



Schweizerische Organisation für Geo-Information
Organisation Suisse pour l'Information Géographique
Organizzazione Svizzera per l'Informazione Geografica
Swiss Organisation for Geographic Information

Geo-Webdienste

Bericht der Fachgruppe GIS-Technologie SOGI

Autoren:

Urs Flückiger, ESRI Geoinformatik AG, Zürich (Leiter)

Dominik Angst, ITV Geomatik AG, Regensdorf

Dirk Burghardt, Geographisches Institut Universität Zürich

Rolf Eugster, F+P Geoinfo AG, Herisau

Prof. Stefan F. Keller, Hochschule für Technik Rapperswil

Matthias Liechti, c-plan ag, Gümligen

Jürg Reist, BERIT AG (Schweiz), Pratteln

Erwin Sägesser, Intergraph (Schweiz) AG, Dietikon

Inhaltsverzeichnis

1	EINLEITUNG / MOTIVATION	3
2	WEBDIENST	4
	2.1 Definition Webdienst	4
	2.2 Unterschiedliches Verständnis eines Webdienstes	5
	2.3 Technologische Entwicklung	6
	2.4 Vorteile von Webdiensten	9
	2.5 Anwendungsgebiete von Webdiensten	9
3	GEO-WEBDIENSTE	10
	3.1 Definitionen für Geo-Webdienste	10
	3.2 Anwendungen und Beispiele für Geo-Webdienste	12
	3.3 Kategorisierungen	17
4	NORMUNG	21
	4.1 Einleitung	21
	4.2 De jure Normierungsorganisationen	23
	4.3 De facto Normierungsorganisationen	24
	4.4 Umsetzungsgruppen	26
	4.5 Heutiger Stand	28
	4.6 Ausblick / Tendenz	28
5	TECHNOLOGIE	30
	5.1 Merkmale von Geo-Webdiensten	30
	5.2 Basisstandards und ihre Aufgaben	31
	5.3 Webdienst Architekturen	37
6	GESCHÄFTSMODELLE	39
	6.1 Geo-Webdienste: eine grundsätzliche Betrachtungsweise	39
	6.2 Inhalt von Geschäftsmodellen	39
	6.3 Beispiele für Geschäftsmodelle	40
7	AUSBLICK	43
8	ANHANG	44
	8.1 Weblinks	44
	8.2 Literatur	45
	8.3 Glossar	45
	8.4 Abbildungsverzeichnis	49

1 Einleitung / Motivation

Webservices werden das Bild der IT-Landschaft für die nächsten Jahre weiter deutlich prägen. Täglich entstehen neue Dienste, welche die Arbeit sowohl für Anwender als auch Entwickler von Systemen einfacher, sicherer, produktiver und gewinnbringender machen sollen. Alle sprechen von Webservices, aber: Können Sie Webservices definieren? Es gibt wahrscheinlich annähernd so viele Definitionen von Webservices wie angefragte Personen.

Dass man zusätzlich zwischen Webservices mit und ohne Raumbezug unterscheiden könnte, davon wurde noch nicht gesprochen. Geodaten werden vermehrt durch Webservices – auf Deutsch Webdienste – einer breiteren Benutzergruppe zugänglich gemacht. Sie sind ein weiterer Vertriebszweig dieser Datenbestände.

Die SOGI Fachgruppe GIS-Technologie hat dazu den vorliegenden Bericht erarbeitet. Die Beantwortung von Fragen wie „Was ist ein Dienst?“, „Warum Geo-Webdienste?“, „Wo liegt der Nutzen?“, „Was ist technisch möglich?“, stehen im Zentrum. Dabei sollen der Definitions-Dschungel um Webdienste, insbesondere um Webdienste mit Raumbezug durchleuchtet, sowie einheitliche und allgemeingültige Definitionen bereitgestellt werden. Die verschiedensten raumbezogenen Webdienste werden kategorisiert, der Nutzen von (raumbezogenen) Webdiensten aufgezeigt und anhand von Beispielen erklärt. Der Bericht thematisiert mit den Kapiteln Technologie und Normung die technischen Möglichkeiten sowie die Unterstützung durch Normierungsinstanzen und der Industrie. Ein weiterer Berichtsschwerpunkt bildet das Kapitel Geschäftsmodelle indem aus „Geo-Webdiensten“ neue Geschäftsmodelle abgeleitet werden.

Im Zusammenhang mit den Bestrebungen von Organisationen, Verbänden und Privaten für den Aufbau einer Nationalen Geodateninfrastruktur (NGDI, e-geo.ch) leistet der Bericht einen Beitrag zu einem besseren Begriffsverständnis. Er richtet sich an Entscheidungsträger und technische Verantwortliche innerhalb einer Organisation oder eines Betriebs und nicht zuletzt an alle interessierten Mitgliedern der SOGI.

2 Webdienst

Bisher wurde das Internet hauptsächlich benutzt, um mit Hilfe von Browsern den Zugriff auf verschiedene Informationen und Applikationen zu ermöglichen. Das Internet eignet sich allerdings auch als universelle Plattform für die Kommunikation zwischen verteilten Anwendungen. Derartige Dienste und damit verbundene Dienstleistungen von Organisationen und Privaten werden als Webdienste oder englisch Webservices bezeichnet.

In diesem Kapitel wird der Begriff Webdienst im Detail erläutert. Dieses Kapitel soll in erster Linie den Begriff und die Geschichte der Webdienste aufzeigen.

2.1 Definition Webdienst

Ein Webdienst ist ein Dienst, der mit Hilfe von XML auf der Basis von Internet-Netzwerkprotokollen erbracht wird.

Webdienste bieten, wie der Namen schon sagt, Dienste im Internet an. Diese Dienste sind in erster Linie nicht für den menschlichen Benutzer gedacht, sondern für Softwarekomponenten, die Informationen sammeln.

Client-Programme senden im Allgemeinen Anfragen an einen Webdienst und dieser antwortet dann mit der gewünschten Information. Von vielen Seiten kommt daher die Behauptung, dass Webdienste für Rechner das sind, was Webseiten für den Menschen sind. Auch wenn das nur ein Teil der Möglichkeiten der Webdienste beschreibt, ist diese Aussage durchaus treffend.

So gibt es zum Beispiel vom Betreiber der Suchmaschine Google einen Webdienst, der die gleichen Möglichkeiten der Webseite www.google.ch anbietet. So können nun Programme mit wenigen Aufrufen nach Informationen im Internet suchen und diese für ihre eigenen Aufgaben verwenden. Das Parsen der Webseite von Google, ist dazu keine – auch nur annähernd gleichwertige – Alternative.

Diese Definition ist dem Net-Lexikon entnommen.
(Quelle: www.net-lexikon.de/Webservice.html)

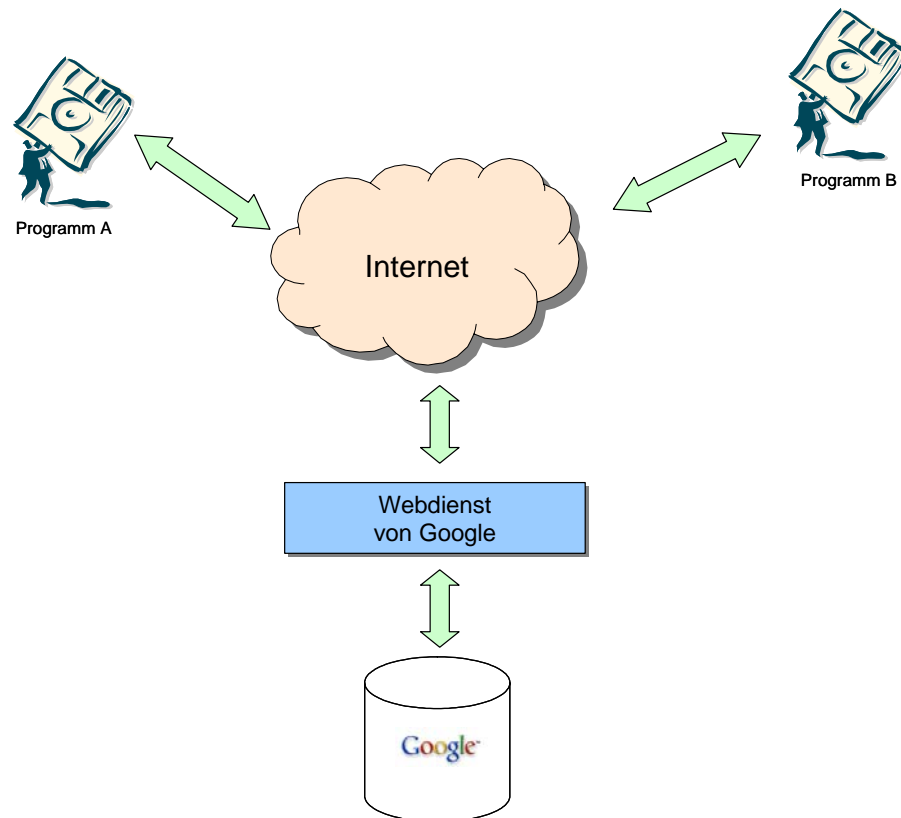


Abbildung 1: Organisation eines Webdienstes anhand des Beispiels von Google

2.2 Unterschiedliches Verständnis eines Webdienstes

Der Begriff „Webdienst“ führt trotz der starken Präsenz in Fachzeitschriften und der geführten öffentlichen Diskussion immer wieder zu zahlreichen Missverständnissen. Oft wird der Begriff nicht gemäss obiger Definition verwendet. Dabei gibt es unterschiedliche Sichtweisen in Bezug auf die Interaktion zwischen Mensch und Maschine.

2.2.1 Verschiedene Sichtweisen

„Dienste“ werden auch mit „Dienstleistungen erbringen“ gleichgesetzt. Folgende zwei Sichtweisen können unterschieden werden.

Interaktion Mensch – Maschine: Der Bürger informiert sich mit Hilfe der 24 Stunden verfügbaren Homepage der Gemeinde über eine Abstimmungsvorlage. Diese Dienstleistung via Internet wird als Webdienst verstanden.

Interaktion Maschine – Maschine: Dienste sind „vernetzbar Anwendungen“, welche die Nutzung von elektronischen Dienstleistungen vereinfachen und Daten in strukturierter Form zugänglich machen. Banken und Kreditkartenhersteller wickeln ihre Transaktionen direkt und vollautomatisch über Dienste ab.

Allgemein wird unter Webdiensten die „Mensch-Maschine“-Sichtweise verstanden. Beispielsweise wird der „Online Fahrplan der SBB“ als Web-

dienst bezeichnet. Aus rein „technologischer“ Sicht handelt es sich jedoch erst um einen Webdienst, wenn Anwendungen unter Einsatz entsprechender Technologien „vernetzt“ werden.

Detaillierte Informationen zur Definition und der Kategorisierung der Webdienste, im Speziellen der Geo-Webdienste (oder auf Englisch Geo-Services), folgen in den weiteren Kapiteln und sollen helfen die Begriffsproblematik zu entschärfen.

2.3 Technologische Entwicklung

Ein kurzer Rückblick auf drei Architekturen zeigt die technologische Evolution von (Web-)Dienstern.

Die technologische Geschichte von Diensten begann bereits vor über 30 Jahren - nur sprach damals noch niemand vom „Web“ wie wir es heute als Teil unserer Gesellschaft kennen. Die nachfolgenden drei Architekturen erläutern kurz die technologische Evolution.

1. Monolithische Architektur:

In der monolithischen Architektur befindet sich das gesamte System von Betriebssystem und Programm bis zu den Daten auf einer Maschine. Jedes dieser Elemente ist dabei fest in das System eingebunden und kann vom Rest der Architektur nicht getrennt werden. Die Anwendung ist abhängig von der Plattform und vom Programm. Die Migration von unterschiedlich modellierten Daten oder unterschiedlichen Anwendungen zwischen verschiedenen Plattformen oder Betriebssystem gestaltet sich schwierig. Der Datentransfer erfolgt mit Lochstreifen, Lochkarten oder Magnetbändern.

Terminal-Lösungen bilden eine Erweiterung der monolithischen Architektur und damit ein Art „Dienst“, wobei von „Webdienst“ noch nicht im entferntesten die Rede sein kann. In so genannten Time-Sharing-Betrieben mit vielen Terminals an einem Grossrechner (Stern-Verbindung) wird ein damals grosser Nachteil kompensiert: Hardware ist praktisch unbezahlbar – die hardwareintensive Rechenleistung erfolgt zentral. Die anfordernden Terminals verhalten sich als Service-Bezüger, die Grossrechner erbringen die eigentliche Dienstleistung. Ein grosser Nachteil solcher zentraler Lösungen waren ganz eindeutig die hohen Ausfallrisiken.

Beispiele:

- 1942: Erste elektronische Rechenanlagen
- ca. 1960: Es gibt viele unterschiedliche Rechner die ihre Daten unterschiedlich abspeichern und die sich auf unterschiedliche Weise „unterhalten“

2. Client/Server-Architektur:

Die Client – Server Architektur ist der geläufige Ansatz für das World Wide Web und der eigentliche Vorreiter heutiger Dienste. Jeder kann mit jedem in netzartigen Verbindungen kommunizieren. Zwei Faktoren spielen dabei eine enorm wichtige Rolle: Die Verbreitung der damals neuen und billigen Hardware „Personal Computer“ und die Festlegung einer gemeinsamen Kommunikations-Sprache „TCP/IP“. Es wird möglich, die Daten von Programmen zu entkoppeln und so die Rechenleistung optimal zu nutzen. Es werden Schritte unternommen, Interoperabilität unter den Systemen (Standardisierung auf Code-Ebene) zu erlangen, damit Dienste welche ein System erbringt, gemeinsam nutzbar sind. Interoperabilität auf dieser Stufe erweist sich bis heute als schwierig und wurde durch Daten-Interoperabilität (z.B. INTERLIS) und Service-Interoperabilität (Webdienste) abgelöst.

Beispiele:

- 1977: Erster Computer für jedermann (Apple)
- ca. 1983: Internet (wobei die Entwicklung mit dem ARPANET in den 70er Jahren begann)
- 1992: 40 000 Grossrechner, 80 Millionen PC's

3. Verteilte Systeme (Dienstorientierte Architektur):

Nach der Entkoppelung der Daten von den Programmen folgt bei einer Service-orientierten Architektur die Aufteilung der Programmkomponenten. Programme können autonom und verteilt zum Einsatz gelangen, eine Verbindung beziehungsweise die gemeinsame Nutzung bleibt gewährleistet. Dabei werden einfache und durchsichtige Mechanismen zum Austausch von strukturierter und getypter Information zwischen Rechnern in einer dezentralisierten, verteilten Umgebung zur Verfügung gestellt.

Beispiele :

- Neunziger Jahre: Breitbandtechnologie
- ca. 1999: SOAP

Beispiel eines Webdienstes:

Die Firma „Preise online“ vertreibt ein (Software-)Produkt Namens „Preisvergleiche in Real-time“. Die Firma "Preisberatung" bietet mit diesem Produkt Preisvergleiche für diverse Automarken an.

„Preise online“ möchte bei seinen Kunden die Auto-Preise nicht periodisch aktualisieren sondern mit aktuellen Preisen rechnen (= Real-time Preise). Die Autohersteller welche in diesem Beispiel als Datenlieferanten auftreten, einigen sich zusammen mit dem Entwickler von „Preise online“ darauf, die Daten in der Form eines Webdienstes zur Verfügung zu stellen. Die Autohersteller müssen dabei an ihren Programmen und Datenmodellen keine grundlegenden Anpassungen vornehmen.

Der Entwickler ruft über eine Anfrage an die Programme der Autohersteller die Preise laufend ab. Dabei greift er nicht direkt auf die Systeme und Daten zu. Die Hersteller-Programme agieren als Pförtner oder eben „Dienstleister“, nehmen die Anfrage entgegen, recherchieren und liefern, dem Regelwerk entsprechend, die Daten in der Form einer XML-Datei zurück. Auf Entwicklerseite kann die Antwort verarbeitet und eingebunden werden. Diese Art von Dienst arbeitet auf Programmstufe und tangiert die Anwenderinteraktion in keiner Art und Weise!

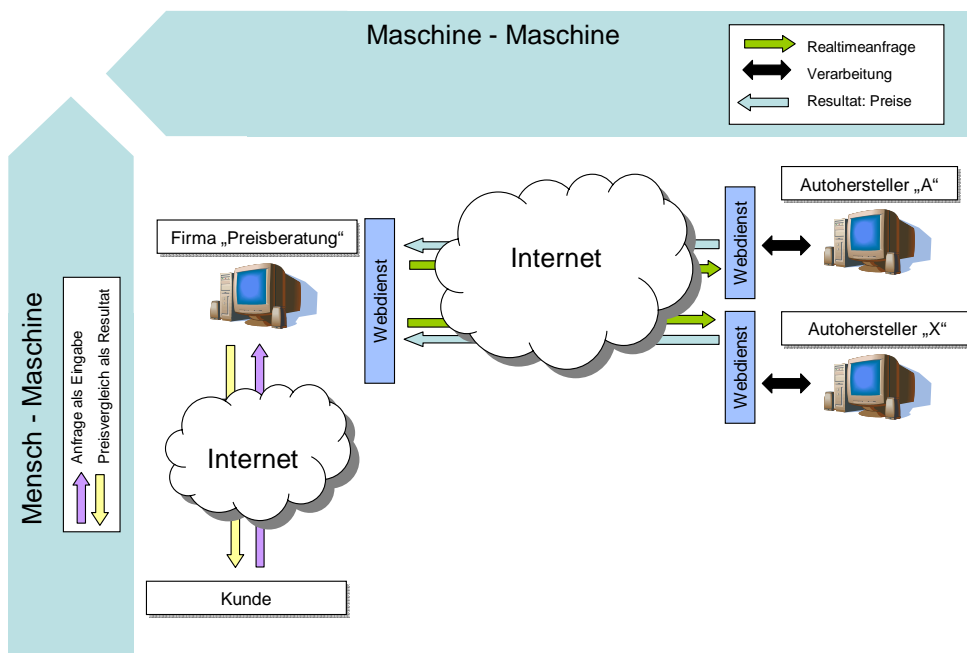


Abbildung 2: Interaktionen Mensch-Maschine, Maschine-Maschine

2.4 Vorteile von Webdiensten

Durch die Verwendung von bereits bestehenden und weit verbreiteten Internet-Standards (HTTP, XML etc.) entsteht eine offene und sehr flexible Architektur, die unabhängig von den verwendeten Plattformen, Programmiersprachen und Protokollen ist.

Windows-Clients hinter einer Firewall können mit Java-Servern, die auf Linux implementiert sind, kommunizieren. Durch die weit verbreiteten Standard-Protokolle entsteht eine ungeahnte Interoperabilität, die sich - im Prinzip - über jegliche Heterogenitäten im Internet hinwegsetzen kann.

2.5 Anwendungsgebiete von Webdiensten

Webdienste stellen neue Ansätze im Rahmen von EAI (Enterprise Application Integration) und Grid-Computing dar.

EAI umfasst die Planung, die Methoden und die Software um heterogene, autonome Anwendungssysteme prozessorientiert zu integrieren.

Grid-Computing bezeichnet alle Methoden, die Rechenleistung vieler Computer innerhalb eines Netzwerks zusammenzufassen und so die Lösung von extrem rechenintensiven Problemen zu ermöglichen.

Das geplante Haupteinsatzgebiet liegt im B2B-Bereich. Geschäftsprozesse sollen problemlos über Unternehmensgrenzen hinweg abgewickelt werden.

3 Geo-Webdienste

In diesem Kapitel werden die Geo-Webdienste als Webdienste mit Raumbezug eingeführt. Eine Sammlung verschiedener Definitionen für Geo-Webdienste reflektiert die unterschiedlichen Vorstellungen, welche mit diesem Begriff verbunden sind. Es werden zwei grundsätzliche Perspektiven deutlich. Unter Geo-Webdiensten werden zum einen Dienstleistungen verstanden, welche über das Internet ausgeführt werden und in irgendeiner Form mit Geodaten verknüpft sind. Damit wird im Wesentlichen die Sicht der Endanwender auf eine Geo-Webdienst wiedergegeben. Zum anderen gibt es den Ansatz Geo-Webdienste als spezielle Klasse von Webdiensten zu definieren, wobei die Möglichkeit der Vernetzung von verteilten Anwendungen im Vordergrund steht. Beide Zugänge haben ihre Berechtigung und liefern die Randpunkte eines Spektrums, welches vom Zugriff des Menschen auf Geodaten (Wechselwirkung Mensch-Maschine) bis zur automatischen Interaktion zwischen verteilten Anwendungen reicht (Wechselwirkung Maschine-Maschine).

Nach der Begriffsdefinition werden Beispiele für Geo-Webdienste aufgeführt. Wesentlich sind die standardisierten Dienste des Open Geospatial Consortium, Inc. (OGC) unter anderem mit dem Catalog Interface (CAT) für die automatische Recherche von Geodaten und Geo-Webdiensten, dem Web Feature Service (WFS) für den Zugriff auf Geodaten und dem Web Map Service (WMS) für die Beschreibung einer Schnittstelle zur Kartenausgabe. Unter Verwendung dieser standardisierten Geo-Webdienste werden derzeit auf nationaler und internationaler Ebene Geodaten-Infrastrukturen aufgebaut. Der Aktionsplan e-geo.ch 2005 sieht unter anderem den Aufbau einer Plattform vor, welche einen zentralen Zugriff auf Geo-Webdienste ermöglicht. Sinnvoll ist die Fachdaten und entsprechende Dienste an den Stellen vorzuhalten, an denen die Daten erfasst und fortgeführt werden. Als Grundsatz lässt sich somit formulieren - zentraler Zugriff mittels Geo-Webdiensten bei dezentraler Datenhaltung.

Im letzten Abschnitt dieses Kapitel werden verschiedene Kategorisierungen für Geo-Webdienste vorgeschlagen. Ausgehend von den Bearbeitungsstufen eines konventionellen GIS ist die Unterscheidung von Such-, Analyse-, Verarbeitungs-, Visualisierungs- und Bewertungsdiensten möglich. Ebenso kann eine Einteilung von Diensten nach dem Grad der Interaktion erfolgen, indem man zwischen Mensch-Maschine und Maschine-Maschine Wechselwirkung unterscheidet. Weiter unterteilt wird dieser Ansatz im OGC/ISO Architekturmodell (Quelle: OpenGIS® Web Services Architecture, OGC 03-025), welches Geo-Webdienste für Nutzerinteraktionen als Kategorie einführt, sowie Kategorien für Informationsmanagement, Arbeitsablauf, Prozesssteuerung, Kommunikation und Systemmanagement. Die im zweiten Abschnitt aufgeführten Beispiele für Geo-Webdienste werden den entsprechenden Kategorien zugeordnet.

3.1 Definitionen für Geo-Webdienste

Im Folgenden werden zwei verschiedene Definitionen zu Geo-Webdiensten vorgestellt. Die erste Definition stammt aus der Spezifikation eines Testprojektes (Testbed), welches im Rahmen der Initiative des Lan-

des NRW zur Entwicklung der nationalen Geodateninfrastruktur (GDI-NRW) durchgeführt wurde.

Definition 1:

„Ein GI-Service ist ein Dienst, den ein GI-Anbieter einem GI-Nutzer im Internet zur Verfügung stellt und der im Kern eine auf einen bestimmten Raum bezogene Geoinformation (GI) beinhaltet. Die Geoinformation kann eine kostenlose und ohne Einschränkungen verfügbare Leistung oder auch ein abrechenbares Produkt (GI-Produkt) mit speziellen Nutzungseinschränkungen sein.“

Allen Geo-Webdiensten ist gemein, dass sie

- über einen definierten Raumbezug verfügen
- über einen Mindestsatz an Metadaten beschrieben werden
- über das Internet (HTTP) aufgerufen werden
- geringe Anforderungen an die technische Ausstattung der GI-Nutzer stellen
- geringe Einstiegshürde für Anbieter und Nutzer von GI-Services

Die zweite Definition stammt aus dem Entwurf des Geoinformationsgesetzes (GeolG) der KOGIS (Koordinationsstelle der geografischen Information und geografischen Informationssysteme der Bundesverwaltung).

Definition 2:

„Geodienste sind vernetzbare Anwendungen, welche die Nutzung von elektronischen Dienstleistungen im Bereich der Geodaten vereinfachen und Geodaten in strukturierter Form zugänglich machen.“ (Entwurf zum GeolG)

In den Erläuterungen zum GeolG ist weiter zu lesen:

„Man kann einen Dienst als die Folge einer oder mehrerer Operationen definieren, die es ermöglichen, einen Bedarf zu decken oder der Nachfrage einer Person nachzukommen. Wird dieser Dienst über das Internet zur Verfügung gestellt, spricht man von Webservice oder einfach von Service. Falls diese Dienste eine geographische Komponente aufweisen, spricht man von Geodiensten: zum Beispiel wenn man eine Adresse auf einer Strassenkarte oder den kürzesten Weg zwischen zwei Adressen herausfinden möchte.“

Die wichtigsten zu realisierenden Geo-Webdienste, welche in den Erläuterungen zum GeolG aufgeführt werden sind:

- Metadatendienst für die Verwaltung der Metadaten sowie die Basisadministration von Metadaten
- Katalogisierungsdienst für die Datensuche
- Interaktiver Kartendienst, der die Funktionen Suche und Lokalisierung für die Visualisierung von Geoinformationen umfasst

- Koordinatenumwandlungsdienst
- Vertriebsdienst über ein allgemein zugängliches Portal

Die ersten beiden Definitionen stellen den Endanwender in den Vordergrund und folgen damit im Wesentlichen der Sichtweise des Open Geospatial Consortium. Ziel ist die Nutzung räumlicher Daten und den Bezug von Geoinformationen zu vereinfachen, welche dem Anwender am Ende einer Kette von Geo-Webdiensten zur Verfügung stehen. Geo-Webdienste können als handelbares Produkt vom Anwender recherchiert, bestellt und bezogen werden. Beispiele werden im nächsten Abschnitt angegeben. In diesem Sinne werden Geo-Webdienste hauptsächlich dafür benutzt, um mit Hilfe von Browsern den Zugriff auf verschiedene Geoinformationen und Geodaten zu ermöglichen.

Ein zweiter Aspekt, welcher durch die bisherigen Definitionen wenig deutlich wird, betrifft die Verwendung von Diensten im Internet als Mittel der Kommunikation zwischen verteilten Anwendungen. So wurden Dienste in der IT-Welt vor allem für die Kommunikation und Wechselwirkung zwischen Applikation entwickelt (siehe Kapitel 2). Die im Folgenden gemachte Definition orientiert sich stärker an diesem ursprünglichen Zweck von Webdiensten, der Vernetzung von verteilten Anwendungen:

„Ein Geo-Webdienst ist ein Webdienst mit räumlicher Komponente. Er ermöglicht die Vernetzung von räumlichen Anwendung und internetbasierten GIS.“

3.2 Anwendungen und Beispiele für Geo-Webdienste

3.2.1 Geo-Webdienste auf Grundlage der OGC-Standards

Seit Ende der 90er Jahren vollzieht sich auf dem Gebiet der Geographischen Informationssysteme ein Wandel von informationsaufbereitenden zu kommunikationsunterstützenden Systemen. Kennzeichen sind die intensive Nutzung der Internettechnologie, sowie die konsequente Verwendung dienstbasierter Architekturen (Fitzke und Greve, 2002). Voraussetzung für diese Entwicklung waren und sind die Standardisierungsbemühungen des OpenGeospatial-Consortiums (OGC). Wesentliche Ergebnisse des vom OGC betriebenen Standardisierungsprozesses sind u.a. die „Web Feature Server Interface“-Spezifikation (WFS) und „Web Map Service“-Spezifikation (WMS). Die WFS-Spezifikation standardisiert den Zugriff auf Geodaten. Die WMS-Spezifikation beschreibt die einheitliche Schnittstelle für den internetbasierten Zugriff auf Kartenserver.

Weitere wichtige Standards sind:

- CAT - Catalog Interfaces (ermöglicht automatische Recherche und Abfrage von Geodaten und Geo-Webdienste)
- GML – Geography Markup Language (XML-basiertes Format für Speicherung und Austausch von Geodaten)

- OpenGIS Location Service (beschreibt Basisdienste ortsbasierter Anwendungen)

3.2.2 Geo-Webdienste auf der Grundlage weiterer Standards

Neben den im vorangegangenen Kapitel erwähnten Standards gibt es weitere, die in diesem Zusammenhang eine gewisse Bedeutung oder Anwendungspotential haben.

Es ist dies einerseits INTERLIS, welches sich vor allem als Beschreibungssprache verbreitet hat (zusammen mit Datentypen und dem „Encoding“) und welches sich auch zur präzisen Beschreibung von Geo- und von allgemeinen Webdiensten anbietet (www.interlis.ch).

Andererseits kann neben SOAP auch XML-RPC und vor allem HTTP/REST erwähnt werden. Letzteres ist im Kapitel Technologie näher beschrieben.

3.2.3 geocat.ch Portal für Metadaten

geocat.ch ist das Schweizer Suchportal für Geodaten. Die Suchapplikation, die seit Januar 2005 zur Verfügung steht, greift auf dezentralisierte Server verschiedener Schweizer Geodatenproduzenten und -verwalter zu. (Quelle: www.geocat.ch)

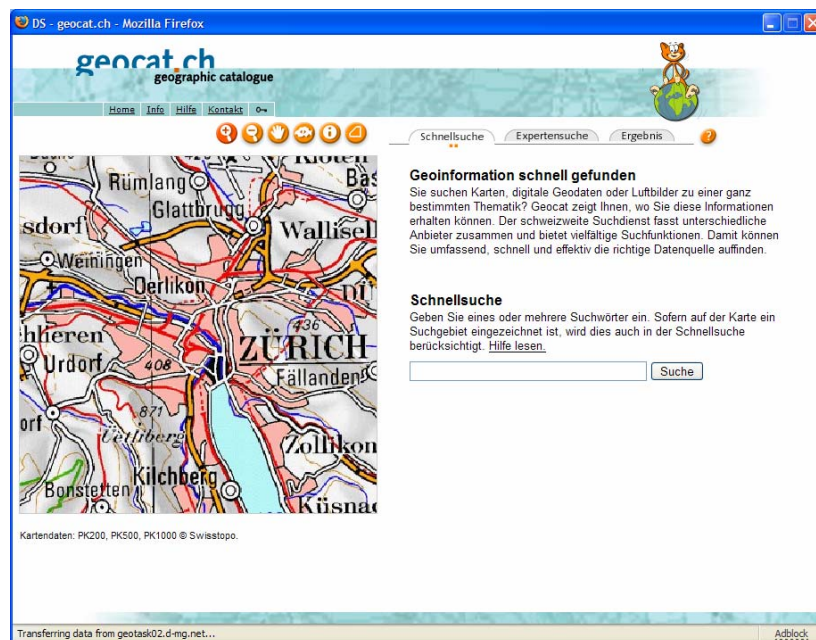


Abbildung 3: Metadatenportal „Geocat.ch“

„geocat.ch“ liefert ein Beispiel für die verschiedenen Kategorien von Geo-Webdiensten, wobei sowohl Mensch-Maschine als auch Maschine-Maschine Wechselwirkungen auftreten. Im Sinne einer Dienstleistung für den Endnutzer erlaubt „geocat.ch“ neben der Erfassung und Verwaltung von Metadaten über Geodaten auch deren Suche. Die Implementierung als Webdienst erlaubt die Vernetzung mit anderen Suchdiensten. Die vom

Nutzer spezifizierte Abfrage wird in maschinenlesbarem Format an verschiedene Server weitergeleitet und das Suchergebnis an das geocat-Portal zurückgeliefert. Hier erfolgt die Wiedergabe der Suchergebnisse für den Endnutzer in aufbereiteter Form durch textliche Beschreibungen und eine Darstellung des Suchbereiches in der Karte.

In der Hilfe zu „geocat.ch“ ist zu lesen:

- geocat.ch ist ein zentraler Katalog über Geodaten in der Schweiz. Geocat.ch sucht nach geografischen Daten in den elektronischen Formaten, aber auch nach Papierkarten, Bildern, Publikationen. In der Folge werden all diese geografischen Quellen abgekürzt als "Datensätze" bezeichnet.
- Geocat.ch zeigt alle Ergebnisse nicht nur in einer Liste an, sondern visualisiert die Ergebnisse graphisch in einer interaktiven Karte.

Eine Schellsuche mit dem Begriff „Luzern“ liefert folgende Ergebnisse:



The screenshot shows the geocat.ch website interface. On the left is a map of Switzerland with a green outline of the Canton of Lucerne and an orange square highlighting a specific area. On the right is the search results list. The search term is 'luzern'. There are 3 results found. The first result is 'Bodenkartierung' (Soil mapping), the second is 'Karte der natürlichen Waldgesellschaften im Kanton Luzern' (Map of natural forest communities in the Canton of Lucerne), and the third is 'Grundwasserstände (LU)' (Groundwater levels in LU). Each result includes a brief description, contact information, and the source (EnvirocatProductif).

Abbildung 4: Ergebnisliste einer Suche nach Metadaten mit dem Begriff „Luzern“

3.2.4 Weitere Anwendungsbeispiele für Geo-Webdienste

Anwendungsbeispiele für Geo-Webdienste sind genauso vielfältig wie die Einsatzgebiete von Geoinformationssystemen. Im Folgenden werden drei

Beispiele aufgeführt, bei denen die Nutzung von Geo-Webdiensten durch den Menschen im Vordergrund steht.

Location Based Service

Standortbasierte Dienste oder Location Based Services (LBS) bezeichnen Informationsangebote, welche den aktuellen Standort der Person bei der Informationsauswahl berücksichtigen. Weiterführend können auch individuelle Interessen der einzelnen Personen und zeitliche Aspekte berücksichtigt werden. Anwendungsbeispiele für standortbasierte Dienste sind vielfältig z.B. automatische Berücksichtigung des Standortes bei Notrufen, Auto- und Fussgängernavigation, Werbung, Katastrophen- und Flottenmanagement etc.

Im Schweizer Nationalpark kann mit Hilfe eines elektronischen Wanderführers Information zu Routen, Sehenswürdigkeiten, Standorten von Pflanzen und wahrscheinlichsten Aufenthaltsorten von Tieren abgefragt werden. Wesentlich ist, dass durch die Berücksichtigung des Standortes immer der aktuelle

Kartenausschnitt angezeigt werden kann und Informationen aus der unmittelbaren Umgebung zuerst erscheinen. Die automatische Positionsbestimmung erfolgt mittels eines GPS-Empfängers, welcher ebenfalls im Nationalpark ausleihbar ist.



Abbildung 5: Digitaler Wanderführer des Schweizerischen Nationalparks

Web Mapping Services

Kartendienste sind hervorragend geeignet, um jegliche Art von Information mit Raumbezug zu vermitteln. Anwendungen findet man überall im Internet beispielsweise die Kartendarstellungen bei Routenplanung, die Anzeige der Gebäudelage in einem Immobilienportal, die Präsentation des Wetterberichtes, Stadtpläne usw.

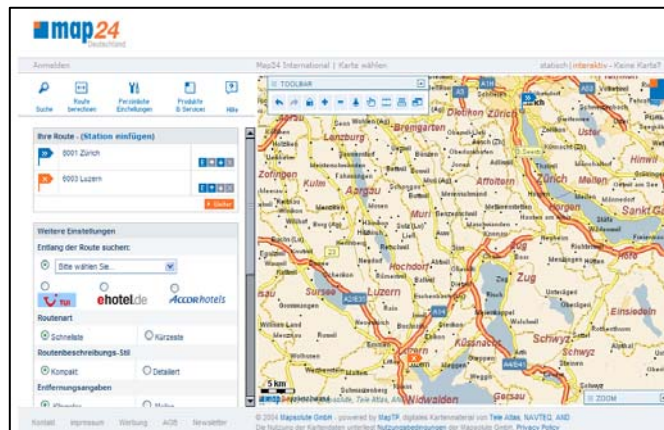


Abbildung 6: Portal für Routenplanung

Geodaten Shops

Eine weitere Anwendung von Geo-Webdiensten ist der Bezug von räumlichen Daten über einen Geodatenshop. Funktionalitäten, welche die Auswahl der Daten vereinfachen sind:

variable Suchoptionen, die Verwendung eines Vorschaufenster, freie Masstabs- und Ausschnittswahl, Detailbeschreibung der verfügbaren Geodaten (Metadaten), eine automatische Preisberechnung, um nur einige zu nennen.

Abbildung 7: Beispiel Geodatenshop Swisstopo

3.3 Kategorisierungen

Im Folgenden werden vier verschiedene Möglichkeiten der Kategorisierung von Geo-Webdiensten vorgeschlagen. Die erste Kategorisierung orientiert sich an den Bearbeitungsstufen eines konventionellen GIS.

1. Kategorisierung nach GIS-Bearbeitungsstufen:

Geo-Webdienste für

- Suche mit der Unterscheidung zwischen Katalogen / Verzeichnissen und Suchmaschinen (Geocat.ch – siehe Abschnitt 3.2.1, Routenplaner)
- Analyse (Immobilienportal)
- Verarbeitung (Web Feature Service, Koordinatentransformationsservice)
- Visualisieren (Web Map Service)
- Bewerten

Die zweite Möglichkeit zur Kategorisierung besteht in der Unterscheidung von Geo-Webdiensten, welche für den Endnutzer sichtbar sind, im Gegensatz zu Diensten, die primär für die Kommunikation und Wechselwirkung zwischen Anwendungen entwickelt wurden. Geo-Webdienste, die vom Endnutzer direkt in Anspruch genommen werden, befinden sich an der Schnittstelle zwischen Mensch und Maschine.

2. Kategorisierung nach Schnittstellen:

Geo-Webdienste an der Schnittstelle:

- Mensch – Maschine (GeoShop, Web Map Service, Routenplaner)
- Maschine – Maschine (Web Feature Service, Catalog Service, Koordinatentransformationsservice)

Diese Art der Kategorisierung wird durch das OGC/ISO Architekturmodell (Quelle: OpenGIS® Web Services Architecture, OGC 03-025) verfeinert, welches Geo-Webdienste für Nutzerinteraktionen als Kategorie einführt, sowie weitere Geo-Webdienste für Informationsmanagement, Arbeitsablauf, Prozesssteuerung, Kommunikation und Systemmanagement.

3. Kategorisierung nach MICUS-Studie

KOGIS und swisstopo haben gemeinsam im Rahmen des Aufbaus der NGDI durch die Firma MICUS GmbH die Studie „Verrechnungsmodelle für Geo-Webdienste“ erstellen lassen (www.kogis.ch).

Die folgende Kategorisierung - 3 Produktkategorien für Geo-Webdienste - ist dieser Studie entnommen.

a) Auskunft - einfache Web-Services (Bild, Auskunft) – Ergebnis einer Anfrage, das keine technische Weiterverarbeitung ermöglicht

- Datenbereitstellung: Nur Darstellung am Bildschirm (Viewer) oder Druckfunktion
- Zweck: gezielte Auskunft
- Darstellung: oftmals aufbereitete Darstellung

b) Daten - Online-Datenbereitstellung (Daten) – im Wesentlichen nur an Flächenkoordinaten orientierter, in der Regel projektbezogener Datenbezug, Datenbereitstellung: Kunde erhält Daten online, nicht auf Datenträger CD. Daten werden ins System des Kunden integriert

- Zweck: Eigenanalysen, -planung
- Darstellung: Rohdaten oder aufbereitet

c) Lösungen (Lösung bezieht sich auf die Problemlösung beim Kunden) - komplexe Web-Services (Dienste, Anwendungen) Nach spezifischer Kundenanfrage erstelltes, in der Regel aus mehreren Komponenten bestehendes Geodatenprodukt

- Datenbereitstellung
- Daten werden ins System integriert
- Software verbleibt beim Anbieter oder wird auf den Systemen des Kunden installiert
- Zweck: abhängig von der Aufgabe des Kunden
- Darstellung: in der Regel lösungsorientiert aufbereitet

4. Kategorisierung nach ISO, OGC:

Geo-Webdienste für

- Nutzerinteraktionen (Human Interaction)
- Informationsmanagement (Information Management)
- Arbeitsablauf und Steuerung (Workflow)
- Verarbeitung (Processing)
- Kommunikation (Communication)
- Systemmanagement (System Management)

Eine ausführliche Beschreibung der Kategorien liefert Dr. Lars Bernard, Institut für Geoinformatik, Münster

(ifgi.unimuenster.de/~bernard/public/InteropArchitekturen2003/index.html)

- Geographic Human Interaction Services sind Dienste zur Realisierung von Nutzerschnittstellen, Editoren und Präsentationen. Beispiele sind Client-Dienste zur Kartenansicht, zur Anfrage an einen Katalogdienst oder zur Zusammenstellung von Dienstketten.

- Geographic Model/Information Management Services dienen der Erfassung, Verwaltung und Fortführung von Geodaten, Metadaten und deren konzeptionellen Schemata. Beispiele sind Dienste, die den Zugriff auf gerasterte oder vektorielle Geodaten erlauben, Karten-Server oder Katalogdienste zur Recherche nach Geodaten und GI-Diensten.
- Geographic Workflow/Task Services unterstützen den Anwender bei der Durchführung fachspezifischer Aufgaben, zu deren Lösung die Durchführung mehrerer aufeinander folgende Arbeitsschritte unter Einbindung unterschiedlicher Ressourcen erforderlich ist. Beispiele sind Chain Definition Services die es ermöglichen, ad hoc unterschiedliche GI-Dienste zu einer Dienstkette für die Aufgabenlösung zu kombinieren sowie Workflow Enactment Services, die die Durchführung der definierten Dienstketten kontrollieren.
- Geographic Processing Services realisieren Algorithmen zur Bearbeitung von Geodaten. Beispiele reichen von Koordinatentransformationen zwischen unterschiedlichen Referenzsystemen über Routingdienste bis zu Diensten für die automatisierte Bereitstellung von Messreihen.
- Geographic Communication Services bilden die Basis für den Austausch von Geodaten zwischen GI-Diensten, Beispiele sind Dienste zur Kodierung und Dekodierung von Geodaten oder zur Komprimierung von Geodaten für den Transfer.

Die folgende Tabelle liefert Beispiele für die verschiedenen Kategorien (Quelle für rechte Spalte: www.intl-interfaces.com/servicemodel/; Updated: February, 2002).

Dienstkategorie	Beschreibung	OGC
Human Interaction – Nutzerinteraktion	Dienste für das Management von Benutzerschnittstellen, Grafik, Multimedia und die Präsentation von Dokumenten	<ul style="list-style-type: none"> • View Client Generator in Web Map Service • Geospatial viewer – perspective. • Geospatial viewer – imagery. • Workflow enactment manager • Chain definition editor
Model/Information Management – Informationsmanagement	Dienste für Aufbereitung, Manipulation und Speicherung von Meta-Daten, konzeptuellen Schemata und Datensätzen	<ul style="list-style-type: none"> • Web Map Service • Web Feature Service • Web Coverage Service • Style Layer Descriptor • Simple Features Access • Gridded Coverage Access • Catalog Service • Gazetteer Service
Processing – Prozesssteuerung	Dienste, welche grossräumige Berechnungen durchführen, beinhaltet keine persistente Speicherung von Daten oder Datenaustausch über das Netzwerk	<ul style="list-style-type: none"> • Coordinate Transformation Service • Image Coordinate Transformations • Location (Route, RteGeom) • Route Server <p>GetRoute Geometry GetRoute Directions</p>

4 Normung

Damit die beschriebenen Geo-Webdienste miteinander kommunizieren und jegliche Geo-Daten von allen Geo-Webdiensten verarbeitet werden können, ist es zwingend erforderlich, dass alle Beteiligten vom Gleichen reden. Ein Teil dieses Verständnisses basiert auf Normen und Standards. Dieses Kapitel soll den Zusammenhang von Normen (Standards) und Interoperabilität aufzeigen und beschreiben, welche Beteiligten wo und wie mitmischen. Einige Teile dieses Kapitels wurden dem Bericht „Worin liegt der praktische Nutzen von Interoperabilität und Normung für den GIS-Anwender in der Schweiz?“ unserer Fachgruppe entnommen.

4.1 Einleitung

4.1.1 Was heisst Normung

Normung heisst die planmässige, durch interessierte Kreise durchgeführte Vereinheitlichung von materiellen und immateriellen Gegenständen zum Nutzen der Allgemeinheit (DIN). Das Ergebnis von Normung ist eine technische Vorschrift, die man Norm nennt (englisch: standard). Eine „de jure Norm“ (oder kurz Norm) ist eine solche technische Vorschrift, die von nationalen oder internationalen Normenverbänden festgelegt wird. Eine „de facto Norm“ ist eine allgemein anerkannte und mehrheitlich genutzte technische Vorschrift, die sich aus der weiten Verbreitung eines Produktes ergibt, durch die ausschliessliche Nutzung innerhalb eines Unternehmens (so genannter Industrie-Standard) oder durch nationale oder internationale Interessengemeinschaften oder Konsortien festgelegt wird. Sowohl Normen als auch de facto Normen sind nur dann verbindlich und müssen durch natürliche und juristische Personen angewendet werden, wenn durch gesetzliche oder vertragliche Regelungen deren Einhaltung gefordert wird.

Typ	Norm (Gremium)	De facto Norm (Gremium)
Betriebssysteme	Unix, Linux (ANSI)	Windows 2000 (Microsoft)
Datenbanken	SQL-92 (ISO)	
Datenformat	XML (W3C), ITF (SNV)	DXF (Autocad), Shapefile (ESRI)
Programmiersprachen	C++ (ANSI)	Java (Sun), Visual Basic (Microsoft)
Internet-Dienste	HTTP (ISO), SOAP, UDDI	J2EE (SUN Microsystems), WSDL (W3C)
GI-Standards	ISO 19115 Metadaten (ISO)	WMS (OGC)
Verbandsspezifisch		SIA-Norm 405 (SIA)

Abbildung 9: Beispiele von Normen und de facto Normen

Diese Tabelle wurde dem Bericht „Worin liegt der praktische Nutzen von Interoperabilität und Normung für den GIS-Anwender in der Schweiz?“ unserer Fachgruppe entnommen.

Normen, insbesondere für die Dokumentation (Metadaten), die Modellierung (einheitliche Beschreibungssprache) sowie den Datenaustausch (Bezugsmechanismus und Datenformat) erhöhen die Flexibilität, die Funktionalität und die Produktivität eines Informationssystems.

4.1.2 Was ist Interoperabilität?

Durch normierte Schnittstellen und Formate wird die systemunabhängige Kommunikation zwischen verschiedenen Informationssystemen ermöglicht, was als Interoperabilität bezeichnet wird. Interoperabilität erlaubt den einfachen Zugang zu verschiedenen (auch raumbezogenen) Daten- und Verarbeitungsressourcen innerhalb eines Arbeitsablaufs bzw. die einfache Verknüpfung unterschiedlicher Systeme. Durch dieses einfache Zusammenspiel von Systemen und Daten wird es möglich, viele verschiedene Daten an einem Ort zu nutzen und diese Information gegebenenfalls auch zu veröffentlichen.

Durch Spezifikationen und Normen entsteht Interoperabilität. Diese ist die Grundlage von IT-Infrastrukturen, d.h. von verteilten Systemen für eine Gesamt-Unternehmungslösung. Die Interoperabilität findet auf verschiedenen Ebenen (vgl. Abb.9) statt.

Ebene	Charakteristik	Begriffe
Präsentation	Unterstützung von thin clients und fat clients	J2ME
Services	Interoperation und Offenheit: Einsatz von Internet-, IT- und GIS Standards	HTTP, XML, SOAP, J2EE, UDDI; OGC: WMS, WFS
Applikationslogik	Integration und IT-Konformität (API)	.net, COM, Java SOAP, GML/XML, C++, VB
Daten, Formate	Austausch und Investitionsschutz	DXF, DGN, SHP, OGC SF, INTERLIS, GML, DBMS OS, PNG, JPG
Plattform	Plattformunabhängigkeit	Unix (SUN, IBM, HP), DOS, Windows, Mac, Linux; DBMS (Oracle, SQL, DB2, Informix); WebServer (IIS, Websphere, Apache)

Abbildung 10: Ebenen der Interoperabilität

4.1.3 Normung und Interoperabilität bei Webdiensten

Teile von IT-Infrastrukturen können Webdienste sein, welche für besondere Aufgaben zuständig sind. Durch Kommunikation (Interoperabilität) tragen sie zur Lösung einer Gesamtaufgabe bei. Wenn über normierte Schnittstellen und normierte Formate systemübergreifend Daten verschiedener Anbieter einfach genutzt und verarbeitet werden können, wird es interessant, Applikationen zu entwickeln, welche Informationen aus verschiedenen Quellen zusammentragen. Und da die Kommunikation auch

systemübergreifend möglich ist, können diese Applikationen auch systemübergreifend über das Internet zur Verfügung gestellt und genutzt werden. Dadurch entstehen Webdienste, die über jeden Browser abrufbar sind. Um dies zu ermöglichen sind neben Schnittstellen und Formaten auch Kommunikationsprotokolle, Server, Kataloge, etc. zu normieren.

4.2 De jure Normierungsorganisationen

4.2.1 Internationale Organisation für Standardisierung (ISO)

ISO ist die Internationale Organisation für Standardisierung für Business, Behörden und Gesellschaft. Die Mitglieder-Organisationen können die Normen übernehmen.

Beispiele für ISO-Normen:

- ISO 19103 Geographic Information – Conceptual Schema Language
- ISO 19115 Geographic Information – Metadata
- ISO 19119 Geographic Information – Services
- ISO 19136 Geographic Information – Geography Markup Language
- ISO 19139 Geographic Information – Metadata – Implementation Specification

TC211 ist das technische Komitee Nr. 211 der ISO, das sich mit Geografischen Informationen und Geomatik beschäftigt. Dieses Komitee bearbeitet die Normenserie ISO 19100, welche verschiedenste Geodaten-Standards (Metadata, Spatial Schema, Spatial Reference, Application Schema, Conceptual Schema Language, Quality, Encoding, Catalog ...) beinhaltet.

Die ISO TC211 und das Open Geospatial Consortium (OGC) arbeiten zusammen und unterstützen sich gegenseitig. Eine Spezifikation bei OGC entspricht einer Ebene der 19100-er Normenserie bei ISO. Die mit dem Abkommen verfolgten Ziele sind:

- OGC-konforme Produkte werden (fast) konform mit dem Standard aus ISO TC211.
- Verbesserung der Standards bei OGC und ISO TC211.
- Schnellere Entwicklung und Austesten von Spezifikationen in Testumgebung und Pilotprojekten.
- Beachtung von Marktkonditionen.

4.2.2 Europäisches Komitee für Standardisierung (CEN)

CEN ist das Europäische Komitee für Standardisierung. CEN wird voraussichtlich beschliessen die Normenserie ISO 19100 weitgehend zu übernehmen. Die Mitglieder von CEN haben sich verpflichtet die CEN-Normen zu ratifizieren.

4.2.3 Schweizerische Normenvereinigung (SNV)

Die SNV ist Mitglied von CEN und daher verpflichtet, die CEN Normen und somit die ISO-Normen zu übernehmen, falls diese zu CEN-Normen

werden. Dies bedeutet, dass allfällige Schweizer Normen, welche im Widerspruch mit CEN bzw. ISO Normen stehen, voraussichtlich eliminiert werden. Da die Schweizer Geonormen auf Grund von praktischen Bedürfnissen entwickelt, implementiert und getestet wurden, ist die Schweiz daran interessiert, dass auch die allfällig zu übernehmenden internationalen Normen im GI-Bereich den praktischen Bedürfnissen entsprechen und durch Implementierung auf ihre Brauchbarkeit geprüft werden. Dafür setzen sich die Schweizer Vertreter in den entsprechenden Gremien mit zunehmendem Erfolg ein.

Andererseits bemüht man sich in der Schweiz ebenfalls erfolgreich, die existierenden und bewährten Normen den aktuellen Entwicklungen in der Informationstechnologie und im GI-Normenbereich schrittweise anzupassen.

Beispiele für SNV-Normen:

- SN 612 030 und SN 612 031: INTERLIS Modellierungssprache und Datentransfermethode
- SN 612 040: Gebäudeadressen
- SN 612 050: GM03 - Metadatenmodell

4.2.4 Federal Geographic Data Committee (FGDC)

Das FGDC ist ein amerikanisches, behördenübergreifendes Gremium mit 19 Mitgliedern aus den Stabsstellen des Präsidenten, aus dem Kabinett und aus unabhängigen Agenturen. Das FGDC entwickelt die nationale Geodateninfrastruktur (NSDI) in Zusammenarbeit mit nationalen, regionalen und lokalen Organisationen, den Hochschulen und dem privaten Sektor. Das NSDI erstellt politische Richtlinien, Standards und Verfahren, damit Organisationen geographische Daten produzieren und austauschen können.

Das FGDC ist primär in den Vereinigten Staaten vertreten, durch die internationale Verbreitung auf Grund amerikanischer Softwarehersteller jedoch weltweit bekannt. Es sind Bestrebungen im Gange, die Standards von FGDC an jene der ISO anzugleichen.

4.3 De facto Normierungsorganisationen

4.3.1 Open Geospatial Consortium (OGC)

Führende GIS-Hersteller, Datenproduzenten, Behörden, Organisationen und Forschungseinrichtungen haben sich 1994 im Open Geospatial Consortium (OGC) zusammengeschlossen. Ziel des Zusammenschlusses ist die Definition von herstellerübergreifenden, „offenen“ Programmschnittstellen, die Standardisierung von GIS-Techniken, sowie die Förderung der GIS-Technologie. Die angestrebten de facto Normen sollen erreichen, dass die Dienste von Anbietern einem grossen Kreis von Nutzern auf einfache Weise zugänglich gemacht werden können. Angestrebt werden ein breiter Einsatz interoperabler SW-Komponenten von der Stange (Components of the shelf), die vollständige Integration der Geodatenverarbeitung

mit der normalen Informationstechnologie und der Schritt von Geodaten zu Geoinformationsdiensten.

Beispiele für OGC Spezifikationen sind:

- „OpenGIS Simple Feature Specification (SF, approved)“
Zur ersten Generation der OGC-Implementierungsspezifikationen gehören die Schnittstellenbeschreibungen von Objekte mit einfacher Geometrie (simple features: Punkte, Linien, Polygone). Sie unterstützen nur Objekte, die topologisch „einfach“ sind, also keine Selbstverschneidung und nur lineare Interpolation zwischen Stützpunkten haben. Es werden auch keine zusammengesetzten Objekte unterstützt. Der Zugriff auf simple features wurde für die Programmschnittstelle OLE/COM, für das objektrelationale Modell in SQL und für die produktneutrale CORBA spezifiziert.
- „OpenGIS Geography Markup Language (GML, approved)“
Die Geography Markup Language (GML Version 3.1) ist ein spezielles XML Format zum Transfer und zur Speicherung von Geometrie und Attributen objektstrukturierter Geodaten. Darstellungselemente sind nicht enthalten.
- „OpenGIS WebMapServer Specification (WMS, approved)“
Ein WebMapServer, der zur WMS-Spezifikation konform ist, kann Karten im Internet als Bilder zur Verfügung stellen. Die durch die Anbieter publizierten Geodaten gemäss dieser OGC de facto Norm können dabei in den unterschiedlichsten GI-Systemen, Datenmodellen und -formaten vorliegen.
- „OpenGIS Web Feature Server Specification (WFS, approved)“
Im Unterschied zum WebMapServer liefert der Web Feature Server Vektordaten als in GML codierte Antwort auf standardisierte Anfragen. Ausserdem erlaubt diese Spezifikation das Erstellen, Löschen und Ändern von Vektordaten.
- Service Discovery
- Service Description

Diese Spezifikationen, welchen sich die grossen Hersteller unterwerfen, werden in verschiedensten Verbindungen bei Web-Diensten mit Raumbezug benutzt, um einfach und relativ problemlos mit dem System des „Nachbarn“ zu kommunizieren.

Die OGC-Spezifikationen sind meist pragmatische Ansätze, welche die Funktionstüchtigkeit als Hauptziel haben. Dies mag auch der Grund sein, weshalb dieses Standards rascher verabschiedet und umgesetzt werden als andere.

4.3.2 W3C

Das World Wide Web Consortium wurde gegründet, um alle Möglichkeiten des Webs zu erschließen. Dazu werden einheitliche Technologien (Spezifikationen, Richtlinien, Software und Tools) entwickelt, die den Fortschritt des Webs fördern und seine Interoperabilität sicherstellen.

Hauptprodukte des W3C sind neue Empfehlungen, die als de facto Standards für Protokolle und Anwendungen von den Mitgliedern begutachtet und gebilligt werden müssen. Ziel dabei ist es, einen möglichst breiten Konsens zu finden, was dadurch erreicht wird, dass jede Spezifikation ein bestimmtes Verfahren zu durchlaufen hat (sog. Recommendation Process).

Ziel des W3C ist es, das WWW zu seiner vollen Entfaltung zu führen: Als ein funktionierendes Computer zu Computer System, als ein wirkungsvolles Mensch zu Computer Interface und als ein effizientes Mensch zu Mensch Kommunikationsmedium. Um dieses Ziel zu erreichen, arbeitet das W3C Expertenteam zusammen mit seinen Mitgliedern in den folgenden fünf Bereichen:

- Architecture Domain (DOM, Jigsaw, XML, XML Protocol, URI)
- Document Formats Domain (HTML, Style Sheets, Math, Grafik, Internationalisierung, Amaya)
- Interaction Domain (Device Independence, synchronisierte Multimediaanwendungen, Voice Browser)
- Technology and Society Domain (Digitale Signaturen, Metadaten, elektronisches Geld, Datenschutz und Datensicherheit)
- Web Accessibility Initiative

4.4 Umsetzungsgruppen

4.4.1 Global Spatial Data Infrastructure Association (GSDI)

Die GSDI ist ein Zusammenschluss von Organisationen, Agenturen, Unternehmen und Einzelpersonen rund um die Welt. Der Zweck der Organisation ist, die internationale Zusammenarbeit zur Entwicklung lokaler, nationaler und internationaler Geodateninfrastrukturen zu fördern. Diese Infrastrukturen sollen es den Nationen erlauben, rascher und einfacher soziale, ökonomische und klimatische Probleme zu thematisieren.

Ziele des GSDI sind:

- Kontaktstelle für alle, die an der Entwicklung, Implementierung, Aufbau von räumlichen Dateninfrastrukturen beteiligt oder interessiert sind.
- Aufbau einer weltweiten Geodateninfrastruktur
- Förderung der Nutzung von Geodaten und entsprechenden Technologien zum Nutzen der Gesellschaft

Diese Ziele können nur erreicht werden, indem viele kleinere und grössere Geodateninfrastrukturen von Ländern und Regionen vernetzt werden und übers Web angefragt werden können.

4.4.2 **European Umbrella Organisation for Geographic Information (EUROGI)**

Die EUROGI will den Gebrauch von geographischen Informationen zugunsten der Bürger, der Regierungen und des Handels in Europa maximieren und die Sichtweise der Geographischen-Informationen-Gemeinschaft darstellen. Dies wird erreicht durch Förderung, Anregung und Unterstützung der Entwicklung und des Gebrauchs geographischer Informationen und Technologien.

Die Zielsetzungen der EUROGI sind

- Verbreitung der Nutzung geografischer Information in Europa.
- Bewusst machen des Wertes geografischer Information und entsprechender Technologien.
- Unterstützen lokaler Anstrengungen zum Aufbau nationaler GI-Gesellschaften in Europa.
- Förderung des Aufbaus einer europäischen Geodateninfrastruktur.
- Vertretung Europas innerhalb einer Globalen Geodateninfrastruktur.

4.4.3 **e-geo.ch**

Das Kontaktnetz e-geo.ch wurde initiiert, um den Aufbau einer Nationalen Geodateninfrastruktur (NGDI) zu fördern wie auch die Partnerschaften zwischen der öffentlichen Hand, Organisationen und der Privatwirtschaft zu verbessern. Dieses Kontaktnetz e-geo.ch bildet den Rahmen, über den alle Leistungsfaktoren koordiniert und gesteuert werden:

- Politische Unterstützung auf höchster Ebene
- Definition der grundlegenden Geoinformationen und -dienste, die von den Verwaltungen bereitzustellen und nachzuführen sind
- Festlegen der benötigten Metainformationen und Gewährleistung der Nachführung
- Bestimmung und Aufbau der erforderlichen technischen Infrastruktur
- Erstellung bzw. Anpassung der rechtlichen Grundlagen
- Erarbeitung und Durchsetzung verbindlicher Standards für Metadaten, Modellierung und Datenaustausch
- Förderung der Aus- und Weiterbildung und Forschung
- Entwicklung und Einführung einer gemeinsamen Tarifierungs- und Vertriebsstrategie

Die Beteiligung an e-geo.ch und somit die Voraussetzungen für die Zusammenarbeit und den Aufbau von Diensten für eine nutzenorientierte Vernetzung zu schaffen, beruht auf freiwilliger und partnerschaftlicher Basis.

4.5 Heutiger Stand

Es gibt viele Organisationen, welche sich mit Webdiensten oder mit „Hilfsmitteln“ für Webdienste befassen. Es gibt verschiedene Normen in unterschiedlichen Bereichen. Potentielle Anbieter und Entwickler sind oft überfordert, weil keine klare Strukturen und Zuständigkeiten erkennbar sind. Die einzelnen Organisationen sind zwar bekannt, im Sinne von „man hat schon davon gehört“, aber die Inhalte und deren Konsequenzen in der Implementierung sind unbekannt. Im Bereich Webdienste beginnt die Interoperabilität bei der Verbindung (Kommunikation) und geht über die Daten bis zu den Diensten. In allen diesen Ebenen sind bereits Standardisierungsbestrebungen im Gange (siehe folgende Tabelle).

Interoperabilitäts-Ebenen (OGC)	Interoperability Standards
Service Integration & Workflow	WSFL, XLANG, ISO19119
Service Discovery	UDDI, OGC Catalog
Service Description	WSDL, ISO19119
Service	OGC SF, Coverage, Coordinate Transform, WMS
Binding	HTTP, SOAP, COM, CORBA, SQL, J2EE
Data Format, Schema and Semantic	HTML, XML/S, RDF, XMI, OGC-GML, OGC-WKT/WKB
Data Representation & Encoding	ASCII, ASN.1/DER, XML
Communication Protocol	TCP/IP, HTTP, SSL, SMTP, FTP, IIOP

Abbildung 11: Interoperabilitäts-Ebenen und zugehörige Standards

Viele aktuelle Webdienste rechnen heute mit den vorhandenen proprietären Daten. Die Applikation übermittelt eine Grafik, welche meist statisch ist. D.h. jedes Verschieben oder Zoomen löst eine Anfrage an den Server aus, welcher wieder eine Grafik schickt.

Durch den Einsatz einer Norm wie WMS in einem Geo-Webdienst können Dienste eines Anbieters in der Applikation eines Dritten benutzt werden, und zwar nicht nur als statische Grafik, sondern als dynamische Daten.

4.6 Ausblick / Tendenz

4.6.1 Organisationen international und national

Ein Ziel für die nahe Zukunft muss sein, klare Strukturen und Zuständigkeiten unter den einzelnen Organisationen zu definieren. Der Weg dahin ist bereits eingeschlagen, in dem die OGC-Standards wie WFS oder WMS von ISO als Norm übernommen werden oder entsprechende Normen angepasst werden. Dasselbe geschieht auch umgekehrt, indem z.B. OGC ISO-Normen als Standards übernimmt. Auch andere Organisationen wie FGDC arbeiten enger mit ISO und OGC zusammen. Dies wird dazu führen, dass in Zukunft alle Organisationen in jenen Bereichen, in denen sie sich überschneiden, zusammenarbeiten und ihre Normen und Standards einander angleichen. Dies bringt am Ende nicht nur den Organisationen weniger Arbeit und mehr Durchsetzungskraft, auch für Entwickler, Hersteller, Anwender wird die Arbeit einfacher, wenn sie wissen, dass eine Norm einzuhalten genügt.

Die ISO ist daran, für Geo-Webdienste eine Norm auszuarbeiten. Diese Norm (ISO 19119) existiert als Entwurf zum Standard (DIS), steht also kurz vor Abschluss. ISO 19119 definiert, wie Dienste beschrieben werden sollen. Diese Beschreibung ist bereits in der Metadatennorm ISO 19115:2003 vorgesehen.

Die Schweiz hat in ihrem Metadatenmodell GM03 diesen Platzhalter zur Beschreibung von Diensten auch aufgenommen und wird nach Verabschiedung der Norm ISO 19139 eine Übernahme prüfen und das bestehende Metadatenmodell anpassen.

Genauso wie international die Organisationen enger zusammenrücken werden und müssen, muss dies auch in der Schweiz geschehen. Auch hier müssen SNV, ech.ch und andere Standards definierende Organisation zusammen Lösungen erarbeiten, um glaubwürdig zu bleiben und ihre Standards und Normen durchsetzen zu können.

4.6.2 Technische Weiterentwicklung

Durch die Etablierung einer Norm wie WMS werden in Zukunft nicht mehr nur GIF- oder JPEG-Dateien übers Internet verteilt, sondern dynamisch verwendbare, geografische Daten. Dies erlaubt dem Benutzer weitergehende Funktionalitäten zu nutzen.

Eine Tendenz hin zu vernetzten Diensten wird erkennbar. Je mehr Geo-Webdienste existieren, umso interessanter wird es, diese zu vernetzen um daraus neue Informationen zu erhalten. Der Fokus für Produzenten geht eher in Richtung aufbauende Geo-Webdienste und weg von den eigentlichen Daten.

5 Technologie

Das World Wide Web wird in zunehmendem Mass für die automatisierte System-zu-System-Kommunikation genutzt. In diesem Zusammenhang werden Webdienste häufig als loses Zusammenspiel von Standards wie http, XML, SOAP, WSDL und UDDI (siehe unten) verstanden, die die Grundlage einer unternehmens- und anwendungsübergreifenden automatisierten Kommunikation bilden.

Die einfachste Form von Webdiensten findet sich innerhalb von Unternehmen im Zusammenhang der Enterprise Application Integration (EAI), wobei Geschäftsfunktionen, die über verschiedene Applikationen auf unterschiedlichen Plattformen verteilt sind, im Sinne der Geschäftsprozessintegration verbunden werden.

In einem weiter entwickelten Stadium ermöglichen Webdienste unternehmensübergreifende Transaktionen, beispielsweise auf elektronischen Marktplätzen oder im Rahmen einer Business to Business (B2B) Integration. Dabei handelt es sich um die Integration von Systemen zweier oder mehrerer Unternehmen um zwischenbetriebliche Geschäftsprozesse zu unterstützen.

Der Hauptnutzen der (Geo-)Webdienst-Technologie ist die vollkommene Unabhängigkeit von konkreten Programmiersprachen und Betriebssystemen. (Geo-)Webdienste können grundsätzlich mit jeder Programmiersprache verbunden werden. Sie ermöglichen dabei insbesondere eine Verbindung zwischen den beiden derzeit dominierenden Programmierwelten J2EE/Java und Microsoft Visual Basic / C#.

5.1 Merkmale von Geo-Webdiensten

Geo-Webdienste basieren auf drei wesentlichen technologischen Eigenschaften:

- Die Unabhängigkeit von Programmiersprachen durch die Verwendung von XML als Basisformat
- Serviceorientierte Architektur
- Lose Kopplung durch Integration über das Internet

5.1.1 Unabhängigkeit von Programmiersprachen durch die Verwendung von XML als Basisformat

XML wird einerseits als Datenformat zur Kommunikation eingesetzt, andererseits dient es als Basis für alle im Bereich der Geo-Webdienste entwickelten Standards. Die Nutzung von XML zur Nachrichtenübertragung hat folgende wesentliche Vorteile:

- Nachrichten können sehr einfach weiterverarbeitet werden, da XML generisch ist und nicht von speziellen Programmiersprachen abhängt.
- XML ist menschenlesbar. Dies erleichtert die Fehlersuche und die Kontrolle des laufenden Systems.

- XML ist ein offener, kostenloser Standard des W3C. Durch die Nutzung von XML ergibt sich keine Herstellerabhängigkeit.

5.1.2 Serviceorientierte Architekturen (SOA)

Wie der Name schon sagt, beruhen serviceorientierte Architekturen auf Diensten. Diese kommunizieren miteinander, wobei die Kommunikation im einfachsten Fall aus einem einfachen Datenaustausch besteht, aber auch eine komplexe Choreographie von Interaktionen sein kann. Wesentlicher Vorteil von SOA's ist ihre Flexibilität, die sie durch die Wiederverwendbarkeit in unterschiedlichen Zusammenhängen erlangen.

Durch die Verwendung von XML treten bei der Modellierung der Dienst-Schnittstellen die fachlichen Anforderungen gegenüber den technologischen Details in den Vordergrund.

5.1.3 Lose Kopplung durch Integration über das Internet

Bei der Nutzung der Geo-Webdienst Technologie basiert die Verbindung der einzelnen Dienste normalerweise auf dem HTTP-Protokoll. Diese Art der Verbindung kann bereits als lose Kopplung verstanden werden, da keine spezielle Datenverbindung zwischen den Komponenten eingerichtet werden muss. Allerdings ist diese Kopplung insofern fest, als eine feste HTTP-Adresse zur Nutzung eines Dienstes verwendet wird.

Durch die Nutzung eines UDDI-basierten Verzeichnisses (Universal Description, Discovery, Integration – siehe unten) kann diese Kopplung weiter gelockert werden. Dienste können dann über logische Adressen angesprochen werden, die vom UDDI-Verzeichnis auf konkrete HTTP-Adressen abgebildet werden. Ändert sich eine HTTP-Adresse eines Dienstes, muss nur der Eintrag im UDDI-Verzeichnis geändert werden.

5.2 Basisstandards und ihre Aufgaben

Bei der Beschreibung von Geo-Webdiensten kann zwischen etablierten Basisstandards und Standards für komplexe Aufgaben, die meist noch in Entwicklung sind, unterschieden werden. In diesem Abschnitt werden die Basisstandards näher erläutert. Auf eine Darstellung der Erweiterungen wird verzichtet, da diese noch zu wenig etabliert sind.

5.2.1 XML Schema: Datentypen

Mit XML Schema kann die Struktur von XML-Dokumenten bzw. XML-Daten beschrieben werden. Ein Schema legt also gewissermassen das Format fest, das XML-Daten haben können. Bei Geo-Webdiensten werden XML Schemas genutzt, um die Datentypen der Eingabe und Ausgabeparameter von Funktionsaufrufen zu definieren. Ausgehend von Basistypen können beliebig komplexe Strukturen definiert werden. Die Datentypen sind durch die Verwendung von XML dabei unabhängig von Programmiersprachen.

Im Bereich der Kartendienste beginnt sich die WMS (Web Map Service) Spezifikation des Open Geospatial Consortium (OGC) durchzusetzen. Ein WMS Dienst erzeugt dynamisch Karten von raumbezogenen Daten, die entweder in einem Bildformat ausgeliefert werden, wie z.B. PNG, GIF oder

JPEG, oder in Form von Vektorgrafiken, wie SVG (Scalable Vector Graphics) und WebCGM (Web Computer Graphics Metafile). WMS Operationen können dabei via Web Browser aufgerufen werden, indem in der Adresszeile Dienst-spezifische Parameter übergeben werden. Ein typischer Aufruf könnte in etwa wie folgt aussehen:

```
www.yoursever.com/index.aspx?request=GetMap&Layers=Nutzungszonen_S,Liegschaften_L&width=300&height=250&BBBox=600000,200000,601000,201000&format=image/png&version=1.3.0&STYLES=&CRS=CRS:84
```

WMS bietet drei Operationen an:

- GetMap: Karte erstellen
- GetCapabilities: Metadaten des Dienstes anzeigen
- GetFeatureInfo: Optional, zeigt Objektinformationen an

Neben dem Web Map Service hat das OGC im Bereich der Geo-Webdienste eine Reihe weiterer Spezifikationen veröffentlicht. Drei davon sollen an dieser Stelle noch erwähnt werden:

- Web Feature Service (WFS): Ermöglicht Manipulation von geographischen Daten (z.B. erstellen, ändern, löschen, abfragen) auf der Basis des http-Protokolls.
- Web Coverage Service (WCS): Ermöglicht Zugriff auf Rasterdaten.
- Coordinate Transformation Services (CT): Schnittstellen für die Positionierung, Koordinatensysteme und die Transformation von Koordinaten.

5.2.2 SOAP: Nachrichtenformat

SOAP spezifiziert das Nachrichtenformat, in dem Informationen zwischen zwei Systemen ausgetauscht werden, die über Geo-Webdienste miteinander verbunden sind. SOAP setzt auf existierenden Transportprotokollen wie beispielsweise HTTP oder SMTP auf. Eine so genannte Bindung legt dann fest, wie SOAP-Nachrichten mit Hilfe von HTTP übertragen werden können.

Eine Nachricht, die vom Client zum Server gesendet wird, heisst SOAP-Request, eine Nachricht, die vom Server zum Client gesendet wird, heisst SOAP-Reply.

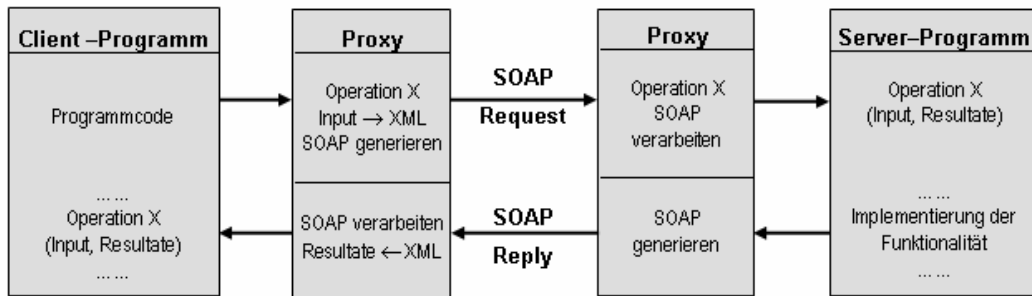


Abbildung 12: SOAP-Kommunikation (Quelle: Berlecon Research 2003)

Der Einsatz von SOAP erfolgt in der Regel an der Schnittstelle zwischen Anwendungsprogramm und Kommunikationsschicht. Bei einem Aufruf einer Web-Service-Operation aus einem Programm heraus werden die zu übergebenden Daten aus ihrem Programmiersprachenformat in das SOAP-Format überführt. Mit SOAP-Nachrichten werden Web-Service-Operationen aufgerufen und Operationsergebnisse zurückgeliefert.

Beispielablauf einer SOAP-Kommunikation:

Angenommen es existiert ein Webservice mit dem Namen „CardValidator“ zum Validieren von Kreditkarten. Der Server erwartet nur eine Kreditkartennummer und das Gültigkeitsdatum der Karte. Die Antwort des Servers würde dann „true“ oder „false“ lauten - je nachdem, ob die Kartendaten gültig sind oder nicht.

Eine gültige Kreditkartennummer sei 1234 5678 9876 5432 und diese Karte sei bis 12/08 (Dezember 2008) gültig. Bei unserem Beispiel-Webservice würde somit folgender Datenaustausch zwischen Client und Server stattfinden:

SOAP-Anfrage vom Client (ohne HTTP-Header):

```
<?xml version="1.0" encoding="UTF-8"?>
<soapenv:Envelope xmlns:soapenv="http://schemas.xmlsoap.org/soap/envelope/"
  xmlns:xsd="http://www.w3.org/2001/XMLSchema"
  xmlns:xsi="http://www.w3.org/2001/XMLSchema-instance">
  <soapenv:Body>
    <ns1:add soapenv:encodingStyle="http://schemas.xmlsoap.org/soap/encoding/"
      xmlns:ns1="urn:CardValidator">
      <number xsi:type="xsd:string">1234 5678 9876 5432</number>
      <valid xsi:type="xsd:string">12/08</valid>
    </ns1:add>
  </soapenv:Body>
</soapenv:Envelope>
```

SOAP-Antwort vom Server (ohne HTTP-Header):

```

<?xml version="1.0" encoding="UTF-8"?>
<soapenv:Envelope xmlns:soapenv="http://schemas.xmlsoap.org/soap/envelope/"
  xmlns:xsd="http://www.w3.org/2001/XMLSchema"
  xmlns:xsi="http://www.w3.org/2001/XMLSchema-instance">
  <soapenv:Body>

  <ns1:add soapenv:encodingStyle="http://schemas.xmlsoap.org/soap/encoding/"
    xmlns:ns1="urn:CardValidator">
    <addReturn xsi:type="xsd:string">true</addReturn>
  </ns1:addResponse>
</soapenv:Body>
</soapenv:Envelope>
  
```

5.2.3 WSDL: Schnittstellenbeschreibung

Die Web Services Description Language (WSDL) definiert einen plattform-, programmiersprachen- und protokollunabhängigen XML-Standard zur Beschreibung von Webdiensten und den Austausch von Nachrichten.

Die WSDL ist eine Metasprache, mit deren Hilfe die Funktionalität eines Webdienstes beschrieben werden kann. Es werden im Wesentlichen die Funktionen definiert, die von aussen zugänglich sind, sowie die Parameter und Rückgabewerte dieser Operationen. Im Einzelnen beinhaltet ein WSDL-Dokument funktionelle Angaben zu:

- Interface
- Zugangsprotokoll
- allen notwendigen Informationen zum Zugriff auf den Dienst, in maschinenlesbarem Format

Nicht enthalten sind hingegen:

- Quality of Service-Informationen
- Taxonomien Ontologien zur semantischen Einordnung des Dienstes.

WSDL-Dokumentenstruktur:

Ein WSDL-Dokument beschreibt im Wesentlichen mit den folgenden Elementen einen Webdienst:

- <portType> : Operationen, die vom Webdienst ausgeführt werden
- <message> : Nachrichten, die vom Webdienst verwendet werden
- <types> : Datentypen des Webdienstes
- <binding> : Kommunikationsprotokolle des Webdienstes

Ein WSDL-Dokument hat demnach folgende Grundstruktur:

```

<definitions>
<types>
  definition of types.....
</types>

<message>
  definition of a message....
</message>

<portType>
  definition of a port.....
</portType>

<binding>
  definition of a binding....
</binding>

</definitions>
    
```

Beispiel:

```

<message name="getTermRequest">
  <part name="term" type="xs:string"/>
</message>

<message name="getTermResponse">
  <part name="value" type="xs:string"/>
</message>

<portType name="glossaryTerms">
  <operation name="getTerm">
    <input message="getTermRequest"/>
    <output message="getTermResponse"/>
  </operation>
</portType>
    
```

In diesem Beispiel definiert das portType Element "glossaryTerms" die Operation „getTerm“ mit einer Eingabe-Nachricht „getTermRequest“ und

einer Ausgabenachricht „getRermResponse“. Die Bestandteile (part) der Nachrichten und deren Datentypen (type) werden im message Element vorgehend definiert.

Verglichen zur traditionellen Programmierung entspricht „glossaryTerms“ einer Funktionsbibliothek, „getTerm“ einer Funktion mit „getTermRequest“ als Eingabeparameter und „getTermResponse“ als Ausgabeparameter.

5.2.4 UDDI: Registrierung und Suche

UDDI (Universal Description, Discovery and Integration) ist eine Anwendung von SOAP. Sie stellt mit Hilfe einer SOAP Schnittstelle einen Verzeichnisdienst bereit. Dieser Verzeichnisdienst enthält Unternehmen, ihre Daten und ihre Services. Dabei kann man in UDDI zwischen drei Arten von Informationen unterscheiden: Den „White Pages“, einer Art Telefonbuch, den „Yellow Pages“, also die elektronische Entsprechung der gelben Seiten, und den „Green Pages“. Die genaue Aufteilung mitsamt den Daten sind in folgender Liste ausgeführt:

White Pages

- Namensregister, sortiert nach Namen
- Auflistung der Anbieter mit allen Detailangaben
- Kontaktinformationen (Telefon, Telefax,...)

Yellow Pages

- Branchenverzeichnis
- Spezifische Suche gemäß verschiedener Taxonomien (Ort, Dienstart,...)
- Verweist auf White Pages

Green Pages

- Informationen über Geschäftsmodell des Unternehmens
- Technische Details zu den angebotenen Web Services
- Auskunft über Geschäftsprozesse

Beispiele von Registrierungsstellen

- uddi.microsoft.com
- uddi.ibm.com
- uddi.sap.com

Sucht man z.B. unter uddi.microsoft.com bei den Services nach dem Begriff „Geo“ findet das Verzeichnis 25 Einträge. Einige Ergebnisse sollen hier exemplarisch aufgeführt werden:

- AND Products – GeoAccess: XML Service für Mapping, Routing, Geokodierung, geografische Verzeichnisse, etc.
- Service Objects, Inc. – GeoCash: Ortsgebundene Suche nach Bankomaten
- TELUS Geomatics – GeoExplorer: Online GIS mapping tool.

- Georama S.L. – Web-basierte Geodienste, Karten, Location Based Services.
- Sergey Kats – GeoPlaces Services: Findet umliegende Postleitzahlen und Städte, berechnet Distanzen zwischen Postleitzahlen und Städten

Infobel.com:

- Geo-based services: Erlaubt Suche nach Diensten aufgrund ihrer geographischen Lage (z.B. Hotels, Restaurants, etc.)
- Geolocalisation: Verknüpft Adressen mit X- und Y-Koordinaten

Obwohl UDDI von Beginn an als Bestandteil der Webdienst-Technologie angesehen wurde, hat dieser Standard bis heute nicht die gleiche Akzeptanz und Relevanz erreichen können wie SOAP und WSDL. So bezweifeln viele Experten, dass bei den aktuellen Einsatzszenarien für Webdienste, insbesondere im Bereich E-Business Integration, die manuelle oder (semi)-automatische Suche nach Diensten benötigt wird.

5.2.5 HTTP / REST

HTTP zusammen mit URI leistet mehr als manchmal angenommen. So gibt es seit einiger Zeit eine immer grössere Zahl von Webdiensten, welche die eigentlich bereits gegebenen Möglichkeiten des HTTP-Protokolls ausnützen (inkl. UPDATE, DELETE). Dieses Protokoll ist unter dem Namen „Representational State Transfer“-Protokoll (REST) bekannt geworden.

Es ist von Fall zu Fall abzuwägen, ob nicht eine solche rein HTTP-basiert Lösung genügt gegenüber der „schwereren“ – aber auch flexibleren - Lösung mit SOAP/WSDL. Bekannte Beispiele dafür sind die Programmierschnittstellen von Amazon, Yahoo! und natürlich WMS.

www.oio.de/m/soap-xmlrpc-rest/

www.xml.com/pub/a/2004/12/01/restful-web.html

5.3 Webdienst Architekturen

Um Ad-hoc-Netze, höherwertige und zu Gesamtleistungen kombinierte Web Services anbieten zu können, ist eine umfassende Web-Service-Architektur notwendig, die es ermöglicht, dass sich die Partner, also Anbieter wie Nutzer von Diensten, möglichst automatisiert finden und ihre Prozesse aufeinander abstimmen können. Nachfolgend werden daher die wichtigsten Bausteine einer solchen Web-Service-Architektur vorgestellt.

Die Architektur eines Web Services besteht aus einem Dienstanbieter (Service Provider), einem Dienstanfrager (Service Requestor) und optional einer Dienst-Registrierungsstelle (Service Registry).

Der Service Requestor kann eine Person oder Software sein und kann eine SOAP-Nachricht mittels einem definierten Internetprotokoll (meistens HTTP(S)) an den Service Provider senden, dieser verarbeitet die Anfrage

und sendet eine Antwort basierend auf SOAP an den Requestor zurück. Die Übergabeparameter und das Internetprotokoll werden durch die WSDL festgelegt. Die WSDL spezifiziert die Operationen (plus ihren Parametern), die Übertragungsprotokolle und die Adresse des Service Providers. Mit Hilfe einer Service Registry (UDDI) können Web Services publiziert und gefunden werden, sie bilden eine Art „Gelbe Seiten“ für Web Services.

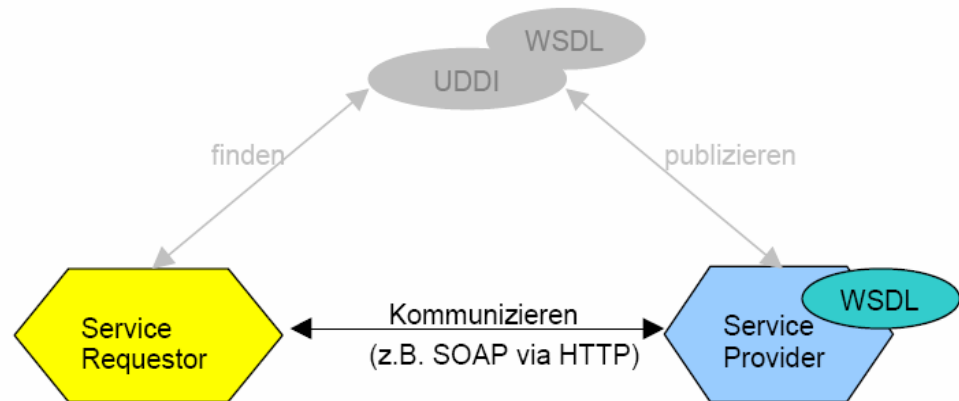


Abbildung 13: Architektur von (Geo)-Webdiensten

Der Dienstanbieter (Service Provider)

- bietet eine Dienstleistung über Web an
- beschreibt und annonciert diesen Dienst
- übernimmt Implementierung, Betrieb und Wartung des Dienstes

Der Dienstanfrager (Service Requestor)

- nutzt den angebotenen Dienst
- sucht angebotene Dienste nach gewissen Kriterien
- integriert den Dienst in eigene Dienste

Der Dienstmakler (Service Broker)

- bietet Speicherung von Dienstbeschreibungen an
- verwaltet kategorisierte Dienstbeschreibungen
- ermöglicht automatisiertes Auffinden existierender Dienste

6 Geschäftsmodelle

Das vorliegende Kapitel beschreibt mögliche Geschäftsmodelle von Geo-Webdiensten.

6.1 Geo-Webdienste: eine grundsätzliche Betrachtungsweise

Das Platzen der Internetblase hat endlich auch dazu geführt, dass der Blick für erfolgreiche und tragfähige Geo-Webdienste geschärft wird. Zunächst ist im Bereich von Geo-Webdiensten festzustellen, dass viele Angebote durch die öffentliche Hand oder in deren Auftrag realisiert werden. Diese Angebote müssen nicht direkt gewinnbringend sein, denn die öffentliche Hand bezweckt mit ihren Geo-Webdiensten oft eine andere Absicht: Informationsverbreitung, Informationspflicht, Einsparungen durch neue Distributionswege. Heute bekannte Geo-Webdienste, realisiert durch private Unternehmungen, bezwecken ebenfalls oft keinen Gewinn, sondern eine der folgenden Absichten: Einstiegsangebot für kostenpflichtig Software, Bannerwerbung, Resultate erscheinen in Kombination mit ausgewählter Produktinformation.

Eine grundlegende Eigenheit von räumlichen Daten liegt in der Möglichkeit der Verknüpfung von unterschiedlichsten Sachverhalten über die jeweilige räumliche Referenz. Dieser Sachverhalt ergibt einen Hauptunterschied zu nicht räumlichen Datenquellen und ist unter anderem eine Grundlage von Geo-Webdiensten.

Die „digitalen Informationsgüter“, darunter fallen auch geographische Daten können im Internet sehr effizient gebündelt, ausgewertet und transportiert werden, wenn die verlangten Standards eingehalten werden. Grundlage dafür sind möglichst viele und günstige vorhandene Daten.

6.2 Inhalt von Geschäftsmodellen

Das Geschäftsmodell ist an sich kein präziser Begriff. Er wird in vielerlei Hinsicht verwendet. Ein Geschäftsmodell beschreibt die folgenden Aspekte:

Vermarktungsmodell

- Bindung des Kundenpotentials
- Distributionskonzept
- Branding

Produkt/Marktkombination

- Kundenbeschrieb
- Produktbeschrieb
- Art der Leistungserstellung

Ertragsmechanik

- Art der Einnahmengenerierung

Wachstumsaspekte



Institut für Versicherungswirtschaft

Abbildung 14: Geschäftsmodell (Prof. Dr. W. Ackermann UNI SG)

6.3 Beispiele für Geschäftsmodelle

Im Folgenden werden einzelne mögliche Geschäftsmodell umrissen und präzisiert. Die Auflistung stellt nur eine Auswahl von diversen Geschäftsmodellen dar und ist nicht vollständig.

6.3.1 Geschäftsmodell „Neuer Vertriebskanal“

Beispiel: Kantonale Daten werden an den Bund nicht mehr geliefert, sondern über einen Geo-Webdienst eingebunden.

Vermarktungsmodell	
Bindung des Kundenpotentials	Durch Monopolstellung gegeben
Distributionskonzept	Bis anhin war eine aufwändiges Versenden der Daten nötig. Nachführungen kamen nur noch periodisch oder gar nicht mehr zu Stande. Neu sind Daten immer auf dem aktuellsten Stand. Arbeitsintensives ex- und importieren von Daten entfällt.
Branding	Ein Amt zeigt auf wie volkswirtschaftlich sinnvoll, effektiv und aktuell Daten ausgetauscht werden können
Produkt/Marktkombination	
Kundenbeschrieb	Bund
Nutzen des Produktes	Das Produkt ermöglicht ein zeitgemässe Verteilung von Daten mit den Vorteilen: Aktuelle Daten.
Art der Leistungserstellung	Serverbetrieb, Softwarebetrieb, Datenunterhalt
Ertragsmechanik	
Art der Einnahmengenerierung	Keine, aber Volkswirtschaftlich sinnvoll
Wachstumsaspekte	-

6.3.2 Geschäftsmodell „Diese Dienstleistung generiert einen Mehrwert“

Beispiel: Prüfung von Daten auf Ihre Korrektheit

Vermarktungsmodell	
Bindung des Kundenpotentials	Unabhängig Prüfstelle für Geodaten
Distributionskonzept	Die Daten inkl. Spezifikation (Modell, Darstellung) werden der Prüfstelle über einen Web-Service zugestellt.
Branding	Die Prüfstelle wird zu der „Datenprüfstelle“ der Schweiz. Vergibt ein Gütesiegel.
Produkt/Marktkombination	
Kundenbeschrieb	Gemeinden, welche von unabhängiger Stelle die Korrektheit der Daten bestätigt bekommt. Datenproduzenten, die eine unabhängige Bestätigung der Korrektheit der Daten bekommt.
Nutzen des Produktes	Unabhängig Kontrollstelle
Art der Leistungserstellung	Vergibt Fehlerprotokolle und Gütesiegel
Ertragsmechanik	
Art der Einnahmengenerierung	Vor dem Durchführen der Dienstleistung Online Abrechnung oder mit Abonnentenvertrag
Wachstumsaspekte	Neue Aspekte der Datenpflege

6.3.3 Geschäftsmodell „Informationspflicht“

Beispiel: Vernehmlassung einer Zonenplanänderung

Vermarktungsmodell	
Bindung des Kundenpotentials	Durch Monopolstellung gegeben. Die Gemeinde unterliegt bei Zonenplanänderungen der Informationspflicht, der Bürger oder das Gemeindeparlament muss der Vorlage mehrheitlich zustimmen.
Distributionskonzept	Die Gemeinde publiziert die Änderungen am Zonenplan mit Hilfe eines Geo-Webdienstes
Branding	Wird in die Werbung des Internet Gemeindeauftrittes integriert.
Produkt/Marktkombination	
Kundenbeschrieb	BürgerInnen
Nutzen des Produktes	Die Gemeinde verringert Ihre Publikations- und Versandkosten
Art der Leistungserstellung	Als Geo-Webdienst
Ertragsmechanik	
Art der Einnahmengenerierung	Kostenlose Dienstleistung, Verlagerung der Publikationskosten auf die Bürger
Wachstumsaspekte	Auch Publikation von anderen relevanten räumlichen Gemeindeaufgaben: Bauprojekte, Lehrwohnungsbestand, Bauflächen

6.3.4 Geschäftsmodell „Werbung“

Beispiel: Routenplaner für Skitouren für Region im Berggebiet

Vermarktungsmodell	
Bindung des Kundenpotentials	Die Kunden werden nicht über den Geo-Webdienst gebunden, sondern durch das Dienstleistungsangebot der Region
Distributionskonzept	Einbau in das Internetangebot der Region
Branding	Vorstellen des neuen Dienstes in Regionaljournalen, Fachzeitschriften, Auflage von Flyern in den Hotels und Tourismuszentren der Region
Produkt/Marktkombination	
Kundenbeschrieb	Touristen, Skitourenliebhaber
Nutzen des Produktes	Die Skitourenliebhaber können bequem von zu Hause aus eine Tour zusammenstellen und die jeweilige Infrastruktur buchen.
Art der Leistungserstellung	Geo-Webdienst gibt Auskunft über die Skitouren der Region, inkl. Streckenbeschrieb, Wetterverhältnisse, Hütten- und Hotelbelegung
Ertragsmechanik	
Art der Einnahmengenerierung	Dienst ist kostenlos, wird über die Tourismusregion finanziert.
Wachstumsaspekte	Angebote auch von Wanderungen und Biketouren

6.3.5 Geschäftsmodell „Diese Information ist etwas wert“

Beispiel: Aktuelle Datengrundlage für Navigationssysteme am Beispiel Staumelder

Vermarktungsmodell	
Art der Erschliessung des Kundenpotentials	Geschäftsbeziehung
Distributionskonzept	Zusammenarbeit mit Navigationsgerätehersteller
Branding	Bekannt für die aktuellsten Staumeldung
Produkt/Marktkombination	
Kundenbeschrieb	Hersteller von Navigationsgerätehersteller, Endkunde AutofahrerIn
Nutzen des Produktes	Hilft sich schneller zurechtzufinden, erleichtert die Navigation durch Ausweichen von Staus
Art der Leistungserstellung	SMS Kommunikation
Ertragsmechanik	
Art der Einnahmengenerierung	Abrechnung im Abonnement
Wachstumsaspekte	Anzeigen von freien Parkplätzen

7 Ausblick

Genauso, wie es nicht einfach ist, das Web und das Internet auseinander zu halten, so steht es offensichtlich mit dem Begriff „Geo-Webdienst“: Mit dem Web bezeichnete man ursprünglich Texte und Grafiken, die mit Hyperlinks aufeinander zeigen und so ein Netzwerk (Web) bilden - es handelt sich also um eine Benutzerschnittstelle. Das Web ist damit ein Protokoll des Internets (HTML über http) unter vielen anderen (Mail, ftp, telnet etc.).

In Zukunft werden noch mehr anwendungsspezifische Geo-Webdienste als Benutzerschnittstelle angeboten.

Location Based Services (LBS) bilden zusammen mit der Telekommunikation den „Innovationsmotor“ mit allen lauten Geräuschen, die zu einem sich entwickelnden und rasch wandelnden Bereich gehören.

Bei den Geo-Webdiensten als Programmschnittstelle wird die Notwendigkeit der Beschreibung von Geo-Webdiensten immer wichtiger: Dienste im Web müssen genauso bekannt und zugänglich gemacht werden wie Geodaten. Im Bereich der Sicherheit und der Verknüpfung von allgemeinen Webservices (zu denen Geo-Webdienste zählen) stehen einige Standardisierungsvorschläge und Referenzimplementierungen zur Diskussion.

Eine genormte Qualitätsangabe und eine automatisierte semantische Zuordnung sind in naher Zukunft kaum zu erwarten. Mit der „Service Orientierten Architektur“ steht bereits ein neuer Trend vor der Tür, der die Technologie der Webdienste erweitern oder ablösen soll.

8 Anhang

8.1 Weblinks

- Deutsche Übersetzungen der W3C Spezifikationen: edition-W3C (www.edition-w3c.de/)
- European Committee for Standardisation CEN: (www.cenorm.be)
- Geocat.ch: (www.geocat.ch)
- IBM Seiten zu Webservices: (www.130.ibm.com/developerworks/webservices/)
- INTERLIS: (www.interlis.ch)
- ISO TC/211: (www.isotc211.org)
- ISO: (www.iso.org)
- KOGIS: (www.kogis.ch, www.e-geo.ch)
- Microsoft-Seiten zu Webservices: (msdn.microsoft.com/webservices/)
- Net Lexikon (www.net-lexikon.de/Webservice.html)
- OASIS: (www.oasis-open.org)
- OGC: (www.opengis.org)
- OGC Web Service: Project Web Site, 22.2.2002 (www.intl-interfaces.com/servicemodel/)
- Online Glossar (www.integis.ch)
- Schweizerische Normen Vereinigung SNV (www.snv.ch)
- Seiten des W3C über Web-Services (www.w3c.org/wsorg/2002/)
- Sun Microsystems Seiten zu Webservices: (java.sun.com/webservices/)
- TC211 – OGC coordination group: (www.opengis.org/iso)
- W3C Seiten zum Thema Web Services: (www.w3.org/2002/ws/)
- Web Services and Service-Oriented Architectures. Definitionen und Erklärungen (englisch): (www.service-architecture.com/)
- Webservices: (www.webservices.org/)
- World Wide Web Consortium: (www.w3c.org)
- XML protocol (englisch) (www.w3.org/XML/)
- Vergleich von SOAP, XML-RPC und Rest: (www.oio.de/m/soap-xmlrpc-rest/ oder www.xml.com/pub/a/2004/12/01/restful-web.html)
- Zusammenstellung verschiedenster Herstellerdefinitionen zum Begriff Web Service (www.jeckle.de/webServices/index.html)

8.2 Literatur

- Badach, A.; Rieger, S. und M. Schmauch (2003): Web-Technologien. Architekturen, Konzepte, Trends. Hanser Verlag.
- BERLECON RESEARCH GmbH (2003): Basisreport Integration mit Web Services. Konzept, Fallstudien und Bewertung.
- Eberhart, A. und St. Fischer (2003): Web Services. Grundlagen und praktische Umsetzung mit J2EE und .NET. Hanser Verlag.
- Fornefeld, M. und P. Oefinger (2005): Verrechnungsmodelle für Geo-Webdienste. MICUS Management Consulting GmbH.
- OpenGIS Abstract Specification, Topic 12: OpenGIS Service Architecture (02-112), same as ISO 19119.
- OpenGIS Discussion Paper: OpenGIS Web Services Architecture (03-025).
- SOGI FG GIS-Technologie (2003): Worin liegt der praktische Nutzen von Interoperabilität und Normung für den GIS-Anwender in der Schweiz? Bericht der Fachgruppe GIS-Technologie.

8.3 Glossar

Dieses Glossar stellt keinen Anspruch auf Vollständigkeit.

B2B	Business-To-Business. (Elektronische) Kommunikationsbeziehungen zwischen Unternehmen, im Gegensatz zur Kommunikation mit Privatpersonen, Mitarbeitern oder öffentlicher Verwaltung.
B2C	Business-To-Consumer. Steht für (elektronische) Kommunikationsbeziehungen zwischen Unternehmen und Privatpersonen (Konsumenten), im Gegensatz zu Kommunikationsbeziehungen zu anderen Unternehmen oder Behörden.
CAT	Catalog Interface des Open Geospatial Consortiums (OGC). Schnittstellenbeschreibung für die automatische Recherche von Geodaten. URL: portal.opengeospatial.org/files/?artifact_id=5929&version=1
CEN	Comité Européen de Normalisation. Europäisches Komitee für Normung. URL: www.cenorm.be/
COM	Component Object Model. Eine von Microsoft entwickelte proprietäre Technologie, um unter Windows Klassen aus DLLs (Dynamic Link Libraries) zu exportieren. Somit soll COM eine leichte Wiederverwendung von bereits geschriebenem Programmcode möglich machen.

CORBA	Common Object Request Broker Architecture. Eine objektorientierte Middleware, die plattformübergreifende Protokolle und Dienste definiert und von der Object Management Group (OMG) entwickelt wird. CORBA ermöglicht das Erstellen verteilter Anwendungen in heterogenen Umgebungen.
DCOM	Distributed Component Object Model ist ein von Microsoft definiertes Protokoll, um Programmkomponenten über ein Netzwerk kommunizieren zu lassen.
DIS	Draft International Standard
DOM	Document Object Model. Ein so genanntes Application Programming Interface (API). Beschreibt, wie man programmiersprachunabhängig auf HTML- oder XML-Dokumente zugreifen kann.
EAI	Enterprise Application Integration. Integration von verschiedenen Applikationen auf unterschiedlichen Plattformen zu Geschäftsprozessen
e-geo	Das Impulsprogramm e-geo.ch im Rahmen der nationalen Geodaten-Infrastruktur NGDI ist eine Initiative von KOGIS, dem interdepartementalen Koordinationsorgan für Geoinformation und geographische Informationssysteme des Bundes. URL: www.e-geo.ch
EUROGI	EUROpean umbrella Organisation for Geographic Information. Die EUROGI will den Gebrauch von geographischen Informationen zugunsten der Bürger, der Regierungen und des Handels in Europa maximieren und die Sichtweise der Geographischen-Informationen-Gemeinschaft darstellen. URL: www.eurogi.org/
FGDC	Federal Geographic Data Committee. Das FGDC ist ein amerikanisches, behördenübergreifendes Gremium mit 19 Mitgliedern aus den Stabsstellen des Präsidenten, aus dem Kabinett und aus unabhängigen Agenturen. Das FGDC entwickelt die nationale Geodateninfrastruktur (NSDI) in Zusammenarbeit mit nationalen, regionalen und lokalen Organisationen, den Hochschulen und dem privaten Sektor. URL: www.fgdc.gov/
FTP	File Transfer Protocol. Netzwerkprotokoll zur Dateiübertragung über TCP/IP-Netzwerke.
GeolG	Geoinformationsgesetz.
GML	Geography Markup Language. XML-basiertes Format für Speicherung und Austausch von Geodaten. URL: portal.opengeospatial.org/files/?artifact_id=4700
GSDI	Global Spatial Data Infrastructure Association
HTTP	HyperText Transfer Protocol. Zustandsloses Protokoll zur Übertragung von Webseiten im World Wide Web. URL: www.w3.org/Protocols/

IIOB	Internet Inter ORB Protocol. Es handelt sich dabei um ein in COR-BA definiertes Protokoll.
ISO	International Organization for Standardization. Internationale Vereinigung der Standardisierungsgremien. URL: www.iso.org/
J2EE	Java 2 Platform, Enterprise Edition. Spezifikation einer Standardarchitektur für die Ausführung von J2EE-Applikationen. URL: java.sun.com/j2ee/index.jsp
J2ME	Java 2 Platform, Micro Edition. Eine Umsetzung der Programmiersprache Java für so genannte »embedded consumer products« wie etwa Mobiltelefone oder PDAs.
Java RMI	Java Remote Method Invocation.
Jigsaw	Webserver des World Wide Web Consortiums, der zur Demonstration neuer Web Protokolle konzipiert wurde.
KOGIS	Koordinationsstelle der geografischen Information und geografischen Informationssysteme der Bundesverwaltung. URL: www.kogis.ch/
LBS	Location Based Services. Bezeichnen standortbasierte Dienste oder Informationsangebote, welche den aktuellen Standort der Person bei der Informationsauswahl berücksichtigen.
NGDI	Nationale GeoDaten Infrastruktur.
NSDI	National Spatial Data Infrastructure
OGC	Open Geospatial Consortium. Führende GIS-Hersteller, Datenproduzenten, Behörden, Organisationen und Forschungseinrichtungen haben sich 1994 im Open Geospatial Consortium (OGC) zusammengeschlossen. Ziel des Zusammenschlusses ist die Definition von herstellerübergreifenden, "offenen" Programmschnittstellen, die Standardisierung von GIS-Techniken, sowie die Förderung der GIS-Technologie. URL: www.opengeospatial.org/
RPC	Remote Procedure Call. Spezifikation, die es Software auf verschiedenen Systemen und unter verschiedenen Umgebungen erlaubt, miteinander über das Internet zu kommunizieren
SAML	Security Assertion Markup Language. Auszeichnungssprache für "Sicherheitsbestätigungen". Es stellt innerhalb von XML Spachfeatures bereit, um sicherheitsbezogene Informationen zu beschreiben und zu übertragen. URL: www.oasis-open.org/committees/tc_home.php?wg_abbrev=security
SMTP	Simple Mail Transfer Protocol. Protokoll der TCP/IP-Protokollfamilie, das den Versand von E-Mails in Computer-Netzwerken regelt.
SNV	Schweizerische Normenvereinigung. URL: www.snv.ch/

SOAP	Simple Object Access Protocol. Protokoll, mit dessen Hilfe Daten zwischen Systemen ausgetauscht und Remote Procedure Calls ausgeführt werden können. URL: www.w3.org/TR/soap/
SSL	Secure Socket Layer. Verschlüsselungsprotokoll für Datenübertragungen im Internet.
TCP/IP	Transmission Control Protocol. Zuverlässiges, verbindungsorientiertes Transportprotokoll in Computernetzwerken. Internet Protocol: Ein in Computernetzen weit verbreitetes Netzwerkprotokoll. Es ist die Implementierung der Internet-Schicht des TCP/IP-Modells.
TLS	Transport Layer Security. Standardisierte Weiterentwicklung von SSL 3.0.
UDDI	Universal Description, Discovery and Integration. Anwendung von SOAP. Sie stellt mit Hilfe einer SOAP Schnittstelle einen Verzeichnisdienst bereit. Dieser Verzeichnisdienst enthält Unternehmen, ihre Daten und ihre Services. URL: www.uddi.org/
URI	Uniform Resource Identifier. URIs werden zur Bezeichnung von Ressourcen (wie Webseiten, sonstigen Dateien, Aufruf von Webservices, aber auch z.B. E-Mail-Empfängern) im Internet und dort vor allem im WWW eingesetzt.
W3C	World Wide Web Consortium. Gremium zur Standardisierung des Internet betreffender Techniken. URL: www.w3.org/
WFS	Web Feature Service des Open Geospatial Consortiums (OGC). Im Unterschied zum WebMapServer liefert der Web Feature Server Vektordaten als in GML codierte Antwort auf standardisierte Anfragen. Ausserdem erlaubt diese Spezifikation das Erstellen, Löschen und Ändern von Vektordaten. URL: https://portal.opengeospatial.org/files/?artifact_id=7176
WMS	Web Map Service. Die WMS-Spezifikation des Open Geospatial Consortiums (OGC) beschreibt die einheitliche Schnittstelle für den internetbasierten Zugriff auf Kartenserver. URL: portal.opengeospatial.org/files/?artifact_id=5316
WSDL	Web Services Description Language. Definiert einen plattform-, programmiersprachen- und protokollunabhängigen XML-Standard zur Beschreibung von Netzwerkdiensten (Webservices) zum Austausch von Nachrichten. URL: www.w3.org/TR/wsdl

XML	Extensible Markup Language. Standard zur Erstellung maschinen- und menschenlesbarer Dokumente in Form einer Baumstruktur. definiert dabei die Regeln für den Aufbau solcher Dokumente. URL: www.w3.org/XML/
XML-RPC	XML Remote Procedure Call. Eine Spezifikation, die es Software auf verschiedenen Systemen und unter verschiedenen Umgebungen erlaubt, miteinander über das Internet zu kommunizieren.

8.4 Abbildungsverzeichnis

Abbildung 1: Organisation eines Webdienstes anhand des Beispiels von Google	5
Abbildung 2: Interaktionen Mensch-Maschine, Maschine-Maschine	8
Abbildung 3: Metadatenportal „Geocat.ch“	13
Abbildung 4: Ergebnisliste einer Suche nach Metadaten mit dem Begriff „Luzern“	14
Abbildung 5: Digitaler Wanderführer des Schweizerischen Nationalparks	15
Abbildung 6: Portal für Routenplanung	16
Abbildung 7: Beispiel Geodatenshop Swisssnames.....	16
Abbildung 8: Beispiele von Normen und de facto Normen	21
Abbildung 9: Ebenen der Interoperabilität.....	22
Abbildung 10: Interoperabilitäts-Ebenen und zugehörige Standards.....	28
Abbildung 11: SOAP-Kommunikation (Quelle: Berlecon Research 2003).....	33
Abbildung 12: Architektur von (Geo)-Webdiensten.....	38
Abbildung 13: Geschäftsmodell (Prof. Dr. W. Ackermann UNI SG).....	40