDDI-Projekt in der Diskussion, eine Initiative mit dem Ziel, Web-Services (nicht nur geographische) zur Laufzeit auffindbar zu

machen. Aus der UDDI-Registry abrufbare Servicebeschreibungen sollen in WSDL kodiert werden. Über Versuche im Rahmen der OWS1.2-Initiative berichtet [UDDI Exp]. Für die Kommunikation innerhalb von Workflows kommen die neuen Entwicklungen WSFL und XLANG in Frage [OWS1.2 RFQ Annex B], [Hing 2003]. Zu Webservices allgemein vgl. [Newcomer 2002] und [Piepel 2002] (Abkürzungen s. Glossar).

5.4. Die Arbeitsweise des Open GIS Consortiums

Ein kurzer Blick auf die Arbeitsweise des Open GIS Consortiums dürfte für alles Weitere hilfreich sein.

Nachdem in den Anfängen die theoretische Arbeit an der Abstract Specification im Vordergrund stand und mit den Simple Features Spezifikationen die Grundlage für weitere Implementierungen gelegt worden war, hat in den vergangenen 3-4 Jahren die Entwicklung von Implementation Specifications aus praktischen Versuchen heraus ein rasantes Tempo entwickelt. Das Interoperability Program des OGC (<http://ip.opengis.org/>) begann 1999 mit dem WebMapping Testbed 1 (WMT1) und legte nicht nur die Basis für die Spezifikation der WebMappingServices (WMS) und der Geographic Markup Language (GML), sondern auch für die weitere Vorgehensweise. Seither geht die Arbeit an Implementation Specifications Hand in Hand mit Pilotentwicklungen in Testbeds und Initiativen.

In den Initiativen des Interoperability Programs laufen die Prozesse des Entwickelns, Testens, der Demonstration und Dokumentation und die Arbeit an den Spezifikationen parallel nebeneinander. In kürzester Zeit sind daraus innerhalb der letzten drei Jahre eine Reihe verabschiedeter bzw. im Entwurf befindlicher Spezifikationen entstanden.

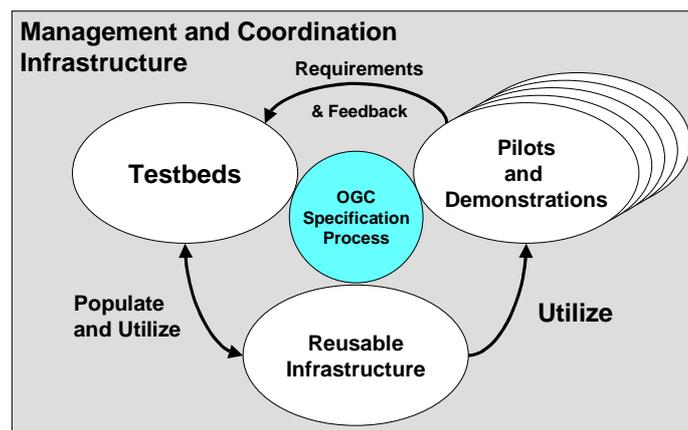


Abbildung 9: Testbeds und Pilotprojekte tragen unter dem Dach des Interoperability Programs des OGC zur Entwicklung von Spezifikationen bei. Quelle: [OGC WMI].

Die im Web Mapping Testbed 1 (www.webmapping.org/), erstmals praktizierte Vorgehensweise war ein solcher Erfolg, dass sie im Jahr 2000 mit Web Mapping Testbed 2 fortgesetzt wurde und eine Reihe von Spezifikationsentwürfen hervorbrachte (WFS,

WCS, SLD u.a.). Vorrangiges Ziel dieser ersten beiden Testbeds war die gemeinsame Nutzung vorhandener Geodatenbestände durch US-amerikanische Fachbehörden und lokale Administrationen.

Die Ereignisse des 11. September 2001 lösten eine Reihe von weiteren Initiativen und Projekten unter dem Dach der Open Web Services Initiative 1.1 im Interoperability Program aus (<http://ip.opengis.org/ows/index.html>). Die Beschriftung und Verlinkung von Kartenbildern mit Texten, Videos, emails etc. und die Erfindung räumlicher Container für Links zu verschiedensten Multimediaressourcen und die Benutzung geographischer Namen und Adressen für die Suche, Zuordnung und Verlinkung von Dokumenten führen unter dem Stichwort „Geospatial Fusion Services“ zu einer Integration von GIS in tägliche Routineprozesse weit über das reine Viewing und Mapping hinaus.

Die Open Web Services Initiative 1.2 (<http://ip.opengis.org/ows1.2/index.html>) hat sich die Aufgabenbereiche Mobile Sensoren, Sensorplanung, Satellitenbild-Bereitstellung und Visualisierung von Messwerten vorgenommen und wird zu einer Reihe neuer Spezifikationen in diesen Bereichen führen. Einige der bereits angekündigten Spezifikationen sind noch nicht zugänglich, aber in der Architektur zum Request for Quotation zur OWS1.2-Initiative in ihrer Zielsetzung beschrieben, so daß sie bereits in die Usecases dieser Arbeit einfließen. Ergebnis der OWS1.2-Initiative sind auch eine Neudefinition des grundlegenden Service Models und eine neue allgemeinere Basisarchitektur der OpenGIS Web Services (vgl. hierzu [SIM0.3], [OWSA0.3]). Voraussichtlich sind für eine Reihe existierender Servicespezifikationen durch Einarbeitung der OWS1.2-Ergebnisse in Kürze neue Versionen zu erwarten.

Einen anderen Hintergrund hat die Mitte 2001 ins Leben gerufene OpenLS-Initiative, in der GIS-Hersteller und Key-Players aus der Telekommunikation vereint arbeiten; sie zielt primär auf die Wertschöpfung aus vorhandenen Datenbeständen und den mit einem Mobiltelefon ausgestatteten Enduser. Der Bereich wird in dieser Arbeit jedoch nicht berücksichtigt.

OpenGIS-Spezifikationen dienen nicht nur als Grundlage von Softwareentwicklungen, sondern auch der Zertifizierung existierender Implementierungen. Auf der OpenGIS-Homepage ist der aktuelle Stand zertifizierter Softwarekomponenten öffentlich verfügbar (<http://www.opengis.org/testing/product/index.php>).

6. OPENGIS IMPLEMENTATION SPECIFICATIONS

Dieser Abschnitt gibt einen kurzen Überblick darüber, was mit den derzeit existierenden OpenGIS Spezifikationen oder Spezifikationsentwürfen⁶ möglich ist. Über Details und wie das im einzelnen abläuft, darüber gibt Anhang C Auskunft.

6.1. Datenstrukturen

Grundlage jeder OpenGIS-Interoperabilität ist die Verständigung über gemeinsame Grundstrukturen geographischer Daten. Die Simple Features Spezifikationen, bisher erarbeitet für OLE/COM- und CORBA-Umgebungen sowie SQL, beschreiben einen Vorrat gemeinsamer vektorieller Grundstrukturen (Point, Linestring, Polygon sowie deren Aggregate), einen Minimalumfang obligatorischer Operationen sowie eine Reihe optionaler Interfaces für räumliche Vergleiche und Analysen. Sie legen damit die Grundlage für den interoperablen Zugang und einfache Verarbeitung vektorieller Daten einschliesslich ihrer Attributierung [SF NTS], [SFO1.1].

Die Simple Features Spezifikation beschreibt auch die Grundstruktur für die Bekanntgabe eines Koordinatensystems; diese wird aber inzwischen durch die Coordinate Transformation Services Specification (s.u.) ersetzt und auf 3D- und 4D-Koordinatensysteme erweitert. [CT NTS].

Parallel dazu beschreibt die Grid Coverages Spezifikation – bisher für CORBA und OLE/COM erarbeitet – ein gemeinsames Verständnis für pixelbasierte Datenstrukturen. Das können z.B. thematische Rasterkarten, Luft- oder Satellitenbilder oder Geländemodelle sein. Die Interfaces der Spezifikation standardisieren den Datenzugang und einfache statistische Analysen wie Histogramm-Analyse, Kovarianzberechnung u.a.. Das Overlay mit vektoriellen Datenstrukturen nach der Simple-Features-Spezifikation ist möglich. Weitere Operationen werden Im Zusammenhang mit der Image Exploitation Services Specification noch erarbeitet [GC NTS], [GC1.0.0].

6.2. Kodierungen

Kodierungen dienen dazu, Information strukturiert in transportierbare Pakete zu verpacken. Grundlage aller OpenGIS-Kodierungen ist XML.

Mit der Spezifikation der **Geographic Markup Language** (GML) hat das OpenGIS Projekt ein universelles Transportformat für geographische Daten geschaffen [GC1.0.0], [GML NTS]. GML ist die Umsetzung der Simple Feature-Spezifikation in ein XML-Schema. Da XML auf Ascii basiert, können GML-Elemente mit jeder Softwareumgebung ausgewertet werden. Die Trennung von Datengrundlage und Visuali-

⁶ Manche davon befinden sich noch in einem frühen Stadium der Diskussion.

sierung ermöglicht dem Anwender die eigene Gestaltung der online aus einem Netzwerk bezogenen Daten. Die Linking-Funktionalität von GML erlaubt praktisch unbegrenzt die Einbindung externer Referenzen auf beliebige Dateien wie z.B. Bilder, Texte etc. und legt damit die Grundlage für die Familie der Geofusion Services (s.u.). Mit der neuesten Fassung (GML 3.0) können einfache und komplexe Geometrien, ihre topologischen Beziehungen, Zeitinformation und zeitliche Referenzsysteme, Maßeinheiten und Zeichenvorschriften kodiert werden [GML30_PR].

Die **Filter Encoding Specification** [Filter1.0.0] ist eine XML-Codierung der OGC Common Query Language. Sie dient allen Webservices als gemeinsame Komponente und ermöglicht den Usern die Einschränkung einer angeforderten Datenmenge durch räumliche Filter oder Attributfilter.

Overlays über ein Kartenbild wie z.B. Beschriftungen, Hinweispeile, Symbole, eingelagerte Photos oder sonstige Multimediadateien können als Annotation Elements, zu Listen zusammengestellt, über XML transportiert werden („XIMA-Elemente“). Die „**XML for Image and Map Annotations**“-Spezifikation schlägt ein XMI-Schema dafür vor [XIMA0.4].

Alle Parameter, die den Ausschnitt, Layerzusammenstellung und ggf. Zeichenvorschriften eines Mapservice-Bildes definieren, können in **einem Map-Context-Document** abgelegt oder transportiert werden. Damit wird anstelle eines Bildes, das irgendwann veraltet wäre, das Fenster auf einen Datenbestand definiert; der Inhalt des damit abrufbaren Bildes ist dann immer aktuell [WMC0.1.4].

Location Organizer Folder (LOFs) sind Sammelschubladen für Links zu allen möglichen Objekten wie Textdokumenten, Bildern, Kartenausschnitten, Videos, emails etc., deren Geltungsbereich durch ein räumliches Rechteck definiert wird. Referenzen auf beliebige Objekte können zugefügt oder wieder entfernt werden. LOF-Container können vereinigt oder verschnitten, transportiert oder archiviert werden [LOF1.0.3].

Für Web Map Context Documents und LOF's sind Weiterentwicklungen, evtl. ihre Zusammenfassung und die Integration von XIMA-Elementen zu erwarten (vgl. dazu [ICMS0.1.18]).

Ein **Styled Layer Descriptor** (SLD) ist eine Folge von Layerdefinitionen mit ihnen zugeordneten Zeichenvorschriften. Layerdefinitionen fordern Objektmengen von Web Feature Server anhand bestimmter Selektionskriterien an; Zeichenvorschriften definieren Symbole und Beschriftung. SLD's dienen der Anforderung spezifischer Bilder von Web Mapservices und Coverage Portrayal Services und können bei Bedarf generiert oder in Symbolbibliotheken abgelegt werden [SLD1.0.0], vgl. auch [OWS1.2 RFQ Annex B] und [SMS0.0.9].

Die **Sensor Markup Language** (SensorML) dient der Beschreibung von Sensoren und Sensorgruppen mit allen Eigenschaften, die für die Auswertung der von ihnen gelieferten Messdaten notwendig sind, insbesondere für die Lokalisierung der gemessenen Einheiten. Das XML-Schema ist sowohl für Fernerkundungssensoren wie für in-situ-Sensoren geeignet [SensorML].

Für die Übergabe von Messwerten und Messungen wird ebenfalls eine standardisierte Transportform benötigt. Die **Observations and Measurements**-Spezifikation [O&M0.86] definiert deshalb ein gemeinsames Vokabular, Datenmodell und XML-Schema („O&M“) für die Übergabe von Messungen und Messwerten. Der Begriff Messung ist dort sehr weit gefasst und beinhaltet Beobachtungen jeder Art von numerischen Skalen über Nominalskalen bis hin zu Artenlisten; das Schema beschränkt sich allerdings derzeit auf skalierbare Werte.

Ein Kodierungsschema für **Image Metadata** ist noch zu erwarten (vgl. [OWS1.2 RFQ Annex B]).

Das **XML Configuration & Pricing Format** (XCPF) ist ein XML-Schema für den Austausch von Produktlisten, Preiskalkulationen und Bestellungen in einem Online-Bestellvorgang oder in der Abfrage kostenpflichtiger Web Mapping Services [WPOS].

Das **Capabilities-Dokument** (auch „die“ Capabilities-XML) ist die zukünftig für alle OpenGIS Web Services einheitliche Struktur, in der ein Service sein Angebot publiziert und näher beschreibt (vgl. hierzu [BSM0.0.8] und [SIM0.3])

6.3. Services

Was am Anfang mit der Web Mapping Spezifikation begann, hat sich heute zu einem ganzen System von Servicespezifikationen und Interfacedefinitionen ausgeweitet. Nicht alle OpenGIS-Services sind auch Web Services. Die große Menge der im Interoperability Program entwickelten Spezifikationen bezieht sich jedoch auf das Web als Plattform. Einen recht guten Überblick gibt das Service Framework für die OWS 1.2-Initiative vom März 2002 [OWS1.2 RFQ Annex B]. Aus der OWS1.2-Initiative entstanden sind neue Entwürfe für ein grundlegendes Service Information Model [SIM0.3] und eine allgemeine OpenGIS Web Services Architektur [OWSA0.3]. Weitere Beiträge, Ergänzungen und Änderungen in diesen grundlegenden Modellen sind in nächster Zeit noch zu erwarten.

Alle OpenGIS Services bieten potenziell die Möglichkeit der Verkettung und Schachtelung. Beispielsweise geht die WMS mit SLD- Spezifikation davon aus, dass Web Feature Server und Web Coverage Server die Daten liefern, die der Map Service nur noch visualisiert. Das Management von Workflows aus hintereinander abzurufenen Services muss derzeit noch der Client übernehmen (vgl. hierzu [ICMS0.1.18]; für

die OWS1.2 war allerdings die Spezifizierung eines Service Chaining Services geplant [OWS1.2 RFQ Annex B]. Mehr dazu in Kap. 7.

Die OpenGIS Web Services (OWS) haben in ihrer Funktionsweise einiges gemeinsam. Clients und Server müssen nichts voneinander wissen außer ihrer Adresse, und sie sind nicht fest miteinander verbunden. Services machen sich (optional) in Katalogsystemen, „Registries“ bekannt. Services gehören einem definierten Typ an, der sich als Kombination bestimmter Interfaces definiert und dem Client die Suche nach speziellen Services ermöglicht. Im Rahmen ihres Typs können Services sich weiter spezialisieren.

Die Kommunikation ist stateless, d.h. sie besteht aus Request-Response-Paaren, ohne dass Statusinformation ausgetauscht bzw. eine Verbindung aufrecht erhalten wird. Alle OWS benutzen das HTTP-Protokoll für den Nachrichten- und Datentransport und übergeben ihr Anliegen als parametrisierte URL oder in einer XML-Anlage. Alle OWS müssen auf ein GetCapabilities-Request hin eine Beschreibung ihrer selbst, ihrer Interfaces und deren Parameter und ggf. der von ihnen angebotenen Daten (Layer, Objektklassen etc.) in einem Capabilities-Dokument übergeben [BSM0.0.8], [OWSA0.3].

6.3.1. Katalog und Registry Services

Für die flexible interoperable Nutzung verteilter Geodaten und Services sind Kataloge und Registries eine wichtige Voraussetzung. Katalog und Registry Services ermöglichen die Verwaltung und Bereitstellung von Metainformation und Datensammlungen. Sie erlauben einem User oder Client das Auffinden von Geodaten und Funktionalität und übergeben dem Client mindestens eine Identifizierung der gewünschten Objekte oder Services, evtl. auch den gewünschten Geodatenbestand selbst [CAT NTS]. Die Suche nach Geodatenbeständen oder Services kann durch den Anwender oder Client über Filter Expressions (s.o.) genauer definiert und räumlich eingegrenzt werden. Kataloge können geschachtelt sein, auf andere Kataloge verweisen und die Suche in referenzierten Katalogen einschließen.

Die Catalog Interface Specification ist für Suchprozesse gedacht, in denen zwischen Client und Server für die Dauer der Suche eine Verbindung aufrechterhalten werden kann (stateful catalog). Sie beschreibt Interfaces für die Verwaltung von Einträgen im Katalog, für die Suche nach Katalogeinträgen und für den Abruf von Zugangsinformation. Die Spezifikation enthält Profile für COM, CORBA und das WordWideWeb [CAT1.0].

Mit einem Web Registry Service (WRS) kann in einer einfachen Frage-Antwort-Operation - ohne den Aufbau einer stehenden Verbindung - eine Liste möglicher Services des gewünschten Typs aus dem Serviceregister erfragt werden, die dem

Client anschließend die Bindung an einen ausgewählten Service erlaubt. Das kann auch ganz ohne Wissen des Anwenders geschehen. Für den Service Provider stellt der Registry Service ein Interface für die Anmeldung seines Services bereit. Im Netzwerk verteilter Services wird sich ein Client passende Services über Service Registries suchen können, statt die Metainformation bekannter Services einzeln abzufragen [WRS0.0.2]. Mehr dazu aus OWS1.2 in Anhang B dieser Arbeit.

Die Hauptaufgabe von Registry Services im Open Services Framework ist die vom Anwender unbemerkte automatische Suche nach Services im Rahmen von Serviceketten. Kataloge bieten dagegen für den Anwender die Möglichkeit, nach Datenbeständen oder Services aktiv zu suchen. Im Referenzmodell der GDI-NRW-Initiative stellt ein Catalog Server die Schnittstellen für den Userclient bereit und benutzt einen Registry Server für die Suche nach weiteren Katalogen [GDI-NRW RM].

6.3.2. Processing Services

Processing Services verarbeiten Geodaten in irgendeiner Weise, erhalten dafür einen Dateninput, führen darauf einen Prozess durch und geben einen Output zurück.

Koordinatentransformation

Für die Überlagerung geographischer Daten ist die Benutzung eines gemeinsamen Koordinatensystems Grundvoraussetzung. Die Coordinate Transformation Services Specification (CT) beschreibt unbegrenzt mehrdimensionale Koordinatensysteme, standardisiert die Transformation von Punktkoordinaten zwischen zwei Systemen und ermöglicht die Transformation beliebiger vektorieller oder pixelbasierter Geometrien in COM, CORBA und Java-Umgebungen [CT NTS].

Die Web Coordinate Transformation Services Spezifikation (WCTS) beschreibt Interfaces für den Abruf einer Koordinatentransformation über das Internet. Nachdem der Client sich beim WCTS über verfügbare Koordinatensysteme und Transformationen erkundigt hat, kann er Geometrien an den WCTS senden und transformiert zurück-erhalten. Optional kann er auch eine Beschreibung der einzelnen Transformations-schritte anfordern [WCTS.0.0.4].

Die Koordinatentransformation über das Internet wird notwendig, wenn ein Client nicht selbst transformieren kann und angefragte Mapservices und Web Feature Services nicht im gewünschten Koordinatensystem liefern können. In verzweigten Serviceketten aus WMS- und WFS-Services spielen WCTS daher potenziell eine große Rolle.

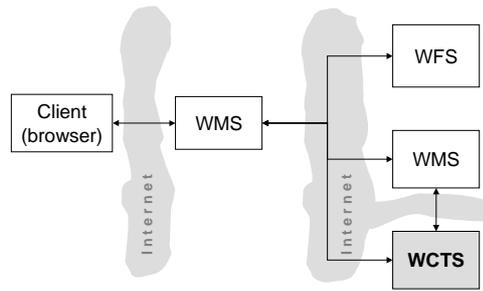


Abbildung 10: Der WCTS kann in verzweigte Serviceketten eingebaut werden. Nach [WCTS.0.0.4].

Geofusion Services

Gazetteer Service und Geocoding Service dienen dem Zugang zu geometrischen Features über geographische Namen. Ergänzt werden sie durch den Geoparser Service, der Textdokumente oder andere Ressourcen nach Schlüsselwörtern durchsucht und die Textstellen markiert. Zusammen dienen sie der Integration von Geometrien mit indirekten Raumbezügen, z.B. der Zuordnung von Textstellen zu Geometrieobjekten. Die „3G-Services“ können einzeln aufgerufen oder in einer Servicekette sinnvoll miteinander kombiniert werden [LOF1.0.3].

OGC Gazetteer-Services geben dem Client auf die Anforderung eines geographischen Namens eine Sammlung der bei ihnen gefundenen Einträge zurück. Diese enthalten nicht nur Geometrien, sondern optional auch Synonyme sowie Verweise auf geographisch oder funktional über- oder untergeordnete Einheiten. Der User kann damit eine Suche z.B. erweitern oder eingrenzen oder evtl. auch in einem hierarchischen Baum blättern.

OGC Gazetteer-Services sind weniger Selbstzweck als Teil eines Workflows. Jeder Gazetteer-Eintrag hat entweder eine geographische Position oder einen Extent, die z.B. an einen Map Service für die Definition eines Ausschnittes weitergereicht werden können. Der Einbau von Gazetteer-Services in Service-Ketten dient z.B. dazu, im Anschluß an eine Geocodierung mit den resultierenden Identifiers verknüpfte oder synonyme Features aufzufinden oder dem Anwender eine Auswahl gleichnamiger Features zu bieten [Gazetteer]. Ein Beispiel eines Gazetteer-Services ist der Esri Place-Finder-Service im Geography Network (<http://www.geographynetwork.com/webservices/index.html>); auf das Suchwort „Hamburg“ liefert er 59 näher verschiedene Orte zurück.

Geocoder haben mit Gazetteer-Services gemeinsam, dass sie auf eine Ortsbeschreibung eine Geometrie zurückgeben. Auch sie sind spezialisierte Web Feature Server. Anders als Gazetteer-Services können sie aber Mengen gleichartig strukturierter Objekte – z.B. eine Reihe von Adressen – über ein Request geocodieren oder für Einzelanfragen unscharfe bis scharfe Filter definieren. Anders als Gazetteer-

Services geben sie nicht nur Geometrien zurück, sondern auch eine auf den ausgewählten Geocodierungstyp standardisierte Form der Feature-Attribute. Damit eignen sich Geocoder Services auch z.B für Verifizierungen ohne Geometrieauswertung oder für die Standardisierung von Ortsbeschreibungen am Anfang einer Servicekette. Ebenso wie bei Gazetteer-Services können die zurückgelieferten Koordinaten z.B. für den Anzeigebereich einer WMS-Map verwendet werden.

Geoparser sind Wortsuchmaschinen. Sie durchsuchen ein Dokument nach Stichwörtern und benutzen dafür ein oder mehrere Vokabulare, die vor der eigentlichen Suche am Server registriert werden müssen und einen räumlichen oder fachlichen Geltungsbereich haben können. Die OpenGIS-Geoparser Services benutzen die Requests des Web Feature Servers in spezieller Form für die Suche nach geographischen Namen (PlaceNames) oder Zeitstempeln (DateTimes). Das Ergebnis ist eine Sammlung der gefundenen Schlüsselwörter mit Zeigern auf die gefundenen Textstellen, einer Qualitätsangabe und einer Referenz auf das Vokabular, ggf. zusammen mit dem räumlichen Geltungsbereich der gesamten Suche [GeoP071], [LOF1.0.3].

6.3.3. Portrayal Services

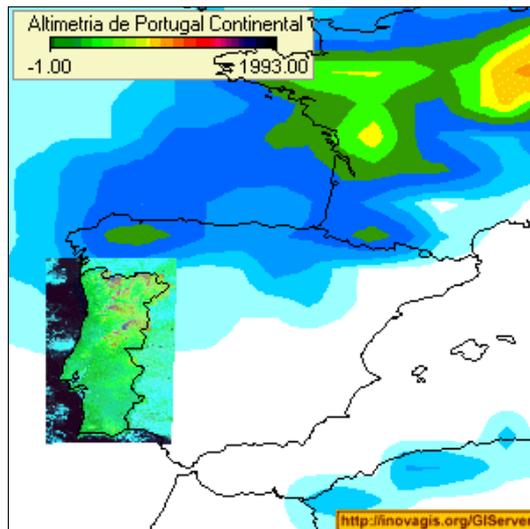
Portrayal Services stellen Visualisierungen bereit.

Mapservices

Ein WMS-Mapserver gibt auf Anfrage eines html-Clients eine Map, d.h. eine vorbereitete Visualisierung der angeforderten Layer zurück. Dies kann – je nach Anforderung und Angebot - ein pixelbasiertes Bild z.B. im Format gif, jpeg oder png oder eine vektorbasierte Graphic z.B. im SVG-Format sein. Da einige dieser Formate auch einen transparenten Hintergrund zulassen, kann ein Client Bilder von verschiedenen Mapservern übereinanderlegen und sich so aus verschiedenen, verteilt liegenden Datenquellen eine Karte generieren. Die Gestaltungsmöglichkeit beschränkt sich bei einem einfachen WMS auf die Auswahl vordefinierter Styles.

Optional kann der User auch per Mausclick in das Kartenbild Attribute zum nächstgelegenen Objekt abfragen. Er kann mit einem WMS jedoch nicht Objekte suchen, analysieren, exportieren und verarbeiten [WMS1.1.1], [WMS NTS].

Web Mapping Services können geschachtelt werden. Ein kaskadierender Web Map Service kann auf andere WMS zurückgreifen und das dort verfügbare Layer-Angebot ebenso wie die Antwortbilder an den Client weiterreichen. Dabei übernimmt ein kaskadierender Web Map Server häufig zusätzliche Aufgaben wie z.B. die Koordinatentransformation oder Formatumwandlung.



```

REQUEST=GETMAP
LAYERS=
GLOBE2.RPRAIN,
BLEND(PORTUGAL.ALT_2500,
RGB (PORTUGAL.NOAA.BAND1,
PORTUGAL.NOAA.BAND2,
PORTUGAL.NOAA.BAND3)),
TERRA.BORDERS

SRS=EPSG:4326
WIDTH=300
HEIGHT=300
FORMAT=GIF
STYLES=REFERENCE,LEGHZ_C,M
AX300,MAX300,MAX300,DEFAULT
TIME=2000-07-10
BBOX=-11,34,5,50

```

Abbildung 11: Als Antwort auf ein einziges GetMap-Request kombiniert der kaskadierende Mapserver Layer aus drei zuliefernden WMS. Quelle: INOVAGIS WMS-Tutorial, <http://www.inovagis.org/giserver/tutorial/cascading.htm>, 30.01.2003.

Mehr Gestaltungsmöglichkeiten hat ein User über einen Web Mapping Server mit Styled Layer Descriptor-Funktionalität (WMS mit SLD). Ein Styled Layer Descriptor ist eine speicherbare Vorschrift zur Definition und Darstellung von Layern, die der so ausgestattete Mapservice mit der gewünschten Visualisierung als Bild beantwortet. Anders als ein einfacher WMS kann die vom Benutzer generierte Layerdefinition auf beliebige externe Datenquellen zurückgreifen, vorausgesetzt, sie sind über einen Web Feature Service oder Web Coverage Service (s.u.) über das Internet verfügbar.

Potenziell gibt das dem Anwender die Möglichkeit, sich aus den zugänglichen Datenbeständen die gewünschten Vektor- oder Rasterdaten nach eigenem Gusto herauszulesen und darzustellen. Da er die Generierung des XML-Requests aber nicht selbst schreiben kann, braucht er eine Client-Applikation, die das für ihn erledigt. Ein WMS mit SLD kann daher wie eine Desktop-GIS-Applikation eine voll flexible Mapping-Maschine sein, die jedoch über das Internet auf externe Datenbestände zugreifen kann. Zwischen dieser vollen Flexibilität auf der einen Seite und einem vordefinierten Layerangebot eines WMS ohne SLD auf der anderen Seite sind alle Zwischenformen machbar [SLD1.0.0]. Symbole und Darstellungsregeln (Styles) können über Style Management Services auch aus externen, bekannten oder über Katalogsysteme aufzufindenden Bibliotheken bezogen werden [SMS0.0.9].

In einem **Web Map Context** Document (WMC) – ebenfalls eine XML-Datei – können alle Einstellungen gespeichert und transportiert werden, die ein WMS-Client benötigt, um die Layerliste mit ihren aktuellen Einstellungen wiederherzustellen und von einem WMS ein wiederholbares Bild abzurufen.

Web Terrain Server

Web Terrain Server (WTS) geben 3D-Visualisierungen der angeforderten Layer zurück. Wie bei WMS-Services können bei entsprechendem Serviceangebot mehrere Layer in benutzerdefinierbaren Darstellungen angefordert werden. Der User definiert den Blickwinkel und Ausschnitt über verschiedene Parameter und erhält eine 3D-Sicht als Bild oder Vektorgraphik zurück [WTS0.3.2].

Coverage Portrayal Services

Coverage Portrayal Services (CPS) generieren Kartenbilder aus Coverages, d.h. aus Zuordnungen von Werten zu Raumeinheiten. Wie Map Services übergeben sie Bilder, allerdings muss der User die Möglichkeit haben, die Art der Visualisierung – z.B. die Klassifikation - zu bestimmen.

6.3.4. Data Services

Data Services ermöglichen den Zugriff auf Daten in Datenbanksystemen und Repositories.

Web Coverage Server

Web Coverage Server geben auf Anforderung eine Coverage-Datei zurück, d.h. eine Zuordnung von Wertemengen zu Raumeinheiten. Vorerst ist dies nur ein Simple Coverage, das auf einem regelmäßigen Grid beruht. In der Praxis sind das pixelbasierte thematische Rasterkarten, Luft- und Satellitenbilder, Geländemodelle oder andere Wertoberflächen. In der Anforderung können der räumliche Bereich und die Auflösung des Coverages spezifiziert werden; die angeforderten Wertemengen sind durch weitere Parameter eingrenzbar. Die Antwort eines Web Coverage Servers enthält immer nur einen Coverage-Layer, aber das übersandte Coverage kann mehrere Wertemengen (Dimensionen, Farbkanäle) enthalten. Als Übergabeformate kommen gängige Rasterformate in Frage. Die übergebenen Coverages werden durch einen Coverage Portrayal Service visualisiert oder gehen in Simulationsmodelle ein [WCS0.7]. Die Spezifikation ist noch in der Diskussion.

Web Coverage Services ermöglichen den Zugang zu nicht georeferenzierten Rohbildern aus der Fernerkundung. Für die Abfrage von georeferenzierten Fernerkundungsbildern sind Image Archive Services zuständig.

Web Feature Server

Ein Web Feature Server übergibt aus seinem Datenspeicher an einen Client die von ihm angeforderte Datenmenge als GML-Datei. Der Anwender hat potenziell alle Möglichkeiten, den gewünschten Datenbestand über einen Filter räumlich oder thematisch zu definieren. Er erhält Daten zurück, die er visualisieren, analysieren oder in anderer Form weiterverarbeiten kann.

Zusätzlich bieten Transaction Web Feature Server die Möglichkeit der Dateneditierung. Der Anwender kann also neue oder geänderte Datenobjekte oder Löschbefehle zurücksenden. Für die Dauer der Transaktion sorgt der Web Feature Server für eine Sperrung der Datensätze im Datenspeicher, dafür wird eine vorbereitende Kommunikation zwischen Clientapplikation und Server notwendig.

Sensor Web Services

Sensor Collection Services (SCS) dienen der Übergabe von Messwerten von Sensoren. User können bekannte Sensor Collection Services direkt adressieren, ihr Angebot abfragen und auf Basis der verfügbaren Messreihen über ihren Client eine zeit- und ortsgebundene Abfrage definieren. Alternativ können Abfragewünsche („gib mir alle Wasserstände aus Zeitraum x im Gebiet y“) an unbekannte SCS auch über einen **Sensor Planning Service** (SPS) verarbeitet und weiterverteilt werden [OWS1.2 RFQ Annex B], [ICMS0.1.18]. Die Spezifikationsentwürfe sind noch nicht öffentlich verfügbar.

Image Archive Services

Image Archive Services sind für die Speicherung, Verwaltung und Bereitstellung von Bilddaten und zugehöriger Metainformation vorgesehen [OWS1.2 RFQ Annex B], aber eine Spezifikation ist noch nicht öffentlich zugänglich

6.3.5. Order Handling Services

Order Handling Services werden für die Abwicklung von Bestellungen und Lieferungen und die Abrechnung kostenpflichtiger Daten und Services benötigt.

Web Pricing and Ordering Service

Der Spezifikationsentwurf für einen Web Pricing & Ordering Service (WPOS) definiert Schnittstellen für die Anfrage nach verfügbaren Produkten und Preisen, für die Abfrage einer Preiskalkulation und für die Bestellung und Übergabe der gewünschten Leistung. Der Service ist gedacht für die Abrechnung des Bildausschnittes eines Web Map Servers oder der Datenlieferung von einem Web Feature-Server. Auch die kaskadierende Bestellung mehrerer Layer von verschiedenen Servern in einem Auftrag ist möglich. Der WPOS-Service verpackt die Anforderungen an WMS oder WFS in den Bestellvorgang, leitet sie an diese Server weiter und liefert das Gesamtergebnis zurück. Als Verpackung für den Austausch von Preisinformation, Kalkulationen und Bestellung wird ein spezifisches Kodierungsschema XCPF verwendet [WPOS].

Ein **Web Notifikation Service** (WNS) wird benötigt, wenn eine Bestellung nicht umgehend geliefert werden kann, wie dies z.B. bei der Lieferung von Fernerkundungsbildern aus großen Bildarchiven der Fall sein kann. Eine genauere Spezifikation ist noch nicht öffentlich verfügbar.

7. USECASES

7.1. Vorbemerkungen

Die vorgestellten Usecases mit verschiedenen Varianten sind Anwendungsbeispiele mit dem Ziel, die Breite der Möglichkeiten der OpenGIS Web Services zu verdeutlichen. Potentielle Aufgabenstellungen werden verwendet, um das Zusammenspiel der OpenGIS-Bausteine zu illustrieren und in jedem Usecase bestimmte Aspekte hervorzuheben. Die Sichten beschränken sich auf die Anwender- bzw. Consumerseite. Die entstehenden Architekturen sind nur eine Auswahl aus unzählig vielen Möglichkeiten. Andere Kombinationen und Arbeitsteilungen der OpenGIS-Bausteine sind in allen Szenarien möglich.

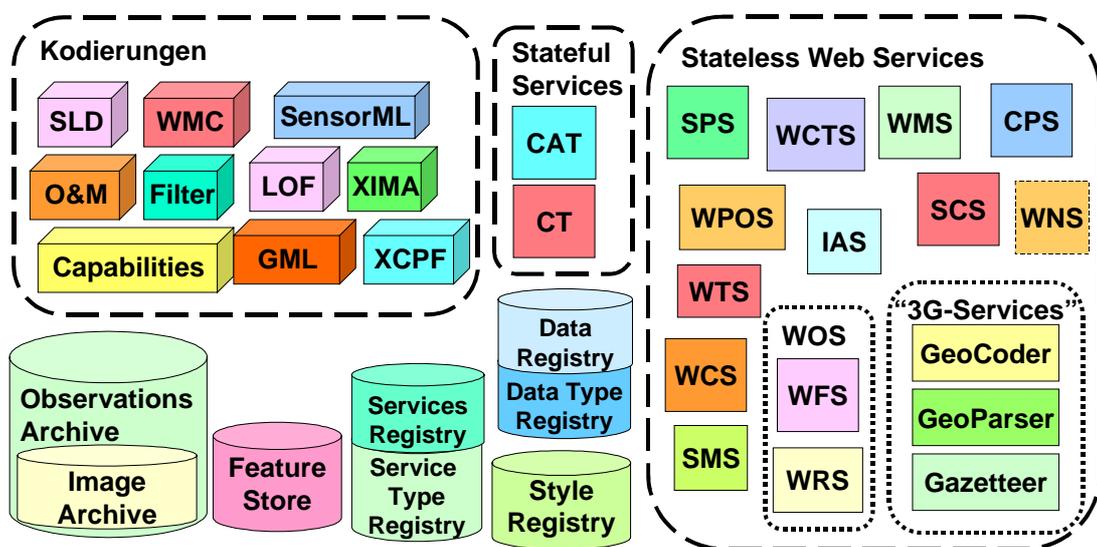


Abbildung 12: Bausteine aus dem OpenGIS-Projekt (ohne LBS-Bausteine).

Die Usecases sind rein fiktiv, d.h. sie postulieren Komponenten wie z.B. konkrete Serviceangebote von Institutionen, die zu einem großen Teil noch nicht existieren oder – wie der Landesdatenserver NRW – gerade im Aufbau sind. Der Begriff „Kommunen“ bzw. „kommunal“ schließt hier kommunale Eigenbetriebe wie z.B. Abwasserentsorgungsbetriebe und Kreisverwaltungen ein.

7.1.1. Ein Wort zu den Clients

In den folgenden Usecases geht es um die prinzipiellen Möglichkeiten der OpenGIS Web Services, nicht um konkrete Architekturen. Die Client-Seite wird deshalb hier stark vereinfacht dargestellt, hebt notwendige Aspekte heraus und lehnt sich dabei nach Möglichkeit an die funktionelle Klassifikation im OpenGIS Services Framework der OWS1.2-Architektur [OWS1.2 RFQ Annex B] an.

In der Definition des OpenGIS ServiceFramework zur OWS1.2 Initiative ist ein Application Client eine beliebige Softwarekomponente, die der User bedient und die

einen Service auslöst, der die Benutzeranforderung erfüllt [OWS1.2 RFQ Annex B]. Application Clients können als „Thick Clients“ eigenständige Applikationen sein oder von Application Servern bezogene und in andere Applikationen eingebettete Funktionalität (Applets, Plug-Ins). Ganz „dünne“ Clients sind z.B. Browser, die zusätzliche Funktionalität on-the-fly von serverseitigen Viewer Generators erhalten⁷. Entscheidend ist, dass die Client-Komponente ein gültiges OpenGIS-Request korrekt übergeben und die Serverantwort entweder verarbeiten oder weiterreichen kann.

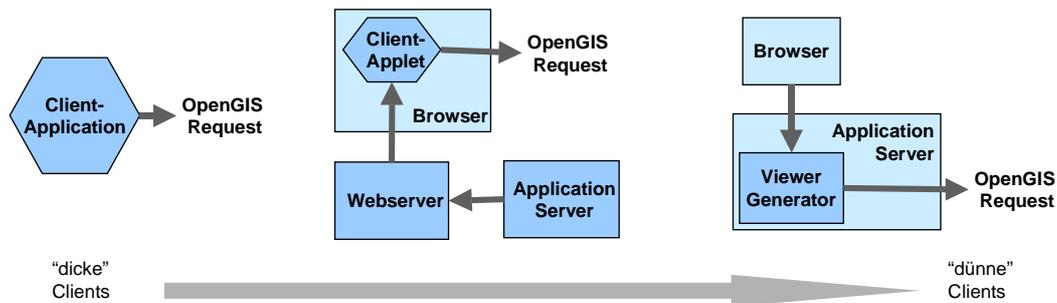


Abbildung 13: Zwischen eigenständigen Client-Applikationen und vollständig vom Server gelieferter Client-Funktionalität gibt es viele Übergangsformen.

7.1.2. Service Chaining

Kompliziertere Architekturen erfordern manchmal mehrere Services, um benötigte Daten in der gewünschten Form zu präsentieren. An Datenzugriff und Präsentation sind meist bereits zwei Services beteiligt; häufig werden in der Realität auch noch Koordinatentransformationen notwendig werden⁸. Für die Verkettung von Services gibt es mehrere Möglichkeiten der Implementierung. Eine Einteilung der Möglichkeiten nach ihrer Transparenz für den Client bzw. User wird in der OGC Service Architektur gegeben [Topic12]. Alameh erläutert die technischen Möglichkeiten etwas anders [ALAMEH2001]:

- a) Alle Requests werden ineinander geschachtelt, und schalenweise ausgepackt, weitergereicht, ausgeführt, wieder eingepackt und zurückgegeben. So funktioniert z.B. die Präsentation von Geometrien aus einem Web Feature Server über einen Web Map Server (vgl. Usecase 1).
- b) Der Client fragt alle Services nacheinander ab und übergibt das Ergebnis selbst an den nächsten Service (Transparent Chaining). Dies erfordert entweder Useraktivitäten oder einen intelligenten Client. Ein Beispiel ist die Suche nach einem Datenservice in einem Katalog (Registry) und anschließendes Aufrufen des Services
- c) Der Client beauftragt einen Service Chaining Service mit der Verwaltung der Servicekette. Je nachdem, ob der Client oder User im Verlauf der Abarbeitung ein-

⁷ Viewer Generator-Clients sind z.B. der Geodata Browser von Cubewerx und der HTML-Client des ArcInternet Mapservers von ESRI.

⁸ ggf. notwendige Koordinatentransformationen wurden aus Gründen der Übersichtlichkeit nicht in allen Usecases oder Varianten dargestellt.

greifen kann oder nicht, ist dies eine halb transparente (translucent) oder verborgene (opaque) Servicekette. Ein „Service Chaining Service“ oder „Modeling Service“ wird in verschiedenen OpenGIS-Dokumenten immer wieder postuliert (z.B. in [OWS1.2 RFQ Annex B] oder [COX 2002], ein Spezifikationsentwurf steht aber noch aus.

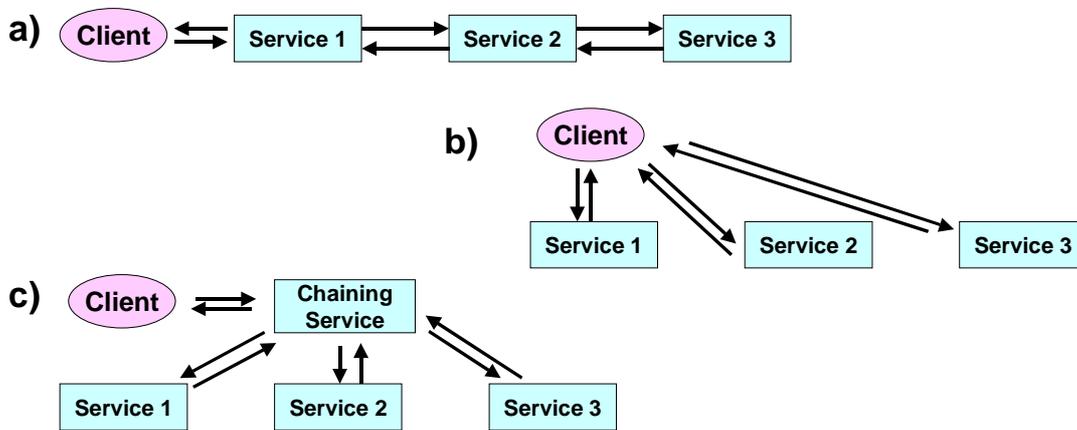


Abbildung 14: Drei prinzipielle Möglichkeiten, Servicefunktionalität hintereinander ausführen zu lassen. Nach [ALAMEH2001], vereinfacht.

Die 3 Möglichkeiten sind kombinierbar (vgl. 7.1.3). Eine „verborgene“ Servicekette wurde z.B. in der Immobilienresearch-Funktion des Geoportals Bayern implementiert und als vielversprechende Möglichkeit bewertet ([Geoportal Bayern]); auch die Implementierungen des GDI-NRW-Projektes dürften im Rahmen der Billing-and-Pricing-Funktion Serviceketten beinhalten.

In den folgenden Usecases wird die Art der Implementierung ignoriert. Die Ausführungen und Beispiele beschränken sich darauf, das funktionale Zusammenspiel der Komponenten zu illustrieren.

7.1.3. Useraktivitäten und Client-Server-Operationen

Die Abbildungen in den folgenden Usecases illustrieren funktionale Architekturen. Die Verbindungspfeile zwischen Komponenten sind nicht immer gleichzusetzen mit einzelnen Operationen. Beispielsweise erfordert das Rückspeichern editierter Geometrie mehrere Request-Response-Paare zwischen Client und Server. Sie sind nur dann ausführlich dargestellt, wenn dies für einen speziellen Aspekt notwendig ist. In den Abbildungen werden Requests manchmal explizit benannt, um den funktionalen Aspekt eines Servicetyps zu verdeutlichen. In der Realität benötigt eine Operation ja häufig noch vorbereitende Requests z.B. für die Abfrage von Metainformation.

Ebenso sind die in Aktivitätsdiagrammen in Kurzform dargestellten Useraktivitäten nicht gleichzusetzen mit Operationen des Clients. Eine Useraktivität kann eine ganze Folge von Client-Server-Kommunikationen auslösen, kann aber auch vom Client allein ausgeführte Operationen veranlassen, die keine OpenGIS-Interfaces benötigen (wobei

auch hier der Client funktional zu verstehen ist, also auch ein Application Service Client sein kann).

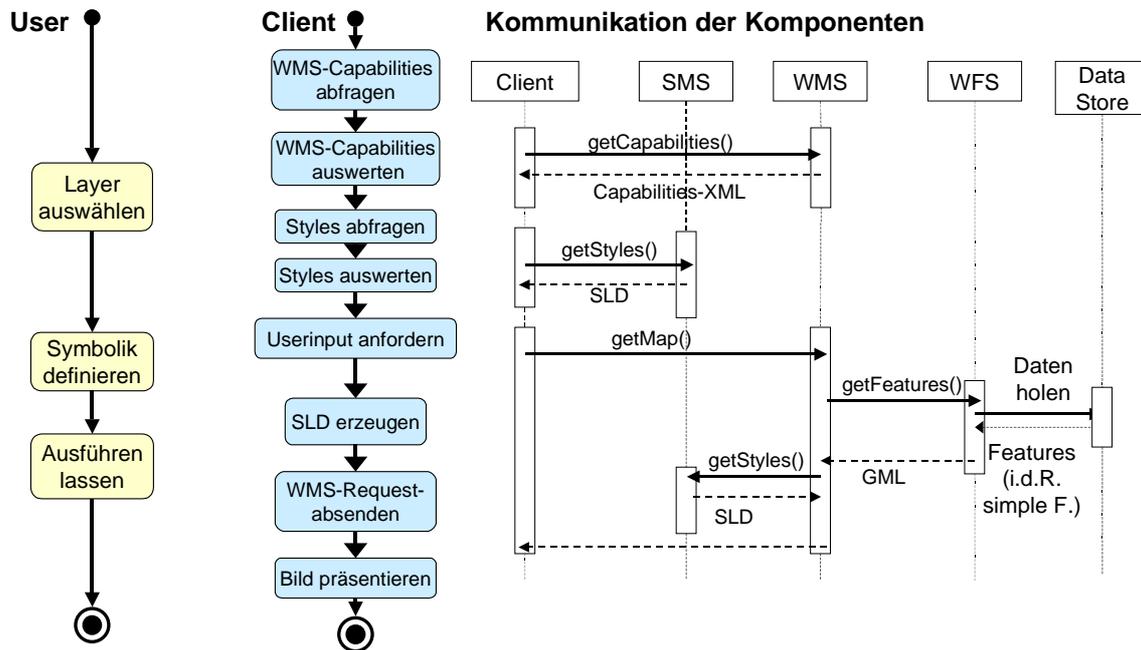


Abbildung 15: User-Aktivitäten (links), Client-Aktivitäten (Mitte) und Komponenten-Kommunikation (rechts) beim Einladen von Styled Features aus einem Web Feature Server. Sequenzdiagramm in Anlehnung an [ICMS0.1.18], aber verändert.

7.1.4. Erläuterungen zu den Abbildungen

Rechtecke in den Usecase-Abbildungen symbolisieren Softwarekomponenten, also Clients oder Server. Mit kleinen Quadrern werden Xml-kodierte Informationspakete visualisiert. Liegen sie auf einem Pfeil, dann werden sie mit einem Request versandt; Kodierungspakete unter einem Pfeil sind in einer Response enthalten. Verbindungspfeile repräsentieren nicht einzelne Datenflüsse im engeren Sinne, sondern Informationsflüsse zwischen Softwarekomponenten. Doppelpfeile und parallele gegenläufige Einzelpfeile sind gleichwertig. Enge Koppelungen von Servern an Datenspeicher werden als Linien ohne Pfeile dargestellt. Die Abbildungen folgen keiner Norm und rücken jeweils verschiedene Aspekte in den Vordergrund. Die Farbgebung dient nur der Ästhetik und hat keine Bedeutung.

7.2. Usecase 1: Erweitertes Web Mapping

Der Betrieb von Kanalsystemen ist in NRW Angelegenheit der Kommunen; die Kläranlagen und viele Regenbecken werden dagegen von den sondergesetzlichen Wasserverbänden betrieben. Die Kapazitätsplanung für das Kanalnetz einer Kläranlage ist ebenfalls Aufgabe des Wasserverbandes. Das Einzugsgebiet einer Kläranlage kann sich über mehrere Kommunen erstrecken; das Kanalsystem einer Kommune kann zu verschiedenen Klärwerken hinführen.

Das Szenario:

Herr X, Mitarbeiter im Wasserverband, möchte einen Übersichtsplan über das Einzugsgebiet von Klärwerk A im Massstab 1:25000 vor dem Hintergrund einer Topographischen Karte 1:25000 (TK25) erstellen. Das Einzugsgebiet erstreckt sich über Teile der Kommunen E und F. Herr X möchte Teileinzugsgebiete, Kanäle und Sonderbauwerke darstellen. Die Kanäle sollen nach ihrer Kanalart (Schmutz-, Regen-, Mischwasser) farblich differenziert, aber in beiden Kommunen gleich dargestellt werden. Entsprechend sollen Einzugsgebiete nach ihrem Status (Plan/Ist) und Sonderbauwerke nach Typ (Regenrückhaltebecken, Regenüberlaufbecken und Staauraumkanäle, Regenüberläufe und Pumpwerke) dargestellt werden.

Variante 1:

Herr X benutzt einen Web Browser und lädt sich die Bestandslayer für Kanalhaltungen und Schächte aus den Mapservices der beiden Kommunen und aus dem hauseigenen Mapservice ein. Die Layer sind in seinem Client entweder bereits fest vorgegeben, oder er kann Server anwählen und die dort angebotenen Layer auswählen. Aus dem eigenen Datenbestand kommt ein Layer mit dem Transportsammler. Das Kartenwerk der TK25 kommt vom Landesdatenserver.

Je nach Art seiner Client-Anwendung kann Herr X aus vordefinierten Layern auswählen oder muss er selbst die vier verschiedenen Server anwählen. Da Herr X nicht Privatanwender ist, sondern in einer Institution mit eigenem Mapservice arbeitet, wird sein Map Viewer ihm vermutlich eine Auswahl von Favoriten bieten.

Voraussetzung für diese Variante ist, dass der Wasserverband, die beiden Kommunen und das Land NRW je einen WMS-fähigen Mapservice betreiben. Die Mapservices bieten den Kanalbestand in Layern mit Schächten, Haltungen und Einzugsgebieten und einen weiteren Layer mit Sonderbauwerken als Punktobjekte an. Herr X oder der Client kennen die URL der Mapservices. Wenn die Client-Applikation die Bilder nicht umprojizieren kann, müssen die Mapservices ihre Bilder im gewünschten Koordinatensystem bereitstellen können. Der Datenstrom ist kleiner, wenn die Kanalbestandslayer im SVG-Format übergeben werden, dann muss der Client SVG-Rendering-Funktionalität besitzen, z.B. über ein SVG-Plug-In.

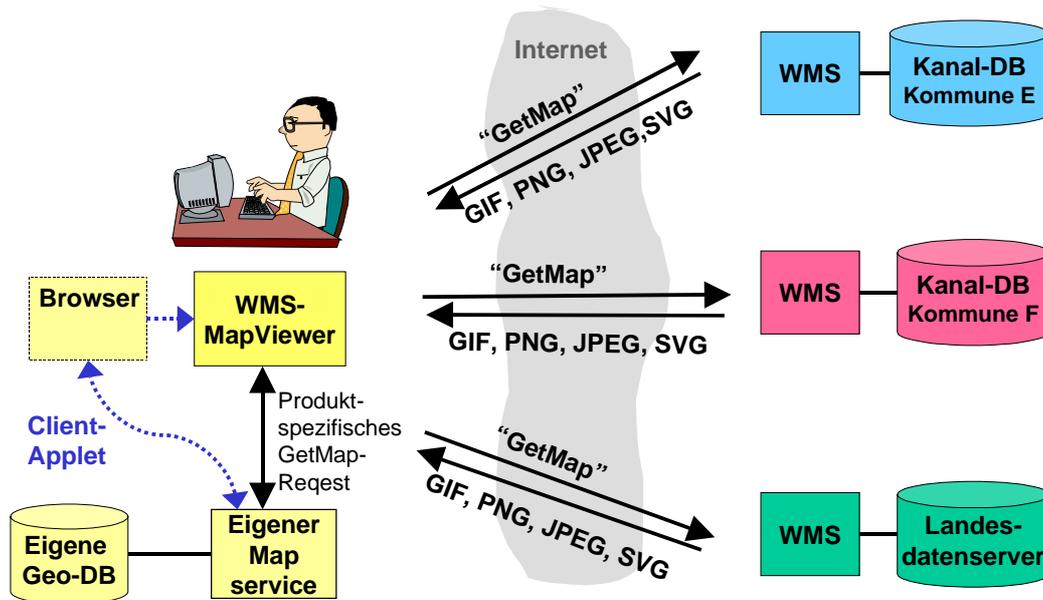


Abbildung 16: Einfache WMS-Architektur für den institutionellen Anwender. Der Client erhält seine Funktionalität als Applet oder Servlet vom eigenen Mapservice.

Als Ergebnis erhält Herr X eine Karte, in der idealerweise alle drei Layer korrekt übereinandergelagert und transparent geschaltet wurden. Herr X ist aber gar nicht zufrieden, denn

- die vier Layer sind alle in Farbe, Linienstil und Strichstärke unterschiedlich, und er hat keine einheitliche Darstellung seines Themas,
- die Layer zeigen auch Objekte, die nicht mehr zu “seiner” Kläranlage gehören,
- die vier Layer sind unterschiedlich beschriftet,
- es werden alle Kanäle in allen Einzugsgebieten dargestellt, dabei interessiert er sich nur für die Ausleitungen aus den Einzugsgebieten,
- der Sonderbauwerke-Layer aus Kommune E enthält Pumpwerke, der aus Kommune F nicht.

Ein homogener Übersichtsplan lässt sich mit pixelbasierten Map Services nur herstellen, wenn alle vier Beteiligten sich auf gemeinsame Darstellungsoptionen einlassen.

Variante 2:

Wenn die Adressen der Server im ersten Beispiel dem Client bekannt waren, merkt Herr X vielleicht gar nicht, dass bei dieser Variante etwas anders ist, denn seine Client-Anwendung bietet ihm dann die gleichen Layer an. Tatsächlich fragt sein Client aber mit nur einem GetMap-Request nur **einen** Mapservice an, der als “kaskadierender Mapservice” die Bilder von den drei anderen Mapservices zusammenfügt und weiterreicht. Von Vorteil ist das insbesondere dann, wenn der kaskadierende Mapservice weitere Aufgaben wahrnehmen soll, wie beispielsweise die Layerordnung optimieren, SVG-Format in Pixelbilder umwandeln oder die Projektion ändern. Das Ergebnis sieht für Herr X gleich aus. Seine Probleme sind damit noch nicht gelöst.

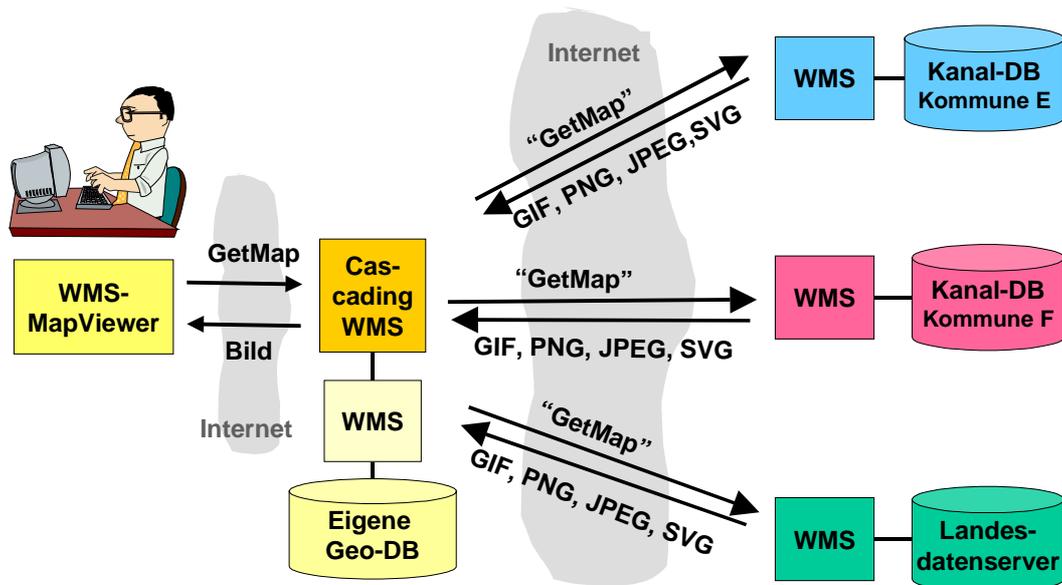


Abbildung 17: WMS-Architektur mit kaskadierendem Mapservice

Variante 3:

In dieser Variante stellen die beiden Kommunen und der Wasserverband ihre Daten in Web Feature-Services bereit. Der Wasserverband betreibt einen Web Map Service mit Styled Layer Descriptor-Funktionalität (WMS mit SLD). Herr X muss in seiner Client-Applikation die Objekte für die gewünschten Layer definieren:

- Kanalhaltungen, Einzugsgebiete und Sonderbauwerke aus Kommunen E und F,
- davon nur Objekte im Einzugsgebiet des Klärwerks Y,
- nur Kanäle vom Typ Verbindungskanal.

Ausserdem definiert er Strichstärke, Strichfarbe, Strichstil und Beschriftung. Natürlich macht er das nicht alles von Hand, sondern seine Client-Applikation stellt ihm dafür entsprechende Formulare zur Verfügung. Die Client-Applikation generiert daraus einen Styled Layer Descriptor (SLD), ein XML-Dokument mit Layerdefinitionen und Zeichenvorschriften, das mit dem GetMap-Request an den ausführenden Mapserver gesandt wird. Der Mapserver wertet den SLD aus, sendet GetFeature-Requests an die Web Feature Server, erhält GML-Objekte zurück und stellt sie wie gefordert dar.

Wenn die Voraussetzungen in der Datenstruktur der Kommunen E und F vergleichbar waren, dann hat Herr X eine gute Chance, die gewünschten Objekte aus den beiden Kommunen und dem eigenen Service in einheitlicher Weise dargestellt zu bekommen. Der Mapservice kann ihm dazu auch eine Legende generieren. Nach dem bisherigen Stand der Spezifikationen ist es allerdings nicht möglich, die Datenströme aus beiden kommunalen WFS in einen Layer zu vereinen. Wenn der Mapservice ein kaskadierender Mapservice ist, kann er auch die Hintergrundkarte von der Landesvermessung mit darstellen, sonst muss die Clientkomponente dafür sorgen.

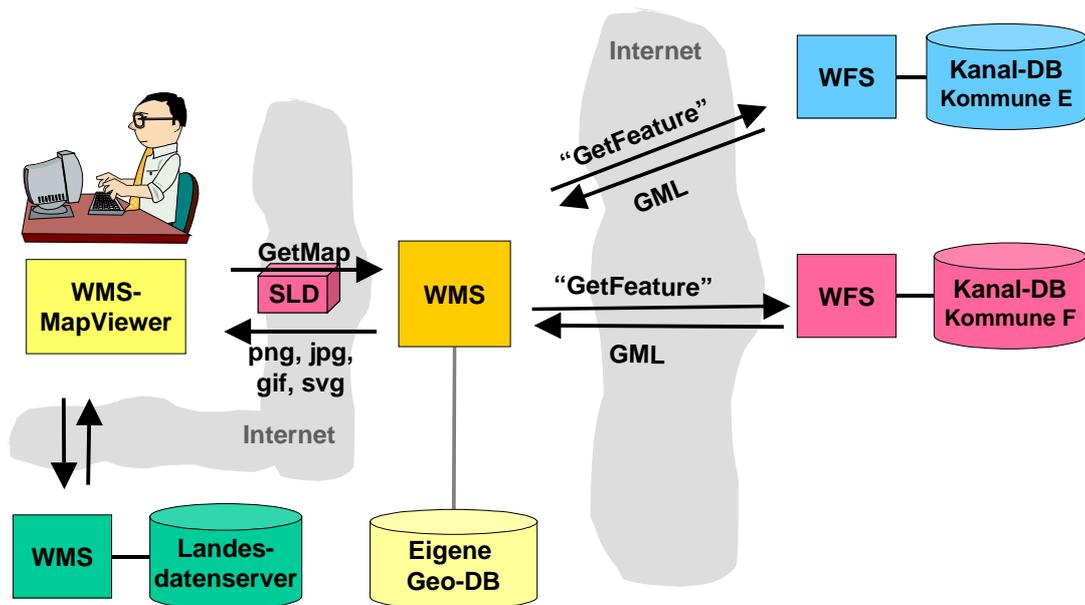


Abbildung 18: Ein dem GetMap-Request zugefügtes SLD-Paket definiert Layer und Darstellungsvorschriften für die Visualisierung im Map Service

Herr X ist schon einigermaßen zufrieden, sein Plan sieht gut aus. Nur die gelieferte Legende ist nicht optimal, weil sie die Layer Kanal, Sonderbauwerke und Einzugsgebiete für jede Kommune getrennt auflistet. Wenn man genau hinsieht, sind die Farben auch nicht ganz einheitlich.

Es ist Feierabend und Herr X möchte seine Karte morgen nicht neu zusammenstellen. Das ist für ihn kein Problem, denn er speichert alle Informationen zu Services, URLs, Layern und Styles in einem Web Map Context-Dokument ab. Seine Applikation kann dann morgen früh den gleichen Zustand wieder abrufen.

Die Zeichenvorschriften würde sich Herr X auch gerne sparen. Sind doch die Darstellungen für Kanalnetzübersichtspläne ohnehin ziemlich genormt. Deshalb würde er auch gerne die genormten DIN-Symbole verwenden.

Variante 4

Kommunen und Wasserverbände haben sich auf genormte Zeichenvorschriften geeinigt und eine Symbolbibliothek, eine Style Library⁹, aufgebaut. Herr X hat es einfacher, er muss nur noch z.B. den Stil "Regenwasserkanal Freispiegel" auswählen statt ihn als "gestrichelte Linie mit Richtungspfeil, blau, Strichstärke 2" zusammenzustellen. Möglicherweise sind auch die Layerdefinitionen für ihn als Anwender längst als Layer "Kanäle Übersicht Kommune E" und "Kanäle Übersicht Kommune F" mitsamt Darstellungsoption in einem Themenmanager aufrufbar:

⁹ Die StyleLibrary kann über einen Style Management Service verwaltet werden, vgl. Usecase6.

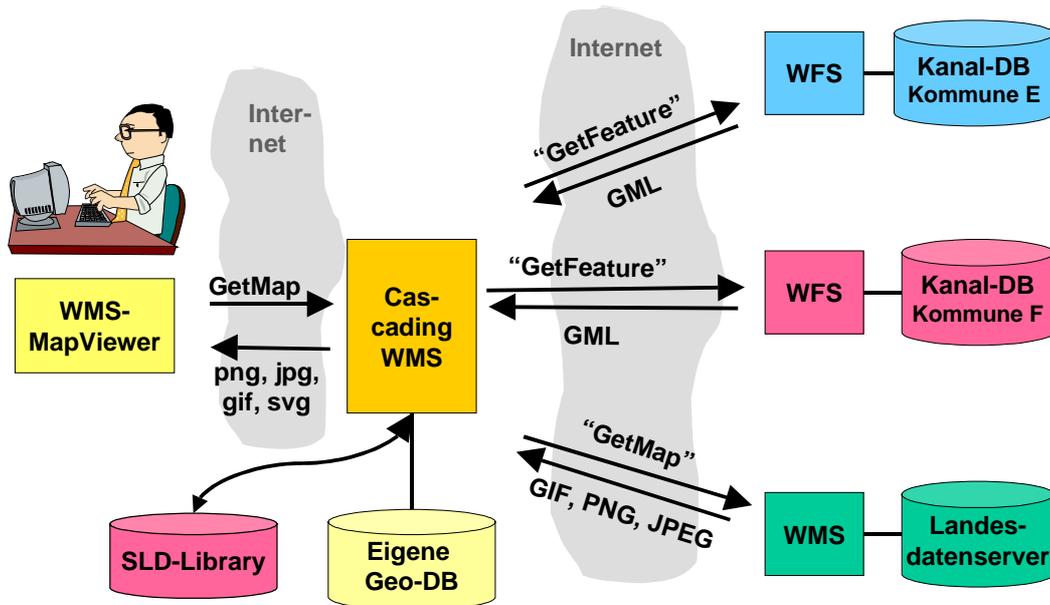


Abbildung 19: Speicherung von Layerdefinitionen mit ihrer Darstellung in SLD-Libraries.

Variante 5:

Eine Erschwernis kommt hinzu, wenn Kommunen E und F in verschiedenen Koordinatensystemen arbeiten. Das ist nicht unwahrscheinlich, denn Nordrhein-Westfalen erstreckt sich über die Gauss-Krüger-Streifen 2 und 3. Auch für dieses Problem gibt es mehrere Lösungsmöglichkeiten; die Transformation der Geometrien aus den WFS oder Umprojektion der Bilder kann an mehreren Stellen im System geschehen: Der auf die Web Feature Server zurückgreifende Mapservice kann z.B. über einen Web Coordinate Transformation Service die GML-Daten transformieren, bevor er das Bild generiert. Die Landesvermessung wird dagegen sicherlich einen lokal verfügbaren Koordinatentransformationsservice ansprechen.

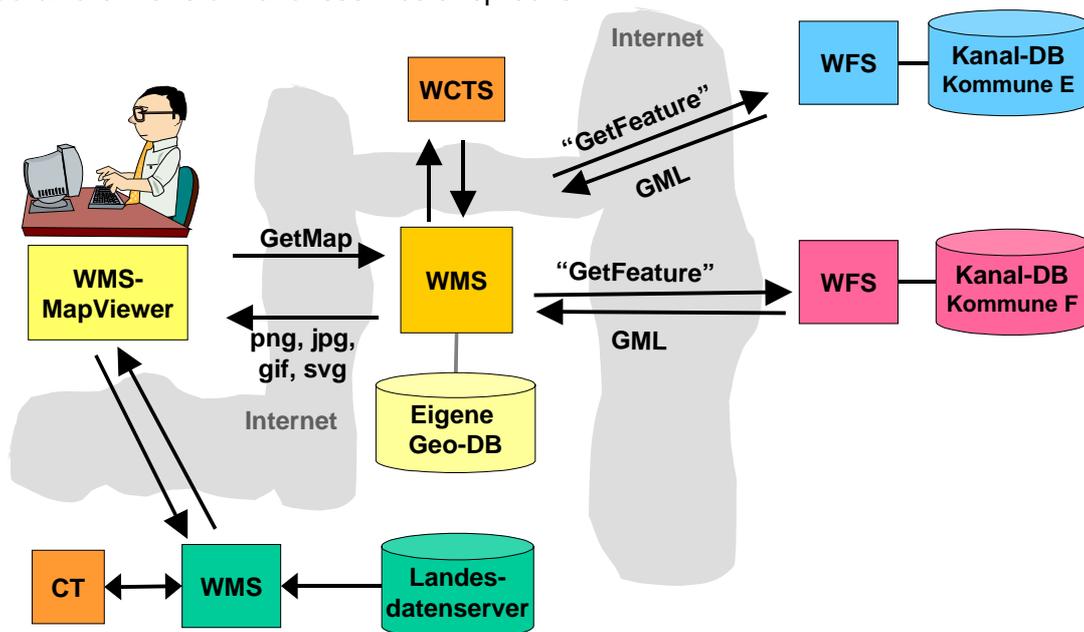


Abbildung 20: Koordinatentransformation kann an verschiedenen Stellen geschehen.

Variante 6:

Das Anliegen von Herrn X - Generierung von Übersichtsdarstellungen des Kanalsystems aus Kanaldatenbanken nach bestimmten Selektionskriterien und in genormter Zeichenvorschrift – ist in dieser Variante als häufig nachgefragte Aufgabe in einen fachspezifischen Webservice verwandelt worden. Herr X gibt nur noch an, welches Klärwerk, welche Objektarten und welchen Maßstab er haben möchte und erhält sein Bild in genormter Darstellung. Der Service ermittelt die zuliefernden WFS über ein Serviceregister, fragt die Objekttypen nach den teils vordefinierten, teils von Herrn X ergänzten Selektionskriterien an, fügt die Objektmengen zusammen und stellt sie in ebenfalls vordefinierten Zeichnungsstilen aus einer Style Library dar.

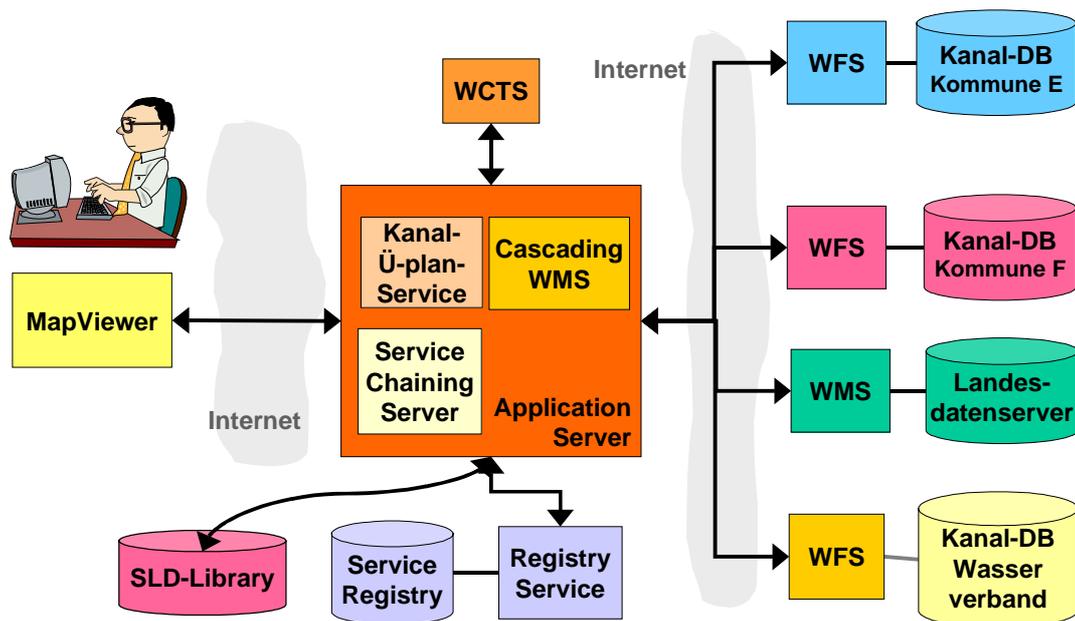


Abbildung 21: Die Aufgabenstellung von Herrn X läßt sich in einem fachspezifischen Service für die Generierung von Übersichtsplänen standardisieren.

Diese Variante setzt nicht nur voraus, dass die beteiligten Institutionen ihre Objekte über Web Feature Server verfügbar machen. Sehr viel Kooperation ist gefordert, damit alle beteiligten Kanaldatenbanken die Selektionskriterien richtig erfüllen können. Der Register Service dient der Suche nach Web Feature Servern oder dem Einholen aktueller Information über die beteiligten Services. Ein Register Service ist nicht zwingend erforderlich, wenn die beteiligten WFS dem Kanal-Ü-Plan-Service fest bekannt sind, kann aber die Pflege des fachlichen Services erleichtern, indem Versions- und Adressänderungen automatisch weitergegeben werden.

Diskussion:

In den Varianten 1-6 sind nur einige Möglichkeiten des Zusammenspiels verschiedener Servicekomponenten skizziert. Das Repertoire an Grundbausteinen ist eigentlich klein: Ein Web Mapping Server generiert ein Bild. Verfügt er zusätzlich über Styled Layer Descriptor-Funktionalität, dann kann eine Element-Selektionsmenge aus einem Web Feature Server definiert und mit einer Darstellungsoption versehen werden, die der

WMS realisiert. Eine Layerdefinition mit Zeichenvorschrift, ein SLD, kann lokal gespeichert, an einen Service versandt oder in Libraries abgelegt werden. Koordinatentransformation kann über Web Services oder lokal geschehen. Ein Web Map Context- Dokument enthält alle notwendige Information zur Wiederherstellung eines Mapservice-Bilds und kann ebenfalls lokal gespeichert oder versandt werden.

Ein Blick auf die Kanalnetze der Nachbarn bzw. Partner ist mit Sicherheit in der Planungsroutine von Vorteil. Größtes Hindernis dürfte die noch weit verbreitete Weltentrennung zwischen GIS und Kanaldatenbanken sein. Vorbedingung ist die Bereitstellung von Kanaldaten in Web Feature Services oder die Visualisierung in Web Map Services durch die beteiligten Kommunen und den Wasserverband. Probleme sind in der Praxis bei der Koordinatentransformation, der Heterogenität von Beschriftung und Symbolik und bei der erfolgreichen Datenbankabfrage zu erwarten.

WMS-Funktionalität ohne SLD entsprechend der Variante 1 bieten inzwischen fast alle großen Softwarehersteller für ihre Produkte an. Das Einladen von Layern eines externen SICAD-WMS in den eigenen Viewer Client des ArcIMS von ESRI ist im Wupperverband bereits mit dem Mapservice der Stadt Wuppertal getestet worden. Layer der Stadt Wuppertal stehen im Viewer Client des Wupperverbandes wie die eigenen Themenlayer zur Verfügung. Die Ergebnisse des Praxistests wurden am 02.11.2002 der Öffentlichkeit vorgestellt [WV_021112], vgl. auch [Spies et al. 2001] und [Wille_Foerster 2001]. Die technischen Möglichkeiten einer WMS-SLD-WFS-Architektur dürften sicherlich innerhalb der nächsten 1-2 Jahre auch auf dem Level von Standardprodukten angekommen sein; von ESRI ist z.B. bereits ein WFS-Connector verfügbar.

Größere Schwierigkeiten sind auf der organisatorischen Ebene zu erwarten: Die freie Bereitstellung von Information ist keine Selbstverständlichkeit.

Ein großes Hindernis dürfte auch die ggf. notwendige Erweiterung der Datenbank-schemata sein. Die Datenbankstrukturen müssten so angepaßt werden, dass sie nicht nur eigene, sondern auch die Standard-Selektionskriterien der Partner erfüllen (z.B. Kanäle nach Klärwerkseinzugsgebiet, nach Kanalart, Wassertyp und Darstellungs-option im 25000er-Maßstab).

Je nach Variante gibt es hohen Abstimmungsbedarf bzgl. der Darstellung. Da Teile der kommunalen Netze in den Hoheitsgebieten verschiedener Wasserverbände liegen, müsste die Abstimmung über gemeinsame Darstellungsvarianten einen weiten Kreis regionaler Institutionen umfassen.

Das Problem "Pumpwerke in Kommune F nicht dabei" ist kein technisches Problem, sondern resultiert aus unterschiedlich gehandhabten Definitionen und Sichten. Ein "Netzwerk der Wasserwirtschaft" müsste sich auch damit auseinandersetzen.

Ein fachspezifischer Kanal-Übersichtsplan-Service ist dann sinnvoll, wenn es sich um eine häufig nachgefragte und standardisierbare Aufgabenstellung handelt, an der mehrere Beteiligte Institutionen ein Interesse haben. Sein Vorteil liegt darin, dass er – entsprechende Client-Architektur vorausgesetzt – von unbegrenzt vielen Fachanwendern genutzt werden könnte. Er benötigt allerdings ein hohes Maß an Kooperation und Abstimmung für den Aufbau des Systems und Investitionen insbesondere bei den Kommunen.

Alternativen:

Alternativ kann der Wasserverband die notwendigen Kanalstrecken für Übersichtspläne auch in seinem eigenen Geoinformationssystem halten und pflegen. Der Datenbestand muss dann in regelmäßigen Abständen mit den Kommunen abgeglichen oder aus Anlaß eines Projektes überprüft und ergänzt werden.

7.3. Usecase 2: Dezentrale Datenpflege mit Transaction Web Feature Server

Mit dem Wechsel der Perspektive von der Emissionssicht auf die Immissionssicht bekommen Einleitungsstellen an natürlichen Gewässern eine zunehmende Bedeutung. Die Einleitung in ein Gewässer ist eine Benutzung des Gewässers und bedarf einer Erlaubnis oder Bewilligung, die - je nach Einleitungsmenge – die Untere oder Obere Wasserbehörde erteilt. In Nordrhein-Westfalen werden Einleitungsbewilligungen in Zukunft abhängig sein von der bereits vorhandenen Belastung des Gewässers. Die Identifizierung und Lokalisierung von Einleitungsstellen ist daher von Interesse für alle Beteiligten der Wasserwirtschaft. Das Verzeichnis aller Wasserbenutzungen ist das Wasserbuch und wird in NRW bei den Bezirksregierungen geführt. Die Umstellung auf ein zentrales digitales Verzeichnis im Rahmen von WASGIS ist geplant [WRRL_NRW].

Viele nie aktenkundig gewordene Einleitungsstellen werden bei Begehungen ausfindig gemacht. Die Kommunen und Wasserverbände verfügen teilweise über solche Informationen. Die Betreiber von Regenrückhaltebecken, Regenüberlaufbecken und Klärwerken – Wasserverbände und Kommunen i.w.S - haben ihre eigenen Informationen zu den (im Wasserbuch ebenfalls geführten) Einleitungsstellen dieser Anlagen. Für unser Beispiel nehmen wir zunächst an, dass die Wasserverbände Datenbestände mit Einleitungsstellen jeder Art halten und pflegen und dass Kommune Y Mitglied in zwei Wasserverbänden ist.

Das Szenario:

Frau X in der Kommune Y hat in einer Geländebegehung auf ihrem Notebook festgestellt, dass eine Einleitungsstelle falsch platziert ist und möchte das richtig stellen.

Variante 1:

Nach Heimkehr in ihr Büro wählt Frau X in ihrem Viewer Client den Feature Server des zuständigen Wasserverbandes an, wählt die Layer "Gewässernetz" und "Einleitungsstellen" sowie eine Hintergrundkarte aus, setzt die Einleitungen in Editiermodus, verschiebt eine Einleitungsstelle an den richtigen Platz und speichert die Änderungen ab. Vielleicht muss sie sich dafür vorher mit einem Passwort anmelden.

Frau X braucht hierfür einen Viewer Client, der aus den gelieferten GML-Features eine graphische Visualisierung erzeugt, also einfache Desktop-Viewer-Funktionalität besitzt. Die Hintergrundkarte kann als Bild von einem Mapservice bezogen werden. Der Client muss Value-Add-Funktionalität besitzen, d.h. er muss die drei für eine Transaktion notwendigen Requests generieren können. Für die Platzierung von neuen Einleitungsstellen mit zusätzlicher Sachinformation muss der Viewer Client eine Tabellen- oder Formularansicht ermöglichen und die neuen oder geänderten Attribute mit dem Transaction-Result an den WFS senden.

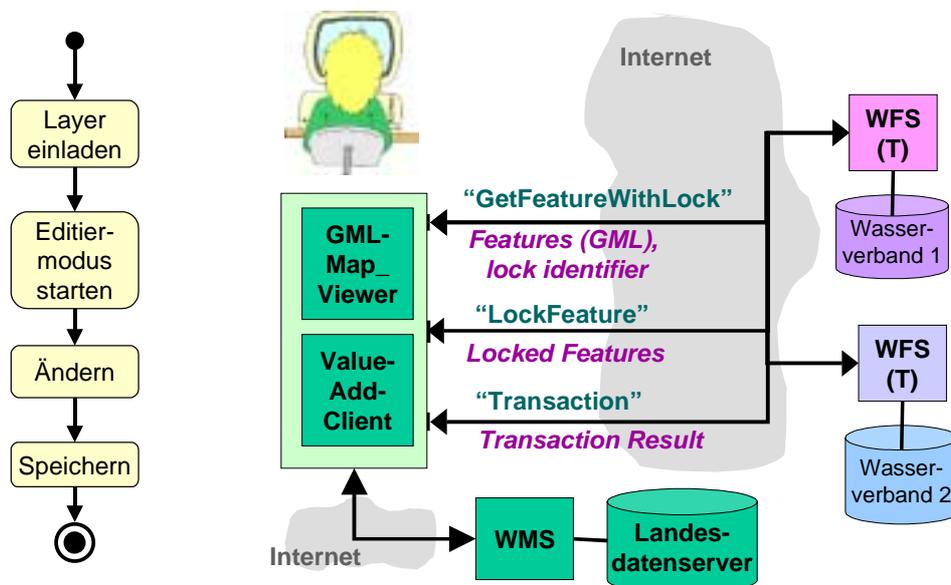


Abbildung 22: Frau X braucht einen Viewer, der GML auswerten kann und einen Value-Add-Client, der die Transaction-Requests beherrscht. Vor der Editierung werden die Objekte in der Datenbank für andere Modifikationen gesperrt.

Frau X ist kurzfristig zufriedengestellt, aber auf Dauer ist ihr das doch zu umständlich. Sie möchte sich nicht im Gelände Eintragungen auf Papier machen müssen, sondern die Verschiebung der Einleitungsstelle gleich vor Ort in ihrem Handheld vornehmen:

Variante 2:

Bevor Frau X ins Gelände fährt, aktualisiert sie den Datenbestand des zuständigen Wasserverbands in ihrem Notebook oder Handheld. Im Gelände startet sie ebenfalls eine Editier-Session, verschiebt die Einleitungsstelle und speichert ab. Zurück im Büro synchronisiert sie ihr mobiles Gerät wieder mit dem Netz.

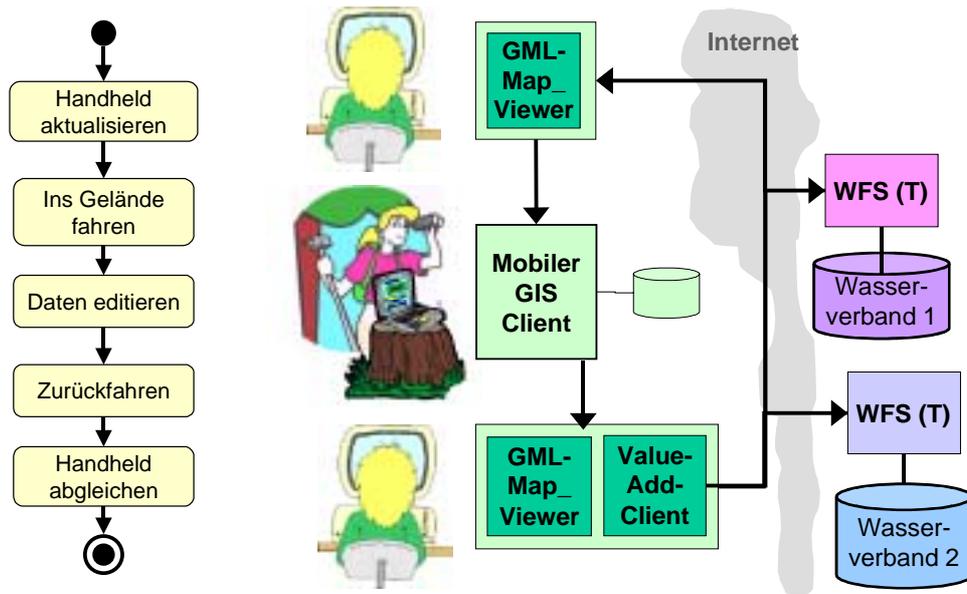


Abbildung 23: Ein nicht online arbeitendes mobiles Gerät muss nicht zwingend selbst OpenGIS-fähig sein. Editierungen werden hier nachträglich in den Datenbestand zurückgespielt.

In Variante 2 kann Frau X eine beliebige Anwendung auf ihrem mobilen Gerät benutzen; nur die Anwendung auf ihrem stationären Arbeitsplatz muss OpenGIS-Requests richtig generieren und in das Zielformat der mobilen Anwendung umwandeln können. Hintergrundkarten müssen dann auf dem mobilen Gerät vorgehalten werden.

Frau X findet das noch umständlich und würde lieber gleich im Gelände online arbeiten.

Variante 3:

Variante 3 erspart Frau X die Fahrten ins Büro. In diesem Fall muss die Applikation auf ihrem mobilen Gerät die richtigen OpenGIS-Schnittstellen aufweisen. Eventuell hat das Gerät einen GPS-Empfänger und die OpenGIS-Applikation kann aus den empfangenen Koordinaten ein Punktobjekt generieren. Ob sie auch die Hintergrundkarten direkt online bezieht, ist vor allem eine Frage der verfügbaren Übertragungsgeschwindigkeit.

Ganz zufrieden ist Frau X aber immer noch nicht, denn sie braucht immer viel Zeit, um in ihrem Handheld den richtigen Ausschnitt zu suchen. Und eigentlich, findet sie, dauert das Eintragen in die Karte viel zu lange. Wozu gibt es SMS-fähige und mit GPS-Empfängern ausgestattete Handies?

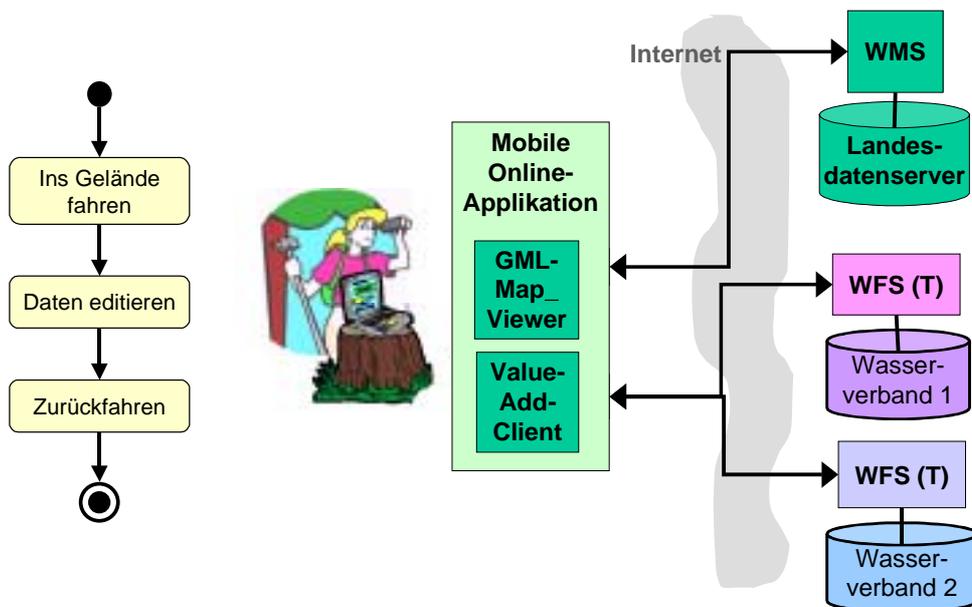


Abbildung 24: Ein mobiles online-Gerät kann über OpenGIS-Schnittstellen direkt mit OpenGIS-Services kommunizieren.

Variante 4:

Frau X benutzt nur noch ein Handy mit GPS-Empfänger und Digitalkamera. An jeder Einleitungsstelle verschickt sie eine SMS mit Lagekoordinaten und Bild an den zuständigen Wasserverband. So kommt sie schneller vorwärts. Im Wasserverband wird die SMS ausgewertet und eingepflegt.

Diese Variante (ohne Abbildung) benutzt Schnittstellen der Open Location Services. Die Entwicklung von XLS, des XML-Dialekts für den Versand von Features an Endgeräte der Telekommunikation, wird sicher in Zukunft auch den umgekehrten Weg und damit den direkten Datenfluss vom Handy in Datenbanken ermöglichen. Eine öffentlich verfügbare OpenGIS-Spezifikation dafür steht jedoch noch aus. Da OpenLS auch nicht Thema dieser Arbeit ist, wird diese Variante hier nicht weiter ausgeführt, zeigt aber einen weiteren Weg der Prozessoptimierung.

Die Varianten 1-3 verdeutlichen die technischen Möglichkeiten der Web Feature Server für die dezentrale Datenpflege im stationären und mobilen Bereich. Die technischen Lösungsmöglichkeiten werfen jedoch eine Reihe organisatorischer Fragen auf:

- a) Welche Institution ist am besten geeignet, um einen gemeinsamen Datenbestand an Einleitungsinformation zu halten und zu pflegen?
- b) Wer darf und soll die dezentrale Datenpflege übernehmen? Wie wird die Qualität der Information gewährleistet?
- c) Darf Frau X die Position einer Einleitungsstelle verändern, die jemand anders erzeugt hat?

- d) Woher weiß Frau X, dass ihre im Gelände beobachtete Einleitungsstelle die selbe ist, wie die im Datenbestand enthaltene, vom Kollegen Y in Wasserverband Z aus der Einleitungsgenehmigung über Rechts- und Hochwert erzeugte?
- e) In welchem Maßstab macht sie ihre Eintragungen? Welche Lagegenauigkeit ergibt sich daraus?
- f) Gibt es in der Datenbank topologische Regeln für die Einleitungsstelle, die einzuhalten sind? Soll z.B. eine Einleitungsstelle immer auf der Gewässerachse liegen? Wenn ja, welcher der verschiedenen Gewässerdatenbestände wird dafür benutzt?

Bisher gab es diese Fragen kaum. Erst die Möglichkeit, alle diese Einzelinformationen zusammenzuführen oder via Mapservices in ein Bild zusammenzuholen, läßt auch das Bedürfnis nach Widerspruchsfreiheit und Eindeutigkeit aufkommen.

Macht es beispielsweise Sinn, alle genehmigten Einleitungen im digitalen Wasserbuch des Landes zu halten, alle Geländebeobachtungen dagegen in kommunalen Datenbeständen? Ist es möglich, Allen eine Sicht auf alle diese Daten zu ermöglichen? Wenn ja, ist das Problem der unterschiedlichen Ziel- und Erhebungsmaßstäbe für Land und Kommunen zu berücksichtigen.

Macht es Sinn, Einleitungsbeobachtungen von Einleitungsobjekten zu unterscheiden und als eigene Objektklasse zu betrachten, charakterisiert unter anderem durch Beobachter und Datum, während ein Einleitungsobjekt jeweils Genehmigung (falls vorhanden) und Beobachtung zusammenführt? Lassen sich alternativ Einleitungsbeobachtungen verlinken mit Objekten des digitalen Wasserbuches? Lassen sich aus Rechts- und Hochwerten im Genehmigungsantrag erzeugte Objekte den im Gelände beobachteten Stellen eindeutig zuordnen? Wenn Einleitungsgenehmigung, Beobachtung und Einleitungsstelle drei verschiedene Objektklassen sind, macht es Sinn, sie in drei oder mehr verschiedenen Datenbanken zu halten? Ist das Observations & Measurements-Schema geeignet, um Geländebeobachtungen von Einleitungsstellen für die Übergabe zu kodieren? Eine gemeinsame Diskussion über das Datenmodell und seine physikalische Realisierung wird notwendig.

Die Einhaltung topologischer Regeln und eines Default-Anzeigemaßstabs für die Erfassung von Objekten lassen sich durch Regelwerke in Client-Applikationen und in der Datenbank technisch lösen. Unabdingbar aber ist, dass darüber nachgedacht und Vereinbarungen getroffen werden. Topologische Beziehungen zu Gewässern erfordern, dass man auch eine gemeinsame digitale Repräsentation des Gewässersystems benutzt.

Ebenfalls technisch lösbar ist das Problem der Berechtigungen. Authentifizierung kann durch den Web Server vorgenommen werden. Auch hierzu gehört aber mehr als ein Passwort: Darf der authentifizierte Benutzer Objekte verschieben, die er nicht selbst erzeugt hat? Muss das editierte Objekt mit einer Statusmeldung versehen werden und

gibt es jemanden, der das überprüft und evtl. die Verknüpfung zu einer Einleitungsgenehmigung herstellt oder der aus dem Beobachtungsobjekt eine genehmigte Einleitungsstelle macht, indem er es mit einem Wasserrecht zusammenbringt?

Antworten können hier an dieser Stelle nicht gegeben werden, denn erstens sind sie nicht durch OpenGIS-Schnittstellen zu beantworten und zweitens müssen sie gemeinsam gefunden werden. Aber eine von vielen denkbaren Lösungsmöglichkeiten soll hier als Vision vorgestellt werden:

Variante 5:

Frau X ruft im Gelände oder im Büro mit einem ganz einfachen Client einen gemeinschaftlich konzipierten Fachservice auf und erhält eine Hintergrundkarte, die Gewässersysteme aus den Wasserverbänden 1 und 2 und von dort auch einen Layer mit Einleitungsstellen. Durch Anwahl des Gewässers oder über einen angewählten Punkt ist der Service in der Lage, den richtigen Web Feature Service auszuwählen. Möglicherweise werden auch Koordinatentransformationen notwendig, denn die Wasserverbände arbeiten in verschiedenen Systemen (2. bzw. 3. GK-Streifen).

Frau X ruft die Funktion "Einleitungsstelle verschieben" auf, autorisiert sich durch ein Passwort, wird auf einen Maßstab von 1:2000 gezoomt (der Fachservice ermittelt dabei selbständig den zuständigen Wasserverband) und verschiebt ein Einleitungsobjekt an einen neuen Ort. Der Service generiert aus Datum, Usernamen und neuer Lage ein neues Beobachtungsobjekt und ändert den Status der ausgewählten Einleitungsstelle auf "geändert", so dass ein Mitarbeiter im Wasserverband die Sache überprüfen und ggf. ein Wasserrecht zuordnen kann.

Mit der Funktion "Einleitungsstelle neu" bekommt Frau X bei Platzierung eines Objektes eine Auswahl der in der Umgebung gefundenen Wasserrechte angezeigt und kann die Zuordnung vornehmen. Der Service generiert sowohl ein neues Beobachtungsobjekt wie auch ein Einleitungsobjekt mit entsprechendem Statusattribut, so dass auch hier die Überprüfung durch einen Mitarbeiter des Wasserverbandes möglich ist. Vielleicht kann Frau X auch gleich ein Bild mitsenden.

So oder ähnlich könnte ein integrierter Service aussehen. Der Service würde über WFS-Interfaces lesend und schreibend auf die Datenbanken der Wasserverbände und nur lesend auf das Wasserbuch des Landes zugreifen und Funktionalität für vordefinierte Abläufe enthalten.

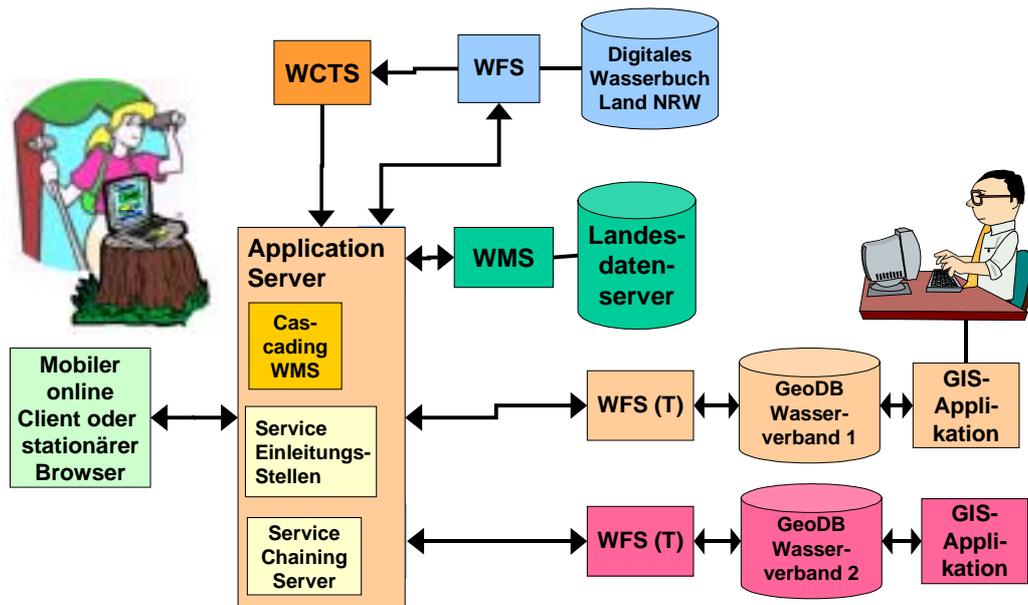


Abbildung 25: Ein spezieller Service könnte die Verteilung auf verschiedene WFS und die Zuordnung von Wasserrechten zu Geländebeobachtungen übernehmen.

Diskussion:

Das Wissen über tatsächlich existierende Einleitungsstellen ist immens wichtig für realistische Beurteilungen der Belastungssituation von Gewässern. Der potenzielle Nutzen dezentraler Datenpflege, die Mitarbeiter verschiedenster Institutionen einbezieht, ist in dem vorgestellten Fall besonders groß, denn Geländebegehungen sind wegen ihres hohen Zeitbedarfs eine extrem kostenintensive Angelegenheit. Was liegt näher, als die lokale Kenntnis kommunaler Mitarbeiter (oder auch z.B. ehrenamtlich tätiger Bürger) durch dezentrale Datenpflege über das Internet einzubeziehen?

Die Spezifikation transaktionsfähiger Web Feature Server macht die Datenpflege über das Internet möglich. Zertifizierte transaktionsfähige Web Feature Server-Komponenten sind bereits auf dem Markt; die technische Realisierbarkeit ist also gegeben. Datenpflege über das Internet und gemeinsame Pflege eines gemeinsamen Datenbestandes durch verschiedene Institutionen sind jedoch zwei verschiedene Schuhe. Die Fülle der offenen Fragen zeigt, dass hier die technischen Probleme wesentlich kleiner sind als die organisatorischen und konzeptionellen Fragen. Dezentrale Datenpflege sollte jedoch gut vorbereitet und mit entsprechenden qualitätssichernden Maßnahmen gekoppelt werden.

Eine Diskussion über die Aufgabenverteilung bezüglich verteilter Daten, der Entwurf eines gemeinsamen Datenmodells und die Erarbeitung eines Regelwerkes müssen den technischen Lösungen der dezentralen Pflege vorangehen. Der Abstimmungsaufwand ist hoch, gleichzeitig aber von erheblicher Bedeutung für die Konsistenz der Daten und die Bereitstellung qualitativ hochwertiger Information.

Variante 5 ist eine Vision, die wieder ein hohes Maß an Kooperation und Einigung im Vorfeld erfordert. Die Entwicklung eines spezifischen Services, abrufbar über das Internet von beliebigen Browsern macht aber auch die Einbeziehung nicht-institutioneller und nur einfach ausgestatteter interessierter Bürger z.B. in der Rolle von Gewässerscouts möglich.

Alternativ können beispielsweise die Wasserverbände Datenbanken zu Einleitungsstellen aufbauen und pflegen, indem sie in regelmäßigen Abständen Aktualisierungen des digitalen Wasserbuches einfordern und einpflegen. Beobachtungen von kommunalen Mitarbeitern können z.B. als Geometriedaten übergeben, eingepflegt und zugeordnet werden, soweit das möglich ist.

Online-Editierung über Mapservices ist auch ohne OpenGIS-Schnittstellen möglich. In dem Fall funktioniert die mobile Anwendung als Client eines spezifischen Services. Frau X würde dann aber eventuell verschiedene Anwendungen - eventuell sogar verschiedene Geräte – für den Input in verschiedene Server benötigen. Die OpenGIS Transaction-Schnittstelle ermöglicht die standardisierte Editierung auf beliebigen Mapservices verschiedener Institutionen.

Eine Alternative zur Online-Editierung auf der Datenbank sind Pseudo-Editierungsverfahren. Der Anwender kann damit beispielsweise eine Notiz in einem Mapservice verorten. Dabei werden die relativen Bildkoordinaten des Notizpunktes vom Mapservice ausgewertet und als Pseudoobjekte mit Kommentar an einen Administrator übermittelt, der dann in seinem GIS vollwertige Objekte erzeugen kann. XIMA-Elemente könnten als standardisierte Transportform für Bildkoordinaten und Kommentar verwendet werden.

Pseudoeditierungen bieten eine einfache Möglichkeit, nur über einen Web Mapping Service Information dezentral einzuholen. Sie sind evtl. sogar vorzuziehen, wenn das 4-Augen-Prinzip, die Kontrolle durch einen Administrator, ausdrücklich gewünscht ist. Die Handy-SMS-Variante könnte ebenfalls nach diesem Prinzip funktionieren. Probleme der vom Anzeigemaßstab abhängigen Lagegenauigkeit und dem Verhältnis zu anderen Beobachtungen oder Wasserrechten können damit nicht gelöst werden.

7.4. Usecase 3: Office-Integration mit LOF's, Geoparser und Gazetteer Service

Der Aufgabenbereich der Gewässerunterhaltung diente früher im wesentlichen der Sicherung des Abflusses. In den Bereichen Nordrhein-Westfalens, in denen es Wasserverbände gibt, sind diese auch dafür zuständig. In den anderen Landesteilen übernehmen das die Kommunen oder Landkreise. In den vergangenen Jahren hat sich die Aufgabenstellung etwas gewandelt; sie umfasst jetzt zusätzlich vielerorts ökologische Verbesserungsmaßnahmen an Gewässern. Da die Zustandsbewertung der

Gewässer nach der Europäischen Wasserrahmenrichtlinie auch deren Morphologie einbezieht, kommt dieser Aufgabenstellung verstärkte Bedeutung zu.

Aufsichtsbehörde für nicht planfeststellungspflichtige Maßnahmen am Gewässer sind die Unteren Wasserbehörden. Im Wupperverband beispielsweise werden jährlich Unterhaltungspläne mit mehreren Kreisbehörden abgestimmt. In die Unterhaltungsplanung fließen Maßnahmenvorschläge aus umfassenden ökologischen Entwicklungskonzepten und Arbeitsaufträge aus der betrieblichen Arbeit ein. Bisher waren z.B. die Unterhaltungspläne des Wupperverbandes jährlich neu zusammengestellte Excel-Tabellen.

Für die Beurteilung von Unterhaltungs- und Entwicklungsmaßnahmen ist eine gute Kenntnis der Situation hilfreich. Ortstermine sind jedoch immer extrem zeitaufwändig und daher kostenintensiv.

Der vorgelegte Usecase besteht diesmal nur aus einer einzigen Variante. Sie benutzt die Elemente Location Organizer Folder, Geoparser und GAZETTER-Service für die Vision eines voll digitalen Abstimmungsverfahrens.

Das Szenario:

Im GIS des Wasserverbandes werden Vorschläge zu Unterhaltungsmaßnahmen laufend gesammelt und als Geometrieobjekte verortet. Zu deren Attributausstattung gehören ein Status (geplant, im aktuellen Uplan, in Durchführung, beendet) und der geschätzte bzw. realisierte Arbeits- und Kostenaufwand.

Herr X möchte einen Unterhaltungsplan mit der Unteren Wasserbehörde von Kreis Y abstimmen. In seiner GIS-Applikation wählt er für die Gewässer A, B und C im Kreis Y Maßnahmenvorschläge aus, die im kommenden Jahr realisiert werden sollen. Mit einer einfachen statistischen Abfrage überprüft er nochmal den geschätzten Gesamtaufwand an Arbeitszeit und Kosten. Den ausgewählten Maßnahmenvorschlägen weist er das kommende Unterhaltungsjahr als geplantes Durchführungsjahr zu.

Herr X könnte jetzt eine Liste der Maßnahmenvorschläge generieren und eine Maßnahmenübersichtskarte gestalten. Für die Liste muss er – ggf. über einen reversen Geocodierungsservice¹⁰ - die Stationierung der Maßnahmen am Gewässer ermitteln.

Herr X nimmt aber einen anderen Weg: Seit langem – nehmen wir an - pflegt der Betriebsbereich Gewässerunterhaltung nämlich virtuelle Sammelschubladen, im OpenGIS-Jargon „Location Organizer Folder“ (LOF) für die Gewässer. Darin sammelt der Betrieb alles: Fotos, Aktennotizen, Telefonnotizen, Emails, Genehmigungen, Kartenausschnitte, und anderes. Telefonische Beschwerden und Arbeitsaufträge, die

¹⁰ Ein Reverse Geocoder wandelt Koordinatenpaare in relative Ortsbezüge um.

sich aus der betrieblichen Arbeit ergeben, werden verortet und wandern immer gleich als Link in die virtuelle Schublade für das jeweilige Gewässer. Auch die Vorschläge für Unterhaltungsmaßnahmen sind dort längst enthalten und mit Fotos und Notizen ausgestattet.

Herr X überprüft nochmal, ob zu jedem Maßnahmenvorschlag auch eine Beschreibung in seiner Schublade, seinem LOF ist. Dann erzeugt er für jedes Gewässer einen neuen LOF, selektiert die vorgesehenen Maßnahmenvorschläge und übernimmt sie mitsamt ihrem Begleitmaterial an Fotos, Aktennotizen und Kartenausschnitten in den neuen LOF. Alle drei LOFs verpackt er in einen übergeordneten LOF. Dann sendet er an die Kollegin S in der Unteren Wasserbehörde des Kreises Y eine Email mit dem Hyperlink auf seinen LOF; alternativ fügt er den LOF als Anlage bei,

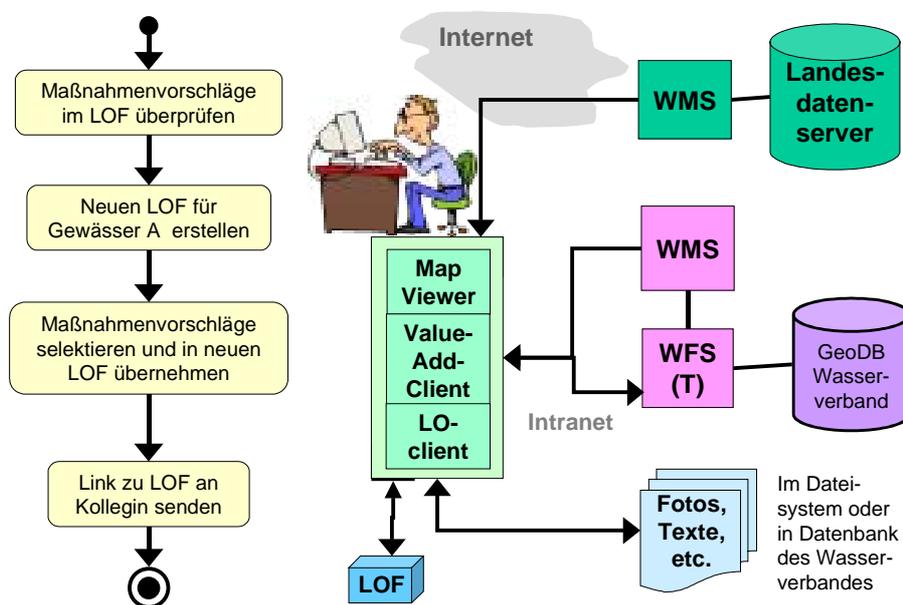


Abbildung 26: Herr X erarbeitet seinen Unterhaltungsplan als geographische Linksammlung, als LOF

Frau S in der Wasserbehörde öffnet den LOF und geht alle Vorschläge durch, schaut sich die Fotos an und entnimmt aus den Notizen von Herrn X weitere Informationen wie Kommentare. Im Mapservice des Wasserverbandes schaut sie sich die von Herrn X übersandten Ausschnitte an, zoomt hinein und hinaus, aktiviert mal den Layer Luftbilder anstelle der topographischen Karte und schaut sich den Gesamtzusammenhang geplanter und durchgeführter Maßnahmen und die Gewässerstrukturgütekartierung an.

Am Bach A ist sie über den Verlauf einer längeren Verrohrung anderer Meinung; ausserdem muss ein Landwirt eine Zufahrt zu seinem Acker behalten. In ihrem Map Viewer generiert sie eine Overlay-Graphik mit dem ihrer Meinung nach richtigen Verlauf, markiert die Stelle einer zu erstellenden Brücke und fügt einen Link auf ihre

Aktennotiz von dem Gespräch mit dem Landwirt hinzu. Sie speichert den Kartenausschnitt mit ihren Ergänzungen ab und fügt ihn ihrer Antwort-Mail hinzu.

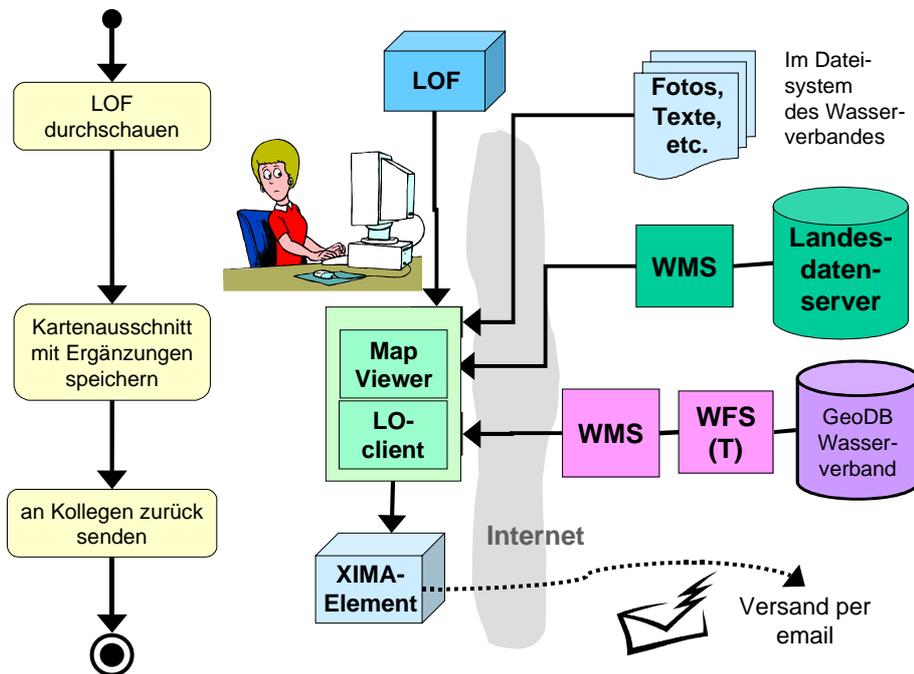


Abbildung 27: Frau S. in Kommune Y schaut sich den LOF an und sendet einen Kartenausschnitt als XIMA-Element zurück.

Herr X öffnet schaut sich den übersandten Kartenausschnitt an, übernimmt den Link auf die Aktennotiz in seinen LOF, ändert die Maßnahmenplanung im GIS, übernimmt die neue Brücke in den Unterhaltungsplan-LOF und sendet eine neue Nachricht an Kollegin S. Kollegin S prüft, ist zufrieden, archiviert den LOF in ihrem Dateisystem und schreibt eine Bestätigungs-Email an Herrn X.

Ein LOF ist eine Linksammlung mit einem räumlichen Gültigkeitsbereich. Er enthält Referenzen auf Geobjekte in einer Geodatenbank, auf Kartenausschnitte in einem Mapservice, auf Bilder, Texte und andere Dokumente in einem Dateisystem. Der LOF ist eine XML-Datei und über das Internet transportabel oder als Link über das Internet abrufbar.

Für diesen Papier und Zeit sparenden Austausch wird nur wenig benötigt. Der Client des Herrn X muss auf schreibend auf die Geodatenbank zugreifen, das kann auch durch eine direkt zugreifende Applikation geschehen. Ein Web Feature Server wird gebraucht, damit Herr X Links zu seinen Maßnahmenobjekten generieren und in den LOF einfügen kann. Gemeinsame Kartengrundlage für beide Bearbeiter ist ein Mapservice; im LOF wird lediglich die räumliche Definition von Ausschnitten übergeben. Der Client muss eine Location Organizer-Komponente besitzen und damit zum Erzeugen, Modifizieren und Löschen von LOFs fähig sein.

Der Client von Frau S muss den LOF lediglich auswerten können, wenn sie nicht eigene LOFs erstellen will. Ihre Anmerkungen sendet ihre Software ebenfalls in einer XML-Datei zurück, einem XIMA-Objekt (XIMA = XML for Images and Annotations). Alternativ könnte sie – einen dazu fähigen Client vorausgesetzt – ihre Anmerkungen und den Link auf ihre Aktennotiz auch in den LOF einfügen und eine geänderte Fassung des LOF an Herrn X zurücksenden.

Erweiterte Variante:

Die Vision läßt sich noch erweitern: Nicht nur der Betriebsbereich Gewässerunterhaltung pflegt virtuelle Schubladen für die Gewässer. Der Wasserverband - nehmen wir an - pflegt LOFs für alle Gewässer und Anlagen. Alle ausgehenden Dokumente des Wasserverbandes werden automatisch nach Schlüsselwörtern durchsucht. Eingehende Dokumente werden gescannt, automatisch durch ein Texterkennungsprogramm geschickt und ebenfalls nach Schlüsselwörtern durchsucht. Schlüsselwörter sind die Namen aller Gewässer und Anlagen des Verbandes, die in der Geodatenbank vorhanden sind. Links zu den erfassten Textstellen werden den Objekten in der Geodatenbank zugeordnet und in die jeweiligen LOFs aufgenommen. Ein Verzeichnis von Synonymen sorgt dafür, dass auch Objekte mit Zweit- und Drittnamen richtig zugeordnet werden.

Herr X kann also nochmal in den allgemeinen virtuellen Schubladen des Wasserverbandes für die Gewässer A, B und C nachschauen, was dort alles enthalten ist. Er stösst auf eine Pressenotiz, die über wiederkehrende Überschwemmungen oberhalb einer zu klein bemessenen Verrohrung berichtet. Er übernimmt die Pressenotiz in seinen LOF für Gewässer A, ergänzt im GIS einen Maßnahmenvorschlag, übernimmt diesen samt Kartenausschnitt in seinen LOF und fügt das Ganze auch dem Unterhaltungsplan-LOF hinzu.

In dieser Variante sind zusätzlich sind ein Geoparser-Service und ein Gazetteer Service am Werk. Der Geoparser-Service des Wupperverbandes benutzt ein Vokabular mit den Namen aller Gewässer und Anlagen, durchsucht ein Dokument nach diesen Vokabeln, und gibt zu den gefundenen Namen eine Indizierung der Textstelle zurück. Im Workflow sorgt ein Geocoder-Service mit seiner Normalisierungsfunktion dafür, dass auch Orts- oder Gewässernamen mit Rechtschreibfehlern richtig erkannt werden. Diese Referenzen können dann in beliebige thematische oder räumlich definierte LOF's übernommen werden. Der Wasserverband kann sich so eine Linksammlung für alle seine Anlagen und Gewässer aufbauen.

Ein Gazetteer-Service benutzt ein hierarchisch organisiertes Register und kann zu einem Suchwort eine Auswahl gleichnamiger Elemente, ihre Vorgänger und Nachfolger und Synonyme ausgeben. Der Gazetteer-Service arbeitet fast immer im Zusammenhang eines Workflows mit Geocodierung oder Geoparsing zusammen. Hier ist er be-

sonders nützlich, weil es zu vielen Gewässern mehrere gebräuchliche Namen und im Sprachgebrauch nicht immer Konsens über die genaue Zuordnung gibt.

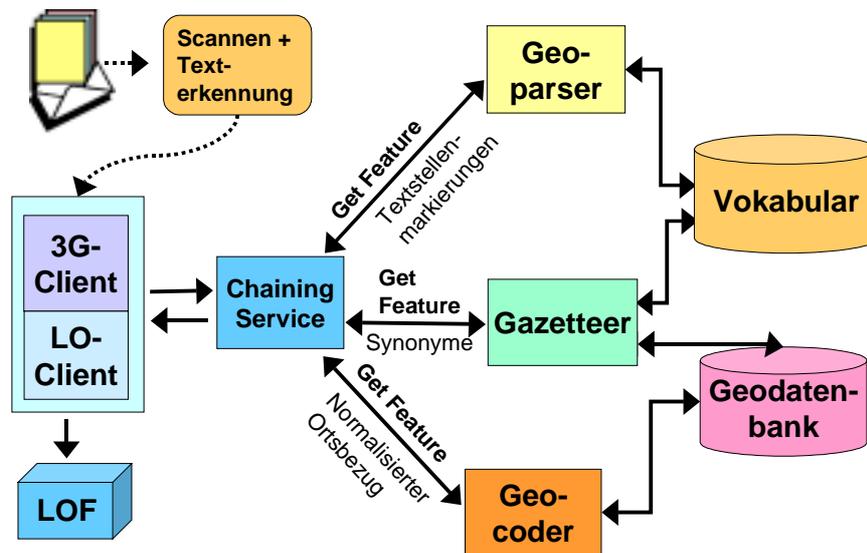


Abbildung 28: Geoparser, Gazetteer und Geocoder Service sorgen zusammen für die Verortung und Verlinkung von Textstellen in Dokumenten

Diskussion:

Ein vollelektronisches Abstimmungsverfahren spart mit Sicherheit viel Zeit und Papier. Das oben beschriebene Verfahren ist allerdings insofern nicht dokumentensicher, als Kartenausschnitte, die als Referenz auf einen Mapservice in einen LOF eingefügt sind, ja veränderlich sind. Für die Archivierung eines Unterhaltungsplan muss der Client zusätzlich über die Möglichkeit verfügen, einen Mapservice-Ausschnitt als Bild downzuzuladen und in den LOF einzufügen.

Ein LOF selbst ist ein XML-Dokument. Damit kommen beliebige Softwareprodukte als potenzielle LO-Clients in Frage, die in der Lage sind, XML-Dateien auszuwerten und zu generieren, Hyperlinks einzufügen und dem Anwender XML-Inhalte zu präsentieren. Für die OpenGIS-Fähigkeit ist relevant, dass die vom LO-Client generierten XML-Schemata gültige LOF-Schemata sind. Als Client gegenüber den „3G-Services“ muss die Komponente entsprechende GetFeature-Requests formulieren können und die dabei zu übergebenden Strukturen (Dokumentreferenzen, Ortsnamenlisten) als gültige XML-Schemata übergeben. Die Variante postuliert einen Service Chaining Service, der die Zusammenarbeit der 3G-Services regelt; alternativ muss das der Client übernehmen.

LO-, Gazetteer-, Geocoder- und Geoparser-Clients wurden im Rahmen des GFST-Projektes bereits implementiert. Der Spezifikationsentwurf für LOF wurde allerdings in der OWS 1.2-Initiative nicht weiterentwickelt und es ist nicht sicher, ob das noch geschieht. Hier gilt es das Ende der Diskussion abzuwarten. Die Realisierbarkeit dieses Szenarios hängt vor allem davon ab, ob LO-Client-Funktionalität auf den Markt kommt. Für Geocoder-, und Gazetteer-Services sind dagegen nicht nur Server-

Funktionalitäten auf dem Markt, sondern auch die Dienste selbst sind bereits über das Internet zugänglich. ESRI bietet beispielsweise den Einbau von Geocodierungs- und Geoparserdiensten für den Bereich der USA in Applikationen an ([ESRI_ArcWebServices]).

Der Abstimmungs- und Organisationsbedarf zwischen den Beteiligten ist hier wesentlich geringer als bei der dezentralen Datenpflege. Alle Beteiligten müssen jedoch über OGC-spezifizierte Komponenten zur Auswertung und Generierung von LOFs verfügen. Organisatorische Regelungen werden für die geordnete Ablage referenzierter Dokumente benötigt, falls dies im Dateisystem geschieht. Für den Zugriff aus dem Extranet auf Dokumente im Dateisystem einer Institution sind Sicherheitsaspekte zu klären. Die Referenzen auf Dokumente können jedoch auch Links auf Dokumente in Dokumentenmanagementsystemen o.ä. sein. Von großem Nutzen für alle Beteiligte an der Wasserwirtschaft wäre sicherlich der Aufbau eines gemeinsam genutzten Vokabulars und Synonymenverzeichnisses.

Als Alternative bietet sich die bisherige Vorgehensweise an, bei der die Unterhaltungsplanung in analoger Berichtsform zusammen mit Plänen übergeben wird.

7.5. Usecase 4: Abhängige Datenbanken und Dynamische Segmentierung

Lineare Referenzierung ist eine Methode der indirekten Lokalisierung von Phänomenen durch Angabe ihrer relativen Position an einer georeferenzierten Linie. Die relative Position ist ein beliebiger Wert, der an der Linie eindeutig ermittelbar sein muss. Meist geht es dabei um relative Entfernungen von einem Startpunkt, ausgedrückt in Längeneinheiten. Der Wert kann aber auch die Wegezeit (Fließzeit, Fahrzeit, ...) vom Startpunkt aus bezeichnen.

“Dynamische Segmentierung” ist der Prozess der Umwandlung linear referenzierter Phänomene in geometrische Features [Cadkin 2002]. Eine Funktion, die für einen vorgegebenen Wert an einer Linie eine geographische Position zurückgibt, ist im OpenGIS Abstract Model als Coverage vom Typ Segmented Curve vorgesehen [Topic6]. Eine Implementation- Spezifikation dafür existiert jedoch noch nicht.

In der Praxis wird die Funktionalität z.B. dadurch implementiert, dass Linienstützpunkte einen zusätzlichen Referenzwert enthalten, zwischen denen dann über die Länge des Segmentes interpoliert werden kann (vgl. hierzu [Cadkin 2002], [ESRI_LinRef]). Voraussetzung für solche Verfahren ist die Eindeutigkeit der Referenzwerte an der Linie. Auf diese Weise können punktförmige oder linienförmige Phänomene an einer Linie verortet werden. Diese on-the-fly erzeugten Pseudogeometrien werden häufig “Ereignisse” oder “Events” genannt.

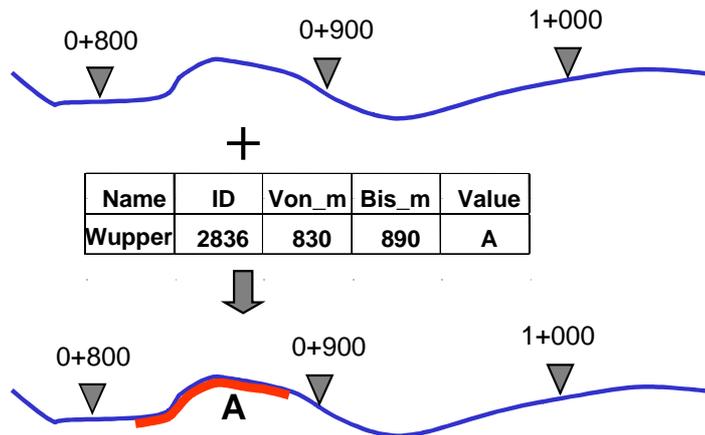


Abbildung 29: Das Prinzip der dynamischen Segmentierung

Das Problem der dynamischen Segmentierung ist die Abhängigkeit der Ergebnisse von der geometrischen Linienlänge. Da die Länge einer Linie mit höherer Stützpunktzahl in der Regel zunimmt, ist das Ergebnis der dynamischen Segmentierung hochgradig abhängig vom Digitalisiermaßstab der benutzten Linie. Das Problem kann vermindert werden durch eine dichte Folge von Referenzpunkten, deren Referenzwert unabhängig von der geometrischen Linienlänge ist. Die Dichte der Referenzpunkte muss sich daher an der gewünschten Lagegenauigkeit orientieren [Butler 2002].

In der Wasserwirtschaft werden lineare Referenzierungen gerne und viel benutzt, gibt doch eine Ortsangabe wie "Wupper bei Km 24,7" dem Kenner des Flusses bereits eine gute Vorstellung von der tatsächlichen Lage eines Objektes. Eine Fülle von Tabellenwerken und Akten basiert daher alleine auf solchen Angaben.

Das Szenario:

Der Wasserverband X pflegt das Gewässernetz für sein Einzugsgebiet. Die Untere Wasserbehörde in Kreis A pflegt eine Fachdatenbank mit abschnittbezogenen Informationen zum Gewässer, die über die Gewässerlinien des Wasserverbandes linear referenziert werden. Frau P, Mitarbeiterin der Unteren Wasserbehörde von Kreis A, möchte einen neuen Gewässerabschnitt definieren und Informationen aus der Geländebegehung in ihre Fachdatenbank einfüllen.

Variante 1:

Frau P lädt sich das Gewässernetz des Wasserverbandes und die ressorteigene Fachdatenbank in ihre Applikation. Als Hintergrundkarten wählt sie topographische Karten vom Landesdatenserver und die Grundkarte aus dem kreiseigenen Informationssystem. Ihre GIS-Applikation wertet die vom Wasserverband erhaltenen Geometrien aus, segmentiert sie dynamisch anhand der Längenangaben aus der Fachdatenbank und visualisiert die daraus on-the-fly erzeugten Abschnitte.

Um einen neuen Abschnitt zu erzeugen, fügt Frau P ihrer Fachdatenbank einen Datensatz hinzu, gibt die ID der Gewässerlinie und die Stationierung des Abschnittes an und

ergänzt fachliche Informationen. Über einen Refresh-Befehl wird auch dieser neue Abschnitt visualisiert.

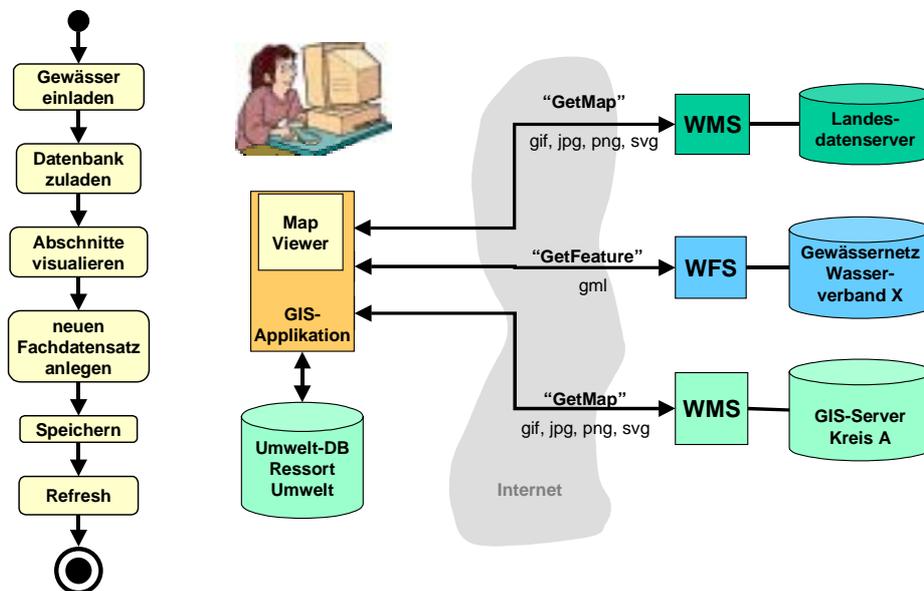


Abbildung 30: Die GIS-Applikation von Frau P stellt die Fachinformation der Unteren Wasserbehörde an den Gewässerlinien des Wasserverbandes dynamisch dar.

Frau P findet es nicht komfortabel, dass sie die Stationierung ihrer Abschnitte ermitteln muss. Möglicherweise aber hat sie eine Applikation, die das für sie erledigt und es ihr erlaubt, einen Abschnitt durch Einzeichnen zu definieren.

Für diese Variante braucht Frau P eine Applikation, die GML-Geometrien auswerten und dynamische Segmentierung realisieren kann. Die Kodierung und Übergabe der Referenzwerte an Linienstützpunkten erfordert beim Export aus dem Web Feature Server des Wasserverbandes ein Feature Schema, das neben x- und y-Koordinaten für jeden Linienstützpunkt auch noch dessen Stationierung übergibt. Der Client von Frau P muss die übergebenen Geometrien dann anhand dieses erweiterten Schemas korrekt auswerten. Auf jeden Fall braucht Frau P eine GIS-Software.

Wochenlang geht alles klar, aber dann ärgert sich Frau P: Kommt es ihr doch so vor, als sei der Abschnitt 123 am Xbach, den sie erst vor 14 Tagen erzeugt hat, heute leicht verschoben. Offenbar hat der Wasserverband die Gewässerlinie geändert. Frau P hätte lieber eine Variante, in der ihre Abschnitte auch da bleiben, wo sie sie angelegt hat.

Variante 2 (ohne Abbildung):

Dies Problem ist lösbar, wenn Anfang und Ende eines Gewässerabschnittes in der Fachdatenbank der Wasserbehörde fest verortet werden. Deren Datensätze enthalten dann außer von- und bis- Stationierung auch je zwei Koordinatenpaare für Anfangs- und Endpunkt ihres Abschnittes. Die Visualisierung der Gewässerabschnitte geschieht

dann nicht über die lineare Referenz, sondern Frau P's Applikation snap¹¹ die fest verorteten Anfangs –und Endpunkte auf die Gewässerachse ein, ermittelt die aktuellen Von- und bis-Werte und stellt dann den Abschnitt über das Prinzip der dynamischen Segmentierung dar.

Diese Variante hat die gleiche Server-Client-Architektur wie Variante 1. Genauso wie dort muss der GIS-Client von Frau P die Gewässergeometrien einmal vom Web Feature Server des Wasserverbandes abholen; alles weitere macht er selbst. Frau P braucht dafür eine leistungsfähige Applikation.

Frau P's Abschnitte bleiben jetzt dort, wo sie angelegt wurden. Aber ganz glücklich ist Frau P doch noch nicht, denn sie hat noch Schwierigkeiten bei der Analyse: Zum Beispiel soll sie ermitteln, für welche der von ihr als "naturfern" eingestuften Gewässerabschnitte beim Wasserverband ökologische Entwicklungsmaßnahmen geplant sind. Sie lädt sich den Layer "Maßnahmenplanung" vom Web Feature-Server des Wasserverbandes ein und stellt eine einfache Overlap-Abfrage. Im Ergebnis bekommt sie immer wieder zu viele Datensätze, weil sich die Abschnittsgrenzen beider Layer leicht überlappen. Aber auch hierfür findet sich eine Lösung:

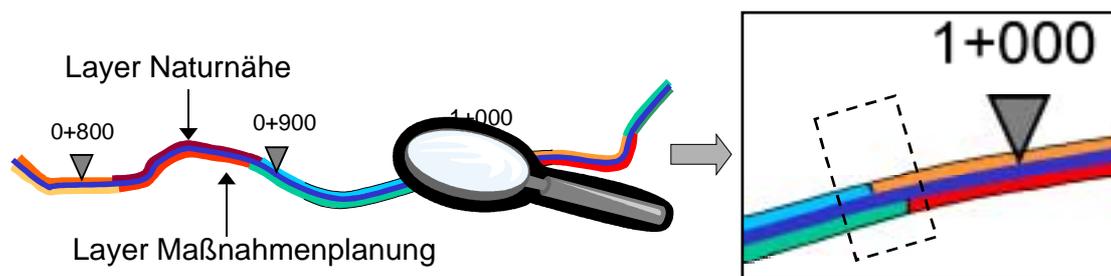


Abbildung 31: Nicht deckungsgleiche Abschnittsgrenzen in unabhängigen Layern führen evtl. zu fehlerhaften Overlays

Variante 3:

Grenzen thematischer Gewässerabschnitte sind häufig, wenn nicht meistens, an Phänomenen der Realwelt orientiert. Oft lassen sich verschiedene thematische Abschnitte auf gemeinsame Grenzphänomene wie z.B. die Mündung eines Nebenbaches zurückführen. Der Wasserverband als – in diesem Szenario - Provider des Gewässernetzes stellt deshalb eine Objektklasse "Referenzpunkte" bereit, die dezentral editiert werden kann. Sie enthält Punkte auf der Gewässerachse, die als Abschnittsgrenzen von verschiedenen Beteiligten genutzt werden können.

¹¹ s. Glossar, Begriff „Snapping“

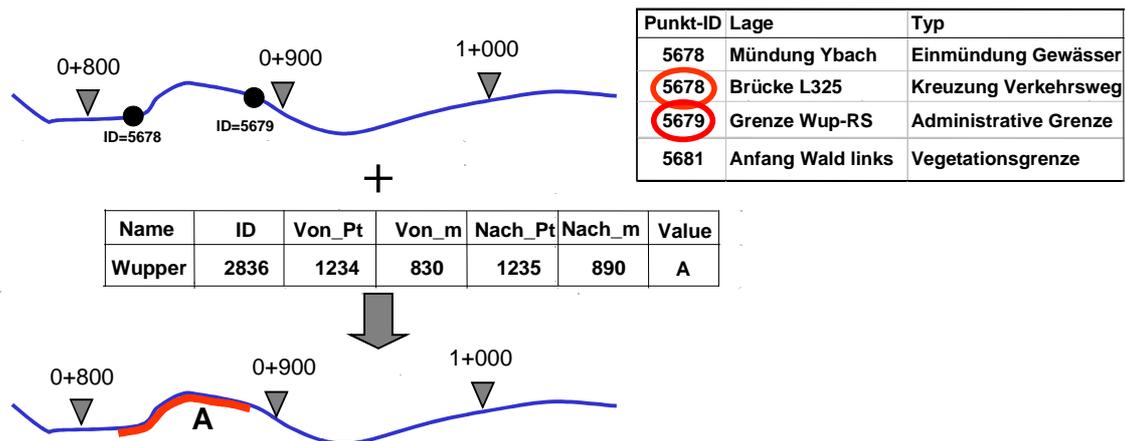


Abbildung 32: Mit fest verorteten Referenzpunkten in der Datenbank des Gewässer-Providers können Abschnittsgrenzen von vielen Beteiligten konsistent gemeinsam genutzt werden.

Für die Erzeugung ihres neuen Abschnittes stellt Frau P zunächst mal fest, ob es vorhandene Punkte gibt, die sie als Grenzen ihres neuen Abschnittes nutzen kann. Da das nicht der Fall ist, erzeugt sie zwei neue Punkte auf der Gewässerachse und bezeichnet die zugrundeliegenden Grenzphänomene. Anschließend nutzt ihre Applikation diese beiden neuen Punkte für die Bildung eines neuen Abschnittes.

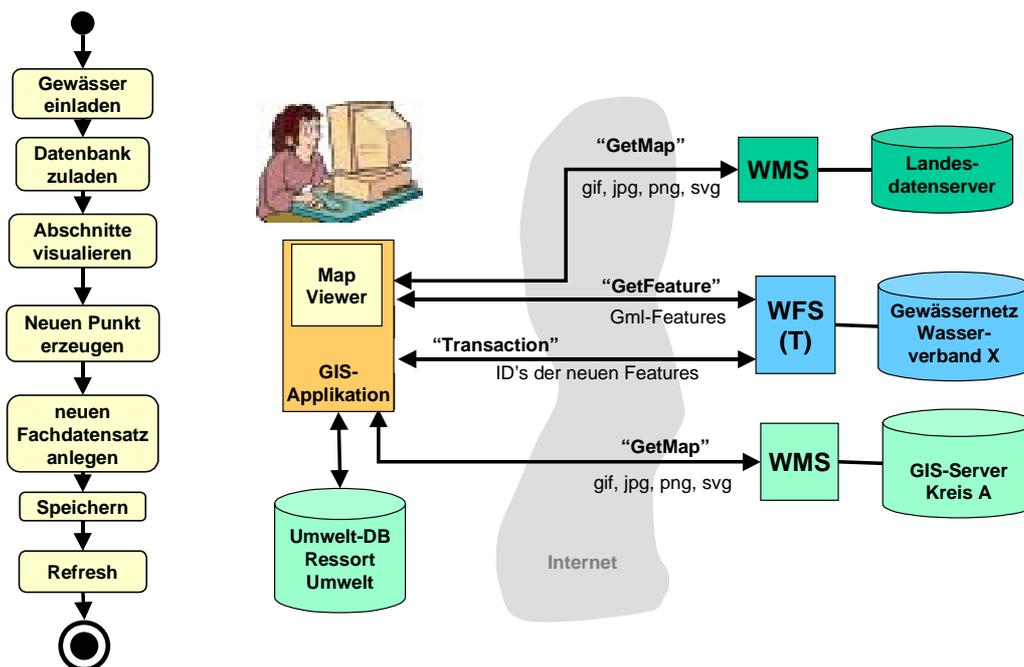


Abbildung 33: Damit Frau P und ihre Kollegen in anderen Institutionen widerspruchsfrei arbeiten können, sind sie bereit, einen Arbeitsschritt einzufügen und erst einen Referenzpunkt zu erzeugen.

Im Unterschied zu den ersten beiden Varianten benötigt dieser Weg einen transaktionsfähigen Web Feature Server. Auch in diesem Fall benötigt Frau P einen leistungsfähigen GIS-Client. Der Client oder die Funktionalität hinter dem WFS müssen dafür sorgen, dass die neuen Referenzpunkte topologisch auf der Gewässerachse

platziert werden. Die topologischen Möglichkeiten von GML 3.0 bieten dafür evtl. einen Weg. Bei der Pflege des Gewässersystems muss die topologische Beziehung zu den Referenzpunkten gewahrt bleiben.

Bisher sind wir davon ausgegangen, dass Frau P einen leistungsfähigen GIS-Client besitzt, der dynamisch segmentieren kann. Warum aber sollte das nicht ein zentraler Service übernehmen? Geocoder-Services sind genau dafür gedacht: Auf eine Sammlung indirekter Ortsangaben als Input geben sie eine Sammlung von Geometrien als Antwort zurück.

Variante 4:

Frau P markiert Anfangs- und Endpunkt ihres neuen Abschnittes in der Karte, drückt auf den Button "Stationierung beschriften" und kann die Stationierungen ihres Abschnittes ablesen. Sie öffnet ihre Fachdatenbank, fügt einen neuen Datensatz mit den Stationierungsangaben hinzu, bedient den Button "Fachdaten aktualisieren" und erhält eine neue Karte.

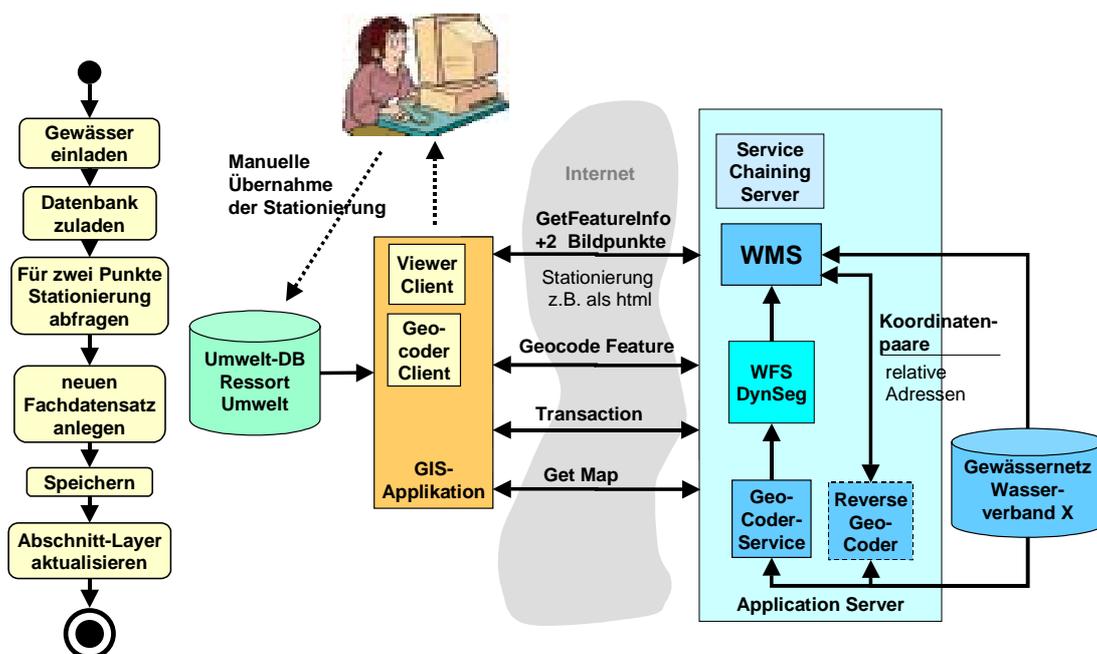


Abbildung 34: Die Lokalisierung relativer Ortsbezüge kann auch über einen Geocodierungsservice geschehen; ein Reverse Geocoder wird benötigt, um die Stationierung der Abschnittsgrenzen abzufragen.

Der Prozess besteht aus den Teilschritten "Stationierung ermitteln", "Neuen Datensatz anlegen" und "Karte neu erzeugen". In Schritt 1 muss der Mapserver als Reaktion auf ein GetFeatureInfo-Request die nächstgelegenen Punkte am Gewässer ermitteln. Die Umwandlung der Koordinaten in relative Ortsbezüge nennt man Reverse Geocoding; das könnte ein Reverse Geocoder-Service oder eine hinter dem WMS liegende Funktionalität übernehmen. Frau P bekommt die Stationierungsangaben in irgendeiner Form (als html, als XIMA-Element) zurück und kann sie (Schritt 2, manuell) für die Attributierung ihres neuen Fachdatensatzes verwenden.

Schritt 3 ist dann die dynamische Segmentierung der Gewässerlinien und das Anzeigen der Abschnitte. Ein Geocoder-Service würde beauftragt, den gesamten Datenbestand aus Frau P's Tabelle neu zu geokodieren; ein mit besonderer dynamischer Segmentierungsfunktion ausgestatteter WFS würde neue Referenzpunkte setzen und lineare Abschnitte zurückliefern. Anstelle des Clients sorgt möglicherweise ein Chaining Service für die richtige Zusammenarbeit der funktionalen Komponenten des Application Service.

Für diese Variante braucht Frau P in ihrem Client keine eigene GIS-Funktionalität. Sie benötigt einen WMS-Client, der das GetFeatureInfo- Request beherrscht. Zusätzlich benötigt sie eine Funktionalität, die aus den ausgewählten Datensätzen in ihrer Fachdatenbank mit den Attributen Gewässer-ID, Von-Station und bis-Station eine Layerdefinition z.B. als SLD-Schema kodiert und als Paket an den Chaining Service sendet.

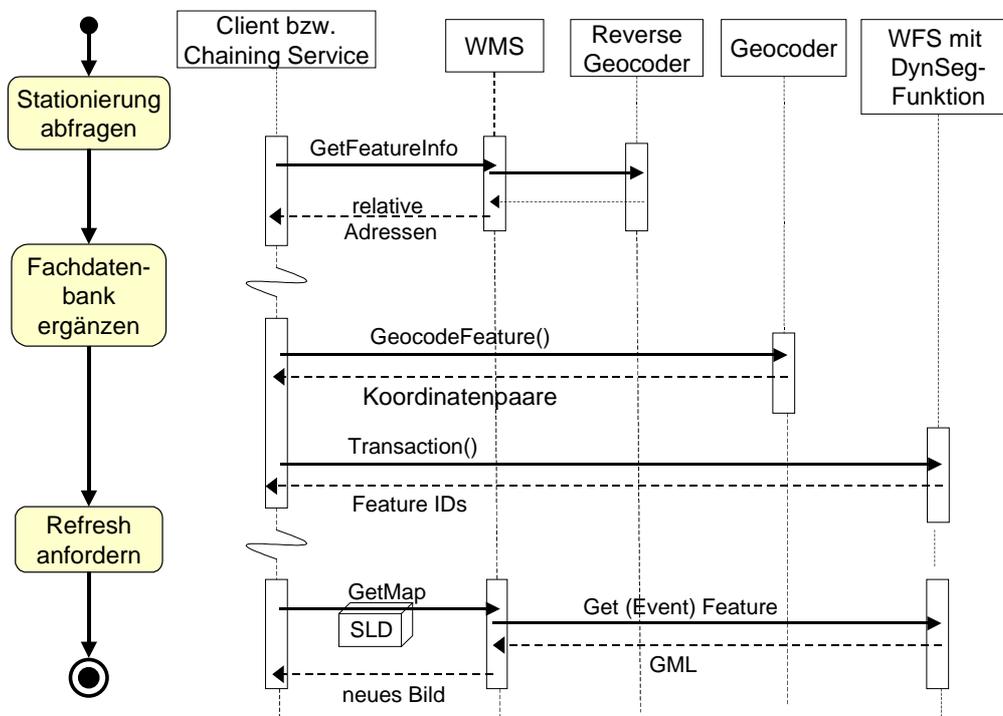


Abbildung 35: So oder ähnlich könnte die Zusammenarbeit verschiedener Services für die dynamische Segmentierung aussehen.

Die Variante erfordert die Definition spezifischer Services mit speziellen Schemata: Der Web Mapping Service muss auf das GetFeatureInfo- Request z.B. für den Gewässerlayer die Stationierung des nächstgelegenen Punktes auf der Gewässerachse zurückgeben. Die WMS-Spezifikation erlaubt eine recht freie Ausgestaltung der Antwort auf das GetFeature- Request.

Eine Reverse Geocoder Service-Spezifikation ist im Rahmen der OpenLS-Initiative in Arbeit. Sie fordert allerdings Punkte in Längen/Breiten-Angaben als Input [Warren2002]. Wegen der dann notwendigen Koordinatentransformation ist fraglich, ob ein Standard aus dem OpenLS-Bereich hier sinnvoll verwendet werden kann; Alter-

nativen müssen ggf. noch erarbeitet werden. Das SLD-Schema müsste die Elemente Von-Station und Bis-Station enthalten.

Für die dynamische Segmentierung gibt es noch gar keine Spezifikation. Es gilt, Wertbelegungen zu relativen Ortsangaben oder – mit vorgeschaltetem Geocoder - zu Punkten an einer Linie in Linienabschnitte zu verwandeln. Dafür gibt es nach dem heutigen Stand keine eigene Spezifikation. Als Möglichkeiten kommen spezielle Formen des Geocoder-Services, des Web Feature Services oder ein Web Coverage Server für Segmented Curves in Frage.

Ein Geocoding-Service erwartet als Input zu einem GeocodeFeature- Request eine Datenstruktur nach vordefiniertem Schema. Die Spezifikation gibt einige Schemata vor, von denen das Street Locator Schema für Gewässer nutzbar wäre. Spezifische Erweiterungen sind möglich. Ein auf lineare Referenzierung von Gewässerabschnitten spezialisierter Geocoder könnte seine Ergebnisse für die Visualisierung an einen WMS weiterreichen oder die Ergebnisse als GML-Features an den Client oder Chaining Service zurückgeben.

Die Web Coverage Service Spezifikation ist derzeit nur für Grid Coverages, also für Coverages auf der Basis regelmäßiger Zellgitter detailliert vorhanden. Sie ist aber für alle Coverage-Typen, also auch für Segmented Curves vorgesehen und bietet möglicherweise später auch eine Basis für die Entwicklung einer passenden Spezifikation für dynamische Segmentierung.

Diskussion:

Die Vision einer zentralen Geometriehaltung und dezentral gehaltener nicht-geometrischer Fachinformation, die daran visualisiert wird, ist bestechend, denn sie ist potenziell die Antwort auf die Vielfalt thematischer Aspekte, die sich alle auf die Gewässerlinie beziehen.

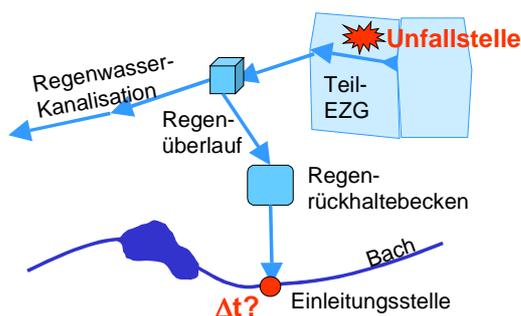
Die Realisierung allerdings steckt voller Tücken und Probleme. Für das Grundproblem der Linearen Referenzierung, nämlich die Veränderbarkeit dynamisch erzeugter Geometrien mit der Grundlinie, muss das Datenmodell Lösungen ermöglichen. Funktionserweiterungen und Spezialisierungen der Geocoder- oder WFS-Server oder ein spezialisierter WCS wären zu definieren. Für die einfachste Variante – dynamische Segmentierung erledigt die Anwenderapplikation – muss der Transport der Stationswerte an Linienstützpunkten über GML gewährleistet sein. In allen Varianten wirft die Pflege des Gewässersystems Konsistenzprobleme auf.

Auf Basis der vorhandenen Spezifikationen ist es daher vielleicht möglich, eine Architektur aufzubauen. Es steckt jedoch mit Sicherheit Entwicklungsaufwand darin; die Verfügbarkeit von Out-of-the-box-Produkten für diese Funktionalität ist vorerst nicht zu erwarten. Gemeinsame Anstrengungen der Beteiligten wären daher notwendig.

Grundsätzlich erfordert das Szenario ein gründliches Durchdenken der Anforderungen und Möglichkeiten.

7.6. Usecase 5: Services für benutzerspezifische integrierte Abfragen

In diesem Usecase wird ein realer Störfall aufgegriffen: Nach einem LKW-Unfall auf der Autobahn bei A-Stadt gelangte Öl über die Regenwasserkanalisation in ein Regenrückhaltebecken. Spaziergänger bemerkten das und alarmierten die Feuerwehr. Die Verschmutzung nachgeordneter Gewässer konnte dann verhindert werden. Noch weniger Aufwand wäre jedoch entstanden, wenn die Feuerwehr das betreffende Regenrückhaltebecken gleich in die Beobachtung genommen hätte.



Unna. (pit) Ölalarm im Bornekamp: Gestern um 11.17 Uhr wurde die Unnaer Feuerwehr alarmiert. Im Regenrückhaltebecken zwischen dem „Ententeich“ und der Autobahnbrücke waren Öllachen auf der Wasseroberfläche entdeckt worden.



Insgesamt 45 Wehrmänner waren stundenlang damit beschäftigt, Ölsperren anzulegen, damit das ablaufende Wasser nicht auch den bei Spaziergängern so beliebten „Ententeich“ in Mitleidenschaft ziehen konnte. Eine Verschmutzung des Teiches konnte zum Glück durch die Wehr verhindert werden.

Nach Einschätzung der Feuerwehr dürfte der Ölalarm auf einen Unfall am vergangenen Freitag Morgen zurückzuführen sein: Ein Lastwagen hatte bei einem Unfall an der Autobahnbrücke der A 44 Diesel verloren, das zum Teil im Erdreich versickerte. Zwar wurden Teile ausgebagert, doch über

Die Feuerwehr legte mehrere Ölsperren an. Bild: Karl Dittrich

die Kanalisation der Autobahn scheint tatsächlich Dieselkraftstoff im Bereich des Kordebaches ausgetreten zu sein. Durch das schnelle Eingreifen der Feuerwehr konnte größerer Schaden verhindert werden.

Abbildung 36: Bericht aus der Westfälischen Rundschau vom 23.12.2002 und Elemente des Szenarios.

Das Szenario:

Auf der Autobahn bei A-Stadt, im Grenzbereich zu Kommune B, geschieht ein Unfall und Öl läuft aus. Die Feuerwehr möchte ermitteln, welche Einleitungsstellen in Gewässern in welcher Zeit betroffen sein werden (Verunreinigungen über das Grundwasser werden hier nicht betrachtet, da sie kompliziertere Strömungsmodelle erfordern).

Variante 1:

Feuerwehrmeister X visualisiert in seinem Viewer die Kanalnetze von Stadt A und Gemeinde B sowie die Gewässersysteme der Verbände X und Y. Als Hintergrund wählt er das Relief. Er wählt manuell eine ins Gewässer abschlagende Kanal-Folge

aus. Dann fragt er mit einem Button „Fließzeit ermitteln“ die minimale oder durchschnittliche Fließzeit der selektierten Haltungen an; seine Applikation ermittelt ihm die Gesamtfließzeit auf der ausgewählten Strecke. Er wiederholt diesen Vorgang für alle ihm sinnvoll erscheinenden Kanalfolgen.

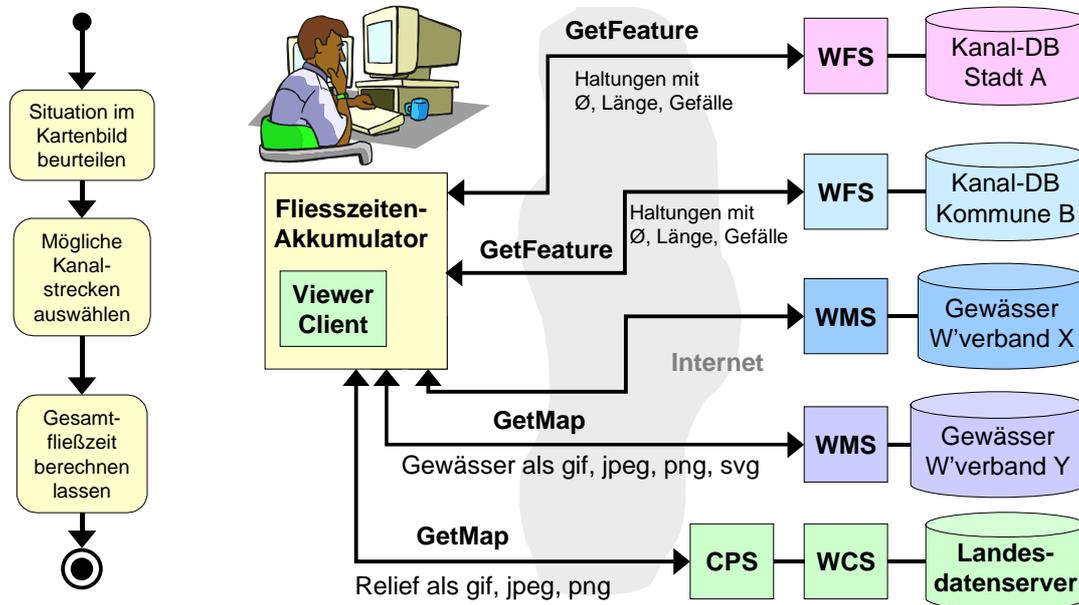


Abbildung 37: Feuerwehrmeister X hat eine Applikation, die Fließzeiten ausgewählter Kanalhaltungen addiert.

Diese Variante basiert auf „normalen“ Web Mapping und Web Feature Services und wickelt alle Berechnungen in der Client-Applikation ab. Voraussetzung dafür ist nicht nur, dass A-Stadt und Kommune B ihre Kanalsysteme über Web Feature Services bereitstellen, sondern auch, dass zu jeder Haltung eine Fließzeit oder die Grundlagen für deren Berechnung als Attribute bereitgestellt werden können.

Feuerwehrmeister X benutzt eine Applikation, die sowohl WMS-Requests als auch WFS-Requests generieren und auswerten kann. Die für die Berechnung der Fließzeit notwendigen Parameter pro Haltung werden bereits mit der Feature-Abfrage als Attribut angefordert; die Gesamtfließzeit berechnet seine Anwendung. Der Client kann ausserdem gültige Requests für die Visualisierung des Geländemodells über einen Coverage Portrayal Service und den dahinterliegenden Web Coverage Service des Landesdatenservers generieren.

Feuerwehrmeister X findet das schon eine grosse Verbesserung, aber lieber wäre es ihm, wenn alles vollautomatisch wäre. Zu groß ist die Gefahr, dass er eine in ein Gewässer abschlagende Kanalverbindung übersieht. Ausserdem pflegt die Feuerwehr einen geographischen Datenbestand aller Unfallstellen und er muss diese Unfallstelle eintragen.

Variante 2:

Herr X wählt sich auf einen fachspezifischen Web Service ein, zoomt sich an die richtige Stelle und trägt die Unfallstelle in die Landesdatenbank aller Unfallstellen ein. Dann bedient er einen Button „Einleitungsstellen anzeigen“ und erhält alle zwischen Unfallstelle und Klärwerk im System liegenden Abschlagsstellen ins Gewässersystem angezeigt, am besten noch nach voraussichtlicher Fließzeit visualisiert. Für den spezifischen Service bedeutet das folgende Aufgaben:

- Ermittlung der nächstgelegenen Haltung oder des betroffenen Teileinzugsgebiets,
- Ermittlung aller von da weiterführenden Regenwasserhaltungen,
- Selektion der Haltungsfolgen, die in ein Gewässer abschlagen,
- Ermittlung der zugehörigen Einleitungsstellen,
- Abfrage der Fließzeiten, alternativ Abfrage von Länge, Durchmesser und Gefälle und Berechnung der Fließzeiten,
- Summierung der Fließzeiten und Zuordnung der Werte zu Einleitungsstellen,
- Visualisierung der Einleitungsstellen nach Fließzeit.

Voraussetzung für das Funktionieren ist nicht nur die Bereitstellung von Kanaldatenbanken, sondern auch die Verfügbarkeit der Netzlogik des Haltungssystems (jede Haltung muss ihren Nachfolger kennen).

Diese Variante erfordert mehrere hintereinandergeschaltete, voneinander abhängige Abfragen an den oder die Web Feature Server der Kommunen. Dies kann entweder durch eine leistungsfähige Applikation auf dem Rechner des Herrn X geschehen, oder über einen Web Service, der beispielsweise landesweit verfügbar sein könnte. Die Lösung erfordert nicht zwingend einen spezifischen Service im Web, aber bietet sich dafür an – insbesondere wenn noch weitere landesweite Datenbanken beteiligt sind, wie z.B. eine (ebenfalls angenommene) Datenbank aller Unfallstellen.

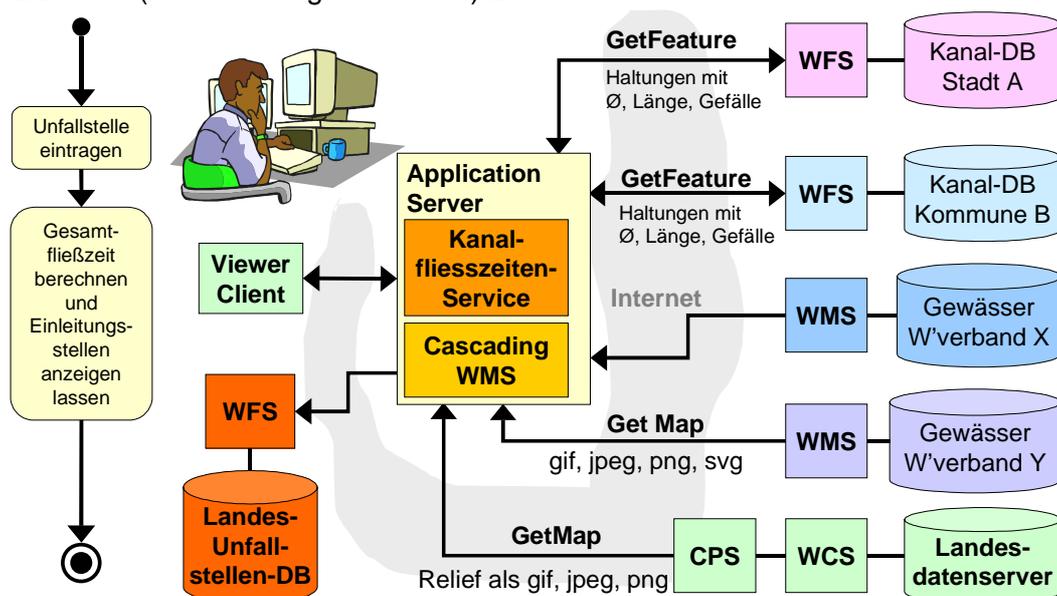


Abbildung 38: Ein fachspezifischer Service könnte über das Web allen Feuerwehren landesweit zur Verfügung stehen

Fließzeiten sind in der Regel mengenabhängig. Das Ergebnis könnte daher noch verbessert werden, wenn der Service eine Information darüber erhält, wieviel es an der Unfallstelle geregnet hat. Der Fließzeitservice ermittelt daher die der Unfallstelle nächstgelegene Niederschlagsmessstation, findet in einer Service-Registry den daran angekoppelten Sensor Collection Service (SCS), fragt im SCS die Regenmenge der letzten n Stunden ab und erhält sie XML-kodiert als Observations &-Measurements-Element (O&M). Der Service berechnet dann anhand von Haltungsverhältnisse, Haltungsverlänge und Durchmessern die aktuellen Fließzeiten im Regenwasserkanalsystem.

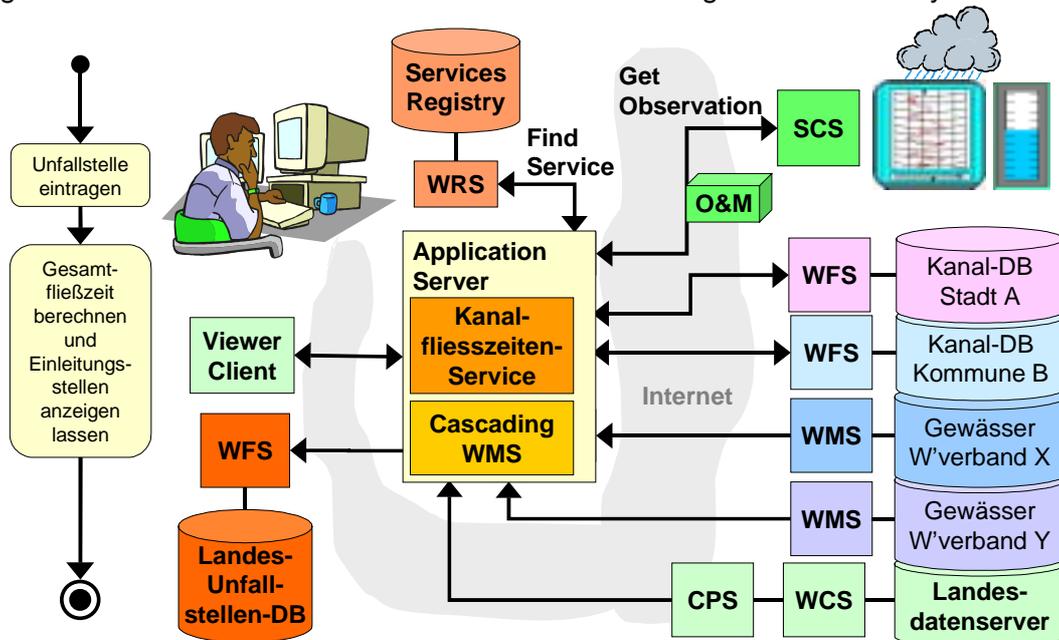


Abbildung 39: Ein Sensor Collection Service kann dazu benutzt werden, die aktuelle Regenmenge in Nähe der Unfallstelle zu ermitteln. Der Sensor Collection Service wird vorher über einen Registry Service ausfindig gemacht.

Diskussion:

Sinn und Nutzen eines hier postulierten spezifischen Services werden sicherlich von der Häufigkeit und Brisanz solcher und ähnlicher Störfälle bestimmt. Das Szenario wirft auch Fragen zur hydraulischen Berechnung auf, die nur der Kanalspezialist beantworten kann. Hier geht es aber wieder mehr um das Aufzeigen prinzipieller Möglichkeiten, insbesondere der Möglichkeit, auf Basis dezentraler Datenquellen und der OpenGIS Web Technologie ganz spezielle, auf den Fachnutzer zugeschnittene Anwendungen zu konzipieren und Information an Stelle von Rohdaten bereitzustellen.

Der Realisierungsaufwand ist nicht unerheblich; vor allem aber müssen Voraussetzungen erfüllt sein, die nicht selbstverständlich sind: Beide Varianten gehen davon aus, dass Kommunen ihre Kanalsysteme nicht nur in Geoinformationssystemen halten, sondern sie auch via Web Feature Server zur Verfügung stellen können. Für größere Kommunen, die ihre Kanalsysteme in mächtigen GI-Systemen wie Smallworld oder SICAD verwalten, ist dies vermutlich bereits in naher Zukunft möglich. Anders bei

kleinen Kommunen, die ihre Kanalbestandsdaten häufig in geometrierten proprietären, kleineren Datenbanken halten.

Während Variante 1 von der Visualisierung der Haltungeometrien ausgeht, kommt Variante 2 auch ohne aus. Für die Berechnung der Fließzeit bis zur nächsten Einleitungsstelle sind Geometrien nicht unbedingt nötig; es reicht auch, wenn die Logik des Netzes und alle für die Berechnung notwendigen Haltungeigenschaften relational bekannt sind. Die für die Berechnung der Fließzeit notwendigen Attribute Länge, Gefälle und Durchmesser sind in dem meisten Kanaldatenbanken vorhanden. Andererseits bietet GML in der Version 3.0 auch die Möglichkeit zum Transport topologischer Eigenschaften und liefert damit die Voraussetzung für die Übergabe geometrischer Netzwerke. Die Bereitstellung von Netzwerkfunktionalität über das Internet wird sicherlich bei großen Herstellern in den nächsten Jahren in Produkten realisiert werden; Smallworld bietet das bereits heute an [Smallworld NW].

Als theoretische Alternative würde die (noch nicht spezifizierte) Bereitstellung von Segmented Curve-Coverages über einen Web Coverage Server in Frage kommen und die Interpolation von Fließzeiten entlang der Linienabschnitte ermöglichen. Für Kanalnetze ist dies jedoch nicht besonders sinnvoll, da die kurzen Haltungsstrecken hinreichende Grundlage für die Fließwegberechnung bieten und kein wesentlicher Bedarf für Interpolationsverfahren besteht.

Der Nutzen eines im Web bereitgestellten Fließweg-Services in der vorgestellten, stark fallbezogenen Form, ist begrenzt und würde alleine den Aufwand für die Organisation des Gesamtsystems sicherlich heute noch nicht rechtfertigen. Aus Usecase1 und Usecase5 zusammen ergibt sich jedoch auch ein weiterer Aspekt: Ist das System aus Kanalinformation via Web Feature Services einmal aufgebaut, kann es für eine breite Palette möglicher Anwendungen genutzt werden. Die Definition spezieller Services, die auf Basis der zuliefernden WFS spezifische Aufgabenstellungen beantworten, wäre dann eine relativ einfache Angelegenheit.

Dennoch ist die Bereitstellung von Kanalsystemen als Feature Services für viele Kommunen sicherlich noch weit entfernt. Die Organisation des Gesamtsystems ist daher nach wie vor die größte Hürde.

7.7. Usecase 6: Messwerte aus einem verteilten Netz

Viele an der Wasserwirtschaft in NRW beteiligte Institutionen betreiben Messstellen in Fließgewässern oder im Kanalsystem. Sowohl das Landesumweltamt als auch die Wasserverbände messen diverse Parameter in Fließgewässern teils manuell, teils mit vollautomatischen Messstellen. Messfühler im Kanalnetz geben Informationen über Abflußmenge und Qualität und werden von Wasserverbänden und Kommunen

betrieben. Sensor Collection Services können dabei helfen, diese Informationen zusammenzuholen.

Das Szenario:

Bei der Auswertung der Messwerte aus der landeseigenen Gütemessstelle wundert sich Herr G, Mitarbeiter im Landesumweltamt, über kurzzeitig ungewöhnlich niedrige Sauerstoffkonzentrationen im Xbach. Er möchte der Sache auf den Grund gehen und holt sich für den fraglichen Zeitraum verschiedene Messdaten aus dem Gesamtsystem zusammen: Die Abflußwerte des Klärwerks A bekommt direkt aus dem Datenspeicher der Messstelle, die Gütedatedaten des Wasserverbandes z.B. aus dessen Data Warehouse. Vom Deutschen Wetterdienst kann er die Niederschlagsverteilungskarten für die vorangehenden Stunden als georeferenziertes Bild anfordern. Herr G fragt noch mal die Abschlagszeiten eines kommunal betriebenen Regenbeckens im Zentrum des Niederschlagsgebietes direkt bei der Messstelle ab und kommt schließlich zu einer befriedigenden Erklärung: Die Entlastung dieses Regenbeckens führte zu dieser Absenkung des Sauerstoffbedarfs.

Herr X sucht zunächst zunächst in einem Online-Katalog nach dem Angebot an Messreihen. Ein dahinterliegender Web Registry Service liefert alle Details, die zur Formulierung gültiger Requests an die jeweiligen Services notwendig sind, wie z.B. Parameter, verfügbare Zeiträume und Internet-Adresse.

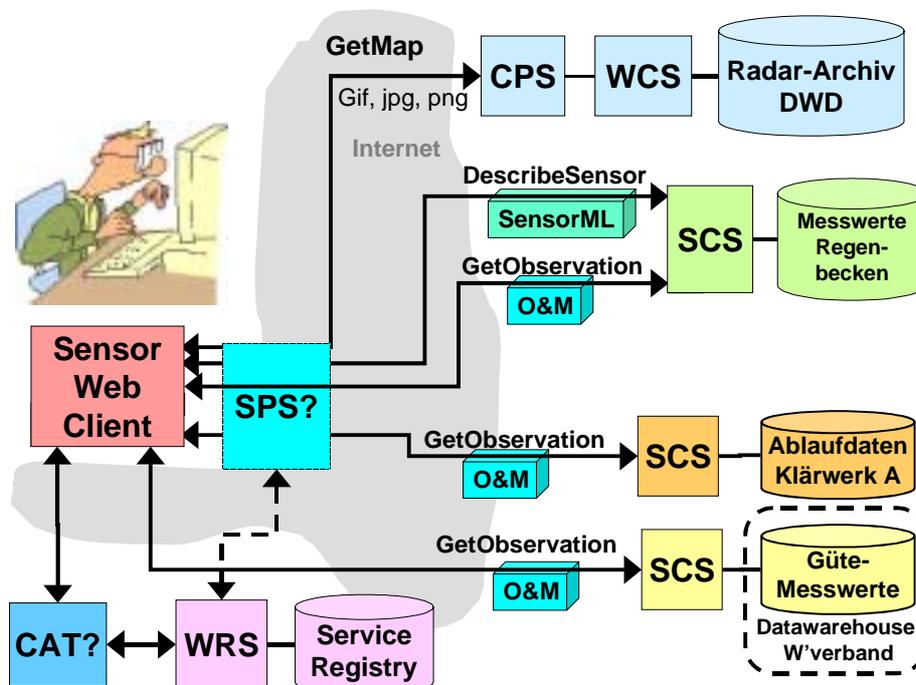


Abbildung 40: Sensor Collection Services liefern auf Anforderung Messwerte für den angefragten Zeitraum und die angefragten Parameter zurück.

Herr X benutzt einen einfachen „Sensor Web Client“. Die Applikation wertet die mit einem Capabilities-Request angeforderten Selbstbeschreibungen der Sensor Services aus und stellt ihm die verfügbaren Zeiträume und Parameter in entsprechenden

Formularen für die nähere Definition zur Verfügung. Nachdem Herr X entsprechende Auswahlen getroffen hat, formuliert der Sensor Web Client GetObservation- Requests und sendet sie an die Sensor Collection Services. Möglicherweise übernimmt auch ein Sensor Planning Service die Suche nach verfügbaren Messstellen und die Zusammenstellung der GetObservation- Requests. Nähere Information zur Messstelle im Regenbecken holt Herr X's Client über ein DescribeSensor- Request ein; die Antwort kommt als SensorML-Paket zurück. Auf das GetObservation- Request erhält Herr X's Client Messreihen als XML-Paket in einem Observations- und Measurements-Schema (O&M) zurück. Herr X wird sicherlich gerne einen Client verwenden, der ihm diese Daten dann auch graphisch visualisieren kann.

Diskussion:

Das Szenario wirft nur einen kurzen Blick auf die Möglichkeiten, die mit der Bereitstellung von Messwerten über Sensor Collection Services in einem verteilten System verbunden sind. Wenn die Schnittstellen in den nächsten Jahren in Softwarekomponenten realisiert werden, können Datenprovider und Datenkonsumenten ihre Messreihen verfügbar machen oder Messreihen anfordern und auswerten. Bis allerdings die Realisierung der SCS-Schnittstelle alle automatischen Messstellenprodukte erreicht hat, werden sicherlich noch viele Jahre vergehen. Vorerst ist es realistischer, Sensor Collection Services aus Datawarehouses zu beliefern.

Katalogsysteme und Registries sind nur notwendig, wenn Anwendern bzw. Clients die Serveradressen und Serviceparameter nicht bekannt sind. Angesichts der Vielzahl aller Messstellen in NRW ist es allerdings sicherlich sinnvoll, wenn irgendeine Institution den Betrieb von Katalog- und Registryservices übernimmt.

Die technischen Probleme dürften bei Verfügbarkeit zertifizierter Software gering sein. Auch der organisatorischer Abstimmungsbedarf ist für das technische Funktionieren gering. Er wird allerdings hoch, wenn die übergebenen Werte auch miteinander in Beziehung gesetzt und intergriert verarbeitet werden sollen.

Die Alternative zu diesem System ist der Aufbau einer zentralen Datenhaltung wie dies z.B. derzeit im „Wasserwirtschaftlichen Informationsverbund Düsseldorf“ geplant ist [Wasser im Netz]. In diesem Projekt werden dezentral produzierte Daten in einen zentralen Server überführt und von dort aus bereitgestellt. Diese Möglichkeit setzt einen wesentlich höheren Organisations- und Entwicklungsaufwand für die Abstimmung von Einheiten, Zeiteinheiten, Feldtypen und Schnittstellen voraus, bietet aber evtl. auf der Nutzerseite mehr Möglichkeiten der integrierten Auswertung, weil dann alle Daten in genormten Formaten und Einheiten verfügbar sind. Wegen der notwendigen Replikationsmechanismen wird diese Lösung i.d.R. auch nur Daten bis zum Vortag zur Verfügung stellen können.

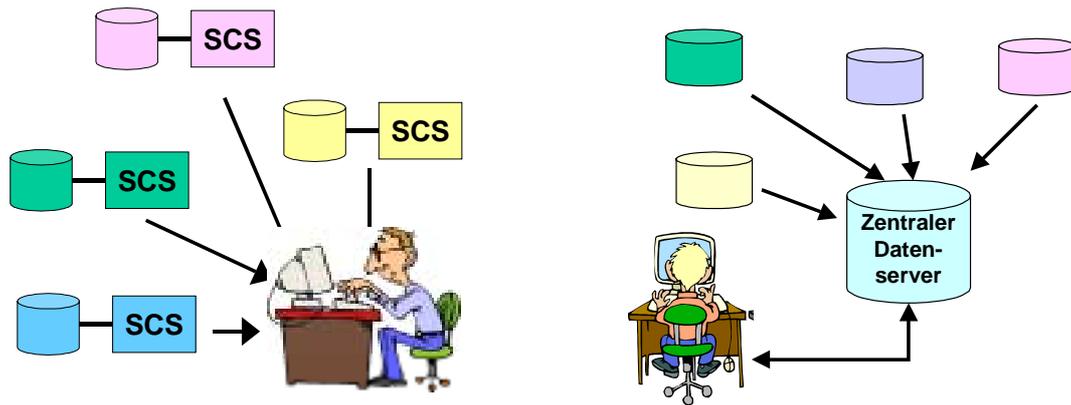


Abbildung 41: Flexible offene Servicestruktur und zentrale Datenhaltung bieten unterschiedliche Vorteile.

Die beiden Alternativen sind deshalb für verschiedene Zielsetzungen unterschiedlich gut geeignet: OpenGIS Sensor Collection Services sind für die flexible, schnelle und aktuelle Abfrage verteilt verfügbarer, evtl. auch erst ausfindig zu machender Datenquellen gedacht. Zentrale Datenarchive sind dagegen für die regelmäßige Analyse durch einen festen Nutzerkreis möglicherweise besser geeignet.

7.8. Usecase 7: Entscheidungsunterstützung mit Web Coverage Service u.a.

Der Begriff der räumlichen entscheidungsunterstützenden Systeme oder auch Spatial Decision Support Systems ist nicht klar definiert. Breit gefasst ist ein Spatial Decision Support System (SDSS) „ein Computersystem, das entworfen wurde, um der Analyse von komplexen räumlichen Problemen beizustehen. Es wird normalerweise entwickelt, um bei strategischen räumlichen Planungsentscheidungen von Organisationen zu helfen“ [Bill_Zehner 2001]. Nach dieser Definition kann bereits die Kombination von GIS-Software mit einer Datenbasis als SDSS betrachtet werden. Engere Definitionen wie die von Rinner und Jankowski fordern zusätzlich das Vorhandensein einer Entscheidungslogik oder Modellbasis [Rinner_Jankowski2003].

Unabhängig davon, wie eng oder weit der Begriff gefasst wird, soll hier ein Usecase vorgestellt werden, der zumindest in die Richtung entscheidungsunterstützender Systeme weist, weil hier als Grundlage für eine schnelle Vorentscheidung eine Reihe räumlich verteilter Ausprägungen zu berücksichtigen ist.

Ideenlieferant für dieses Szenario ist die Dortmunder Arbeitskarte zum Regenwassermanagement [Kaiser 1998]. Nach §51a des Landeswassergesetzes Nordrhein-Westfalen ist „Niederschlagswasser [...] vor Ort zu versickern, zu verrieseln oder ortsnah in ein Gewässer einzuleiten“ [LWG-NRW]; dabei liegt die Priorität auf der Versickerung. Je früher dies in der städtebaulichen Planung berücksichtigt werden kann, um so höher sind die ökonomischen und ökologischen Vorteile und um so geringer die Nutzungskonflikte und Planungsverzögerungen [Kaiser 1998]. Für die frühzeitige Unterstützung

der Planer hat das Umweltamt der Stadt Dortmund deshalb eine digitale Karte erarbeitet, die die Prüfung der Versickerungsmöglichkeiten durch Visualisierung verschiedener Faktoren unterstützt. Die Karte ist mit Erläuterungsbericht auf CD erhältlich [Umweltamt Dortmund].

Die Möglichkeiten und der relative Flächenbedarf für naturnahe Versickerungsmöglichkeiten ergeben sich aus den Faktoren Bodendurchlässigkeit, Grundwasserflurabstand, Relief und Altlasten. Durchlässigkeit und Grundwasserflurabstand wurden aus der Bodenkarte 1:50.000 des Geologischen Dienstes abgeleitet. Die Karte visualisiert im einzelnen (vgl. [Kaiser 1998]):

- Klassifizierung des Untergrundes nach ihrem Kf-Wert in 4 Durchlässigkeitsklassen,
- die Lage von ca. 100 Gutachten zur Versickerungsfähigkeit als Punktsymbole, klassifiziert nach Kf-Werten¹² und der Entnahmetiefe,
- Bereiche, in denen mit Grundwasserflurabständen <2 m gerechnet werden muss,
- die Lage von 954 Brunnen mit regelmäßigen Pegelmessungen, nach ihrem Grundwasserflurabstand klassifiziert und mit Referenznummer,
- Höhenlinienlayer mit 10m-Isolinien, was in flachen Bereichen als unbefriedigende Auflösung betrachtet wird,
- Altlasten-Standorte aus einer Kartierung von 1994/95.

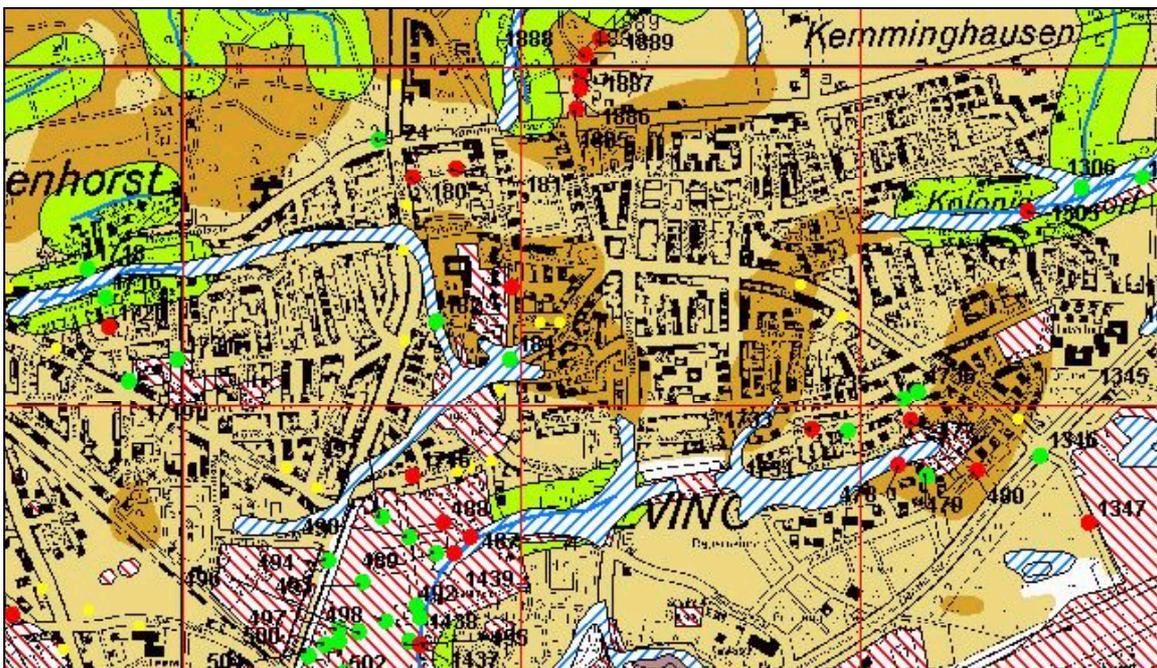


Abbildung 42: Ausschnitt aus der Arbeitskarte zum Regenwassermanagement des Umweltamtes Dortmund [Umweltamt Dortmund].

Für verschiedene Durchlässigkeitswerte ergeben sich spezifische Empfehlungen für Art und Flächenbedarf der Versickerungsanlage. In Bereichen mit einem Grundwasserflurabstand < 2m werden nähere Untersuchungen notwendig. Mit steigendem

¹² Der Kf-Wert ist ein Maß für die Durchlässigkeit des Bodens

Gefälle nimmt die Nutzbarkeit der potenziell verfügbaren Flächen für die Versickerung ab; die Karte gibt Empfehlungen für vier verschiedene Gefälleklassen. Altlastenstandorte sind ein ausschließender Faktor [Kaiser 1998]. Das Umweltamt sieht die kontinuierliche Fortschreibung durch Aktualisierung und Aufnahme neuer Messstellen vor [Umweltamt Dortmund].

Das Szenario:

Herr S ist als Mitarbeiter von Ingenieurbüro Y mit der Planung eines neuen Bebauungsgebietes in Stadt A beauftragt. Nachdem das Ausmaß der Neuversiegelung klar ist, möchte er verschiedene Standorte für Versickerungsanlagen prüfen.

Variante 1:

Herr S holt sich die benötigten Layer der bisher analog vorhandenen Karte online in sein Browserfenster: Höhenlinien erhält er vom Landesdatenserver, Altlastenflächen, Brunnenstandorte und die Gutachten-Lokalisationen aus dem Mapservice der Stadt A. Topographische Hintergrundinformation braucht er natürlich auch, sie wird hier aber aus Gründen der Übersichtlichkeit weggelassen.

Weil für geologische Darstellungen immer wieder spezielle Symbole benötigt werden, stellen die geologischen Dienste der Bundesländer Symbole und Zeichenstile in Repositories bereit. Sie sind über einen Style Management Service zugänglich. Herr S kann daher für die Darstellung der Bodendurchlässigkeit und des Grundwasserflurabstands aus vorhandenen Stilen auswählen. Sein Client definiert daraus ein SLD-Dokument, das der Map Service des Geologischen Dienstes¹³ verarbeitet.

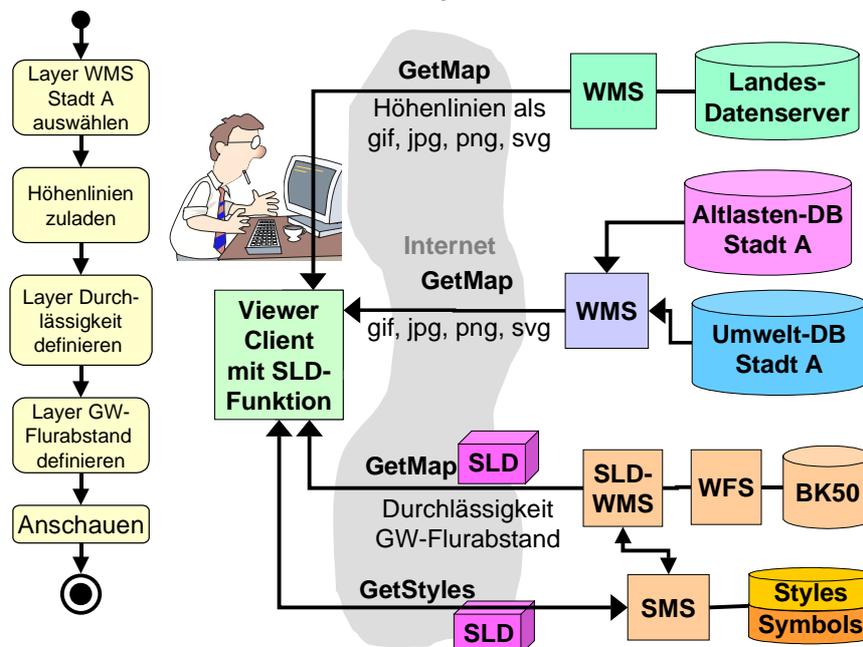


Abbildung 43: Herr S bezieht Layer von verschiedenen Providern. Stile und Symbole für die Bodenkarte sind über einen Symbol Management Service aus Registries zugänglich.

¹³ Dass die Bereitstellung vmtl. über den Landesdatenserver laufen wird, ändert nichts am Prinzip.

Für diese Variante braucht Herr S einen WMS-fähigen Viewer mit SLD-Funktion, der das GetStyles- Request beherrscht und ihm die Möglichkeit bietet, Filter, Klassifizierungen und Stile zu definieren. Wenn der Geologische Dienst Symbolbibliotheken verwaltet, wird er wahrscheinlich auch eine solche Clientkomponente bereitstellen; sie müsste die Möglichkeit bieten, weitere Web Mapping Server anzusprechen. Alternativ hat Herr S vielleicht eine eigenständige WMS-und SLD-fähige Browserapplikation.

Herr S findet Web-Mapping eine Verbesserung gegenüber der analogen Karte, weil ständig neue Gutachtenpunkte und Altlastenflächen dazukommen und seine Papierkarte schon längst nicht mehr verlässlich ist. Aber er bedauert, dass er gar keine Möglichkeit der GIS-Analyse hat.

Variante 2:

Herr S holt sich die Altlastenflächen, Brunnen- und Gutachtenstandorte als vektorielle Features in sein GIS. Für die Übergabe der Bodenpolygone muss er die gewünschten Attribute aus einer Liste auswählen. Das Geländemodell lässt er sich gleich nach Hangneigung klassifiziert anzeigen und bezieht es als Bild vom Coverage Portrayal Service des Landesdatenservers. Jetzt kann er nach Belieben Puffer um die Brunnen herum ziehen und aus den Bodenpolygonen potenzielle Flächen selektieren. Eine Verschneidung mit dem Relief kann er allerdings nicht durchführen, denn er hat ja nur ein Bild erhalten.

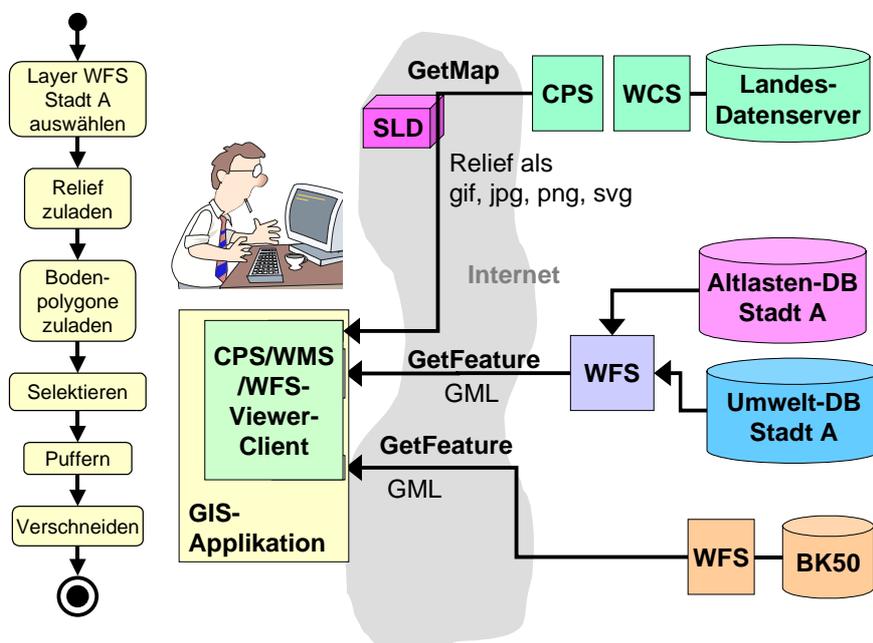


Abbildung 44: Wenn alle Beteiligten Web Feature Server betreiben, kann Herr S die notwendigen Daten als Geometrien beziehen und mit einem Desktop-GIS analysieren.

Voraussetzung ist die Verfügbarkeit von Web Feature Services bei allen Beteiligten und eines Coverage Portrayal Services für das Geländemodell. Herr S benötigt jetzt eine GIS-Anwendung, die WFS- und Coverage Portrayal Requests erzeugen kann. Die

Bewertungskarte möglicher Standorte macht allerdings sehr viel Arbeit, denn er muss nach diversen Verschneidungsoperationen viele kleine Fehlerpolygone bereinigen. Er findet, dass eine rasterbasierte Verarbeitung für diese Fragestellung einfacher wäre.

Variante 3:

In dieser Variante lässt sich Herr S alle Daten als coverages übermitteln. Er kann jetzt mit einer GIS-Applikation, die Rasterdaten verarbeitet, diese Layer übereinanderlagern und über Reklassifizierungen, Filter und Overlays eine aktuelle Karte möglicher Standorte mit ihrer Bewertung erzeugen.

Diese Variante setzt voraus, dass die Datenprovider ihre Geodaten auch über Web Coverage Services übergeben und weist damit deutlich weiter in die Zukunft. Alternativ kann Herr S die erhaltenen Features aus Variante 2 für die rasterbasierte Analyse in Coverages umwandeln, wenn er eine leistungsfähige GIS-Applikation zur Verfügung hat. Vielleicht hat er sogar eine Datenfluss-Modell-Funktionalität, die die immer gleichen Analysevorgänge automatisch ablaufen lässt.

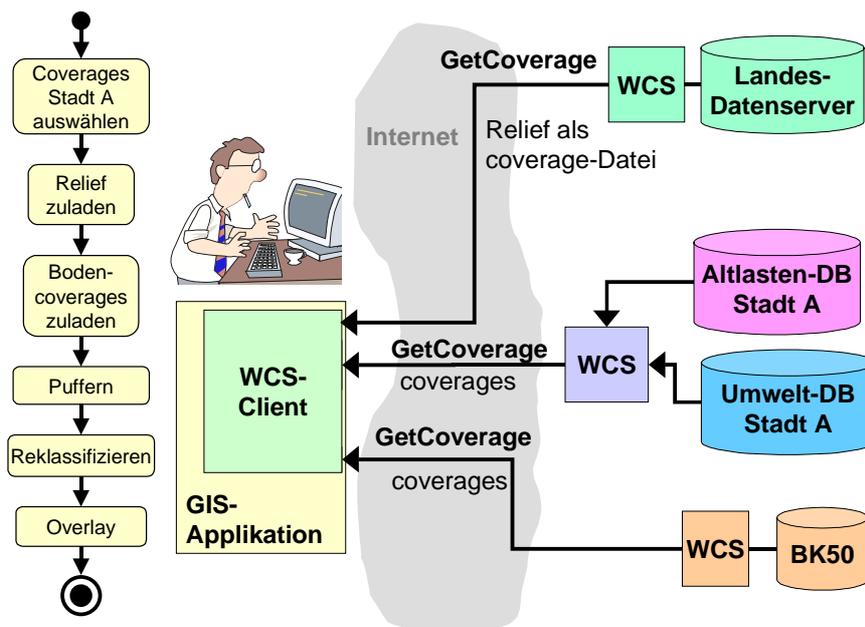


Abbildung 45: Wenn die Datenprovider das anbieten, kann Herr S. auch alle Daten als coverages beziehen und mit einem rasterverarbeitenden GIS analysieren.

Alle Beteiligten, Herr S und die Genehmigungsbehörde, sind dennoch nicht zufrieden. Denn in allen bisherigen Analysen müssen Ausschlußfaktoren (GW-Flurabstand < 2m), klassifizierte Faktoren und Einflußradien „hart“, d.h. mit eindeutig definierten Grenzen miteinander verarbeitet werden; es gibt nur „geeignet“ oder „nicht geeignet“ und nichts dazwischen. Das führt z.B. manchmal dazu, dass geeignete Flächen in der Analyse nicht erfasst werden oder Flächen als geeignet ausgewiesen werden, obwohl sie vielleicht zu nahe an einem Brunnen mit niedrigen GW-Flurabstand geplant wurden. Beide Seiten wünschen sich intelligentere Analysen, die statt dem „Geht-oder-geht-nicht“-

Prinzip eine Fuzzy Logik verwenden und feinere Bewertungen liefern können. Ausserdem wünscht sich Herr S, dass er gleich eine Berechnung für die Größe des Versickerungsbeckens erhält. Die Beteiligten haben deshalb einen fachspezifischen Web Service dafür konzipiert:

Variante 4:

Herr S wählt sich im Web auf den Service ein und zoomt sich auf den passenden Ausschnitt. Im Client gibt er die Größe der neu versiegelten Fläche ein. Mit einem Abfrage-Werkzeug kann er nun für verschiedene Stellen die Versickerungsmöglichkeiten und den voraussichtlichen Flächenbedarf abfragen; er erhält zusätzlich eine Bewertung des angewählten Standortes. Die angefragten Standorte werden anhand ihrer Bewertung im Kartenausschnitt dargestellt und mit der Flächengröße beschriftet.

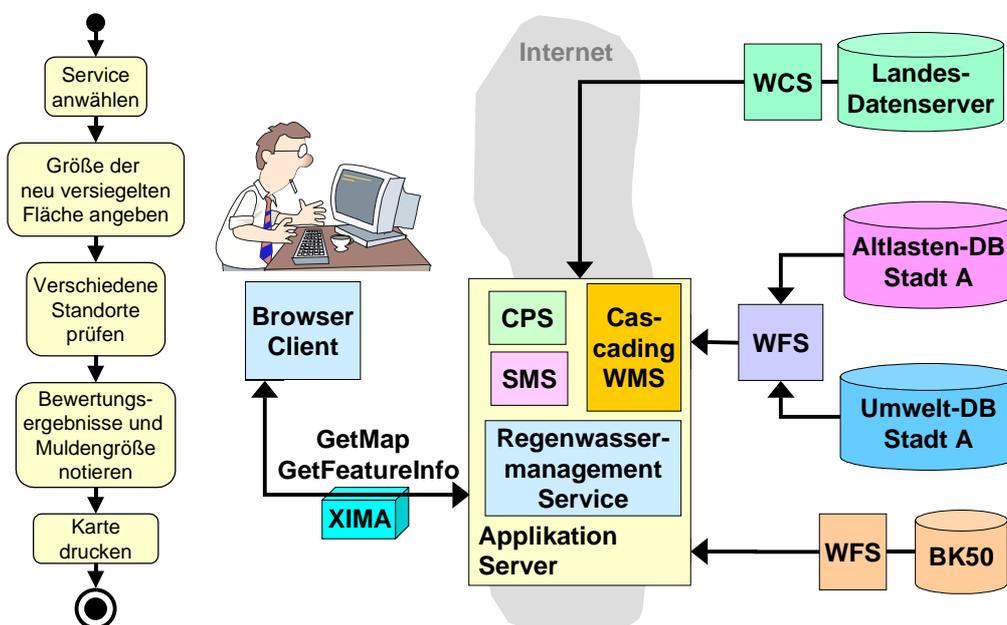


Abbildung 46: Ein spezieller Service könnte z.B. eine fuzzy-logic-gesteuerte Bewertung für Versickerungsmöglichkeiten an userdefinierten Standorten übernehmen.

In diesem Fall würde der Regenwasser-Management-Service den gesamten Analyseprozess übernehmen. Sinnvollerweise müssten die Analyseparameter durch die Genehmigungsbehörde konfigurierbar sein. Das GetFeature-Info-Request der WMS-Spezifikation könnte für die Bewertungsabfrage potenzieller Standorte genutzt werden; die Antwort könnte eine html-Datei oder z.B. ein XIMA-Beschriftungselement sein. Wie und auf welcher Basis der fachspezifische Service die Bewertung ermittelt, ist dann eine Frage der Implementierung und der zugrundeliegenden Funktionalität.

Trotzdem findet Herr S, das könne man noch toppen. Denn nachdem er einen guten Standort für eine Versickerungsmulde gefunden hat, ist sein nächster Schritt die detailliertere Planung vor dem Hintergrund des Liegenschaftskatasters. Früher musste er zunächst Gemarkung und Flur ermitteln, eine Inselkarte anfordern, diese georeferenzieren und dann planen. Heute macht er das fast alles online:

Variante 5:

Variante 5 ist eine Ergänzung. Reliefdaten aus dem Landesdatenserver und Boden-
daten vom Geologischen Dienst gibt es jetzt nicht mehr kostenlos. Herr S muss die
Nutzung des Regenwasserservices bezahlen, der Service wiederum rechnet mit den
zuliefernden Services des Landes ab. Herr S merkt davon nicht sehr viel; er muss sich
mit einem Passwort einwählen und bekommt irgendwann eine Rechnung.

Dann zoomt sich Herr S näher auf den besten Standort und lädt die Liegenschaftskarte
dazu. Die Sicht darauf – nehmen wir an – ist kostenlos, aber für seine Ausführungs-
planung benötigt er die Geometrien. Er richtet seinen Ausschnitt passend ein und
fordert ein Angebot vom Katasteramt ein. Dazu muss er in einem Formular ein
Übergabeformat auswählen. Das Angebot erhält er postwendend als Online-Formular
dargestellt; er trägt Firmenname und Adresse oder die bereits vorhandene Kunden-
nummer ein, schickt die Bestellung ab und hat wenige Sekunden später den
Flurstücksdatenbestand auf seiner Maschine.

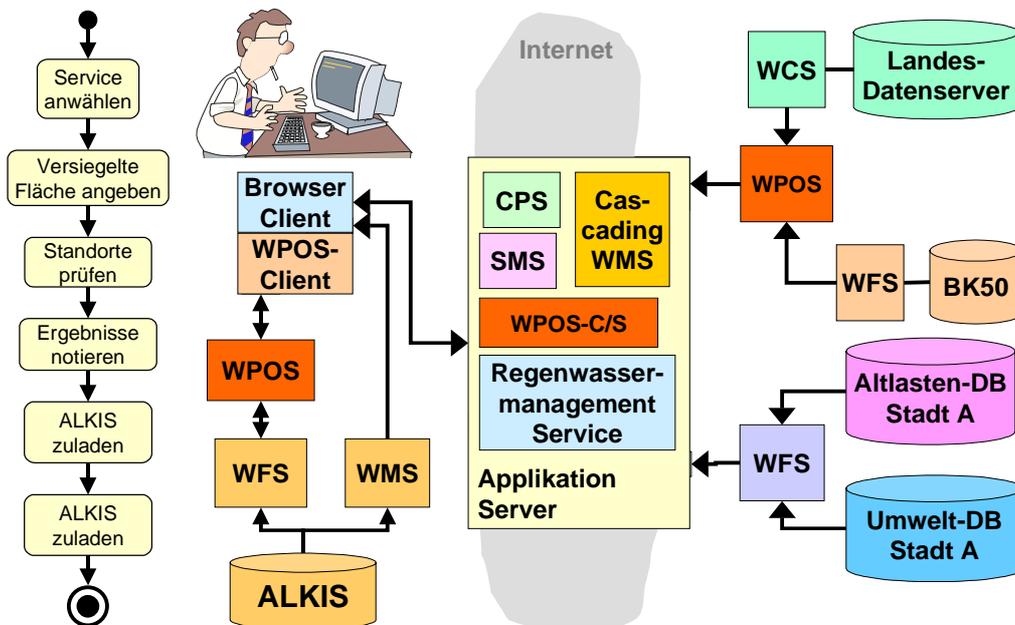


Abbildung 47: Herr S muss für seinen Service bezahlen und kauft Flurstücksgeometrien vom Katasteramt ein. Die Abwicklung der Bestellungen geht über einen WPO-Service

Voraussetzung für diese Variante sind bei den Landesservern Abrechnungsverfahren, die z.B. über die Anzahl der GetMap- Requests oder die Summe aller angeforderten Ausschnittflächen abrechnen. Der Regenwasser-Management-Service (RMS) agiert dann als Client gegenüber den Web Pricing & Ordering-Services (WPOS) der Landes-server und Katasterämter. Da Herr S sich über ein Paßwort eingewählt hat, kann der Service die Benutzerdaten von Herrn S (Name, Adresse, Email) selbsttätig zur Abrechnung weiterleiten. Alternativ tritt der Betreiber des Regenwasserservices gegenüber den Landesservern als Benutzer auf; in dem Fall kann die WPOS-Client-Komponente des Regenwasserservices ebenfalls automatische Bestellungen via

XPCF an die WPO-Services absetzen. Der RMS fungiert dann als kaskadierender WPO-Service.

Der Einkauf von Flurstücksdaten setzt ebenfalls die Verfügbarkeit der Online-Bestellverfahren vom Katasteramt über einen WPOS voraus. Bei Herrn S wird eine Clientkomponente benötigt, die die übersandte Kalkulationen auswertet, ein Formular für die Eingabe von Name, Adresse, Email und Kundennummer bereitstellt und die Einträge im XPCF-Format zurücksendet. Normalerweise wird diese Clientfunktionalität sicherlich von den Application Servern der Liegenschaftsverwaltung bereitgestellt. Hier liegt evtl. noch ein Problem: Herr S möchte zwei Services benutzen, die jeweils besondere Client-Funktionalität benötigen, aber die Ergebnisse übereinanderlegen. Hier spielt die Art der Client-Generierung (als Plug-in, Java-Applet, Java-Servlet, ...) möglicherweise eine entscheidende Rolle.

Diskussion:

Das Zusammenholen von Layern von verschiedenen Providern über Web Mapping Services und Web Feature Services ist in Staaten mit freiem Zugang zu öffentlichen Daten schon fast Normalität geworden. Die Übereinanderlagerung von Bildern ermöglicht jedoch keine geometrischen Analysen und die Abgabe analysierbarer Geodaten ist in Nordrhein-Westfalen bisher meist kostenpflichtig. Tatsächlich hängt daher die Realisierbarkeit der Varianten 2 bis 4 auch daran, ob die öffentliche Verwaltung Geodaten in Zukunft kostenlos abgeben wird oder durch vorgeschaltete WPO-Services eine problemlose Abrechnung möglich macht. Ggf. muss über Web Map Services zunächst der richtige Ausschnitt gesucht werden, bevor abrechenbare Leistung von WFS und WCS angefordert werden kann.

Im Rahmen des GDI-NRW-Projektes ist ein WPO-Service bereits implementiert. Näheres zum Business-Model und mögliche Anwendungsszenarien erläutert das Referenzmodell zum GDI-NRW-Projekt [GDI-NRW RM].

In welchem Verhältnis stehen Betriebsaufwand und Nutzen bei der Application-Server-Variante? Da die Einflußfaktoren für die Versickerungsmöglichkeiten klar feststehen, sollte die Aufgabenstellung für den Regenwasser-Management-Service als Folge mathematischer und geometrischer Operationen lösbar sein. Für die Vorplanung von Versickerungsanlagen allein mag der Entwicklungsaufwand dennoch zu hoch sein.

Allgemeiner und deshalb vielfältig nutzbarer ist jedoch das Grundprinzip eines entscheidungsunterstützenden Services, der auf der Basis zu definierender Inputlayer konfigurierbare Analysen ausführt und das Ergebnis ausgibt.

Ein solcher Service würde als Input neben der Bounding Box des gewünschten Ausschnittes die Spezifikation der Verarbeitungsvorgänge z.B. in Form eines Datenflussgraphen oder als Folge von Map Algebra-Anweisungen benötigen; ein entsprechendes

XML-Schema müsste er entweder vom Client übergeben bekommen oder aus einer externen Referenz beziehen. Auf der Basis einer standardisierten Kodierung von Datenflussmodellen ist dann eine Fülle spezifischer, entscheidungsunterstützender Services denkbar.

Eine OGC-Spezifikation für Datenflussmodelle ist der Autorin noch nicht bekannt; allerdings ist es gut möglich, dass die existierende Decision Support SIG des Open GIS Consortiums an etwas Derartigem arbeitet.

7.9. Usecase 8: Satellitenbildauswertung via OpenGIS-Services

Der Versiegelungsgrad von Kanaleinzugsgebieten geht als wesentliche Kenngröße in die Dimensionierung von Regenbecken ein. Durch detaillierte Ermittlung der versiegelten Flächen anhand von Luft- oder Satellitenbildern kann häufig die Größe der abflußwirksamen Fläche nach unten korrigiert und die Dimension geplanter Bauwerke reduziert werden (vgl. z.B. [Mehler_Lempert 99]).

Manuelle photogrammetrische Auswertung befestigter Flächen ist hochgenau, aber teuer, benötigt in der Regel einen eigenen Bildflug und ist nur durch den Spezialisten zu leisten. Für Kartierungen zwecks Gebührenfestlegung ist sie unumgänglich. Für die Ermittlung des mittleren Befestigungsgrades eines Einzugsgebietes kommen neuerdings auch automatische Bildauswertungsverfahren auf Basis hochauflösender multispektraler Satellitenbilder in Betracht (vgl. [Kenneweg 2002]). Bisher ist die Beschaffung von Satellitenbildern teuer und umständlich. Auch die Vertreiber von Fernerkundungsdaten bemühen sich aber um Ankurbelung des Marktes durch schnelle und unkomplizierte Bereitstellung von Fernerkundungsdaten via Web Services (vgl. hierzu [ESA2002]). Läßt sich diese Entwicklung für die Ermittlung von Versiegelungsgraden nutzen?

Das Szenario:

Frau B. ist Mitarbeiterin des Entsorgungsbetriebes von Kommune A und mit der Planung eines neuen Regenbeckens in einem vorhandenen Teilnetz beauftragt. Nachdem sie die Teileinzugsgebiete des oberhalb liegenden Netzes als Polygone definiert hat, möchte sie den mittleren Versiegelungsgrad dieser Flächen ermitteln.

Variante 1:

Frau B wählt sich zunächst in ein Suchportal ein, in dem sie die neuesten hochauflösenden Satellitenbilder mit geringer Wolkenbedeckung für ihr Gebiet ausfindig macht. Gefundene Daten kann sie auch gleich online bestellen; dabei muss sie den Ausschnitt definieren und neben Namen, Adresse und Email auch das Übergabeformat für die Daten spezifizieren. Es dauert ein paar Minuten, bis sie die Daten als Geotiff-Datei erhält und darüber benachrichtigt wird. Anschließend benutzt sie ihr GIS mit Bildauswertefunktion für die automatische Analyse.

In dieser Variante ist die gesamte Arbeit der online-Bestellung und der Bildauswertung in Services auf einen Application Service verschoben. Frau B kommt mit einem ganz einfachen Tool aus, mit dem sie ihre Einzugsgebiete bearbeiten kann. Der Fachservice rechnet selbst mit den Bildlieferanten ab, Frau B zahlt über ihren Account, denn sie hat sich ja über ein Passwort eingewählt. Wie weit der Auswertungsservice auch die Discovery automatisch übernehmen kann, hängt sicherlich entscheidend davon ab, ob die visuelle Kontrolle des angeforderten Ausschnittes vorher notwendig ist. Nach Lieferung des Coverages an den Bildverarbeitungsservice wird es dort über einen Coverage Portrayal Service visualisiert und als Bild an Frau B übergeben. Frau B's Client übermittelt Einzugsgebietspolygone georeferenziert als GML-Paket oder auf den Bildausschnitt referenziert als XIMA-Element. Die Auswertung durch den Service folgt einem konfigurierbaren Regelwerk; die Ergebnisse werden z.B. als XIMA-Beschriftungselement oder GML-Paket an Frau B's Client versandt.

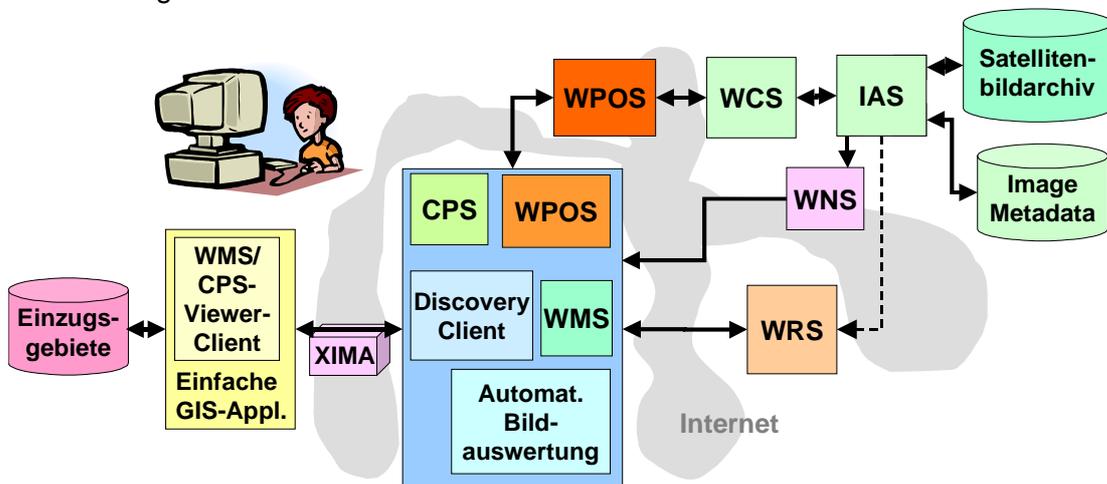


Abbildung 49: Ein spezieller Bildauswertungsservice übernimmt hier die Ermittlung des Befestigungsgrades für übermittelte Gebietsabgrenzungen.

Diskussion:

Der hier vorgestellte Usecase dient primär der Erläuterung der an den Verfahren der Bereitstellung von Fernerkundungsdaten beteiligten Services. Die Komponenten der Variante 1 sind bereits von ESRI implementiert¹⁵ und über den GeographyExplorer als Discovery-Client zugänglich (www.geographyexplorer.com). ESRI bietet auch bereits den Einbau der Servicekette in Applikationen an. Die Möglichkeit ist also bereits technische Realität. Welchen Nutzen hat aber die Web Application Server-Variante?

Der Nutzen eines solchen Services könnte zum einen darin liegen, dass Softwarefunktionalität für Bildauswertung gebündelt und damit für viele Interessenten verfügbar wird. Zum anderen liefern automatische Verfahren anhand intelligenter Regelwerke natürlich auch wiederholbare und damit überprüfbare Ergebnisse. Nutzen und

¹⁵ Wobei hier nicht geklärt wurde, ob es sich tatsächlich um Implementierungen nach OGC-Standards handelt.

Realisierbarkeit sind aber vor allem eine Frage der realistischen Möglichkeiten und moderner Bildanalyseverfahren. Noch befindet sich die vollautomatische Ermittlung des Versiegelungsgrades z.B. auf der Basis eines Standard-Regelwerkes auf dem Stand der Forschung (vgl. [Kenneweg 2002]). Dabei spielt sicherlich auch der maximal tolerierbare Fehler eine Rolle.

Variante 2 dient an dieser Stelle mehr als weiteres fiktives Szenario für die Verschiebung häufiger, immer gleicher Analysevorgänge auf dezentral vorgehaltenen, möglichst aktuellen Datenquellen in über das Web verfügbare Services.

8. SCHLUSSFOLGERUNGEN UND GESAMTDISKUSSION

In den acht vorgestellten Szenarien sind Nutzen, Realisierbarkeit und Voraussetzungen der fiktiven Lösungen bereits im einzelnen diskutiert worden. Hier soll eine Gesamtschau vollzogen und eine Gesamtbewertung versucht werden.

Welchen Nutzen bringen OpenGIS-Standards für die Wasserwirtschaft?

Die vorgestellten Szenarien sind aus der Sicht einer GIS-Spezialistin geschrieben. Der versierte Wasserwirtschaftler wird im Detail viele fachlich problematische Punkte finden. Generell läßt sich jedoch postulieren:

- Das Zusammenholen von Daten oder Information über OpenGIS-Services spart Zeit für Besorgung, Konvertierung und Übernahme digitaler Information. Das gilt insbesondere dann, wenn nur Visualisierung das Ziel ist.
- OpenGIS eröffnet neue Möglichkeiten der widerspruchsfreien dezentralen Datenpflege und damit Ausnutzung lokaler Ortskenntnisse.
- OpenGIS ermöglicht die gemeinsame Nutzung vorhandener Datenbestände über Institutionsgrenzen hinweg und damit neue Möglichkeiten der Datenintegration.
- Der Informationsaustausch in standardisierten OpenGIS-Elementen (Beispiel Unterhaltungsplanung) kann Arbeitsaufwand erheblich reduzieren.
- Über OpenGIS-Services können Informationen im Störfall schnell verfügbar sein.
- Verkettete OpenGIS-Services bieten eine Möglichkeit, spezielle Funktionalität auf einfache Weise breit verfügbar zu machen.
- OpenGIS-Serviceangebote sind in lokale Applikationen integrierbar und miteinander kombinierbar.

Der Gesamtnutzen dieser Aspekte ist umso größer, je mehr Institutionen OpenGIS-fähig und zur Kooperation bereit sind. Der mögliche Nutzen der OpenGIS-Idee wird jedoch erst dann voll ausgeschöpft, wenn vor dem Hintergrund der technischen Möglichkeiten auch die Aufgabenverteilungen und Kooperationsmöglichkeiten im Hinblick auf die Vermeidung von Doppelarbeit überprüft werden. Die Möglichkeit zum Blick auf die Daten der Anderen wird Widersprüche aufdecken und Eindeutigkeit einfordern. OpenGIS-Technologie kann dazu beitragen, dass alle Nutzer die gleichen Informationsgrundlagen haben.

Nackte Daten sind noch keine Information. Erst die Visualisierung als Karte oder Zeitreihe, die Analyse mehrerer Layer, das In-Beziehung-Setzen mit anderen Informationen oder die analytische Auswertung eines Datenbestandes bringen einen Informationsgewinn. Fachspezifische Web Services können aufgebaut werden, um einem großen Interessentenkreis aufbereitete Information für standardisierbare oder parametrisierbare Bedürfnisse zu generieren und bereitzustellen. Damit können Web Services in besonderem Maße dazu beitragen, einen maximalen Nutzen aus teuer eingekauften oder teuer selbst erfaßten Geodaten zu ziehen und an die Stelle arbeitsintensiver lokaler Geoverarbeitung die Beantwortung raumbezogener Fragestellungen zu setzen. Nicht nur ein Netzwerk dezentraler Datenquellen, sondern auch ein Netzwerk dezentral

verfügbarer Funktionalität wird möglich, wenn viele Beteiligte sich gemeinsam dafür engagieren.

Selbstverständlich sind geographische Web Services auch ohne OGC-Standards möglich. Die Fülle der hier vorgelegten Varianten läßt jedoch auch erkennen, wie flexibel mit dem Baukastensystem der OpenGIS-Services und Kodierungen verschiedenste Architekturen zusammengestellt werden können. Wenn Softwarekomponenten die richtigen „Andockstellen“ in Form standardisierter Interfaces besitzen, sind sie in der Realität ebenso flexibel zusammensetzbar wie in den hier vorgestellten Usecases.

Welche Voraussetzungen wären zu erfüllen und und welche Probleme sind zu erwarten?

Die wichtigste technische Voraussetzung ist daher die OpenGIS-Fähigkeit der eingesetzten Software. Wer seine Datengrundlagen für die anderen Beteiligten an der Wasserwirtschaft auf einfache Weise verfügbar machen will – kostenpflichtig oder kostenlos –, muss dafür OpenGIS-fähige Server einsetzen. Die Erfüllung von WMS-, WFS, WCS- oder SCS-Standards wird sich hoffentlich in den nächsten Jahren zu einem entscheidenden Qualitätskriterium für Serversoftware herauskristallisieren.

Wer Daten anderer Beteiligter nutzen will, muss OpenGIS-fähige Clients haben. Da Clients seltener als eigenständige Applikation, sondern häufig im Zusammenhang mit dem Mapserver beschafft werden, ist dieser Aspekt weniger leicht durchschaubar, sollte aber ebenfalls zum Auswahlkriterium bei der Softwarekonzeption werden.

Die wichtigsten OpenGIS-Bausteine sind spezifiziert oder mindestens entworfen worden. Auf Konsolidierung der rapide entstandenen Spezifikationen und Entwürfe ist zu hoffen. Wünschenswert wären noch Spezifikationen für dynamische Segmentierung und Decision Support Systems auf Modellbasis sowie die Möglichkeit, Objekte aus verschiedenen WFS in einen Layer zusammenzuholen. Die Weiterentwicklung der Location Organizer Folder wäre zu begrüßen. Für die Integrierte Benutzung verschiedener Services muss evtl. Clientfunktionalität aus verschiedenen Herkünften irgendwie kombinierbar sein.

Die Erfahrungen aus dem Web Mapping-Projekt von Wupperverband und Stadt Wuppertal zeigen, dass auf dem Weg zur Interoperabilität noch viele reale Stolpersteine in Form unterschiedlicher Koordinatensysteme oder – so die leidvolle Erfahrung – in eben doch nicht 100%iger Erfüllung der Spezifikationen liegen¹⁶. Versionsprobleme dürften noch dazu kommen, wenn die Spezifikationsarbeit des Open GIS Consortiums seine derzeitige Geschwindigkeit beibehält. Das GDI-NRW-Projekt hat sich dieser Thematik offenbar angenommen und erarbeitet innerhalb des durch die OGC-Spezifikationen gegebenen Rahmens spezielle Spezifikationen für Nordrhein-Westfalen (vgl. <http://www.gdi-nrw.org>). Technische Schwierigkeiten sind auch auf dem Gebiet

¹⁶ mdl. Mitteilung M. Förster, Wupperverband

der Übertragungsgeschwindigkeiten und der Sicherheitsaspekte (Firewalls etc.) zu erwarten; letztere mit Blick auf die großen amerikanischen OpenGIS-Projektbeteiligten mit vermutlich sehr hohem Sicherheitsbedürfnis aber offenbar lösbar.

Der Aufbau eines funktionalen, über das reine Mapping hinausgehenden Netzwerkes für die Wasserwirtschaft benötigt organisatorische und inhaltliche Vorarbeiten. Die Szenarien „Einleitungsstellen“ und „Dynamische Segmentierung“ haben z.B. einige der Fragen aufgeworfen, die für den Aufbau eines dezentralen Datenpflegenetzwerkes vorweg zu beantworten sind. Potenzielle Aufgabenstellungen sind z.B.:

a) Organisation der Datenpflege für verschiedene Themen:

Welche Organisation pflegt welchen Datenbestand? Ist es sinnvoll und möglich, für das Gewässersystem nur ein geometrisches Modell gemeinsam zu benutzen und das von denen pflegen zu lassen, die es am besten kennen?

b) Harmonisierung der Datenmodelle:

Einheitliche Datenmodelle für dezentrale, thematisch gleichartige Datenbestände haben einen großen Vorteil: Funktionalität, meist teuer entwickelt, ist für alle brauchbar. Ist das aber auch realistisch? Wird z.B. das neue ALKIS-Modell¹⁷ Gewässer brauchbar abbilden? Ist ein einziges Modell so strukturierbar, dass es alle Nutzungsanforderungen erfüllt? Soll es topologische Beziehungen zwischen Objekten in verschiedenen Datenbanken geben?

c) Erarbeitung von Prozessmodellen und Regelwerken:

Wer pflegt was? Wer darf was? Gibt es einen gemeinsamen Zielmaßstab und gemeinsame Qualitätsansprüche? Gibt es eine Qualitätskontrolle, wenn ja, durch wen?

d) Aufbau gemeinsamer zweckorientierter Symbolbibliotheken:

Welche Farbe und Strichstärke soll ein Regen-, ein Schmutzwasser-, eine Mischwasserkanal haben? Existierende DIN-Normen für Karten und Pläne sind für Web-Mapping-Aspekte nicht immer besonders geeignet und nicht ausreichend.

e) Aufbau eines gemeinsamen Namensregisters:

Heißt der Fluss nun Wupper oder Wipper? Wo ist das Regenüberlaufbecken „Bahnhof“? Ein gemeinsames Namensregister kann als Vokabular für gemeinsam betriebene Geoparser- und Gazetteer-Services dienen.

f) Harmonisierung der Datenmodelle für Messwerte:

Die Integration z.B. von Gütemesswerten in Analysen wird wesentlich erleichtert, wenn die Information in einheitlichen Maßeinheiten und Zeiteinheiten verfügbar ist.

¹⁷ s. Glossar

Als Voraussetzung für ein „Netzwerk der Wasserwirtschaft“ in NRW ergibt sich also ein enorm hoher Organisations- und Abstimmungsbedarf. Die damit verbundenen Herausforderungen dürften wesentlich größer sein als die technischen Probleme. Als Organisationsstruktur für die Bearbeitung dieser oder ähnlicher Fragen kommt z.B. eine Special Interest Group des GDI-NRW-Projektes in Frage.

Welche Auswirkungen oder Forderungen ergeben sich daraus für die Geodateninfrastruktur in Nordrhein-Westfalen?

OpenGIS-Technologie bietet die technische Voraussetzung für den Aufbau einer wasserwirtschaftlich-fachlichen Geodateninfrastruktur. Im Sinne des OpenGIS Abstract Model könnte die Wasserwirtschaft in NRW sich als Information Community konstituieren und sich mit Inhalten, Modellierung und Bedeutung ihrer Objekte, mit organisatorischen und thematischen Aspekten auseinandersetzen. Das wird notwendig, wenn sie die technischen Möglichkeiten der OGC-Vision voll ausschöpfen will. Arbeitsteilungen bezüglich Datenhaltung, Datenpflege und Datennutzung müssen dafür definiert werden. In Summe könnte mit einer wasserwirtschaftlichen Geodateninfrastruktur sehr viel Doppelarbeit vermieden werden. Hauptprobleme dabei sind die Aufgabe von Souveränität bei Beteiligten und die Notwendigkeit, verschiedene Maßstabsebenen zu bedienen.

Eine weitere offene Frage ist das Verhältnis zwischen fachlicher Geodateninfrastruktur und der topographischen Geobasisdaten-Infrastruktur bzw. Katastervermessung. Viele der in der Wasserwirtschaft verwendeten Objektklassen werden auch Bestandteil des neuen ALKIS-Modells sein. Wie können topographische Geobasisdaten-Infrastruktur und wasserwirtschaftliche Geodateninfrastruktur sich ergänzen, statt nebeneinander und in Konkurrenz zueinander zu existieren? Auch dies gilt es zu klären.

Schlusswort

Die wichtigsten Bausteine für ein interoperables Netzwerk liegen mindestens im Entwurf vor. Mit der Realisierung in kommerziellen Softwareprodukten ist in den nächsten Jahren verstärkt zu rechnen. Die technischen Möglichkeiten entstehen – es wird Zeit, sich an den Aufbau der Information Community zu begeben.

9. QUELLENVERZEICHNIS

- [ALAMEH2001]: Alameh, N. 2001: Scalable and Extensible Infrastructures for Distributing Interoperable Geographic Information Services on the Internet. Doktorarbeit am Massachusetts Institute of Technology, 138 S. Einsehbar in der MIT Online Library unter <http://theses.mit.edu/Dienst/UI/2.0/Page/0018.mit.theses%2f2001-105/1> [28.02.2003].
- [Bill_Zehner 2001]: Bill, R. und M. Zehner 2001: Lexikon der Geoinformatik. Heidelberg (Wichmann), ohne Seitenzahlen.
- [BSM0.0.8]: Open GIS Consortium (Hrsg.) 2001: Basic Services Model Draft Candidate Implementation Specification 0.0.8. OpenGIS Discussion Paper OGC Doc. No. 01-022r1.
- [Butler 2002]: Butler, A. 2002: Transportation Networks in ArcGIS: An Alternative to Geometric Networks. Proceedings der ESRI User Conference 2002, <http://gis.esri.com/library/userconf/proc02/pap0437/p0437.htm> [10.02.2003].
- [Cadkin 2002]: Cadkin, J. u. P. Brennan 2002: Dynamic Segmentation in ArcGIS. ArcUser 7/2002, <http://www.esri.com/news/arcuser/0702/files/dynseg.pdf> [19.02.2003].
- [CAT NTS]: Open GIS Consortium (Hrsg.): OpenGIS Catalog Server Specification. Non-Technical Summary-Paper, Stand 02/2001, <http://www.opengis.org/pressrm/summaries/20010219.TS.CataSrvr.pdf> [27.11.2002].
- [CAT1.0]: Open GIS Consortium 1999: OpenGIS Catalog Interface Implementation Specification Version 1.0, OpenGIS Doc. No. 99-051s.
- [CAT1.1.1]: Open GIS Consortium (Hrsg.): OpenGIS Catalog Services Specification Version 1.1.1, OGC Doc. No. 02-087r3.
- [COOK 94]: Cook, Steve und J. Daniels 1994: Designing Objects Systems: Object-Oriented Modeling with Syntropy, NewYork (Prentice Hall), 389 S.
- [COX 2002]: Cox, Simon 2002: Open GIS, Geography Markup Language, eXploration and Mining Markup Language. http://www.ned.dem.csiro.au/XML/ docs/GA_OGC_GML.pdf [15.02.03].
- [CT1.0.0]: Open GIS Consortium (Hrsg.) 2001: OpenGIS Implementation Specification: Coordinate Transformation Services, Revision 1.0.0, OGC Doc. No. 01-009.
- [CT NTS]: Open GIS Consortium (Hrsg.) 2001: OpenGIS Coordinate Transformation Services Specification. Non-Technical Summary-Paper, Stand 02/2001, <http://www.opengis.org/pressrm/summaries/20010219.TS.CoordTran.pdf> [27.11.2002].
- [Domino WebServices]: IBM Lotus Developer Domain: Programming Domino for Web Applications: Providing a Web Service. Lotus Domino Designer 6 Online-Help, http://www-12.lotus.com/ldd/doc/domino_notes/Rnext/help6_designer.nsf/Main?OpenFrameSet [10.02.2003].
- [ESA2002]: Caspar, C., I. Petiteville, G. Kohlhammer und G. Tandurella 2002: ESA Web Mapping Activities Applied to Earth Observation. ESA bulletin 110: 17-25, <http://esapub.esrin.esa.it/bulletin/bullet110/caspar.pdf> [27.02.2003].
- [ESRI_ArcWebServices]: ESRI 2002: Understanding ArcWeb Services: A Developers Overview to SOAP Implementation. ESRI Technical White Paper, <http://arcweb.esri.com/services/arcwebonline/arcwebonline.htm>, [02.03.2003].
- [ESRI_PlaceFinder]: ESRI PlaceFinder-WebService, http://www.geographynetwork.com/geoservices/geoservices/esri_gazetteer.html [09.01.2003].
- [ESRI_LinRef]: ESRI 2001: Linear Referencing and Dynamic Segmentation in ArcGIS 8.1. Esri White Paper, http://www.esri.com/library/whitepapers/pdfs/lrds_arcgis.pdf [19.02.2003].
- [Filter1.0.0]: Open GIS Consortium (Hrsg.) 2002: Filter Encoding Implementation Specification Version 1.0.0, OGC-Doc. No. 02-059.
- [Friedrich 2001]: Friedrich, H. 2001: Umsetzung der EU-Wasserrahmenrichtlinie in NRW. Vortrag auf dem 12. Wasserbauseminar der Universität Essen am 01.03.2001, <http://www.uni-essen.de/wasserbau/docs/friedrich.pdf> [27.01.2003].

- [GC1.0.0]: Open GIS Consortium (Hrsg.) 2001: OpenGIS Implementation Specification: Grid Coverage, Revision 1.0.0, OGC Doc. No. 01-004.
- [Gazetteer]: Open GIS Consortium (Hrsg.) 2001: Gazetteer Service Profile of the Web Feature Service Implementation Specification, Version 0.9, OpenGIS Discussion Paper, OGC Doc. No. 02-076r3.
- [GDI-NRW RM]: Der Ministerpräsident des Landes Nordrhein-Westfalen (Hrsg.) 2001: Referenzmodell 3.0 GDI Geodaten-Infrastruktur Nordrhein-Westfalen. Media-NRW Band 26, Düsseldorf, 48S. http://ifgi.uni-muenster.de/~senkler/Referenzmodell_dtsch..pdf [28.02.2003].
- [GC NTS]: Open GIS Consortium (Hrsg.) 2001: OpenGIS Grid Coverages Specification. Non-Technical Summary Paper, Stand 02/2001, <http://www.opengis.org/pressrm/summaries/20010219.TS.GridCov.pdf> [27.11.2002].
- [GeoC076]: Open GIS Consortium (Hrsg.) 2001: Geocoder Service Specification, Version 0.7.6. Draft Candidate Implem. Specification, Discussion Paper, OGC-Doc. No. 01-026r1.
- [GeoP071]: Open GIS Consortium (Hrsg.) 2001: Geoparser Service Specification, Version 0.7.1. Draft Candidate Specification, Discussion Paper, OGC Doc. No. 01-035.
- [Geoportal Bayern]: Donaubauer, A. und A. Matheus 2002: Das Geoportal der High-Tech-Offensive Bayern. Vortrag auf dem 7. Münchener Fortbildungsseminar Geoinformationssysteme der TU München, 6. bis 8.3.2002.
- [Geoserver NRW]: Küpper, S. 2001: GEOSERVER der Landesverwaltung NRW im Intranet und Internet. LDVZ-Nachrichten 2/2001: 34-38, erhältlich unter <http://www.geoserver.nrw.de>.
- [GFST_NTS]: Open GIS Consortium (Hrsg.): OGC's Geospatial Fusion Services Testbed (GFST). Summary 11/2001, www.opengis.org/pressrm/summaries/20011127.TS.GFST.pdf [12.01.2003].
- [GFST_MI]: Open GIS Consortium (Hrsg.) 2001: Major Implementation of Geospatial Fusion Services Demonstrated. Press Announcement 26.6.2001, www.opengis.org/pressrm/pressrelease/20010626_GFSP_PR.pdf [12.01.2003]
- [GML NTS]: Open GIS Consortium (Hrsg.) 2001: The OpenGIS Geography Markup Language (GML) Specification. Non-technical Summary Paper, Stand 11/2001.
- [GML212]: Open GIS Consortium (Hrsg.) 2002: OpenGIS Geography Markup Language (GML) Implementation Specification, Version 2.1.2. OGC-Doc. No. 02-069.
- [GML3.0]: Open GIS Consortium (Hrsg.) 2002: OpenGIS Geography Markup Language (GML) Implementation Specification, Version 3.0.0. OGC-Doc. No. 02-023r4.
- [GML30_PR]: Open GIS Consortium (Hrsg.) 2003: OGC Approves GML 3. OGC Press Announcement vom 5.2.2003, http://www.opengis.org/pressrm/pressrelease/20030205_GML3_PR.pdf [9.2.2003].
- [Hing 2003]: Hing, M. 2003: Reduce GIS Integration Costs with Web Services. Geoworld, Feb. 2003, <http://geoplace.com/gw/2003/0302/0302web.asp> 31.01.2003.
- [HLGCT]: Open GIS Consortium (Hrsg.) 2001: High-Level Ground Coordinate Transformation Interface, Version n.n.3. OpenGIS Discussion Paper, OGC Doc. No. 01-013r1.
- [Hoppe 2002]: Hoppe, G. und C. Rademann 2002: Zukunftsorientierte Infrastruktur. <http://www.sapinfo.de/public/de/article.php4/comvArticle-193353c63afb250df0/de>, 10.02.2003.
- [ICMS0.1.18]: Open GIS Consortium (Hrsg.) 2003: Integrated Client for Multiple OGC-compliant Services. Architecture, Design, and Experience, Version 0.1.18, OpenGIS Interoperability Program Report, OGC Doc. No. 03-021.
- [Kaiser 1998] Kaiser, M. 1998: Die Dortmunder Arbeitskarte zum Regenwassermanagement. Z. f. Kulturtechnik und Landentwicklung 39: 255-260.
- [KOTTMANN 2002]: Kottmann, C. 2002: Understanding OGC Specifications. Vortrag im Workshop for GIS Standards: Understanding and Implementation, University of Illinois at Urbana Champaign, 5.-8. August 2002, <http://epil.urban.uiuc.edu/GIS/pdfs/I-C-Kottman-Understanding%20OGC.pdf> [5.12.2002].

- [LOF1.0.3]: Open GIS Consortium (Hrsg.) 2001: Location Organizer Folder Candidate Implementation Specification, Version 1.03. Draft Candidate Implementation Specification, Discussion Paper. OGC Doc.-No. 01-037.
- [LWG-NRW]: Wassergesetz für das Land Nordrhein-Westfalen in der Fassung vom 25. Juni 1995, <http://www.lua.nrw.de/wasser/lwgtext.htm> [20.02.2003].
- [Hydrotec2002]: Hydrotec GmbH 2002: Digitales Informationsmanagement für die Wasser-rahmenrichtlinie. Hydrothemen (Kundenzeitschrift der Hydrotec GmbH) 2002: 6, <http://www.hydrotec.de/hydrothemen0202.pdf> [02.03.2003].
- [IM NRW 2000]: Innenministerium des Landes Nordrhein-Westfalen 2000: Mitteilung aus dem Innenministerium Nordrhein-Westfalen. GIS 6/2000: 36-38.
- [Kenneweg 2002]: Kenneweg, H. 2002: Neue methodische Ansätze zur Fernerkundung in den Bereichen Landschaft, Wald und räumliche Planung. In: S. Dech et al. (Hrsg.): Tagungsband zum 19. DFD-Nutzerseminar, 15.-16. Oktober 2002, S. 127-137; http://www.caf.dlr.de/caf/aktuelles/veranstaltungen/nutzerseminar/dfd_19/publikationen/papers/kenneweg.pdf [02.03.2003].
- [LUA_UB2000]: Landesumweltamt Nordrhein-Westfalen 2000: Umwelt NRW. Daten und Fakten, <http://www.lua.nrw.de/ubweb/start.htm> [19.02.2003].
- [LUA_HWgefB]: Landesumweltamt Nordrhein-Westfalen: Digitale Kartenblätter der hochwassergefährdeten Bereiche in NRW, <http://www.lua.nrw.de/wasser/hwberkarten.htm> [19.02.2003].
- [Mehler_Lempert 99]: Mehler, R. und M. Lempert 1999: EDV-gestützte Ermittlung des Versiegelungsgrades als Eingangsgröße für Schmutzfrachtberechnungen. WasserAbwasser-Praxis 1/99, 20-23.
- [Mueller 99]: Müller, Sonja 1999: Wasserwirtschaftsbehörden und ihre Aufgaben. Hausarbeit an der Universität Bonn, www.giub.uni-bonn.de/seminare/wasser/Hausarbeiten/ss99/mueller.htm [25.01.2003].
- [MUNLV_Abw2000]: Ministerium für Umwelt und Naturschutz, Landwirtschaft und Verbraucherschutz in Nordrhein-Westfalen (MUNLV) 2000: „Entwicklung und Stand der Abwasserbeseitigung in Nordrhein-Westfalen 2000, Broschüre und Informationssystem, http://www.munlv.nrw.de/sites/arbeitsbereiche/boden/munlv_abwasserwirtschaft/index.html [27.01.2003].
- [Newcomer 2002]: Newcomer, Eric 2002: Understanding Web Services: XML, WSDL, SOAP, and UDDI. Boston u.a. (Addison-Wesley), 332 S.
- [O&M0.86]: Open GIS Consortium (Hrsg.) 2002: Observations and Measurements, Version 0.86. OpenGIS OGC Interoperability Program Report, OGC-Doc. No. 02-027.
- [OGC Guide]: Open GIS Consortium (Hrsg.) 1998: The OpenGIS Guide. Introduction to Interoperable Geoprocessing and the OpenGIS Specification. 3rd Edition, 96 S. <http://www.opengis.org/techno/guide.htm> [03.01.2003].
- [OGC Impl. Products]: Open GIS Consortium (Hrsg.) o.J.: OGC Implementing & Conforming Products. <http://www.opengis.org/testing/product/index.php> Stand 04.12.2002.
- [OGC WMI]: Open GIS Consortium (Hrsg.) 2000: The Web Mapping Initiative. A Public Private Partnership. Vortrag am 23.5.2000 im Rahmen des USL-Projektes, http://www.webmapping.org/20000523_wmt_exec.ppt [24.01.2002].
- [OGC PR030117]: Open GIS Consortium (Hrsg.) 2003: OGC Approves Important Spatial Catalog Specification. OGC Press Release 17.01.2003, http://www.opengis.org/pressrm/pressrelease/20030117_Catalog1.1.1PR1.htm [25.01.2003].
- [OGC Specs Oview]: Open GIS Consortium (Hrsg.) 2001: Overview of OpenGIS Implementation Specifications (August, 2001), <http://www.opengis.org/pressrm/summaries/20010911.TS.SpecOver.htm> [30.12.02].
- [OMF0.0.3]: Open GIS Consortium (Hrsg.) 2003: OWS Messaging Framework (OMF), Version 0.0.3. OpenGIS Discussion Paper, OGC Doc. No. 03-029.

- [OWS1.1 Summary]: Open GIS Consortium (Hrsg.) 2002: OGC Web Services 1.1 Initiative (OWS 1.1). OGC Summary, http://www.opengis.org/pressrm/summaries/20020813.TS.OWS1_1.pdf [26.02.2003].
- [OWS1.2 RFQ Annex B]: Open GIS Consortium (Hrsg.) 2002: Request for Quotation and Call for Participation in the OGC Web Services Initiative, Initial Operating Capability and Demonstration. Annex B: OWS1.2 Architecture, http://ip.opengis.org/ows1.2/docs/020314_OWS1.2_Annex_B.doc [29.12.02].
- [OWSA0.3]: Open GIS Consortium (Hrsg.) 2003: OpenGIS Web Services Architecture, Version 0.3. OpenGIS Discussion Paper, OGC Doc. No. 03-025.
- [Piepel 2002]: Piepel, C. 2002: Basiswissen Geodienste im Internet: Technologie und Standards. Vortrag auf dem 7. Münchener Fortbildungsseminar Geoinformationssysteme, 6.-8. März 2002 an der TU München
- [Riecken 2002]: Riecken, J. 2002: GDI NRW and GEOBASIS.NRW. North-Rhine Westphalia Opens the Spatial Data Treasure Chest. Geoinformatics Vol 5, Heft 2: 24-26.
- [Rinner_Jankowski2003]: Rinner, C. und P. Jankowski 2003: Web-based Spatial Decision Support – Technical Foundations and Applications. Zur Veröffentlichung in der Encyclopedia of Life Support Systems (EOLSS) vorgesehen; <http://ifgi.uni-muenster.de/~rinner/papers/eolss/eolss-rinner.html> [15.02.2003].
- [Reed 2003]: Reed, C. 2003: OGC Is Continually Making Progress. Geoworld Feb. 2003, <http://www.geoplace.com/gw/2003/0302/0302ogc.asp> [31.01.2003].
- [SensorML]: Open GIS Consortium (Hrsg.) 2002: Sensor Model Language (SensorML) for In-situ and Remote Sensors, Version 0.7. OpenGIS Discussion Paper, OGC Doc. No. 02-026r4.
- [SF NTS]: Open GIS Consortium (Hrsg.) 2001: Simple Features Specification. Non-Technical Summary-Paper Stand 02/2001, <http://www.opengis.org/pressrm/summaries/20010219.TS.SimpFeat.pdf> [27.11.2002].
- [SFO1.1]: Open GIS Consortium (Hrsg.) 1999: OpenGIS Simple Features Specification for OLE/COM Revision 1.1, OGC Doc. No. 99-050.
- [Sieker_MRS]: Ingenieurgesellschaft Prof. Dr. Sieker mbH: Naturnahe Regenwasserbewirtschaftung mit dem Mulden-Rigolen-System. <http://www.sieker.de/mrs.htm> [20.02.2003].
- [SIM0.3]: Open GIS Consortium (Hrsg.) 2003: OWS 1.2 Service Information Model, Version 0.3. OpenGIS Discussion Paper, OGC Doc. No. 03-026.
- [SLD1.0.0]: Open GIS Consortium (Hrsg.) 2002: Styled Layer Descriptor Implementation Specification Version 1.0.0, OGC-Doc. No. 02-070.
- [Smallworld NW]: General Electric Company 2002: Network Inventory Gateway: Physical Fault Locator.Overview. http://www.gepower.com/network_solutions/en_us/pdf/network_inventory_gateway.pdf [03.03.2003].
- [SMS0.0.9]: OpenGIS Consortium 2003: Style Management Service (SMS), Version 0.0.9, OpenGIS Discussion Paper, OGC Doc. No. 03-031.
- [SOAP Exp]: Open GIS Consortium (Hrsg.) 2003: OWS 1.2 SOAP Experiment Report, Version 0.8. OpenGIS Discussion Paper, OGC Doc. No. 03-013.
- [Spies et al. 2001]: Spies, K.-H., M. Förster, S. Sander, R. Stahl und M. Bedel 2001: Eine kleine Revolution. Das erste deutsche Web Mapping Specification-Praxisprojekt mit Systemen verschiedener Hersteller. Geobit 10/2001: 26-28.
- [Terraserver]: Barclay, T., J. Gray, E. Strand, S. Ekblad und J. Richter 2002: TerraService.Net: An Introduction to Web Services. Microsoft Doc.-No. MSR-TR-2002-53, http://research.microsoft.com/research/pubs/view.aspx?msr_tr_id=MSR-TR-2002-53 [09.02.03].
- [Topic0]: Open GIS Consortium (Hrsg.) 1999: The OpenGIS Abstract Specification Topic 0: Abstract Specification Overview, Version 4, OGC-Doc. No. 99-100r1.

- [Topic1]: Open GIS Consortium (Hrsg.) 2001: The OpenGIS Abstract Specification Topic 1: Feature Geometry (ISO 19107 Spatial Schema), Version 5, OGC Doc. No. 01-101.
- [Topic10]: Open GIS Consortium (Hrsg.) 1999: The OpenGIS Abstract Specification Topic 10: Feature Collections, Version 4, OGC Doc. No. 99-110.
- [Topic11]: Open GIS Consortium (Hrsg.) 2001: The OpenGIS Abstract Specification Topic 11: Metadata (ISO/TC 211 DIS 19115), Version 5.
- [Topic12]: Open GIS Consortium (Hrsg.) 2002: The Open GIS Abstract Specification Topic 12: OpenGIS Service Architecture Version 4.3, OGC Doc. No. 02-112.
- [Topic13]: Open GIS Consortium (Hrsg.) 1999: The OpenGIS Abstract Specification Topic 13: Catalog Services, Version 4, OGC Doc. No. 99-113.
- [Topic14]: Open GIS Consortium (Hrsg.) 1999: The OpenGIS Abstract Specification Topic 14: Semantics and Information Communities, Version 4, OGC Doc. No. 99-114.
- [Topic15]: Open GIS Consortium (Hrsg.) 2000: The OpenGIS Abstract Specification Topic 15: Image Exploitation Services, Version 6, OGC Doc. No. 00-115.
- [Topic 16]: Open GIS Consortium (Hrsg.) 1999: The OpenGIS Abstract Specification Topic 16: Image Coordinate Transformation Services, Version 4, OGC Doc. No. 99-116r2.
- [Topic2]: Open GIS Consortium (Hrsg.) 2001: The OpenGIS Abstract Specification Topic 2: Spatial Referencing by Coordinates, Version 1.02, OGC Doc. No. 01-063r2.
- [Topic3]: Open GIS Consortium (Hrsg.) 1999: The OpenGIS Abstract Specification Topic 3: Locational Geometry Structures, Version 4, OGC Doc. No. 99-103.
- [Topic4]: Open GIS Consortium (Hrsg.) 1999: The OpenGIS Abstract Specification Topic 4: Stored Functions and Interpolation, Version 4, OGC Doc. No. 99-104.
- [Topic5]: Open GIS Consortium (Hrsg.) 1999: The OpenGIS Abstract Specification Topic 5: Features, Version 4, OGC-Doc. No. 99-105r2.
- [Topic6]: Open GIS Consortium (Hrsg.) 2000: The Open GIS Abstract Specification Topic 6: The Coverage Type and its Subtypes. Version 6, OGC-Doc. No. 00-106
- [Topic7]: Open GIS Consortium (Hrsg.) 1999: The OpenGIS Abstract Specification Topic 7: The Earth Imagery Case, Version 4, OGC-Doc. No. 99-107.
- [Topic8]: Open GIS Consortium (Hrsg.) 1999: The OpenGIS Abstract Specification Topic 8: Relationships Between Features, Version 4, OGC Doc. No. 99-108r2.
- [Topic9]: Open GIS Consortium (Hrsg.) 1999: The OpenGIS Abstract Specification Topic 9: Quality, Version 4, OGC Doc. No. 99-109r1.
- [Tucker_Dessard 2003]: Tucker, C. und V. Dessard 2003: Enable Your Enterprise with Open Web Services. Geoworld Jan. 2003, <http://geoplance.com/gw/2003/0301/0301web.asp> [31.01.2003].
- [UDDI Exp]: Open GIS Consortium (Hrsg.) 2003: OWS1.2 UDDI Experiment, Version 0.5. OpenGIS Interoperability Program Report, OGC Doc. No. 03-028.
- [UML1.1]: UML Notation Guide, Version 1.1. http://www.rational.com/media/uml/resources/media/ad970805_UML11_Notation2.pdf [03.11.2002].
- [Umweltamt Dortmund]: Stadt Dortmund, Umweltamt 1999/2000.: Arbeitskarte zum dezentralen Regenwassermanagement, Kurzfassung und Kartenausschnitte unter <http://g2.www.dortmund.de/Umwelt/Umweltamt/index.htm> [20.02.2003].
- [Warren2002]: Warren, D. 2002: Location Utility Services. Vortrag auf dem GITA/OGC Emerging Technology Summit 1 zu Location Based Services, 24.-25.10.2002 in Reston, USA; http://www.openls.org/dvd1/ets1/LocationUtility_files/frame.htm [19.12.2002].
- [WASGIS 2002]: Kappler, W. 2002: Das Daten-Chaos ordnen. Umweltmagazin 7,8/2002: 49-55.
- [Wasser im Netz]: Wasserwirtschaftlicher Informationsverbund Düsseldorf: <http://www.wasser-im-netz.de/index.htm> [03.03.2003].

- [WCS0.7]: Open GIS Consortium (Hrsg.) 2002: OWS1 Web Coverage Service (WCS), Version 0.7. OpenGIS OGC Interoperability Program Report. OGC-Doc. No. 02-024.
- [WCTS.0.0.4]: Open GIS Consortium (Hrsg.) 2002: Web Coordinate Transformation Service Implementation Specification, Version 0.0.4, OpenGIS Discussion Paper, OGC Doc. No. 02-061r1.
- [WFS1.0.0]: Open GIS Consortium (Hrsg.) 2002: Web Feature Service Implementation Specification Version 1.0.0, OGC-Doc. No. 02-058.
- [Wille_Foerster 2001]: Wille, B. und M. Foerster 2001: Flussgebietsinformationssystem Wupper. Vortrag auf dem 12. Wasserbauseminar der Universität Essen am 01.03.2001, <http://www.uni-essen.de/wasserbau/docs/wille.pdf> [27.01.2003].
- [WMC0.1.4]: Open GIS Consortium (Hrsg.) 2002: Web Map Context Documents. Draft Candidate Implementation Specification, Version 0.1.4, OGC-Doc. No. 02-066r1.
- [WMS1.1.1]: Open GIS Consortium (Hrsg.) 2001: Web Map Service Implementation Specification Version 1.1.1, OGC-Doc.-No. 01-068r3.
- [WMSPOST]: Open GIS Consortium (Hrsg.) 2002: Web Map Service Implementation Specification Part 2:XML for Request using HTTP POST, Version 0.0.3, OpenGIS Discussion Paper, OGC Doc. No. 02-017r1.
- [WMS NTS]: Open GIS Consortium (Hrsg.): OpenGIS Web Map Server Interface Specification. Non-Technical Summary Paper, Stand 02/2001, <http://www.opengis.org/pressrm/summaries/20010219.TS.WMS.pdf> [27.11.2002].
- [WOS.0.0.3]: Open GIS Consortium (Hrsg.) 2003: Web Object Service Implementation Specification, Version 0.0.3. OpenGIS Discussion Paper, OGC Doc. No. 03-013.
- [WPOS]: Open GIS Consortium (Hrsg.) 2002: Web Pricing & Ordering Service (WPOS) XML Configuration & Pricing Format (XCPF). Open GIS Discussion Paper, OGC Doc. No. 02-039r1.
- [WRRL]: Richtlinie 2000/60/EG des Europäischen Parlaments und des Rates vom 23. Oktober 2000 zur Schaffung eines Ordnungsrahmens für Maßnahmen der Gemeinschaft im Bereich der Wasserpolitik. Amtsblatt der Europäischen Gemeinschaften vom 22.12.2000; Download von <http://www.flussgebiete.nrw.de/wrrl/wrrl2212.pdf> [25.01.2003].
- [WRRL_Gebiete]: Ministerium für Umwelt und Naturschutz, Landwirtschaft und Verbraucherschutz (MUNLV) des Landes Nordrhein-Westfalen (Hrsg.): Gewässerbewirtschaftung in NRW - Neue Impulse durch die Europäische Wasserrahmenrichtlinie, <http://www.flussgebiete.nrw.de> [26.01.2003].
- [WRRL_NRW]: Ministerium für Umwelt und Naturschutz, Landwirtschaft und Verbraucherschutz (MUNLV) des Landes Nordrhein-Westfalen (Hrsg.): Leitfaden zur Umsetzung der Europäischen Wasserrahmenrichtlinie in NRW, 3. Lieferung 11/2002, <http://www.flussgebiete.nrw.de/umsetzung/umsetzung00f.htm> [25.01.2003].
- [WRS0.0.2]: Open GIS Consortium (Hrsg.): Web Registry Server Discussion Paper. OpenGIS Project Document 01-024r1, Stand 03/2001.
- [WTS0.3.2]: Open GIS Consortium (Hrsg.) 2001: OGC Web Terrain Server (WTS), Version 0.3.2. OpenGIS Interoperability Program Report, OGC-Doc. No. 01-061.
- [WV_021112]: Wupperverband 2002: Effektives Informationsmanagement durch regionale Datenvernetzung. <http://ims.wupperverband.de/021112.html> [16.01.2003].
- [XIMA0.4]: Open GIS Consortium (Hrsg.) 2001: Discussion Paper: XML for Image and Map Annotations (XIMA). Draft Candidate Interface Spec., Version 0.4, OGC-Doc. No. 01-019.

10. GLOSSAR UND ABKÜRZUNGSVERZEICHNIS

Allgemeine IT-technische Abkürzungen sind ins Glossar integriert. Abkürzungen der OpenGIS-Komponenten sind aus praktischen Gründen unten gesondert aufgeführt.

ALKIS	Amtliches Liegenschaftskataster Informationssystem. Neues bundesweites Datenmodell für die Fortführung des Liegenschaftskatasters.
Application Schema	Datenmodell oder XML-Schema zu einer Applikation.
Bounding Box	Definition des minimalen Rechtecks, mit dem sich ein Objekt oder eine Objektmenge umschließen lässt. In Client-Requests der Ausschnitt, für den der Client ein Ergebnis anfordert.
Capabilities-Dokument	XML-Dokument, das ein Server als Antwort auf ein GetCapabilities-Request zurückgibt. Enthält Informationen zu Angeboten und Möglichkeiten des Servers, die über Requests aufgerufen werden können.
Client	Softwarekomponente, die die Ausführung einer Operation durch einen Server auslösen kann.
collection	Objektmenge
Coverage	Sammlung von Funktionen, die einem Raumbezug (Spatial Domain) jeweils eine Wertemenge (Range) zuordnet.
DCP	Distributed Computing Platform, System aus untereinander interoperablen Softwarekomponenten z.B. CORBA, OLE/COM, Java.
Feature	Grundeinheit des Open GIS Abstract Model; Abstraktion eines Realweltobjektes mit semantischer Bedeutung; Menge von Properties, die geometrisch oder nicht-geometrisch sein können [O&M0.86], [Topic5].
Feature Collection	Menge von Features, verhält sich auch wie ein individuelles Feature
Feature Type	Definition einer Menge gleichartiger Features durch Definition von ihrer Property-Namen und Property-Types
Filter	Einschränkung einer Selektionsmenge durch Bedingungen
Fuzzy Logik	Analysemethode, die neben der Booleschen Ja-Nein-Logik auch graduelle Zwischenstufen erlaubt, z.B. neben „geeignet“ und „ungeeignet“ auch „etwas geeignet“, „mäßig geeignet“ etc.
Geographic Feature	Feature mit mindestens einer geometrischen Property
Grid	Regelmäßiges Zellraster, bildet in Grid Coverages die Raumkomponente
Grid Coverage	Funktion, die den Zellen eines Grid-Rasters je genau einen Wert zuordnet.
handle	Verzeichniseintrag; eindeutiger Name für die Adressierung einer Komponente durch eine andere Komponente
HTTP	Hypertext Transfer Protokoll: Protokoll für die Kommunikation und Datentransfer im Internet
IDL	Interface Definition Language
Image Service	Visualisierungs-Service (Mapping Service), der nur Bilder, nicht vektorielle Graphiken übergeben kann.
Interface	Menge von Operationen, die in ihrer Gesamtheit das Verhalten einer Softwareeinheit beschreibt.
Keyword-value-Pair	Paarung eines Parameter-Schlüsselwortes mit dem dazugehörigen Wert: PARAMETER=VALUE.
Layer	Thematische Sammlung geometrischer Features oder thematisches Kartenbild
Literal	Teil eines Ausdruckes, der wörtlich zu verwenden ist.

Map	Visualisierung geographischer Daten, im 2-dimensionalen Raum ein digitales Kartenbild
Matching	Hier: Überlagerung zweier Bilder mit Hilfe gemeinsamer Paßpunkte.
Metadaten	Daten, die beschreibende Information zu Features, Feature collections Services o.a. enthalten.
MIME-Typ	Multipurpose Internet Mail Extension. Standardtypen für die Versendung von Multimedia-Dateien über das Internet.
Namespace	Hier: Sammlung von XML-Elementnamen, auf die in XML-Schemata Bezug genommen wird.
Online-Resource	OpenGIS-Begriff für alle über das Internet zugänglichen Komponenten.
Operation	Transformation oder Query, die ein Objekt ausführen soll.
Property	Eine Property ist eine Eigenschaft oder ein Zustand eines Objektes, die einen Wert annehmen kann, und besteht deshalb aus einem Property-Namen, einem Property Type und einem Wert.
Provider	Rolle der Komponente, die einen Web Service anbietet.
Registry	Katalogsystem für Web Services und andere Online-Resources, enthält Metadaten zu Services und Datensammlungen.
Request	Aufruf einer Operation durch einen Client
Requestor	Rolle der Komponente, die eine Registry oder einen Web Service aufruft.
Response	Ergebnis einer Operation, das vom Server an den Client zurückgegeben wird
Server	Implementierung eines Services, d.h. physikalisch vorhandene Softwarekomponente, die einen Service bereitstellt
Service	Definierter Teil einer Funktionalität, die von einer Softwareinheit über Interfaces bereitgestellt wird
Snapping	Platzierung eines geometrischen Stützpunktes auf der Grenze eines anderen geometrischen Features.
SOAP	Simple Object Access Protocol. Plattformunabhängiges Protokoll für den Austausch komplexer Datenobjekte zwischen unterschiedlichen Anwendungen im Internet bzw. Intranet auf Basis von HTTP und XML
Spatial Domain	Raumbezug eines Coverages
SRS	Spatial Reference System: Koordinatensystem; Referenzsystem für die Lokalisierung von Geometriekoordinaten auf der Erdoberfläche
stateful connection	Verbindung zwischen zwei Komponenten, in der eine Komponente etwas über den Status der anderen Komponente erfährt.
stateless connection	Verbindung zwischen Client und Server, in der keine Statusinformationen ausgetauscht werden.
Stationierung	Entfernung eines Objektes an einer linienförmigen Struktur vom Anfangspunkt der Gesamtlinie.
String	Alphanumerische Zeichenfolge („Text“).
Style	Darstellungsvorschrift für eine Menge geometrischer Features.
SVG-Format	Scalable Vector Graphics-Format: Auf XML basierendes Graphikformat, neues Standardformat für Vektorgraphiken im Internet.
TK25	Topographische Karte 1:25.000
Transaktion	Logische Arbeitseinheit aus mehreren Daten-Manipulations-Operationen
UDDI	Universal Description, Discovery and Integration: Projekt mit dem Ziel, für WebServices ein standardisiertes Verzeichnis zu schaffen.
UML	Unified Modeling Language
URL	Uniform Resource Locator: Adress-Zeichenfolge für den Aufruf einer Website oder eines Services

WRRL	Europäische Wasserrahmenrichtlinie vom 23.12.2000
WSDL	Web Services Description Language: XML-basierte Sprache zur Beschreibung von Web Services
WSFL	Web Services Flow Language. Sprache für die Beschreibung der Zusammenarbeit mehrerer Services
XLANG	Sprache für die Kommunikation zwischen WebServices in Workflows, an denen mehrere Services beteiligt sind.
XML	Extensible Markup Language: Textbasierte Standardsprache Sprache für den Austausch strukturierter Information über das Internet, bei der der Inhalt von der Darstellung getrennt wird.

ABKÜRZUNGEN FÜR OPENGIS-KOMPONENTEN:

CAT	Catalog Service
CPS	Coverage Portrayal Service
CT	Coordinate Transformation Service
Filter	Filter Encoding Schema
GML	Geographic Markup Language
GeoC	Geocoder Service
GeoP	Geoparser Service
IAS	Image Archive Service
LOF	Location Organizer Folder
O&M	Observations & Measurements Schema
SCS	Sensor Collection Service
SensorML	Sensor Markup Language
SLD	Styled Layer Descriptor
SMS	Style Management Service
SPS	Sensor Planning Service
WCS	Web Coverage Server
WCTS	Web Coordinate Transformation Service
WFS	Web Feature Server
WMC	Web Map Context-Schema
WMS	Web Map Server
WNS	Web Notification Service
WOS	Web Object Service
WPOS	Web Ordering and Pricing Service
WRS	Web Registry Service
WTS	Web Terrain Server
XCPF	XML for Configuring and Pricing Format
XIMA	XML for Image and Map Annotations

ANHANG A: DAS ABSTRACT MODEL

Anhang A gibt einen Überblick über die OpenGIS Abstract Specification, Stand 11/2002.

Übersichten über die Abstract Specification des OpenGIS-Projektes finden sich in [OGC Guide] und [Topic0]: Topics 1-11 sowie 14 beschäftigen sich mit dem Geodata Model der Abstract Specification, d.h. mit grundlegenden Datenmodellen für Geoinformation, und deren Beschreibung. Topics 12 und 15-16 beschreiben Service Architekturen und bilden damit den aktuellen Stand des OpenGIS Service Models ab.

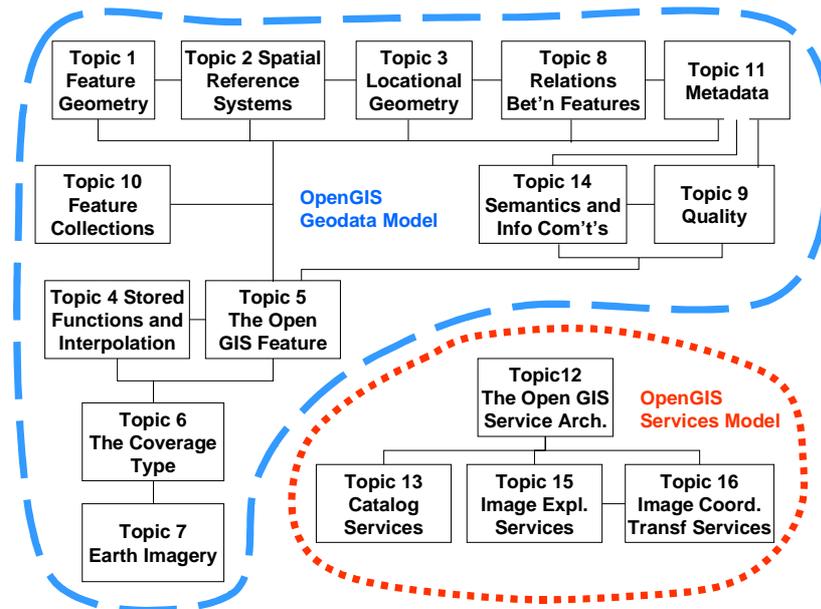


Abbildung A 1: Zusammenhang der Topics der OpenGIS Abstract Specification, Stand 11/2002. Aus [Topic0], neu gezeichnet und ergänzt.

Topic 0 („Overview“) beschreibt die Richtlinien für Gliederung und Notation aller Abstract Specifications und definiert grundlegende Bestandteile aller Spezifikationen als Shared UML Packages. Für die Beschreibung räumlicher Vergleichsoperationen wird die Sprache OCL um den Datentyp TransfiniteSet erweitert. Basic Data Types z.B. für Vector und Name, ein Units of Measure Package und ein Accuracy-Package werden für die spätere Verwendung im Koordinatentransformations-Service definiert.

A 1. OpenGIS Geodata Model

Die fundamentalste Einheit der OpenGIS-Spezifikationen ist ein Feature [Topic5]. Im Abstraktionsprozess von Realweltobjekten bis zur Bildung von Geometrien aus Koordinatentupeln ist ein Feature auf der Abstraktionsebene der Project World angesiedelt – das ist der Grad der semantischen Abstraktion, mit dem sich der GIS-Anwender in der Regel befaßt. Ein Feature gehört zu genau einem FeatureType¹⁸, ist eine Menge von Properties, d.h. von attribute-value-pairs und kann als eines seiner Attribute eine Geometrie enthalten¹⁹. Eine eindeutige Identifizierung von Features innerhalb ihres Softwarekontextes wird für Services notwendig.

Eine Menge von Features ist eine Feature Collection. Während die Abbildung der Project World auf Features durch ein FeatureSchema beschrieben wird, postuliert Topic10 für die Abbildung

¹⁸ Die Menge der Propertytypes eines Features wird häufig auch das Feature Schema genannt.

¹⁹ Ein Beispiel für ein Feature ist eine Strasse mit den Eigenschaften Typ = Landstrasse, Breite = 12 und einer Geometrie, die ein LineSegment ist

der Project World auf eine FeatureCollection ein Project Schema. Feature Collections sind selbst Features; ansonsten steht das Abstract Model für FeatureCollections noch aus [Topic10]. In den Implementation Specifications spielen Feature Collection jedoch bereits eine große Rolle als wichtigste Transporteinheit.

Features können Beziehungen (Relationships) miteinander haben. Eine Relationship gehört zu einem RelationshipType, die Rollen einer Beziehung gehören zu einem RoleType und werden durch den jeweiligen FeatureType bestimmt. Heavyweight Relationships sind Objekte mit eigener Identität und eigenen Attributen, Lightweight Relationships existieren nur durch die Rollenattribute der beteiligten zwei Features [Topic8].

Eine Geometrie ist die Kombination aus Koordinatengeometrie und Koordinatenreferenzsystem (coordinate reference system, CRS, = Spatial Reference System, SRS) [Topic1]. Topic 1 definiert eine Reihe von Operationen für GM_objects wie z.B: IsSimple, IsCyle, dimensin, distance, centroid, buffer u.a.. Ein Geometrieobjekt kann ein einzelnes GM_Primitive, ein aus verschiedenen Primitiven zusammengesetzter, aber zusammenhängender GM_Complex oder ein GM_Aggregate aus gleichartigen disjunkten Primitiven sein. GM_Primitive sind z.B. Points, Curves, Surfaces und (3D-) Solids mit spezifischen Operationen, differenzierten Unterklassen und weiteren Bauteilen wie CurveSegments und SurfacePatches. Das Coordinate Geometry Package beschreibt die Bildung der GM_Primitive aus Koordinaten. Das Topology-Package in Topic 1 beschreibt Topologische Objekte als eigene Objektklassen parallel zu den Geometrieobjekten.

Ein einfaches Koordinaten-Referenzsystem (CRS, SRS) besteht aus Koordinatensystem und Datum; zusammengesetzte Koordinatenreferenzsysteme können sich aus horizontalem, vertikalem und zeitlichem CRS zusammensetzen [Topic2].

Eine Locational Geometry [Topic3] bildet ein Referenzsystem auf ein anderes ab, kann also ein in System A referenziertes Feature in System B lokalisieren. Potentielle Anwendungen sind z.B. Integration verschieden referenzierter Coverages, Bildkorrektur, Photogrammetrie und andere Sensorsysteme. Locational Geometries können auch z.B. Lineare Referenzsysteme auf Spatial Reference Systems abbilden. Das Abstract Model für Locational Geometry fehlt allerdings noch.

Coverages sind Abbildungen eines Raums auf einen Wertebereich [Topic6]. In einem Coverage wird durch seine C-function jedem Punkt im räumlichen Geltungsbereich, der spatial domain, ein Wert aus einer möglichen Wertemenge, der range, zugeordnet. Coverages sind ein Subtyp von Feature mit einer Property namens Coverage-function, deren Wert ihre spezifische C-function ist. Sowohl die Spatial Domain als auch die Range können diskret oder kontinuierlich sein. Je nach Art der Spatial Domain werden Subtypen wie z.B. Grid Coverage oder TINs definiert. Auch Bilder sind als Coverages definierbar. Ein Spezialfall von Coverages sind Earth Images – Pixelbilder aus Fernerkundungssensoren [Topic7]. Segmented Line Coverages sind Netzwerke aus Segmented LineStrings mit der Fähigkeit zur Interpolation entlang der Linie²⁰.

Die C-Function eines Coverages ist eine StoredFunction. Eine Funktion ist definiert als Menge von Wertepaaren, in der es für jedes Element der Domain genau einen Wert aus der Range gibt [Topic4]; StoredFunctions sind Funktionen, deren Domain und Range endlich sind. Eine Reihe von Abbildungen geographischer Phänomene lassen sich auf dieses allgemeine Konzept zurückführen – beispielsweise auch die Methode der Linearen Referenzierung, die geographischen Positionen eine relative Länge auf einer Linie zuweist.

Insbesondere in der Verwendung von Coverages spielt die Genauigkeit der Lageinformation eine große Rolle. Die OpenGIS-Spezifikation bevorzugt dabei den „truth in labeling“-Ansatz, bei dem der Datenproduzent seinen Daten möglichst aussagefähige Genauigkeitsinformation mitgeben soll²¹. Topic 9 definiert Kriterien für räumliche Qualitätsinformation [Topic9].

²⁰ häufig auch als Route bezeichnet

²¹ im Gegensatz zum „suitable use labeling“-Ansatz, bei dem der User lediglich eine Gebrauchsempfehlung z.B. für einen Maßstabsbereich erhält

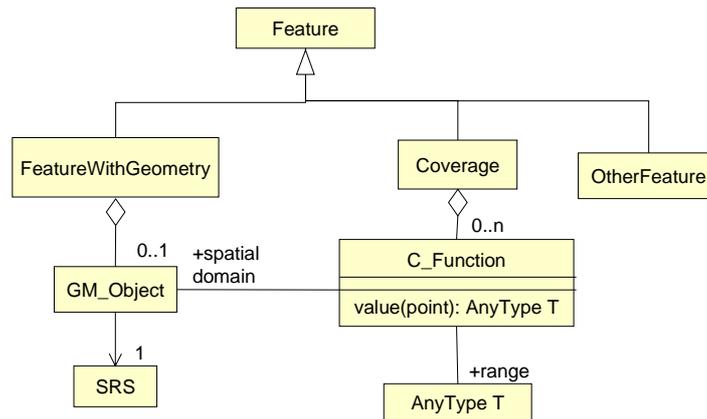


Abbildung A 2: Features, GeometryObjects und Coverages im Abstract Model (nach [Topic6] und [Topic4], geändert).

Metadaten spielen eine große Rolle für die Auffindung und Beschreibung von Geoinformation und Services. Eine Metadata Entity setzt sich aus einer Reihe optionaler beschreibender Elemente zusammen, die ihrerseits hierarchisch aufgebaut sind. Obligatorisch ist lediglich die Identification Information, die neben einem Titel und einer Kurzbeschreibung weitere spezifische Elemente enthält, je nachdem, ob ein Service oder ein Datenbestand referenziert wird. Da OpenGIS Metadatenmodell entspricht dem ISO-Standard 19115 [Topic8]. Metadata Entities können Features oder Feature Collections zugewiesen werden.

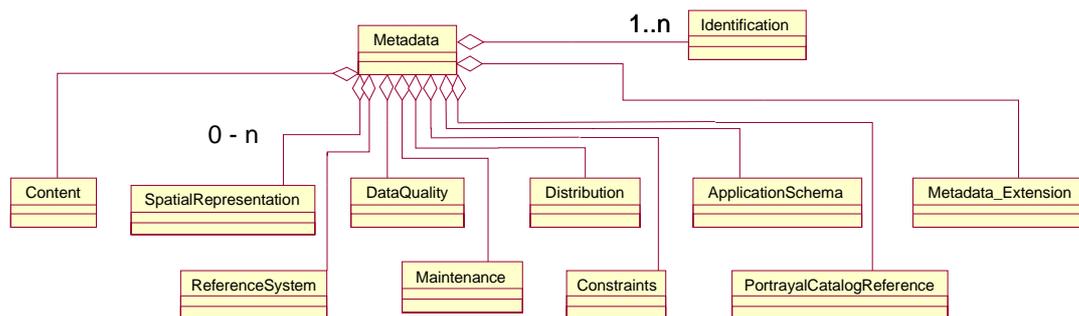


Abbildung A 3: Das Metadaten bestehen aus obligatorischer Identification Information und einer Reihe optionaler Elemente (nach [Topic8], vereinfacht)

Eine Information Community (IC) ist eine Gruppe von Menschen, die eine gemeinsame geographische Sprache und einheitliche Feature-Definitionen verwenden. Sie benutzt eine gemeinsame, meist fachspezifische Abstraktion der Realwelt, eine sog. Project World (ausführliche Erklärung der Project World in [Topic5]). Die semantischen Unterschiede zwischen verschiedenen Project Worlds sind ein viel größeres Interoperabilitätsproblem als die technischen Anforderungen. Konzeptionelle Ansätze in [Topic14] sind z.B. Tools für semantische Übersetzung ohne Informationsverlust, gemeinsam nutzbare Teilmengen von Project Worlds und Kataloge für ihre Bekanntmachung. Konkrete Lösungsvorschläge sind aber erst noch aus den Domänenspezifischen Special Interest Groups des OpenGIS Projektes zu erwarten.

A 2. OpenGIS ServicesModel

Die OpenGIS Service Architecture beschreibt ein allgemeines Modell für die Implementierung von OpenGIS Services. Auf Basis des Reference Model of Open Distributed Processing (RM-ODP) der ISO/IEC 10746 nimmt die Beschreibung verschiedene Viewpoints ein. Inhaltlich erweitert die OpenGIS Service Architecture das Extended Open Systems Environment Model (EOSE) for geographic Services der ISO 19101 (Quellen siehe bei [Topic12]).

Die Implementierung eines Services ist die Realisierung einer typ- und plattform-spezifischen Spezifikation. Eine Service-Spezifikation besteht aus Interface-Definitionen, die ggf. mehrere Operationen zusammenfassen und in einem Port realisiert werden. Eine ServiceChain ist eine

geordnete Folge von Services, die nach dem Grad ihrer Durchschaubarkeit für den User transparent, translucent oder opaque ist. Die Kombination oder Schachtelung von ServiceChains verschiedenen Typs ist möglich. Für den User können Referenzen zu verschiedenen Services in ServiceOrganizerFolders zusammengefasst werden. Service Metadata sind für das Suchen und Finden von Services essentiell.

OpenGIS-Services sollen simple services sein und das heißt:

- Operations sollen aus einem request-response-Paar bestehen,
- Servicekontrolle und Zugang zu den Service-Results sollen getrennt sein,
- ein Service soll nach Möglichkeit stateless sein,
- alle Service Instanzen gehören zu dem Client bekannten Service Types
- Die hosting Hardware ist für den User transparent

Die Service Architecture stellt eine thematische Klassifizierung geoverarbeitender Services bereit (Geographic Services Taxonomy) und definiert Mindestanforderungen an die damit verbundenen Funktionalitäten. Nach ihrer Rolle innerhalb des IT-Systems definiert die Services Architecture im Einklang mit ISO 19101 sechs verschiedene Service-Klassen und ordnet sie in einem 4-Schichten-Modell an. Die physische Implementierung kann als 2- oder 3-Schicht-Modell erfolgen und für die Interaktion mit dem User z.B. einen Web Browser Client oder einen User Interface Client vorsehen. Die Kombination verschiedener Plattformen für die Realisierung der 4 logischen Schichten ist möglich [Topic12].

Catalog Services sind OpenGIS-Services für das Auffinden und den Zugang zu GeoResources; GeoResources sind Geodaten oder Geoservices [Topic13]. Ein Georesource Discovery Service stellt die Funktionalität für das Auffinden von Katalogeinträgen (catalog entities) in einem Katalog bereit; ein Katalogeintrag besteht aus einem Metadata-Set und beschreibt eine Geodatensammlung oder einen Service. Ein Geodata Access Service ermöglicht den Zugang zu online verfügbaren Geodaten in einer Geospatial Dataset Collection. Da ein Katalog auch nicht-online verfügbare Daten referenzieren kann, können andere, nicht näher spezifizierte Other Data Access Services für die Beschaffung der Daten implementiert werden.

Alle Catalog Services benötigen ein Repertoire an gemeinsamer Funktionalität: Alle Collections (Katalogeinträge, Metadaten-Sets, Datensammlungen) benötigen elementare Funktionen für die Verwaltung ihrer Objekte, alle Services benötigen Funktionalität für den akzeptablen Umgang mit sehr großen Results.

Die Schachtelung von Katalogen soll nicht nur die Durchführung von Queries in den referenzierten Katalogen, sondern auch das Durchreichen des Datenzugangs ermöglichen. Die Umwandlung der gewünschten Daten in ein anderes Datenformat oder die Koordinatentransformation können andere Services übernehmen, wobei die Anforderung dieser Services z.B. von einer Middleware-Komponente übernommen werden könnte. Das Problem semantischer Übersetzung (eine Straße ist ein Verkehrsweg, eine asphaltierte Fläche, ein Netzelement, ein ..) ist in naher Zukunft noch nicht lösbar [Topic13].

Das Abstract Model für **Image Exploitation Services** [Topic15] postuliert mehrere Services, die für die Prozesse der Rektifizierung und Auswertung von Fernerkundungsdaten benötigt werden. Die Servicedefinitionen betreffen das Problem der Rektifizierung und damit verbundener Aufgabenstellungen für Transformationen, Längenmessungen und Genauigkeitsschätzungen. Scanner und Radarsensoren benötigen Services für die Ermittlung der genauen Messzeiten. Matching Services dienen der automatischen Bestimmung von Passpunkten in zwei Bildern. Modification Services sollen die Modifikation der Pixel Values die Umwandlung in andere Formate ermöglichen.

Image Coordinate Transformation Services dienen der Rectifizierung von Bildern, d.h. der Lokalisierung relativer Bildkoordinaten in einem geographischen Koordinatensystem [Topic 16].

ANHANG B:

DAS OPENGIS SERVICES MODELS DER OWS 1.2-INITIATIVE

Die Dokumente des Interoperabilitätsprogramms enthalten verschiedene Modelle und Sichten der Services-Architektur. Sie sind auf den ersten Blick verwirrend und widersprüchlich; es soll dennoch versucht werden, sie hier wiederzugeben. Alle drei Sichten sind in der Architektur zur OWS1.2-Initiative beschrieben [OWS1.2 RFQ Annex B] und haben zu einem großen Teil Eingang in die resultierende neue OpenGIS Web Services Architektur gefunden [OWSA0.3].

B 1. Das Fundamental Service and Data Building Blocks Model

Web Services sind Modulare Applicationen, die über das Web bekanntgemacht werden. Sie haben verschiedene – einfache bis komplizierte – Funktionen. Publizierte Web Services können von anderen Applikationen oder anderen Web Services aufgefunden und aufgerufen werden

Services gliedern sich in vier Kategorien:

- Client Services sind die Komponenten der Benutzeroberfläche, die der Anwender bedient und die auf der anderen Seite mit OpenGIS Server interagieren.
- Catalog und Registry Services stellen Information über Datensammlungen, Services und ihre jeweiligen Typen zur Verfügung²²
- Data Services stellen den Zugang zu Daten bereit. Dazu gehört auch die reine Visualisierung von Daten in Mapservern
- Application Services oder Processing Services sind Komponenten, die Input-Daten erzeugen, transformieren oder kombinieren. Sie können eng oder lose mit Data Services verbunden sein.

Die vier Servicekomponenten arbeiten auf fünf verschiedenen Datenkomponenten (Data building blocks) (vgl. Abbildung B 1).

- Geospatial Data oder Daten allgemein sind Informationen über Dinge.
- Metadaten sind Daten über Daten
- Namen sind eindeutige Identifikatoren
- Relationships sind Beziehungen zwischen Informationselementen
- Container sind transportierbare Sammlungen von Daten oder Inhalt.

B 2. Das Interoperability Program Services Model (IPSM)

Die noch weiter generalisierte Form des Fundamental Data and Building Blocks Models ist das ebenfalls in der OWS1.2-Architektur beschriebene IPSM. Es schlägt eine allgemeingültige Referenzarchitektur für die weitere Entwicklung der WebServices; das neue Web Services Architecture Discussion Paper [OWSA0.3] greift diesen Vorschlag auf.

Das Modell geht davon aus, dass Funktionalität und Daten zur Laufzeit gesucht, gefunden und zugänglich gemacht werden. Für diese Prozesse definiert das Modell drei grundsätzliche Service Types: **Provider** stellen Services bereit und machen sie in Registries bekannt. **Requestoren** suchen zur Laufzeit nach Daten und Services in **Registries** und binden anschließend an einen verfügbaren Service. **Publish**, **Find** und **Bind** sind die elementaren Operationen dieses allgemeinen, nicht nur den OpenGIS-Webservices zugrundeliegenden Modells (vgl. auch [Piepel 2002]).

Das Prinzip der Registries wird in der OWS1.2-Initiative weiter vertieft. Eine Registry enthält Metainformation zu referenzierten Objekten in einem Archiv oder Repository. Eine zweite Registry enthält die Typdefinitionen zu dieser Objektklasse. Typ-Registry und Metadata-Registry sind Bestandteil eines Registry-Service. Der Registry Service dient der Suche nach Objekten über ihre Typen und gibt die Information zurück, die der Client braucht, um ein gesuchtes Objekt zu adressieren. Das gesamte System aus Registries und Registry Service kann zu einem Management-System oder Management-Service zusammengefaßt werden (vgl. hierzu [OWS1.2 RFQ Annex B], [ICMS0.1.18]).

²² Die Bedeutung der Begriffe Registry und Catalog geht m.E. im OWS1.2-RFQ noch etwas durcheinander.

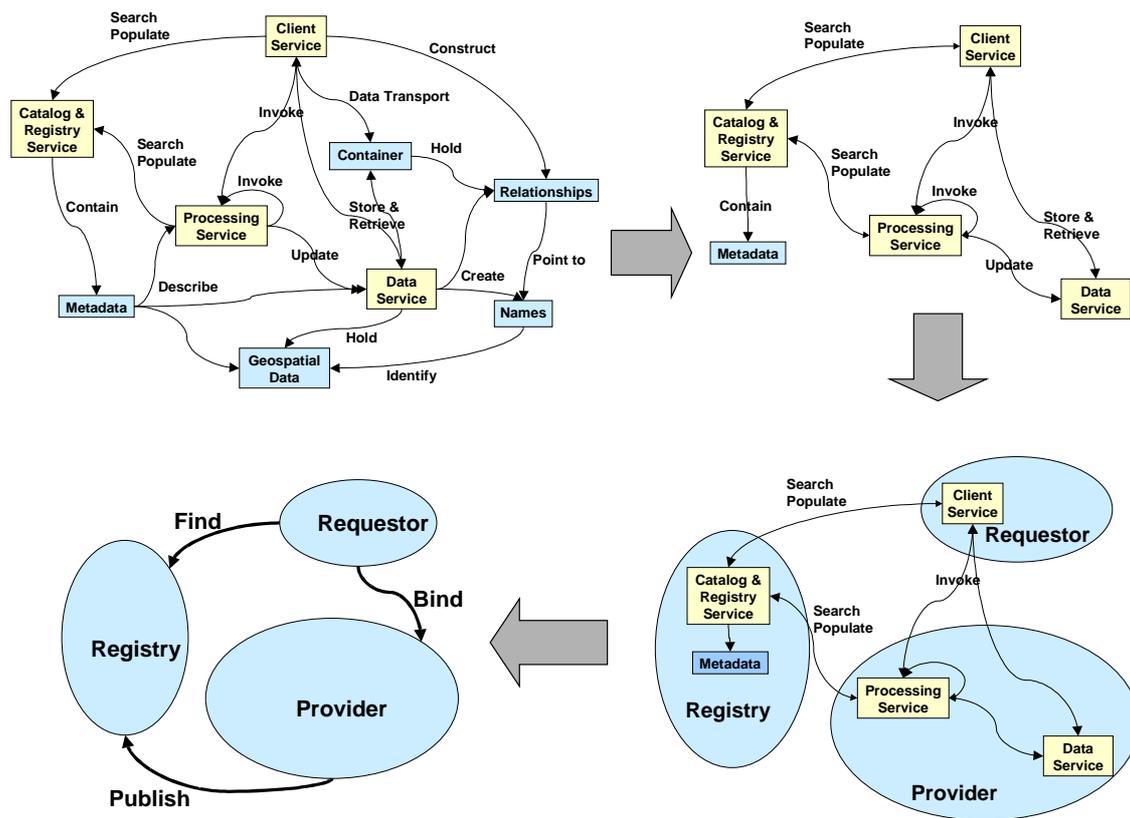


Abbildung B 1: Vom Fundamental Service and Data Building Blocks Model zu den grundlegenden Operationen Publish, Find und Bind des IPSM .

Grundlage aller Operationen des Referenzmodells ist ein gemeinsames Vokabular: „Zwei Komponenten X und Y sind interoperabel, wenn X auf der Basis eines gemeinsamen Verständnisses Requests R an Y senden kann und Y ebenso gemeinsam verstandene Responses S zurückgeben kann“ [OWS1.2 RFQ Annex B]

Der Zugang zu Datenspeichern geschieht über Services und zwischen Service und Datenspeicher über Connectoren und die Weitergabe von Unified Resource Identifiers (URI), mit denen Features in Datenspeichern adressiert werden können. Dabei ist es im Modell unerheblich, ob Services und Datenspeicher im Intranet oder World Wide Web verfügbar sind.

Bindings sind realisierte Verbindungen. Bindings zwischen zwei Services sind Vereinbarungen über die Benutzung komplementärer Rollen von Interfaces; sie ermöglichen die implementationsunabhängige Interaktion zwischen Services und damit den Aufbau zusammengesetzter Services für spezifische Aufgabenstellungen.

B 3. Das OpenGIS Service Framework

Im OpenGIS Service Framework nehmen funktional verschiedene Application Clients die Rolle des Requestors und verschiedene Services die Rolle der Provider ein. Registry Services stellen verschiedene Typen von Registries für Publish- und Find-Operationen zur Verfügung.

Das Service Framework zu OWS1.2 kategorisiert verschiedene Servicetypen und Clients:

Registry Services ermöglichen die Veröffentlichung, das Auffinden und den Zugang zu Ressourcen. Verschiedene Typen von Registries referenzieren Datenspeicher, Datenschemata, Services oder Servicetypen.

Processing Services verarbeiten einen Dateninput in irgendeiner Weise, indem sie Objekte erzeugen, löschen oder modifizieren. Sie können eng oder lose mit Data Services verbunden

sein. Zu den Processing Services gehören Koordinatentransformationen, der geplante Service Chaining Service für die Verwaltung von Service Chains, und die „3G-Services“ Geocoder, Geoparser und Gazetteer.

Portrayal Services produzieren eine Visualisierung geographischer Daten als Karte, 3D-Ansicht, Bild oder Film. Auch Portrayal Services können fest oder lose an Data oder Processing Services gekoppelt und in Service-Chains eingebunden werden. Portrayal Services sind derzeit der Web Map Service und der Coverage Portrayal Service.²³

Data Services stellen den Zugang zu Datenspeichern her. Die Referenz auf ein Datenobjekt geschieht über den Namen des Objektes. Data Services sind derzeit der Web Feature Service, der Web Coverage Service, der Sensor Collection Service und der Image Archive Service.

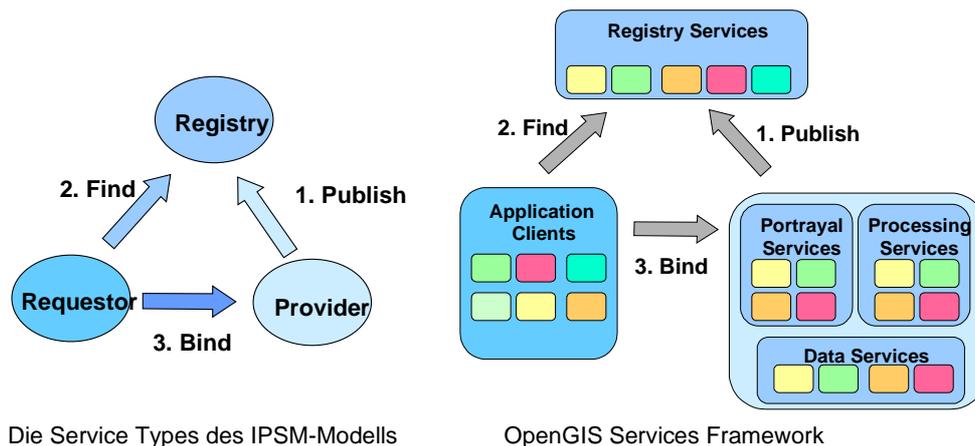


Abbildung B 2: Die ServiceTypes des Publish-Find-Bind-Modells des IPSM und Komponenten im OpenGIS Service Framework. Nach [OWS1.2 RFQ Annex B] , neu zusammengestellt und leicht abgeändert.

Discovery Clients dienen dazu, Web Ressourcen (Daten oder Services) über ihre Metadaten in Registries zu suchen und die Bindung herzustellen.

Map Viewer visualisieren Kartenlayer (maps) oder Geometrieobjekte (features). Sie können Layer hinzufügen oder entfernen. Gegebenenfalls können sie Symboliken ändern, Objekte per Mausclick abfragen und zu Geolinks navigieren.

Value Add-Clients dienen der Erzeugung, Modifikation oder dem Löschen von Objekten im Datenspeicher. Damit das möglich ist, müssen sie Objekte visualisieren, ggf. können sie Symbolik und Layerzusammenstellung ändern.

Imagery Exploitation Clients weisen spezifische Funktionalitäten für die Visualisierung und Bearbeitung von Pixelbildern auf.

Sensor Web Clients dienen dem Management mobiler Sensoren ebenso wie dem Abruf und der Auswertung von Sensordaten.

Location Organizer (LO's) dienen der Arbeit mit räumlich definierten Sammlungen, den Location Organizer Folders (s.u.) und müssen Folder erzeugen, ändern und löschen können, Ressourcen finden und im LOF registrieren und die gespeicherten Links verfolgen können.

Die Kategorisierung dient primär der Verständigung über Funktionalität; sie muss keineswegs in dieser Form in Applikationen umgesetzt werden.

²³ Im Fundamental Service and Data Building Blocks Model sind Portrayal Services auch Data Services, weil sie Daten aus Datenspeichern visualisieren.

ANHANG C:

IMPLEMENTATION SPECIFICATIONS IM DETAIL

Dieser Anhang gibt einen Überblick über die bereits verabschiedeten und in der Diskussion befindlichen Open GIS –Spezifikationen, Stand 11/2002. Auch in der OGC-Website gibt es einen entsprechenden Überblick, allerdings mit Stand von August 2001 [OGC Specs Oview]

C 1. Datenzugang:

C 1.1. Simple Feature Spezifikation

Referenzen: OGC Simple Features Specification für OLE/COM [SFO1.1]

Open GIS Non-Technical Summary Paper zu Simple Features [SF NTS]

Simple Feature-Spezifikationen gibt es für OLE/COM, für CORBA und für SQL-Umgebungen; hier wurde nur die OLE/COM-Spezifikation verarbeitet.

Die Simple Features Spezifikationen beschreiben ein DCP-neutrales Objektmodell für Geometrien. Das Objektmodell basiert auf dem Geometrie-Modell des Open GIS Abstract Model [Topic1], zugleich ISO 19107], beschränkt sich aber auf maximal 2-dimensionale, topologisch geschlossene, einfache Grundelemente. Als neue Objektklassen führt die SimpleFeatures-Spezifikation Mengen gleichartiger Objekte ein. Geometrien sind dann „simple“, wenn sie keine Selbstüberschneidungen oder Tangentialen Selbstberührungen aufweisen.

Alle Objekte der abstrakten Oberklasse Geometry haben die Attribute Dimension, IsEmpty und IsSimple. Das obligatorische **ISpatialReference**-Interface verweist auf das zugehörige Koordinatensystem. Im gemeinsamen und obligatorischen Interface **IGeometry** sind die Operationen Clone, Envelope, Extent2D, SetEmpty und Project vereint; die Funktion Project(SRS) gibt eine in ein neues Koordinatensystem transformierte Geometrie zurück.

Das **ISpatialRelation**-Interface ist optional und vereint die gebräuchlichsten räumlichen Vergleichsoperatoren Contains, Crosses, Disjoint, Equals, Intersects, Overlaps, Touches und Within. Das optionale Interface **ISpatialRelation2** ist allgemeiner, aber auch vielfältiger verwendbar. Mit der Funktion Relate können geometrische Beziehungen anhand einer IntersectionPatternMatrix (im Abstract Modell näher erläutert, z.B. für das 9-Intersection-Modell nach Egenhofer, vgl. [Topic1]) feiner geprüft werden. Im ebenfalls optionalen **ISpatialOperator**-Interface sind Methoden für die Räumliche Analyse und Verarbeitung wie Boundary, Buffer, ConvexHull, Difference, Intersection, SymmetricDifference und Union versammelt.

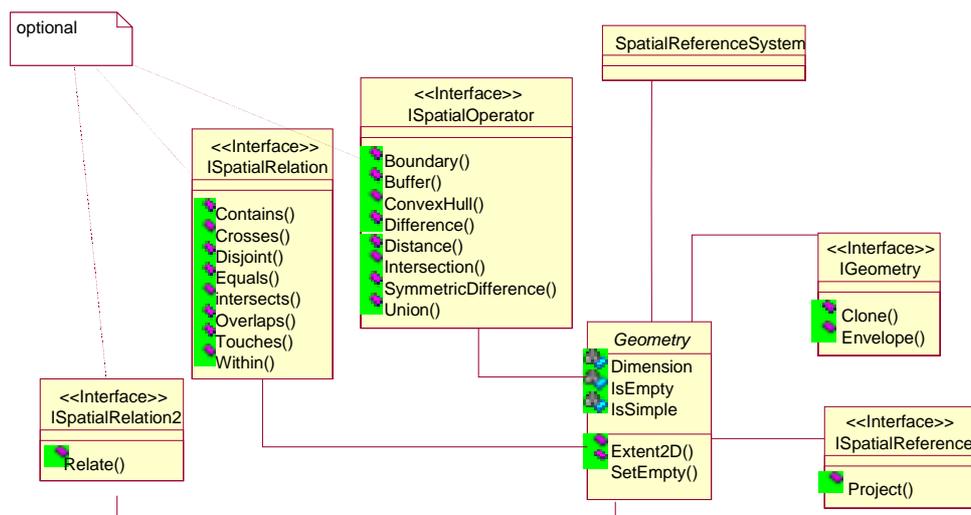


Abbildung C 1: Die Interfaces der Objektklasse Geometry

Instantiierbare Geometry-Klassen sind Point, Linestring mit den Unterklassen Line und LineRing sowie Polygon. Die abstrakte Klasse GeometryCollection definiert eine Menge gleichartiger Objekte, die sich im selben Koordinatensystem befinden müssen. GeometryCollection ist

Unterklasse von Geometry. Instantiierbare Unterklassen von GeometryCollection sind Multipoint, MultiLinestring, MultiSurface und MultiPolygon.

Die SimpleFeatures Implementation Specification enthält weiterhin ein imlementierbares Objektmodell für das Spatial Reference System [SFO1.1].

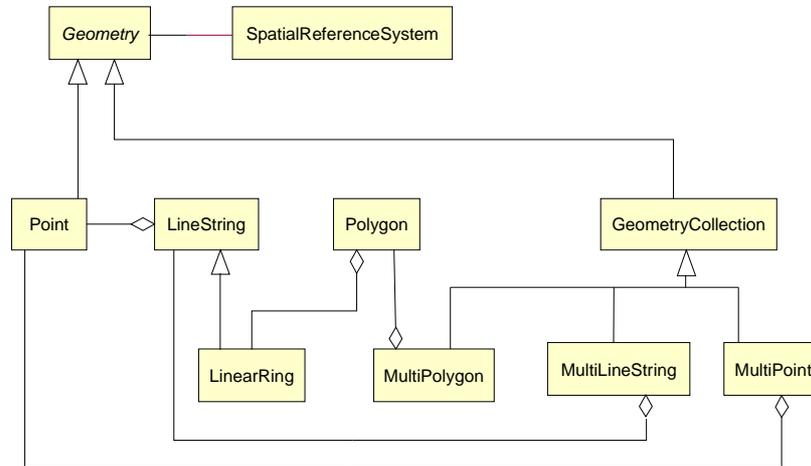


Abbildung C 2: Die Objektklassen der SimpleFeatures-Spezifikation.

C 1.2. Grid Coverages

Referenzen: *Grid Coverage Implementation Specification Version 1.0.0 [GC1.0.0]*,
OGC Non-Technical Summary Paper zu Grid Coverages, Stand 02/2001 [GC NTS]

Die Grid Coverage Implementation Specification zielt auf die interoperable applikationsunabhängige Verarbeitung von Grid-Coverage-Daten. Sie definiert Interfaces für den Datenzugang zu Coverages, deren Raumbezug ein regelmäßiges Zellraster ist. Das sind z.B. Satellitenbilder, Orthophotos, Geländemodelle oder Rasterkarten; die Spezifikation ist zunächst anwendbar für verschiedenste 2-dimensionale Coverage-Strukturen, soweit diese mit der Simple Features-Spezifikation konsistent sind. Die Interfaces umfassen Operationen für den Datenzugang und für einfache statistische Analysen und sind vorerst nur für COM und CORBA-Umgebungen näher definiert; die Ausweitung der Spezifikation auf JAVA und andere DCP's ist vorgesehen [GC NTS].

Ein Coverage kann mehrere Dimensionen haben; in einem Grid Coverage ist die Dimension ein Band (bei Satellitenbildern ein Kanal). Das abstrakte **Coverage**-Interface gibt für einen beliebigen Punkt eine Sequenz der Values aus den verschiedenen Dimensionen zurück. Im **GridCoverage**-Package sind Interfaces für den Datenzugang und optional das Updating von grid values definiert. Das **GridCoverageExchange**-Interface spezifiziert die Erzeugung eines coverage-Objektes aus einem Dateiformat sowie optional die Speicherung von coverages in Dateiformate hinein. Das optionale **GridAnalysis**-Interface versammelt Funktionalität für Histogramme, Kovarianzberechnung und andere statistische Analysen. Ebenfalls optional ist das **GridCoverageProcessor**-Interface; es stellt Operationen für die Transformation von Values jeweils einer Dimension bereit (z.B. Resampling, Reprojection, Filter, Classify u.a.); dabei wird das Input-Coverage nicht verändert, sondern entweder ein neues Coverage-Objekt erzeugt oder die Differenz zum Input-Coverage vorgehalten [GC1.0.0].

C 2. Transportformate

C 2.1. Geography Markup Language (GML)

Referenzen: *GML Implementation Specification Version 2.1.2 [GML212]*
OGC Non-Technical Summary Paper zu GML, Stand 11/2001 [GML NTS]
OGC Press Release zu GML 3.0 vom 5.2.2003 [GML30_PR]

Ziel der Spezifikation ist ein plattformunabhängiges, sprachunabhängiges Übergabeformat als Basis für Interoperabilität zu schaffen. GML spezifiziert den Transport von Geometrien und ihren Properties und basiert auf der Simple-Feature-Definition. GML als ein XML-Dialekt ermöglicht die Trennung von Inhalt und Präsentation, also der geographischen Information von ihrer Visualisierung. Der Anwendungsbereich reicht deshalb weit über das Mapping hinaus, indem GML z.B. die Informationsbereitstellung in mobilen Extensions über andere Präsentationsformen ermöglicht.

Die GML-Spezifikation basiert auf dem dem Abstract Model für Features (vgl. [Topic5]): Ein Feature ist eine Abstraktion eines realweltlichen Phänomens und ist definiert als Menge von Properties; eine Property ist ein Name-Typ- Wert-Tupel. Geographische Features sind mit einem Ort auf der Erdoberfläche verbunden und können Properties haben, deren Wert eine Geometrie ist. Simple Features sind geographische Features, deren Geometrien simple sind (s.o.). Die GML-Spezifikation codiert die Klassen der Simple Features (vgl. hierzu z.B. [SFO1.1]) als Geometry Types, überspringt dabei aber einige abstrakte Klassen des Abstract Model. Geometrische Grundelemente in GML sind Box, Point, Linestring und Polygon und die Objektmengen MultiPoint, MultiLineString und MultiPolygon. Ein Feature kann beliebig viele geometrische Properties enthalten.

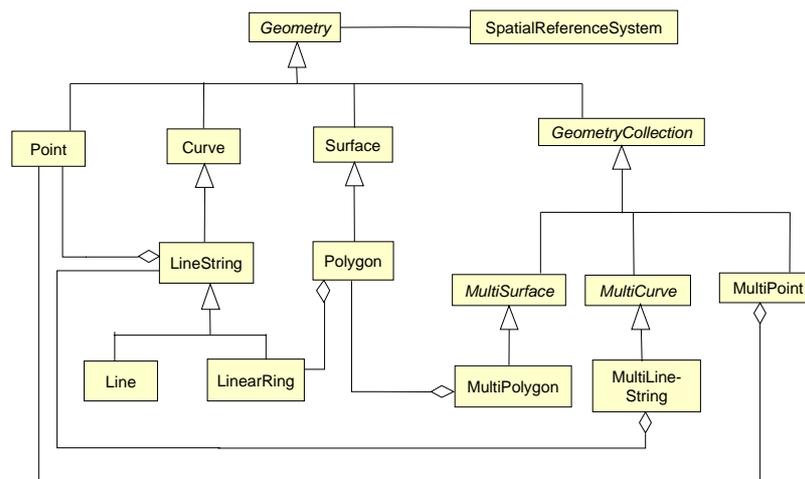


Abbildung C 3: Simple Features in GML. Nach [GML212] , vereinfacht.

Im Gegensatz zum Abstract Model erlaubt die GML-Spezifikation die Definition komplexer nicht-geometrischer Properties, die sich aus anderen Komplexen oder Properties zusammensetzen (z.B. eine Property Adresse aus den Properties Strasse, Hausnummer, PLZ, Ort)[GML212].

Die Definition der GML als spezifische Ausprägung von XML erfolgt in Form dreier XML-Schemata und ist konform mit den XML-Schema-Empfehlungen des W3C Stand Mai 2001 sowie der XML-Namespace-Empfehlung Stand Januar 1999 [GML212]. Das Feature-Schema definiert das allgemeine Feature-Property-Modell, das Geometry-Schema beschreibt die geometrischen Komponenten und das Xlink-Schema wird für die Implementierung von Links benötigt. Diese drei Schemata stellen die Grundelemente für den Aufbau implementationspezifischer Application Schemata, die die tatsächlich vorhandene Datenstruktur definieren.

Die im Februar 2003 veröffentlichte Version 3.0 enthält ganz wesentliche Erweiterungen der GML-Spezifikation, unter anderem die Unterstützung für Komplexe Geometrien, Zeitinformation und zeitliche Referenzsysteme, Topologien, Maßeinheiten, Metadaten und Grids sowie Default-

Styles für die Visualisierung von Features und Coverages. GML 3.0 ist fast völlig abwärtskompatibel mit GML 2 und soll für das nächste Jahr stabil bleiben [GML30_PR].

C 2.2. Filter Encoding Implementation Specification

Referenz: *Filter Encoding Implementation Specification Version 1.0.0 [Filter1.0.0]*

Die Filter Encoding Specification ist ein Grundbaustein für viele Webservice-Spezifikationen und dient der Standardisierung von Filter-Ausdrücken. Filter-Ausdrücke werden benutzt, um eine Suche einzugrenzen; sie entsprechen der Where-Klausel im SQL. Die Filter Specification ist eine Übersetzung der in der Catalog Interface Implementation Specification [CAT1.0] definierten Common Query Language (CQL) in ein XML-Schema.

Die Filter Specification definiert räumliche Operatoren (within, contains, overlaps etc.), Vergleichsoperatoren (gleich, größer als, kleiner als etc.) und logische Operatoren (AND, NOT, OR) sowie die Zusammensetzung von Ausdrücken aus Arithmetischen Operatoren (Add, Sub, Mul, Div), Literalen und Funktionen. Ein Capabilities-Schema für den Einbau in Capabilities-Dokumente gibt vor, wie Server ihre Filter-Möglichkeiten bekanntmachen können.

C 2.3. Observations and Measurements

Referenz: *Observations & Measurements Draft Specification Version 0.86 [O&M0.86]*

Die Observations and Measurements-Spezifikation (O&M) war Ende 2002 noch im Entwurfsstadium; inzwischen sind offenbar mindestens Teile des Modells in die GML3.0-Spezifikation eingeflossen [GML3.0]. Für den interoperablen Zugang zu Messreihen definiert O&M das Objektmodell für Messungen (measurements) und Messwerte (observed values). Sie steht in engem Zusammenhang zu den übrigen Sensor Web Spezifikationen, insbesondere zur Sensor Collection Service Specification, die allerdings noch nicht öffentlich zugänglich ist.

Ein **Observed Value** ist ein gemessener oder beobachteter Wert, der ein natürliches Phänomen beschreibt. Für verschiedene Messskalen werden Unterklassen der Observed Values wie z.B. nominal category, ordered category, quantity, count und position benötigt. Ein Observed Value kann auch aus einem Tupel, einer Wertemenge oder einer Liste bestehen (z.B. einer Artenliste) oder ein zusammengesetzter Wert (z.B. Konzentration) sein. Er bezieht sich auf ein beobachtetes Phänomen, das **Observable**, und kann nach Observables weiter kategorisiert werden. Das Referenzsystem zum Observed Value ist Grundlage für die Interpretation der Werte, indem es z.B. Einheiten (units of Measure), Skalen (frames), Dictionaries oder Wertelisten (code spaces) benennt. Ein Schema für das Referenzsystem wird nicht spezifiziert. Units, Measures und Values wurden inzwischen in GML3.0 aufgenommen.

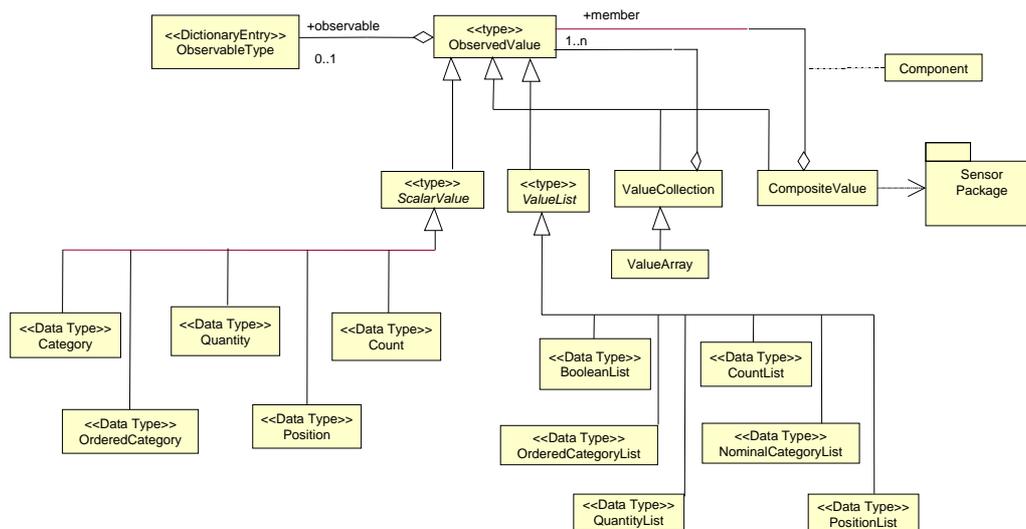


Abbildung C 4: Objektmodell für Observed Values. Nach [O&M0.8.6].

Ein **Measurement** ist die Abstraktion des Messvorganges; es enthält maximal einen Observed Value und bindet ihn an einen „ZeitOrt“, indem es ihm potenziell eine Raumkomponente locator

und eine Zeitkomponente tPrimitive zuordnet. Die Messung referenziert das Messinstrument als SensorInstance-Objekt; letzteres kann auch z.B. eine beobachtende Person oder eine Sammlung einzelner Sensoren (z.B. für Satellitenbilder) sein. Da Measurement eine Unterklasse von Feature ist, sind beliebige Beziehungen zu andere Features möglich (vgl. hierzu [Topic5], [Topic8]).

Mehrere Messungen können in **Measurement Collections** zusammengefasst werden. Eine Measurement Collection versammelt Messungen von einer SensorInstance, dies aber kann eine Sammlung verschiedener Sensoren sein. Besteht die Collection aus homogenen Messungen eines SensorArrays, ist sie ein Measurement Array²⁴.

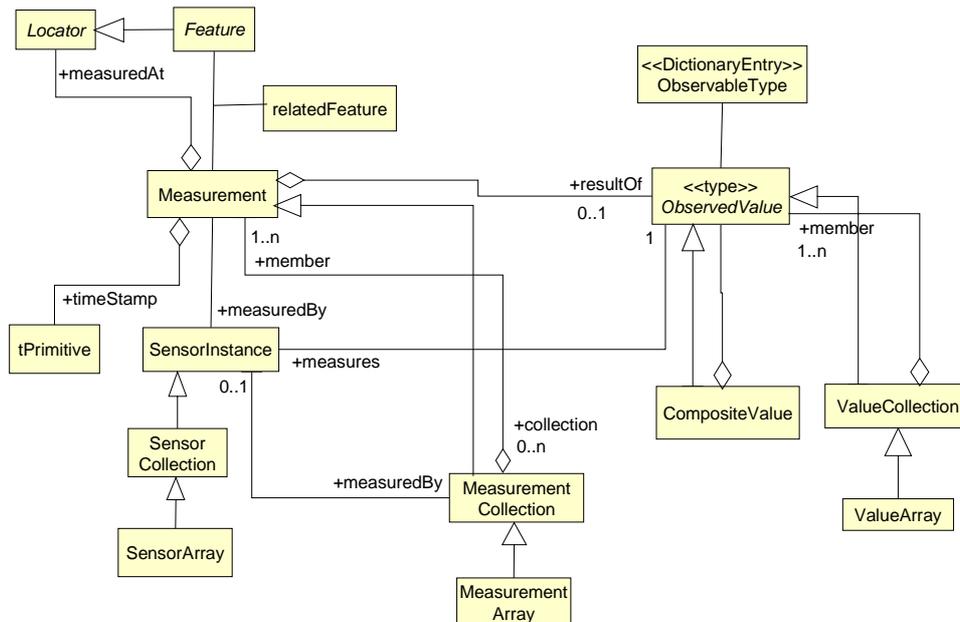


Abbildung C 5: Objektmodell für Measurements, nach [O&M086], etwas geändert

Für den Transport von Messwerten beschreibt der Spezifikationsentwurf ein entsprechendes GML-Schema (vgl. dazu GML3.0), das in der Antwort auf das DescribeSensor-Request beschrieben oder als Antwort auf ein DescribeObservation-Request übergeben werden kann.

C 2.4. Sensor Markup Language

Referenz: Sensor Model Language (SensorML) Version 0.7 [SensorML]

Die Sensor Model Language (SensorML) ist ein XML-Schema für die Beschreibung von Sensor Systemen und ihrer Eigenschaften und kodiert zB. die Antwort auf ein DescribeSensor-Request. Besondere Bedeutung hat dabei die Beschreibung aller Parameter, die zur korrekten Verortung des Messvorganges auf der Erdoberfläche notwendig sind. Die Spezifikation ist anwendbar sowohl für in-situ-Sensoren, bei denen der Messfühler sich im oder am gemessenen Medium befindet, und für Fernerkundungssensoren (Remote Sensors), bei denen die Messung indirekt und fern vom eigentlich gemessenen Medium erfolgt.

Eine wichtige Motivation für diese Spezifikation ist der schnellere und automatisierte Vertrieb von Fernerkundungsdaten. Die Bereitstellung aller für die Georeferenzierung notwendiger Informationen in standardisierter Form ermöglicht Anwenderkomponenten die Verarbeitung von Rohdaten und damit eine schnellere Verfügbarkeit von Fernerkundungsinformation am Analysearbeitsplatz. Für in-situ-Sensoren ist das Schema ebenfalls anwendbar, bleibt nur im Umfang entsprechend kleiner.

²⁴ Ein Measurement Array kann als diskretes Coverage aufgefaßt und realisiert werden – hier schließt sich der Kreis zu Grid Coverage Spezifikation.

Ein Sensor im Sinne der SensorML kann auch eine Gruppe gleichartiger Sensoren an verschiedenen Orten (**SensorArray**) oder eine Gruppe verschiedener Sensoren am gleichen Messort (**Sensor Package**) sein. Ein Sensor gehört zu einem **SensorType** und sitzt auf einer Plattform, evtl. auch auf einer Halterung (**Mount**) auf einer **Plattform**. Ein Sensor misst die Eigenschaften eines Mediums (**Observable**) in einer Probe (**Sample**) oder einer Probenkollektion (**SampleCollection**). Plattform, Sensor, Sample und die Halterung können jeweils auf ein eigenes Koordinatensystem verweisen, das relativ zu einer anderen Komponente sein kann; die Georeferenzierung der Daten berechnet sich bei Satellitenbildern dann aus allen Komponenten. Die Definition des Samples, des Mediums (Observable) und seiner Eigenschaften bilden zusammen den Measurand des Sensors.

Spezifische Modelle für Sensortypen müssen noch erarbeitet werden; der Entwurf enthält rudimentäre Modellentwürfe für Scanner, optische Kameras und die Georeferenzierung von Fernerkundungsbildern. Für In-situ-Sensoren sind zwei Beispiele als XML-Schema ausgeführt.

C 2.5. Location Organizer Folder Service

Referenz: Location Organizer Folder Draft Candidate Implem. Specification 1.03 [LOF1.0.3].

Ein Location Organizer Folder (LOF) ist ein GML-Dokument und dient als Link-Sammlung zu Textdokumenten, Multimedia-Dateien oder Mapservices für ein bestimmtes geographisches Interessengebiet. LOFs sind Schachteln voller Schachteln voller Schachteln - ein LOF kann beliebig viele andere LOFs enthalten oder referenzieren.

Ein LOF-Element ist eine GML-Feature Collection und enthält unbegrenzt viele LOF-Members. Ein Spatial Feature²⁵ oder auch LOF-Member im LOF ist erstens selbst ein LOF und zweitens ein GML-Feature mit einem Namen und einer Kurzbeschreibung. Optional kann ein GML-BoundedBy-Element vorhanden sein. Zusätzlich enthält ein LOFMember drei spezifische Elemente:

Ein **Metadata-Element** enthält LOF-spezifische Metainformation. Der **StyleDescriptor** referenziert oder beschreibt den default Style für das LOF-Feature oder den gesamten LOF. Das **LineageLinks-Element** beschreibt die Historie des Features, indem es einerseits das Vorgängerobjekt referenziert (SourceFeature), aus dem dieses Feature entstanden ist, als auch die ursprüngliche Quelle der Information als BaseFeature. Die Referenz auf das BaseFeature muss also mit jeder LOF-Operation an die Kinder weitergegeben werden.

Neben den Spatial Features enthält ein LOF beliebig viele **Information Elements** in Form von Links zu Text-Ressourcen (GeoTextMessages) oder Multimedia-Dateien. Eigentlicher Sinn des LOFs ist deren Verknüpfung mit Spatial Features. Sie wird implementiert, indem das Information Element zur Property eines Spatial Features wird.

Das Thema eines LOFs wird in einem **Causal Narrative-Element** als freier Text beschrieben. Das Element kann Segmente verschiedenen Datums und von verschiedenen Autoren enthalten und auf andere LOF-Elemente, jedoch nicht nach Aussen verweisen.

In der **Area of Interest (AOI)** eines LOFs ist der rechteckige räumliche Geltungsbereich des Containers definiert. Eine AOI kann hierarchisch strukturiert weitere Sub-AOIs enthalten, es gibt zu jedem LOF aber nur eine Primary AOI. Zu jeder AOI gibt es eine Background Map, meist als Bild, evtl. durch einen WMS generiert. Die AOI kann als Polygon-Overlay visualisiert werden.

LOFs können vereinigt oder miteinander verschnitten werden. Die Vereinigungsmenge eines LOFs hat als neue AOI das minimale Rechteck, das beide vorherigen AOIs umschließt; und enthält die Features aus beiden Teilmengen. Das Intersection-Ergebnis hat als neue AOI den Überschneidungsbereich beider Input-AOIs und bekommt alle Spatial Features, die nicht vollständig ausserhalb davon liegen.

²⁵ Die Terminologie geht im Spezifikationsentwurf noch etwas durcheinander, ein LOF-Member heisst im UML-Diagram Spatial Feature, im XML-Schema mal LOFMemberType, mal AbstractLOFFeatureType.

Auf der Basis des allgemeinen LOFMember-Schemas können themen- und applikationsspezifische LOF-Schemata entwickelt werden. Der gegenwärtige Spezifikationsentwurf beschreibt zwei spezielle Erweiterungen: Der **ExtendedFeatureType** ist dafür konzipiert, Ergebnisse aus den „3G-Services“ wie z.B. Referenzen auf benutzte Dokumente, Vocabularies, erkannte Namen, deren Textstellen und Geometrien aufzunehmen. Der **Observation Type** ist ein Schema für die Beschreibung von Beobachtungen²⁶ und enthält Elemente für den Beobachtungstyp, für den Ort, Start- und Endzeit der Beobachtung, eine Beschreibung sowie Linkmöglichkeiten zu weiteren Ressourcen.

Der LOF-Spezifikationsentwurf kümmert sich auch um die nähere Definition von Geolinks, genauer um die Definition von Properties, die über die Geolink-Definition in GML hinausgehen. Von den beiden grundsätzlichen Typen sind RemoteProperties uni-direktionale Simple Xlinks. Für Bi-direktional navigierbare Relationships schlägt der Entwurf grundlegende Properties vor, dieser Typ wird jedoch in LOFs noch nicht eingesetzt [LOF1.0.3]. Auch der LOF-Spezifikationsentwurf ist in einigen Teilen noch nicht ganz eindeutig [LOF1.0.3].

C 2.6. XIMA

Referenz: XML for Image and Map Annotations (XIMA) Draft Cand. Spec. Vers. 0.4 [XIMA0.4].

Annotations sind Textkörper, einfache Graphiken, Bilder oder andere Multimedia-Dateien, mit denen eine Karte oder ein Bild zusätzlich versehen wird, um Dinge zu erläutern, hervorzuheben oder zu illustrieren. Die Spezifikation kümmert sich um die Standardisierung einer Transportform für solche Elemente.

Die Spezifikation geht davon aus, dass Annotations grundsätzlich unabhängig von der/dem zugrundeliegenden Karte oder Bild als XML-Elemente übertragen werden sollen. Root-Element ist eine Annotation List. Die darin enthaltenen Annotations werden durch Titel, Autor etc. beschrieben und bestehen je aus einem Content und ein bis vielen Annotates-Elementen. Der Content ist ein Textstring oder ein Link auf ein Symbol oder auf ein Multimedia-Objekt. Das Annotates-Element referenziert die beschriftete Karte oder das Bild und definiert die relative Lage der Annotation in Bildkoordinaten als gml-Geometrie. Ein Annotates-Element kann sich auf mehrere Images oder Maps beziehen und ebenfalls beschreibende Attribute enthalten.

C 3. Stateful Services

Stateful Services eröffnen bei Anmeldung eines Clients eine Session und halten die Verbindung aufrecht, bis der Client sich abmeldet.

C 3.1. Catalog Service

Referenzen: Open GIS Catalog Interface Implementation Specification Version 1.0 [CAT1.0].

Open GIS Catalog Interface Specification Version 1.1.1 [CAT1.1.1]

OGC Non-Technical Summary Paper zum Catalog Service [CAT NTS]

Ein Catalog Service dient einerseits dazu, Geodaten und georeferenzierte Bilder zu suchen und zugänglich zu machen, andererseits dazu, die im Catalog Server abgelegte und notwendige Metainformation zu verwalten. Die Bandbreite der Anwendung ist groß und reicht von verteilten Systemen innerhalb einer Systemumgebung (Distributed Computing Platform, DCP) über lokal vernetzte heterogene Systeme aus verschiedenen DCPs bis zum World Wide Web. Die Catalog Server Spezifikation bietet Implementationsstandards für diese ganze Bandbreite, indem sie zu einem allgemeinen Modell spezifische Profile für CORBA, COM und das Web definiert.

Die hier beschriebenen Catalog Services sind stateful services, d.h. sie bauen eine Verbindung zwischen Client und Server auf, die für die Dauer einer Session bestehen bleibt.

Ein CatalogService besteht im Minimum aus einem **Discovery-Service** zum Auffinden von Metainformation. Ein optionaler **Access-Service** kann dem Client entweder einen handle für für den direkten Datenzugang übergeben oder ihm Methoden für eine online-Datenbestellung liefern. Ein ebenfalls optionaler **Managementservice** dient der Verwaltung der Metainformation.

²⁶ Das GFSP (GFST?)-Projekt versammelte militärische/Geheimdienstliche Interessen und benutzte als Use Case die Beobachtung terroristischer Aktivitäten.

Die Spezifikation 1.0 definiert 4 grundlegende Interfaces, die jeweils aus einer Reihe von Operationen (HTTP-POST-Requests bzw. COM/CORBA-Messages) bestehen:

- **OG_CatalogService** mit den Operationen `initSession`, `terminateSession`, `status`, `cancelRequest`, `explainServer`;
- **OG_CatalogManager** mit den Operationen `createCatalog`, `createMetadata`, `updateCatalog`, `deleteCatalog`;
- **OG_Access** mit der Operation `BrokeredAccess`
- **OG_Discovery** mit den Operationen `query`, `present` und `explainCollection`

Die Implementierung der Interfaces ist in DCP-spezifischen Profilen näher spezifiziert.

Die Spezifikation enthält auch die Definition einer **Common Query Language** (CQL). Sie definiert räumliche Operatoren, Vergleichsoperatoren, logische Verknüpfungen und die Bildung von Ausdrücken.

Die im Januar 2003 erschienene Version 1.1.1 der Catalog-Spezifikation enthält als Grundlage für unternehmensinterne Lösungen eine Überarbeitung der normativen Teile für CORBA und OLE/COM-Umgebungen und wurde insgesamt vervollständigt [CAT1.1.1], [OGC PR030117].

C 3.2. Coordinate Transformation Services

Referenzen: Coordinate Transformation Implementation Specification [CT1.0.0]

Coordinate Transformation Services Non-Technical Summary [CT NTS]

Die Coordinate Transformation Services Spezifikation (CT) beschreibt Interfaces für die Transformation von Geometrien zwischen zwei Koordinatensystemen. Profile liegen für CORBA, COM- und Java-Umgebungen vor. Die Spezifikation ist verwendbar für bis zu 4-dimensionale Punkte (3D-Raum und Zeit) und weitere theoretische Dimensionen und geht damit über die CRS-Definitionen der Simple-Feature-Spezifikationen hinaus. Datenstrukturen nach dem Datenmodell für Koordinatensysteme in der Simple Features-Spezifikation bleiben auch nach der CT-Spezifikation weiterhin gültig und können die Interfaces beider Spezifikationen adressieren. Eine tiefere Auseinandersetzung mit dieser Spezifikation ist nicht erfolgt. Als Alternative zu dieser „low-level“ Koordinatentransformation gibt es den Vorschlag für einen „high-level“ Koordinatentransformations-Service, der leichter zu implementieren sein soll [HLGCT].

C 4. Open GIS Web Services:

Gemeinsame Anforderungen für alle OpenGIS WebServices (OWS) wurden erstmals in einer Basic Services Model Specification [BSM0.0.8] entworfen. Andere OWS-Spezifikationen enthielten ebenfalls allgemeine Teile. Mit den Ergebnissen aus OWS1.2 sind mit der OpenGIS Web Services Architecture [OWSA0.3] und dem OWS1.2 Service Information Model [SIM0.3] neuere Standardisierungsentwürfe vor kurzem erschienen; sie wurden hier nur noch oberflächlich eingearbeitet. Eine Konsolidierung der Spezifikationsentwürfe wird sicherlich in nächster Zeit geschehen.

Die OpenGIS Web Services sind Implementation Specifications für die DCP-Umgebung WorldWideWeb. Sie stellen deshalb nur eine von vielen Realisierungsmöglichkeiten für die im Abstract Model beschriebene Servicearchitektur [Topic12] dar. Ihre Bedeutung liegt darin, dass sie den interoperablen Datenzugang zwischen verschiedenen heterogenen lokalen Netzen ermöglichen und damit ein wesentliches Ziel der OpenGIS-Idee erfahrbar machen. Alle OWS sind kompatibel mit der SimpleFeatures-Spezifikation [SF NTS].

Open GIS Web Services geben auf Anfrage eines html-Clients ein Ergebnis zurück. Damit Client und Server sich richtig verstehen, definieren die Web Service-Spezifikationen Protokolle für Anfrage und Ergebnisübergabe. Ein Web Service Client teilt dem Server mit, welche Operation er anfordert, in welchem Ausgabeformat er die Ergebnisse haben möchte und für welchen geographischen Bereich die Anfrage gelten soll. Wenn der Server das anbietet, kann die Anforderung auch noch in bezug auf Zeitfenster, Höhenlayer oder andere Dimensionen spezifisch eingeschränkt werden.

C 4.1. Basic Services Model (BSM)

Referenz: Basic Services Model Draft Candidate Implementation Specification 0.0.8 [BSM0.0.8]

Das Basic Services Model beschreibt die grundlegende Architektur und gemeinsamen Elemente der Open GIS Web Services. Es ist ausserdem eine Umsetzung des ISO 19119 Standards für Geographic Information Services.

HTTP GET und HTTP POST

Alle Open GIS Webservices (OWS) benutzen für die Kommunikation zwischen Client und Server das HTTP-Protokoll; ein Service muss über eine HTTP URL adressierbar sein [BSM0.0.8]. Für die Übergabe von Request-Parametern gibt es zwei grundsätzliche Möglichkeiten: Als HTTP GET-Request werden Parameter als Keyword-Value-Pairs in eine URL eingefügt und mit „&“ voneinander getrennt. In der HTTP POST-Form werden Parameter in Form eines angehängten XML-Dokumentes transportiert. Beide Möglichkeiten sind erlaubt, aber HTTP POST ist bisher nicht in allen Web Service Spezifikationen näher definiert. Die Antwort eines Servers enthält einen HTTP-Header mit angehängtem MIME-Objekt. Das kann ein Bild, eine XML-Datei oder ein anderer bekannter Dateityp sein [BSM0.0.8],[WMS1.1.1], vgl. auch [SIM0.3].

Gemeinsame Request-Parameter der OWS

Einige vom Client an den Server in einer URL zu übergebende Parameter sind für alle Open GIS Web-Services gleich. Die Definition findet sich sowohl in der BSM- wie in der WMS-1.1.1-Spezifikation [BSM0.0.8], [WMS1.1.1], vgl. neuerdings auch [SIM0.3].

In allen OWS-Requests muss der Client die gewünschte Operation zusammen mit der Versionsnummer der Spezifizierung anfordern. Für die Verhandlungen zwischen Client und Server bzgl. angebotener und geforderter Version gibt z.B. die WMS-Spec. ausführliche Bestimmungen. Mit dem Parameter Updatesequence können sich Server und Client einer laufenden Versionsnummer für das Capabilities-Dokument bedienen, wenn der Server das anbietet (in [BSM0.0.8], laut [WMS1.1.1] WMS-spezifisch).

Der Parameter Format sollte sich in allen Requests ausser GetCapabilities auf die im Capabilities-Dokument (s.u.) angegebenen Formate beziehen. Gültige Formate müssen bekannte MIME-Typen sein; näheres dazu definieren die einzelnen Spezifikationen. Ein Exceptions-Parameter definiert das Format für die Fehlermeldungen.

In der Regel gibt der Client das Koordinatensystem an, in welchem die Ergebnisse übergeben werden sollen; mit dem Parameter BBox wird der angeforderte Bereich räumlich definiert.

Weitere Einschränkungen des Ergebnisses können optional vorgenommen werden, indem eine Zeit-dimension, Höhenhorizonte oder andere Dimensionen (z.B. Farbkanäle) in der Anfrage definiert werden. Details zur Syntax gibt Anhang C der WMS-1.1.1-Spezifikation [WMS1.1.1]. Weitere zusätzliche Parameter kommen je nach Service-Art noch hinzu. Auch die Hersteller können weitere herstellerspezifische Parameter (Vendor Specific Parameters, VSP) zufügen und im Capabilities-Dokument bekannt machen; ein gültiges Ergebnis sollte aber auch ohne deren Beachtung erzielt werden können.

Alle OWS-Services kennen das **GetCapabilities**-Request. Nach der Definition des angeforderten Services mit Versionsnummer wird in der URL durch den Parameter Request=GetCapabilities nähere Information zum Service angefordert.

Die Server-Antwort auf ein GetCapabilities-Request besteht in jedem Fall aus einem XML-Dokument, dem „Capabilities-Dokument. Das Schema hat für alle OWS gleich strukturierte Anteile, die allerdings in der BSM-Draft Specification noch als unfertig deklariert und in den einzelnen Service-Spezifikationen jeweils detailliert beschrieben werden. Die BSM-Spezifikation sieht folgende allgemeine Teile des Capabilities-Documents vor:

Der „Basic Service Metadata“ oder „**ServiceOffer**“ genannte Teil des XML-Dokuments enthält allgemeine Metadaten wie Typ, Titel, Kurzbeschreibung und Keywords für den Service, eine Kontaktadresse sowie Zugangsbeschränkungen und –bestimmungen [BSM0.0.8].

Der „**Operations**“-Teil des Capabilities-Documents enthält eine Liste der verfügbaren Operationen mit Namen und Beschreibung, den Request-Parametern und Angaben zu den möglichen Request-Parameter-Values [BSM0.0.8]. In der WMS-Spezifikation heisst dieser Teil „capability“-Element [WMS1.1.1], in der WCS-Spezifikation „OperationSignatures“.

Der „**Contents**“-Teil (WCS: „ContentsMetadata“) der Capabilities-XML enthält Information zu den verfügbaren Geodaten, z.B. zu Map Layern oder Feature Collections. Feature Types werden über einen Zeiger auf ein Feature-Type-XML-Schema bekannt gegeben. Optional kann der Contents-Teil auch noch Angaben zu verfügbaren Qualitäten enthalten (z.B. für Geocoding-Services) [BSM0.0.8]. Operations- und Contents-Teil sind in ihrer Ausführung service-spezifisch.

Mit Entwicklung des Registry-Gedankens in OWS1.2 findet das capabilities-Dokument Verwendung als Registry-Eintrag. Das OWS1.2 Service Information Model-Paper entwirft unter diesem Aspekt ein neues allgemeingültiges Modell [SIM0.3].

C 4.2. Web Registry Server

*Referenzen: Web Registry Server Disc. Paper [WRS0.0.2],
OWS1.2 Architektur [OWS1.2 RFQ Annex B].*

Die Web Registry Server Spezifikation befindet sich noch in der Diskussions-Rohfassung. Registries enthalten Metainformation zu Service Types, Services, Data Types und Data Collections [OWS1.2 RFQ Annex B], vgl. auch [SIM0.3].

Im Gegensatz zur Catalog Spezifikation, die die Aufrechterhaltung einer Verbindung zwischen Client und Server benötigt (stateful Service) dienen die hier definierten Interfaces der Anfrage an eine Registry über einfache Request-Response-Paare ohne eine gehaltene Verbindung (stateless Service). Die Interfaces des Web Registry Servers sind stateless Pendanten der Catalog-Interfaces CatalogManager, CatalogService und Discovery. Web Registries können Catalog Services über eine „stateful“ Verbindung benutzen.

Wie alle OWS-Services kennt der Registry Service dieses Entwurfs die GetCapabilities-Operation. In einem **GetDescriptor**-Request spezifiziert der Client seine Suchoptionen; die GetDescriptor-Response enthält die notwendige Angaben (URL etc.) für den Zugang zu Online-Resources als XML-Dokument. Das **RegisterService**-Interface ermöglicht die Anmeldung eines Service an der Registry, optional mit Definition einer HarvestFrequency für die automatische Abholung des aktuellsten Capabilities-Dokuments durch die Registry [WRS0.0.2].

In einem neuen Diskussionspapier wird die Verallgemeinerung von WRS und WFS zu einem **Web Object Service** für die Suche und Abfrage von Objekten vorgeschlagen [WOS.0.0.3].

C 4.3. Web Coordinate Transformation Services

Referenz: Web Coordinate Transformation Service Impl. Spec. Version 0.0.4 [WCTS.0.0.4]

Ein Web Coordinate Transformation Service (WCTS) soll den Abruf von Koordinatentransformationen über das Internet standardisieren, während die Coordinate Transformation Specification für COM/CORBA/JAVA-Umgebungen (CT) dies lediglich innerhalb einer dieser Umgebungen ermöglicht. Die Capabilities-Operation gibt als Antwort eine Liste der verfügbaren Operationen und Listen der dem Service bekannten Transformationen und Koordinatensysteme zurück.

Mit der **IsTransformable**-Operation kann der Client anfragen, ob eine Transformation zwischen Quell- und Ziel-CRS möglich ist; die Antwort ist ein simples „True“ oder „False“. Das **Transform**-Request löst eine Transformation zwischen Quell- und Zielsystem aus. Geometrien werden in GML oder Well-Known-Text-Format (WKT) übergeben und ebenso zurückerhalten; das Input- und Output-Format muss im Request spezifiziert werden, wenn es nicht GML ist. Optional ist für benutzerdefinierte Transformationen die Einbettung eines XML-Elements mit der vom User zu definierenden Transformationssequenz in das Request möglich. Die Antwort auf das Transform-Request sind Geometrien in GML- oder WKT-Format.

Optional ist die **DescribeTransformation**-Operation. Das DescribeTransformation-Request muss Quell- und Ziel-Koordinatensystem und ggf. das Outputformat enthalten. Die Response enthält neben der Anzahl der Transformationsschritte eine detaillierte Beschreibung jedes Schrittes als Parameterized_Transformation-Element in XML- oder WKT-Format.

C 4.4. Web Map Service (WMS) ohne Styled Layer Descriptor

Referenz: OpenGIS Web Map Service Implementation Specification Version 1.1.1 [WMS1.1.1] WMS Specification Part 2: XML for Requests using HTTP Post [WMSPOST].

Ein einfacher Web Map Service ohne Styled Layer Descriptor (SLD) gibt auf Anforderung eines Clients ein Map in Form eines Bildes oder einer Vektorgraphik zurück; der Client kann dabei aus den vordefinierten und im Capabilities-Dokument publizierten Layern und Styles auswählen, was er dargestellt haben will.

Die **Capabilities-Response** enthält neben den allgemeinen Service-Metadaten im Capability-Element die verfügbaren Operationen, Formate und URL-Prefixes. Als Content enthält die Capabilities-XML eine Liste der verfügbaren Layer mit Namen und Metainformation.

Zu jedem Layer können optional ein bis mehrere Styles definiert werden. Eine LegendURL zu jedem Style referenziert optional eine Legende in einem Bildformat. Zu jedem Layer muss mindestens ein gültiges Koordinatensystem für die Ausgabe und die Bounding Box in geographischen Koordinaten angegeben werden. Wenn der Server das Bild transformiert übergeben kann, ist auch die Angabe der verfügbaren SRSs und jeweils zugehörigen BoundingBoxes möglich. Scale Hints geben optional Hinweise auf die sinnvollen Darstellungsmassstäbe. Eine Reihe von weiteren optionalen Elementen dient der Weitergabe von Metainformation in Portalen. Verschiedene optionale Layer Attribute beschreiben die Nutzungsmöglichkeiten des Layers und können vom Client für anwenderfreundliche Benutzung ausgewertet werden. Layer können hierarchisch gegliedert sein; dabei verhalten sich die verschiedenen Layer-Properties bezüglich der Vererbung uneinheitlich (Details in [WMS1.1.1]).

Damit ein Client das gewünschte Bild richtig erhält, muss er im **GetMap**-Request spezifizieren, welche Layer er in welchen Styles erhalten will. In einem „einfachen“ WMS sind die verfügbaren Styles vordefinierte und namentlich benannte Darstellungsvarianten, von denen jeweils eine die Default-Variante ist. Der Client muss weiterhin angeben, in welchem Koordinatensystem (SRS) er welchen Ausschnitt erhalten will, wie gross und breit das Bild in Pixeln sein soll und welches Bildformat er wünscht. Optional sind Wünsche wie Transparenz und Hintergrundfarbe formulierbar oder Zeitfenster, Höhenhorizonte oder andere Einschränkungen der Layer definierbar, wenn der Service das anbietet. Die Antwort auf ein GetMap-Request besteht aus einer Map, d.h. aus einem Bild oder einer Graphik, wie sie der Client angefordert hat.

Das **GetFeatureInfo**-Request ist optional und nur anwendbar auf Layer mit dem Attribut Queryable=1. Es enthält die obligatorischen Parameter des GetMap sowie zusätzlich die Liste der Layers, für die Information angefordert wird, und eine x,y-Position relativ zum Bildursprung, die in der Regel durch einen Mausklick erzeugt wird. Optional können die Zahl der „getroffenen“ Features nach oben begrenzt und ein MIME-Format für die Antwort definiert werden. Das Request ist derzeit nur für Image Services definiert, die Pixel-Bilder übergeben; für Services mit vektoriellem Graphikoutput gibt es noch keine Definition. Die Antwort auf ein GetFeatureInfo-Request ist die Attributinformation zu dem Feature, das dem x,y-Punkt am nächsten liegt, und wird im angeforderten Format übergeben. Wie der ServiceProvider die Information generiert, ist ihm überlassen.

Die WMS-POST-Spezifikation [WMSPOST] definiert XML-Schemata für die drei Requests für die Versendung über HTTP POST mit oder ohne SOAP-Verpackung.

C 4.5. Web Map Server mit Styled Layer Descriptor

Referenzen: OpenGIS Web Map Service Implementation Spec. Version 1.1.1 [WMS1.1.1] Styled Layer Descriptor Implementation Specification Version 1.0.0 [SLD1.0.0]

In einem einfachen WMS ohne Styled Layer Descriptor (SLD) ist für den Client die Darstellung nur beeinflussbar, indem er aus den im Capabilities-Dokument publizierten und benannten

Styles die gewünschten auswählt und den angeforderten Layern je einen zuordnet. Mit einem WMS mit SLD hat ein Client wesentlich mehr Darstellungsoptionen.

Ein Styled Layer Descriptor ist ein XML-Dokument, das der Client mit seinem GetMap-Request an einen WMS mitsenden kann. Im HTTP GET-Verfahren kann der SLD entweder vollständig in die URL eingebaut werden oder als Referenzparameter auf ein in einer Website bereitgestelltes XML-Dokument verweisen, das dann z.B. als „Style Library“ benutzt werden kann. Im HTTP POST-Verfahren ist auch die Übergabe als XML-Dokument möglich. Der SLD besteht aus Layer-Definitionen, Style-Definitionen und den Zuordnungen von Styles zu den definierten Layern, enthält also eine Anweisung an den WMS, welche Layer er generieren und wie er sie darstellen soll – wobei die in der Capabilities-XML benannten Layer und Styles in den Descriptor einbezogen werden können.

Ein Layer kann ein in der Capabilities-XML vordefinierter Layer sein (Named Layer) oder neu definiert werden (User Layer). Für eine Neudefinition müssen zunächst die verfügbaren Layer und Feature Types über das Describe Layer-Request (s.u.) vom WMS erfragt werden. Die Antwort darauf beschreibt, aus welchem WFS welche Feature Types verfügbar sind und ggf. mit zuhilfenahme von Filtern kann daraus ein Layer neu definiert werden.

Styles können ebenfalls aus dem Angebot des WMS verwendet (Named Styles) oder neu definiert werden (User Styles). Die Style-Definitionsmöglichkeiten des SLD sind sehr weitreichend; neben einfachen Marker-Elementen können zusammengesetzte Symbole und Muster definiert werden. Styles können für alle Features eines FeatureTypes einheitlich sein oder durch die Verwendung von Regeln Klassifizierungen enthalten. Ein Style kann optional auch Beschriftungen enthalten und definieren. Auch für die Visualisierung von GridCoverages sind Styles durch die Zuweisung von Farbkanälen, Color Maps, hillshading u.a. definierbar.

Sind die benutzerspezifischen Layer und Styles im SLD-Dokument definiert und einander zugeordnet, wird dieses mit einem GetMap-Request an einen WMS übergeben. Der WMS besorgt sich die notwendigen Features von den angegebenen Web Feature Servern, stellt sie wie gefordert dar und sendet eine Map zurück.

Eine Legende zur Karte kann der Client aus seiner eigenen SLD entweder selbst erzeugen oder beim WMS als Bild anfordern. Optional können UserStyles in einem WMS gespeichert und von dort wieder abgerufen werden.

Die SLD-Spezifikation eröffnet eine große Bandbreite an Möglichkeiten; sie reicht von der festen Koppelung des SLD-WMS mit eigenem WFS und Beschränkung auf vordefinierte Layern bis zur Verwendung von SLD-WMS als Mapping-Applikation für beliebige Daten von beliebiger Quelle [SLD1.0.0]. Änderungen der SLD-Spezifikation sind bei Einarbeitung des Style Management Service-Vorschlags (s.u.) zu erwarten.

Im **Capabilities**-Dokument eines SLD-WMS erhält der Client in der Capability-Section ein zusätzliches UserDefinedSymbolization-Element mit der Information darüber

- ob der WMS SLD unterstützt,
- ob UserLayers und/oder UserStyles definiert werden können
- ob Referenzen auf Remote WFS oder WCS im SLD ausgewertet werden können
- und ggf. der unterstützten SLD-Version

Im Request-Element der Capabilities-Section informiert das DescribeLayer-Element über die Möglichkeiten der HTTP GET- oder HTTP POST-Übergabe.

Für die Informationsabfrage zu den verfügbaren Layern muss der Client im **DescribeLayer**-Request eine Liste der gewünschten Layer übergeben; die Information darüber stammt aus dem Capabilities-Dokument. Als Antwort auf das Describe Layer-Request übergibt der WMS ein XML-Dokument, das zu jedem benannten Layer die URL des Web Feature Servers oder Web Coverage Servers und die darin enthaltenen FeatureTypes benennt.

Das optionale **GetLegendGraphic**-Request funktioniert im Grunde wie ein SLD-GetMap-Request: Vom MapServer wird für einen benannten Layer eine Legendengraphik in definiertem Format angefordert. Optional können Höhe und Breite der Graphik sowie Style, FeatureType

oder Regel definiert oder ein SLD eingebaut oder referenziert werden. Die Gestaltungsmöglichkeiten sind vielfältig. Die Antwort auf ein GetLegendGraphic Request ist wie die Antwort auf das GetMap-Request ein Bild oder eine Vektorgraphik.

Mit einem **PutStyle**-Request können optional benutzerdefinierte Styles und Layers in einem WMS gespeichert werden. Der Client muss dabei definieren, ob bereits gespeicherte Elemente erhalten bleiben und muss seine Definitionen über den Einbau des SLD in das Request oder als Referenz auf einen web-zugänglichen SLD übermitteln. Die Antwort auf ein PutStyles-Request ist eine einfache Erfolgsmeldung.

Mit dem **GetStyles**-Request können im WMS gespeicherte Styles und Layer-Style-Zuordnungen für eine Liste von Layern wieder abgefragt werden. Die Antwort auf eine GetStyles-Operation ist ein SLD, also ein XML-Dokument, das die angeforderten Style-Definitionen enthält.

C 4.6. Style Management Service

Referenz: Style Management Service Discussion Paper [SMS0.0.9]

Das Style Management Service (SMS) Discussion Paper schlägt Komponenten für die unabhängige Speicherung und Referenzierung von Styles und Symbolen vor. Dazu wird das SLD-Schema in 4 Schemata zerlegt, die unabhängig voneinander verwendbar sind. Nur die Layerdefinitionen und Style-Zuweisungen bleiben danach im StyledLayerDescriptor-Schema. Das Regelwerk für die parametrisierte Darstellung von Features wird in einem FeatureStyle-Schema codiert. Ein Symbol-Schema definiert Symbole. Gemeinsame Teile aller drei anderen Schemata werden in einem Common-Schema definiert. FeatureStyles und Symbols können unabhängig vom SLD extern referenziert und aus Repositories bezogen werden. Für die Value-abhängige Visualisierung von Features können BaseSymbols aus Repositories bezogen und der Rule entsprechend parametrisiert im SLD-Schema weitergereicht werden.

Repositories sind XML-Archive auf Basis der ebenfalls noch im Diskussionsstadium befindlichen Web Object Service-Spezifikation. Symbols und Styles können XML-kodiert in Repositories abgelegt werden. Für das Suchen und Finden werden Symbol und Style Registries definiert; sie verwalten Metadaten zu Styles und Symbols.

C 4.7. Web Map Context

Referenz: Web Map Context Documents Draft Cand. Implem. Spec. Version 0.1.4 [WMC0.1.4].

Ein Web Map Context Dokument transportiert und speichert all diejenige Information, die ein Client benötigt, um ein ganz bestimmtes Bild von einem Web Mapping Server zu erhalten. Es dient damit z.B. als default-startup, der Speicherung von Arbeitszuständen, der Bevorratung verfügbarer Layerinformation im Client oder dem Transfer von einer Session zu einer anderen. Das XML-Dokument enthält im allgemeinen Teil (General Element) layerunabhängige Information wie die Bounding Box mit Referenz auf das SRS sowie einen Namen, Titel und (optional) einen Abstract. Die LayerList-Sektion enthält eine Liste aller Layer mit den Elementen, wie sie auch das WMS-Capabilities-Dokument enthält. Das zusätzliche Attribut „hidden“ unterscheidet die im Moment der Speicherung sichtbaren oder unsichtbaren Layer, das „current“-Attribut die Layeraktivierung. Ein StyleList –Element zu jedem Layer referenziert vordefinierte Styles wie in der Capabilities-XML oder verweist auf SLD-Dokumente. LegendURLs können ebenfalls übergeben werden. In der FormatList kennzeichnet ebenfalls das Attribut „current“ das ausgewählte Bildformat.

C 4.8. Web Feature Server (WFS)

Referenz: Web Feature Service Implementation Specification Version 1.0.0 [WFS1.0.0]

Ein einfacher Web Feature Service übergibt dem Client eine angeforderte Menge an Features in Form eines GML-Dokuments. Ein Transaction-WFS ist zusätzlich in der Lage, auf die Anforderung eines Clients hin Datenmanipulationen vorzunehmen. Voraussetzung für einen WFS ist die Verfügbarkeit lokal eindeutiger Feature Identifiers (fid's). Die Definition von globalen fid's ist noch in der Diskussion. Alle WFS requests können optional einen handle-Parameter enthalten, auf den in der Fehlerdiagnose Bezug genommen werden kann. Der Vorschlag für

einen Web Object Service fasst die Interfaces von WFS und WRS zu einem allgemeinen Typ zusammen [WOS.0.0.3].

Die **GetCapabilities**-Response gibt zusätzlich zu der allgemeinen Service-Metadata-Section und der Capabilities-Section als weitere Sektion eine Liste der verfügbaren FeatureTypes aus. Die zusätzliche Filter Capabilities Section enthält diejenigen Teile des Filter Encoding Schemas [Filter1.0.0], die der WFS unterstützt.

Mit dem **DescribeFeatureType**-Request werden Beschreibungen für alle oder nur die namentlich aufgelisteten FeatureTypes angefordert. Die Antwort auf ein DescribeFeatureType Request ist in der Regel ein XML-Schema, das ein gültiges GML-Schema sein muss. Andere Formate sind möglich, wenn sie im Capabilities-Dokument publiziert und im Request angefordert wurden. Dabei kann ein Schema auch Schemata aus anderen Namespaces enthalten. Anstelle der Übergabe eines Dokumentes kann auch die Referenz auf ein Web-zugängliches Schema übermittelt werden.

Ein **GetFeature**-Request setzt sich aus einem bis mehreren Query-Elementen zusammen, in denen der Feature Type, die Auswahl der Attribute und ggf. Auswahlbedingungen (Filter) definiert werden. Optional können Versionsnummern für Features angefordert werden. Die Antwort auf ein GetFeature-Request ist ein GML-Dokument, das eine Collection der angeforderten Features und eine Referenz auf ein über eine URL zugängliches Application Schema enthält. Die Ergebnisse für mehrere Query-Elemente werden verkettet und als FeatureCollection übergeben.

Ein **Transaction WFS** unterscheidet sich von einem basic WFS dadurch, dass der Client Datenmanipulationen veranlassen kann. Die Web Connections der OWS sind grundsätzlich stateless [Topic12], d.h. ein Client kann beim Server eine unmittelbare Aktion veranlassen und eine Antwort erhalten, es wird aber keine Verbindung für die Dauer einer Datenmanipulation aufrechterhalten. Der Client muss daher zunächst für die zu manipulierenden Daten mit der Anforderung gleichzeitig eine Sperrung auf dem Server veranlassen. Nach der Manipulation auf dem Client (ggf. auch Erzeugung neuer Objekte) werden diese durch eine Transaction-Operation auf den Server zurückgeschrieben.

Das optionale **GetFeatureWithLock**-Request ist zusammengesetzt wie das GetFeature-Request, fordert aber in Vorbereitung auf eine spätere Transaktion für die angeforderten Features einen lock identifier an. Die Antwort-GML auf dieses Request übergibt mit der Feature Collection eine lockID als Attribut.

Mit einem **LockFeature**-Request löst der Client die Sperrung von Features auf dem Datenserver aus. Das Request setzt sich aus einem bis mehreren Lock Elementen zusammen, mit dem jeweils ein Feature Type gesperrt wird; die zu sperrenden Features können mit einem Filter element eingeschränkt werden. Eine Expiry-Zeit definiert, wann die Sperrung spätestens aufgehoben werden soll. Das Lock-Attribut definiert das Verhalten des Servers im Konfliktfall mit anderen Clients. Die Antwort auf ein Lock-Feature-Request ist ein XML-Dokument, das einen in der Transaktion zu verwendenden Lock Identifier sowie optional Listen der gesperrten oder nicht gesperrten Feature-IDs übergibt.

Mit dem optionalen **Transaction**-Request übergibt der Client die neuen, modifizierten oder zu löschenden Feature-Elemente. Das Request enthält neben der Referenz auf die vorher erhaltene LockID und einer Anweisung für den Konfliktfall jeweils unbegrenzte Mengen an Insert-, Update- oder Delete-Elementen. Insert- und Update-Elemente enthalten die jeweils neue bzw. geänderte Geometrie; das Delete-Element kommt mit den Feature-IDs aus. Die Antwort auf ein Transaction Request ist ein XML-Dokument, das obligatorisch den Status der Transaktion und im Falle einer Insert-Transaction Listen der neuen Feature-IDs als InsertResult übergibt.

C 4.9. Web Coverage Server

Referenz: OWS1 Web Coverage Service (WCS) Version 0.7 [WCS0.7].

Ein Web Coverage Server übergibt auf die Anforderung eines Clients hin eine Coverage-Datei. Coverages sind in der Abstract Specification sehr grundsätzlich definiert [Topic6]. Die Web

Coverage Service Specification zielt zwar auf sehr verschiedene Coverage-Typen, deckt aber im Detail zunächst nur die Teilmenge der Simple Coverages ab - das sind Coverages, deren Spatial Domain ein regelmäßiges Grid oder eine andere Art der regelmäßigen Raumaufteilung ist. Die WCS-Spezifikation befindet sich noch im Diskussionsstadium.

Das **GetCapabilities**-Request enthält zusätzlich zu den allgemeinen Parametern optional ein Section-Element, mit dem die Capabilities-Antwort auf eine der drei Sektionen ServiceOffering, OperationSignatures oder ContentMetadata eingeschränkt werden kann.

In der Capabilities-Response entsprechen die ServiceMetadata und OperationSignature-Sektionen dem allgemeinen Schema. Der ContentMetadata-Teil ist dagegen WCS-spezifisch und enthält eine Liste der verfügbaren CoverageLayer mit ihren Eigenschaften. Mögliche Layer-Typen sind GridCoverages, TIN-Coverages, Multipoint-Coverages, SegmentedCurveCoverages und ThiessenPolygonCoverages. Für alle Layertypen gleich sind neben der allgemeinen Metainformation wie Kurzbeschreibung, Titel etc. Angaben zu verfügbaren Koordinatensystemen und Ausgabeformaten, die BoundingBox in geographischen und verfügbaren Koordinaten und die Liste der unterstützten Interpolationsverfahren. Typspezifisch enthält die Capabilities-XML zu jedem Layer in der DomainDescription eine Beschreibung des Raumbezuges und in der RangeDescription Angaben zu den Wertemengen.

In der Definition von Wertemengen in der Capabilities-XML bezieht sich die WCS-Spezifikation auf das ebenfalls noch in der Diskussion befindliche Schema für Observations and Measurements [O&M0.86] und ist noch nicht abschliessend fertiggestellt. Für Grid Coverages sind in der RangeDescription zusätzliche Elemente definiert.

Mit einem **GetCoverage**-Request wird auf Basis der in der Capabilities-XML erhaltenen Information ein Coverage angefordert. Anders als im GetMap-Request ist mit einem GetCoverage-Request nur ein Layer anforderbar, für diesen können aber mehrere Wertemengen angefordert und durch zusätzliche Parameter näher eingegrenzt werden. Der Raumbezug wird durch Angabe des gewünschten SRS und einer BoundingBox definiert, die Auflösung wird durch Anzahl oder Größe der Pixel definiert. Das Output-Format muss spezifiziert werden. Die Antwort auf ein GetCoverage-Request ist ein coverage, das als MIME-Type übergeben werden kann. Die Spezifikation schreibt keine Formate vor, nennt aber als Start-Beispiele GeoTIFF, HDF-EOS, DTED oder NITF.

Das **DescribeCoverageLayer**-Request dient lediglich dazu, für ausgewählte Layer die layerspezifischen Teile des Capabilities-Dokumentes anzufordern und ist vornehmlich für die Benutzung in Katalogen gedacht. Die Antwort auf das DescribeCoverageLayer-Request ist deshalb ein XML-Dokument mit Teilen der CoverageLayerList aus der Capabilities-XML.

C 4.10. Coverage Portrayal Service

Referenzen: OWS 1.1. Summary 2002 [OWS1.1 Summary]

OWS 1.2 Initiative RFQ Technical Architecture [OWS1.2 RFQ Annex B]

Style Management Service Discussion Paper Version 0.0.9 [SMS0.0.9]

Ein Spezifikationsentwurf für den Coverage Portrayal Service (CPS) liegt noch nicht vor; der Service wird jedoch in einer Reihe von Dokumenten postuliert. Ein CPS visualisiert Coverages mit regelmäßigem Zellgitter (gridded coverages) wie z.B. Geländemodelle, Orthobilder und Value-Grids. Der Service übergibt ein Bild. In der Regel findet ein CPS seinen Platz zwischen Web Map Client und Web Coverage Server; die Interfaces sind Abwandlungen der WMS-Interfaces. Der Service benutzt Styled Layer Descriptor-Dokumente für Definition der Darstellungsoptionen durch den User.

C 4.11. Web Terrain Server

Referenz: Web Terrain Server (WTS) Interoperability Program Report Version 0.3.2 [WTS0.3.2]

Ein Web Terrain Server gibt auf ein GetView-Request eines Clients hin eine 3D-Visualisierung der gewünschten Layer. Für die Layerdefinition kann der Client Layer- und Style-Listen oder ein SLD-Dokument übersenden. Der Ausschnitt wird durch Angabe des Blickzentrums (point of interest) und der Blickdistanz, alternativ durch eine BoundingBox definiert. Das Request benötigt weiterhin den Horizontwinkel (pitch), die Blickrichtung (yaw) und den Öffnungswinkel

(angle_of_view) der 3D-Sicht. Als Antwort gibt der WTS je nach angefordertem Format ein pixelbasiertes Bild oder eine Vektorgraphik zurück.

C 5. Geospatial Fusion Services

Die „Geospatial Fusion Services“ sind auch Web Services, zielen aber nicht primär auf die Nutzung von Rauminformation in Kartenform, sondern vielmehr auf die vielfältigen Raumbezüge, die in Textdokumenten, Videos, Photographien, Messreihen und anderen Dokumentformen stecken, die eben nicht geometrisch definiert sind. Hierzu gehören der Gazetteer Service, Geocoder- und Geoparser Service und der Location Organizer Folder-Service [OGC Specs Oview].

Die „G-Services“ Gazetteer, Geocoder und Geoparser sind spezialisierte Web Feature Server. Sie verfügen über alle drei basic Requests - GetCapabilities, DescribeFeatureType und GetFeature-Request mit speziellen Elementen; der Geoparser-Service hat optional auch das Transaction und Lock-Feature-Request, ebenfalls in spezieller Form. Die Implementierung kann auf Web Feature Server aufbauen.

C 5.1. Gazetteer Service

Referenz: Gazetteer Service Profile of the Web Feature Service [Gazetteer].

Der Gazetteer-Spezifikationsentwurf ist noch an vielen Stellen unfertig. Grundlagen der Spezifikation sind die ISO 19112 sowie das Datenmodell des Alexandria Digital Library Projects (ADL) [Gazetteer]. Ein Gazetteer Service ist ein spezieller Web Feature Service mit zusätzlichen Funktionalitäten für die filterbasierte Suche nach geographischen Daten. Der Service bedient die WFS-Interfaces GetCapabilities, DescribeFeatureType und GetFeature in spezieller Form.

Ein Gazetteer Service greift auf ein Vokabular zurück, das Geographische Namen mit Geometrien assoziiert und in dem das hierarchische Beziehungsnetz realisiert ist.

Auf ein **GetFeature**-Request gibt der Gazetteer-Service eine FeatureCollection aus LocationInstances zurück (der Feature Type LocationInstance basiert auf ISO19112). LocationInstances haben einen Suchnamen (GeographicIdentifier) und beliebig viele Synonyme (AlternativeGeographicIdentifier). Optional können LocationInstances beliebig viele Väter, beliebig viele Kinder und gleichrangige Beziehungen untereinander haben. Die administrative, geographische oder funktionale Zugehörigkeit eines geographischen Elementes zu übergeordneten Elementen (z.B. Stadt Salzburg zu Land Salzburg) wird durch eine solche Beziehung definiert. Die Kurzform einer LocationInstance ohne Synonyme, aber optional mit Vätern und Kindern ist die LocationInstance_Brief; der Service kann auf entsprechende Client-Anforderung alternativ auch diese Kurzform verpacken und versenden; sie reicht für einfache Navigierfunktionen aus.

Das **DescribeFeatureType**-Request ist WFS-Standard; die Response-XML beschreibt die Struktur der LocationInstances oder LocationInstance-Brief-Types.

Im GetFeature-Request kann der Filter optional durch ein Thesaurus-Element (Thes) erweitert werden. Das Thesaurus-Element ist derzeit nur als Referenz auf eine bekannte FeatureID definiert – es können damit Objekte gesucht werden, die eine Beziehung zu einem bekannten Objekt haben. Die Response übergibt in einer FeatureCollection sowohl obligatorisch als QueryResults diejenigen Einträge, die die Filterbedingungen genau erfüllen, als optional auch verküpfte, aber die Filterbedingungen nicht erfüllende RelatedFeatures [Gazetteer].

C 5.2. Geocoder Service

Referenz: Geocoder Service Draft Candidate Implementation Specification 0.7.6 [GeoC076].

Auch ein Geocoder-Service ist ein spezialisierter Web Feature Service. Ein Geocoder gibt auf die Eingabe einer Ortsbeschreibung eine normalisierte Form der Beschreibung zusammen mit der zugehörigen Geometrie als GML-Features zurück. Auch ein Geocoder benötigt deshalb ein Vokabular aus Ortsbeschreibungen und zugehöriger Geometrie; dabei kann er eingebettet Thesauri oder Mustererkennungsverfahren benutzen.

Die Capabilities-Response eines Geocoding Service beschreibt die Zusammensetzung der verfügbaren GeocodingEntryTypes. GeocodingEntries sind komplexe Elemente wie z.B. eine Adresse in einem definierten Format (z.B. 123 Main Street wäre evtl. ein anderer EntryType als Hauptstrasse 123). Die möglichen Formate beschränken potenziell sich nicht auf postalische Adressen. Anhang A der Spezifikation definiert eine Reihe von GeocodingEntryTypes; individuelle Schemata können in diese Rahmen hineindefiniert werden.

Mit dem **DescribeFeatureType**-Request können die GeocodingEntryTypes für spezifische Feature Types abgefragt werden.

Zwei verschiedene Verfahren sind für die Featuresuche erlaubt:

Der Client generiert ein **GetFeature**-Request mit einer Filterdefinition. Die Qualität des Matchings kann dabei durch Verwendung der Operatoren „=" oder „like“ als scharf oder unscharf eingestellt werden. Diese Vorgehensweise empfiehlt sich z.B. für formularbasierte Einzelanfragen; das GetFeatureRequest kann aber auch mehrere Query-Elemente enthalten.

Alternativ können mit dem **GeocodeFeature**-Request Features übergeben werden, die wie einer der verfügbaren GeocodingEntryTypes strukturiert sind; das Request enthält die Bezeichnung der passenden Match Operation als Parameter. Dieses Verfahren ist vor allem dann geeignet, wenn eine Menge von Ortsbeschreibungen gleichzeitig geocodiert werden soll.

Auf beide Requests antwortet der Server, indem er die aufgefundenen Features upgedatet in normalisierter Form mit zugehöriger Geometrie zurückgibt. Die Response enthält eine Status Message; die Matching-Qualität jeder Geometrie wird in einem Quality of Service-Element mitgeliefert. Die Updatefunktion ist auch z.B. für Adressen-Verifizierung ohne Auswertung der Geometrie verwendbar. Normalisierte Adressen oder die erhaltenen GML-Geometrien können auch an andere Services weitergereicht werden, z.B. an einen Gazetteer für das Auffinden verknüpfter Elemente, oder an einen Map Service für den Zoom auf das Objekt [GeoC076]. Wegen der Rückgabe normalisierter EntryTypes wird ein Geocoder wohl häufig am Anfang einer Service-Kette stehen.

C 5.3. Geoparser Service

Referenz: Geoparser Service Draft Candidate Implementation Specification 0.7.1 [GeoP071].

Ein Geoparser Service findet gewünschte Wörter und Phrasen in einem Dokument und gibt Zeiger auf ihren Dokumentenort zurück. Die gewünschten Wörter oder Phrasen können Ortsnamen oder oder Zeitangaben sein; sie werden in einem Vokabular zusammengestellt und dem Geoparser mit einem Transaction-Request für die Suche übergeben oder referenziert.

Optional kann ein Geoparser Service auch zusätzliche Information über die aufgefundenen Textstrings mitliefern, die er beispielsweise aus einem Gazetteer-Service erhält (z.B. Synonyme). Die Spezialisierung von GeoparserServices auf bestimmte Feature Types (Placenames, DateTimes, ...) ist möglich und wird im Capabilities-Dokument bekannt gegeben.

Die Capabilities-XML entspricht dem BSM-Standard. Das DescribeFeatureType-Request erfragt die Schemata für spezifische FeatureTypes des Services, z.B. für PlaceNames oder DateTimes. Die Response benennt dabei auch die für diese Typen verfügbaren Vokabulare.

Ein Vocabulary ist eine ungeordnete Liste von Suchbegriffen (Terms), hat einen für den Service eindeutigen Vocabulary Key und kann eine BoundingBox haben. Ein oder mehrere Vokabulare werden vorweg beim Service registriert. Für die Zusammensetzung des GetFeature-Requests muss der User die gewünschten Vokabulare auswählen; der Geoparser Service durchsucht dann das referenzierte Dokument nach allen Einträgen im Vokabular.

Das **GetFeature**- Request übergibt in einem zusätzlichen Resource-Element das MIME-Format des Inputdokuments und die Quelle, entweder als externe Referenz (href) oder als XML in einem Content-Element. Filter Constraints können zusätzlich eingesetzt werden.

Das vom Server gelieferte Ergebnis ist eine Sammlung von **GeoparserEntries**, die wiederum entweder DateTime oder PlaceName-Elemente sein können. Jede GeoparserEntry enthält den Suchbegriff (TermName), seine Herkunft aus einem Vokabular und seine

Lokalisierungen im Dokument (Occurrences) zusammen mit einer Qualitätsangabe. Die GeoparserEntry ist ein GML-Feature und kann deshalb optional eine BoundingBox haben.

Die GeoparserEntry kann durch einen Geocoder oder Gazetteer-Service mit Geometrien und weiterer Metainformation ausgestattet und als ExtendedFeatureType in einen Location Organizer Folder (s.u.) übernommen werden [LOF1.0.3].

Mit dem **Transaction**-Request können Vokabulare eingefügt, gelöscht oder aktualisiert werden; das Request ist eine spezialisierte Form des WFS-Transaction-Requests und beschränkt auf die Modifizierung von Vocabulary-Feature-Types. Dabei können die neuen oder zu aktualisierenden Vokabulare in das Request eingebaut oder extern referenziert werden. Für Updates und Deletes wird das WFS-Lock-Feature-Request notwendig[GeoP071].

Das GeoParser-Diskussionspapier ist allerdings noch in einem recht unvollständigen Stadium.

C 6. Billing und Pricing Services

Die kommerziell verwertbare Wertschöpfung aus vorhandenen Geodaten setzt die Bezahlung gelieferter Daten oder Sichten durch den Anwender voraus.

C 6.1. Web Pricing & Ordering Service (WPOS) und XML Configuration & Pricing Format *Referenz: Web Pricing & Ordering Service / XCPF-Discussion Paper [WPOS].*

Web Pricing & Ordering Services sind dazu gedacht, WMS- oder WFS-Anforderungen mit dem Anwender abzurechnen. Der Entwurf sieht daher das Verpacken von WMS/WFS-Requests in WPO-Transaktionen vor. Benötigt werden Interfaces für Angebote, Bestellung und Lieferung sowie Schemata für die Strukturierung der dabei zu übergebenden Informationen wie Kalkulationen und Preislisten.

Die vorgeschlagenen Schemata sind so strukturiert, dass sie verschiedene Preismodelle abdecken. Das XCPF-Schema hat einen geschachtelten Aufbau: Products werden zu ProductGroups zusammengefaßt, mehrere Product Groups zu xcpfCatalog-Elementen und mehrere CatalogElemente im xcpfEnvelope als dem Root-Element des Schemas.

Jedes Objekt auf einer dieser Ebenen erfordert ein Calculation-Element, das die Berechnungsgrundlagen und die Basis-, Zwischen- oder Gesamtsumme der Preiskalkulation enthält. Calculations enthalten oder referenzieren ihre Berechnungsfunktionen als mathematische Operationen auf Input und Outputparametern. Parameter in Kalkulationen können fest referenziert sein (z.B. Prozentsatz der Mehrwertsteuer), vom User übergeben werden (Bildausschnitt, Layerzahl, Outputformat), sich auf ein Teilergebnis beziehen (auf eingeschachtelte Products oder Productgroups) oder von anderen Web Services ermittelt werden (für kaskadierende Services).

Versandseinheiten sind **ProductGroups** oder **Products**. In Abhängigkeit von der Operation, in der das XCPF-Dokument verwendet wird, enthält ein Product- oder ProductGroup-Element weitere Informationen wie Abstract, Transaction Number, Contract Information oder Statusinformation.

Für einen Web Pricing & Ordering Service (WPOS) definiert der Entwurf sechs Interfaces. Die Antwort auf das GetCapabilities-Request enthält neben der Liste der verfügbaren Requests die Liste der verfügbaren Produkte mit zugehörigen Product-IDs als XCPF-Envelope-Element.

Mit dem **GetPriceModel**-Request kann ein Client ein XCPF-Element für ein Produkt anfordern, dessen ID z.B. aus einem Katalog bekannt ist. Das übergebene Schema kann vom Client für die Eingabe userdefinierter Parameter ausgewertet werden.

Die **GetPrice**-Operation dient dann der Abfrage eines konkreten Preisangebotes. Dazu werden die IDs der gewünschten Products zusammen mit weiteren userdefinierten Parametern in einem ConfigParams-Element übergeben. Für die Anforderung eines oder mehrerer WebServices werden die kompletten WMS- GetMap oder WFS-GetFeature-Requests in einem ServiceRequest-Element für die Weiterleitung an WMS oder WFS übergeben. Die

Serviceprotokolle müssen dabei spezifiziert werden. Optional ist die Eingabe einer Kundennummer als GeneralLicenceNo möglich. Als Antwort erhält der client ein XCPF-Objekt mit den Preiskalkulationen der verschiedenen Ebenen.

Mit dem **OrderProduct**-Request übergibt der Client die Bestellung; das Request ergänzt das GetPrice-Request obligatorisch um Namen, Adresse und Email des Users. Als Antwort erhält der Client ein XCPF-Objekt, das zusätzlich zur Preiskalkulation eine Transaktionsnummer (TAN), Kundennummer und Adresse des Bestellers und eine Statusinformation enthält.

Schließlich bewirkt der Client mit einem **GetProduct**-Request und der erhaltenen TAN die Übergabe des Bildes oder der bestellten Daten im gewünschten Dateiformat.

Mit der Methode **GetOrderList** kann eine Liste aller aktuellen Bestellungen des Kunden mit Statusinformation angefordert werden.

C 7. Weitere angekündigte Bausteine

*Referenzen: OWS1.2-RFQ Annex B: OWS 1.2 Architecture [OWS1.2 RFQ Annex B]
Integrated Client for Multiple Services-IPR Version 0.1.18 [ICMS0.1.18].*

Eine Reihe von neuen Bausteinen ist als Ergebnis der OWS1.2-Initiative zu erwarten, liegt aber noch nicht als Spezifikation oder Discussion Paper vor. Informationen dazu finden sich vor allem in den beiden o.g. Arbeitspapieren.

Ein **Sensor Planning Service** (SPS) ist als Eingangsportale für Planung, Steuerung, Abfrage und Verarbeitung von Sensordaten gedacht. In einem Collection-Request übergibt der Client die Wünsche des Anwenders bezüglich Zeit, Ort und Art der gewünschten Daten. Der Sensor Planning Service ermittelt in Sensor Registries die in Frage kommenden Sensoren oder Sensor Collection Services und reicht die Anwenderwünsche entsprechend weiter.

Sensor Collection Services (SCS) sind für die Online-Abfrage von Messwerten gedacht und übergeben auf ein GetObservation-Request Rohdaten von Sensoren. Das GetObservation-Request kann entweder von einem Userclient oder vom SPS generiert worden sein. Messwerte werden nach der Observations & Measurements-Spezifikation (O&M) XML-kodiert übergeben. Nach dem Stand der O&M-Diskussion Ende 2002 kann ein **GetObservation**-Request auch mit der Übergabe von ValueArrays oder auch - zusammen mit ihrem Raumbezug - von FeatureCollections oder Coverages beantwortet werden. Measurements und Measurement Collections könnten je nach Typ auch über ein GetFeature – oder GetCoverage-Request angefordert werden [O&M0.86].

Im SensorML-Spezifikationsentwurf wird für die Sofort-Verarbeitung von Daten aus Fernerkundungssensoren eine ObjectStateProvider-Service vorgeschlagen, der den aktuellen Status eines Sensors zurückliefert. Für die Steuerung mobiler Sensoren kann die Sensorbeschreibung auf einen Sensor Planning Service verweisen.

Ein **Coverage Portrayal Service** (CPS) dient der Visualisierung von Coverages als Bild. Darstellungsoptionen wie z.B. Klassifikation und Farbgebung, die der Anwender definiert, werden in einem Styled Layer Descriptor übergeben. Coverage Portrayal Services werden meistens in einer Servicekette im Anschluß an einen Web Coverage Service aufgerufen.

Image Archive Services ermöglichen den Zugang zu Bildarchiven, in denen sowohl Rohdaten als auch orthorektifizierte Bilder oder Rectifizierungsinformation abgelegt sein können. Sie ermöglichen auch die Verwaltung der Daten im Bildarchiv. Image Kataloge oder **Image Registries** referenzieren Images im Bildarchiv und verwalten Metainformation. Image Management Systeme setzen sich aus Image Archive Services und Image Registries zusammen. Für Image Metadata wird ein Kodierungsstandard erwartet.

Web Notification Services sollen Nachrichten wie z.B. Statusmeldungen an den Client übergeben. Notwendig wird das z.B. für Operationen mit langer Prozessdauer zwischen Request und Response, wie z.B. für die Übergabe von Bildern aus großen Image Archiven.