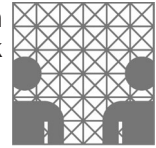




Universität Hamburg

Fachbereich
Informatik



Integration verteilter Geodatendienste: Ein Internetportal für die Metropolregion Hamburg

Diplomarbeit

Universität Hamburg
Fachbereich Informatik

von

Olaf C. Bauer

Hallerplatz 4
20146 Hamburg
Matrikelnummer 4725152

eingereicht bei

- Erstbetreuer -

Prof. Dr. J. W. Schmidt
Arbeitsbereich Softwaresysteme
Technische Universität Hamburg-Harburg

und

- Zweitbetreuer -

Prof. Dr. K. Kaiser
Arbeitsbereich Technische Informatiksysteme
Universität Hamburg, Fachbereich Informatik

Hiermit erkläre ich, dass ich die vorliegende Arbeit selbstständig verfasst und dazu keine anderen als die Angegebenen Quellen und Hilfsmittel verwendet habe.

Hamburg, den 26. Januar 2005

Olaf C. Bauer

Inhaltsverzeichnis

1	Einleitung	1
1.1	Motivation	1
1.2	Zielsetzung	2
1.3	Struktur	3
1.4	Anmerkung zu den Formatierungen	4
1.5	Danksagung	4
2	Rahmenbedingungen und Systemanforderungen	5
2.1	Projekthintergrund	5
2.1.1	Metropolregion Hamburg	5
2.1.2	Kommunale Informationssysteme	7
2.1.3	Geo- und Planungsdienste	9
2.1.4	Geodateninfrastruktur in der Metropolregion Hamburg	10
2.2	Systemanforderungen	14
3	Geoinformationssysteme in E-Government-Portalen	17
3.1	Electronic Government	17
3.1.1	Begriffsbestimmung	18
3.1.2	Anwendungsfelder	19
3.1.3	<i>geoGovernment</i>	22
3.1.4	E-Government in Deutschland	23
3.2	Geographische Informationssysteme	26
3.2.1	Entwicklung	26
3.2.2	Grundlagen	27
3.2.3	Open Geospatial Consortium	33
3.3	Content Management Systeme	55
3.3.1	Grundlagen	55

3.3.2	Web Content Management Systeme	56
3.4	Zusammenfassung	57
4	Konzeption und Systementwicklung	59
4.1	Konzeption	59
4.2	Integration von Geodatendiensten mit DEEGREE	63
4.2.1	COREMEDIA [®] SMART CONTENT TECHNOLOGY	63
4.2.2	LAT/LON DEEGREE [®]	64
4.3	Simulation der Geodateninfrastruktur	68
4.3.1	AUTODESK MAPGUIDE [®]	69
4.3.2	ESRI ARCGIS [™]	70
4.3.3	INTERGRAPH GEOMEDIA [®]	72
4.4	Prototyp: Bürgerbeteiligung in der Bauleitplanung	74
4.4.1	Anwendungsdomäne: Bürgerbeteiligung in der Bauleitplanung	74
4.4.2	Konzeption des Prototyps	80
4.4.3	Technische Realisierung des Prototyps	81
4.4.4	Fazit	88
5	Schlussbetrachtungen	91
5.1	Zusammenfassung	91
5.2	Ausblick	92
	Literaturverzeichnis	I

Abbildungsverzeichnis

2.1	Metropolregion Hamburg	6
2.2	Startseite des Webauftritts der Metropolregion Hamburg	8
2.3	Hamburger Metadatenkatalog: Anfrageergebnis einer Metadatenuche	12
2.4	GEOINFO.ONLINE, Fachanwendung MUSIS: Ausschnitt von Fachinhalten des „Medizin-Clusters“ im Innenstadtbereich	13
2.5	Systemarchitektur von UMWELTINFO.ONLINE	13
2.6	Konzeptuelle Darstellung der Portalarchitektur	15
3.1	Anwendungsfelder von <i>E-Government</i>	21
3.2	Deutschland-Online: Fünf Säulen und drei Prinzipien	25
3.3	Planungshierarchie in Bund, Land und Kommunen	33
3.4	Wertschöpfungskette für raumbezogene Informationen	35
3.5	Das OGC <i>Portrayal Model</i>	39
3.6	Das OWS <i>Service Framework (OSF)</i>	43
3.7	Logische Mehrschichtenarchitekturen werden auf verschiedene physikalische Architekturen abgebildet	45
3.8	<i>Thin vs. Thick Clients</i> : Visualisierung von über das Internet übertragenen Features	46
3.9	<i>Services Interoperability Stack</i>	50
3.10	Referenzmodellarchitektur für <i>Catalog Services</i>	53
3.11	Integration des <i>Converage Portrayal Service</i> in das OpenGIS-Dienstemodell	54
4.1	DEEGREE als <i>Portrayal Middleware</i> : Kaskadierung von WMS- und Visualisierung von WFS-Daten	60
4.2	Architektur für die Integration der Geodateninfrastruktur der Metropolregion Hamburg in ein von CoreMedia SCT verwaltetes Metropolregionsportal	61
4.3	Datenflussdiagramm von der Integration eines kaskadierenden <i>Web Map Service</i> in ein <i>Web Content Management System</i> mithilfe des GISINTEGRATORS	62
4.4	Architektur von COREMEDIA SCT: <i>Live</i> - und Produktionsumgebung	63
4.5	Architektur der von DEEGREE realisierten OpenGIS-Dienste (Auszug)	65

4.6	Konfigurationsdateien des DEEGREE-WMS	66
4.7	Komponenten der ARCGIS-Produktfamilie	71
4.8	Beispiel für einen Bebauungsplan	76
4.9	Anwendungsfalldiagramm einer Annotation	81
4.10	Startseite der Stadtplanung Seevetal	82
4.11	Platzierung der Annotationsmarkierung auf der Planzeichnung und Eingabe des An- notationstextes	84
4.12	GISINTEGRATOR: Bearbeitung einer Annotation (Ausschnitt)	85
4.13	Komponenten für transaktionale GIS-Dienste: Kommunikation des WFS-Adapters mit dem GISINTEGRATOR und dem DEEGREE-WFS	85
4.14	Datenflussdiagramm mit transaktionalen WFS-Diensten für die Annotationen in dem Beteiligungsprototyp	87

Kapitel 1

Einleitung

In dieser Diplomarbeit werden Anwendungsfelder, Konzepte und Technologien behandelt, die geeignet sind, um verteilte Geodatendienste in von *Web Content Management Systemen* verwaltete Webportale zu integrieren.

Im Folgenden werden die Motivation, die Zielsetzung und die Gliederung der Arbeit vorgestellt.

1.1 Motivation

Die aktuelle Entwicklung von Internet-basierten Geographischen Informationssystemen (GIS) ist von hoher Dynamik geprägt. Die Abfrage von Geodaten und deren Anzeige im *Webbrowser* in Form von Karten – so genanntes *Web Mapping* – ist heute eine bewährte und vielfach eingesetzte Technik. Falls auch eine Bearbeitung der Geodaten im *Webbrowser* notwendig ist, wird diese bislang durch transaktionale Geodatendienste realisiert, die proprietäre *Browser Plugins* erfordern. Die Installation und Verwendung dieser speziellen *Plugins* stellt für viele Internetnutzer ein nicht zu unterschätzendes Hindernis dar und wird in Firmen und Behörden aus Sicherheitsgründen in der Regel nicht zugelassen. Um eine möglichst breite Anwendergruppe zu erreichen, ist eine direkte Verwendung von transaktionalen Geodatendiensten mit unmodifizierten Webbrowsern wünschenswert. Solche transaktionalen *Plugin*-freien Geodatendienste gehören nicht zum Standardumfang gängiger *Web Mapping*-Softwarepakete und erfordern besondere Lösungsansätze.

In der Regel werden für Geodatendienste spezialisierte Webseiten verwendet, die gezielt für die Benutzung dieser Dienste erstellt wurden. Umfangreiche Webauftritte und Webportale werden heutzutage mit *Web Content Management Systemen* (WCMS) verwaltet, welche die Arbeitsteilung von Redakteuren, Web-Designern und Anwendungsprogrammierern unterstützen, um digitale Inhalte (*Content*), bestehend aus Text, Bildern oder Multimediadaten, zu publizieren. Ein Großteil dieser Inhalte besitzt einen Raumbezug, dessen Visualisierung in Form von Karten dem Portalbenutzer eine präzisere Vorstellung oder eine schnellere Auffassung der zu vermittelnden Information ermöglicht. Ein Portal wird so durch die Möglichkeit zur Ergänzung seines *Content* mit raumbezogenen Informationen und Diensten aufgewertet. Beispielsweise könnte ein Web-Redakteur eine aktuelle Meldung durch einen von einem Geodatenserver gelieferten und zum Ort des Ereignisses passenden Kartenausschnitt ad hoc in die Webseite einfügen. Durch den direkt visualisierten Raumbezug wird so der Informationsgehalt der Nachricht erhöht. Ebenso sind transaktionale Geodatendienste auch in einem

regionalen Internetportal wünschenswert. So könnte zum Beispiel der Web-Redakteur einer Kommune einen von einem Geodatenserver gelieferten Stadtplan für ein Straßenfest mit eigenen graphischen Markierungen zu den betroffenen Straßen und Zufahrtswegen versehen. Diese werden in Form von Geodaten als Ergänzung zu dem Plan gespeichert und auf dem Portal der Region publiziert.

Für die effiziente Integration von verteilten Geoinformationssystemen in *Web Content Management Systeme* ist der Einsatz der OpenGIS®-Standards des OGC™ (OPEN GEOSPATIAL CONSORTIUM) empfehlenswert. Das OGC™ definiert diese Standards für Schnittstellen und Datenstrukturen, um die Interoperabilität von Geoinformationssystemen zu ermöglichen. Dieser dienstebasierte Ansatz erlaubt den Aufbau von Geodateninfrastrukturen mit heterogenen und verteilten Geodaten systemen. Die OpenGIS™-Standards werden von vielen proprietären und freien beziehungsweise quelloffenen GIS-Produkten in unterschiedlichem Umfang unterstützt.

Viele der in der öffentlichen Verwaltung anfallenden Informationen haben einen Raumbezug. So stellen Landesvermessungsämter und -betriebe Geobasisdaten zur Verfügung, Umweltschutzbehörden bieten Karten zur Wasser-, Luft-, und Bodengüte an, und Planungsabteilungen wollen auf einfachem Wege raumbezogene Informationen mit anderen Behörden austauschen oder Bürgern zukommen lassen. Auf der regionalen Ebene werden diese Geodatenbestände dezentral aktuell gehalten. Daher spielen verteilte georeferenzierte Informationsbestände als Grundlage von Geodatendiensten in regionalen Internetportalen wie dem der Metropolregion Hamburg eine besondere Rolle. Diese Internetportale dienen als Schnittstelle zwischen Verwaltung und Bevölkerung, aber auch zwischen Verwaltungen auf gleicher und unterschiedlicher Hierarchieebene und bilden eine geeignete Plattform für *E-Government*-Anwendungen. Für die Verwaltung solcher Dienstleistungsportale werden *Web Content Management Systeme* wie zum Beispiel die COREMEDIA® SMART CONTENT TECHNOLOGY eingesetzt.

Bei den oben skizzierten Anwendungsszenarios stellt sich die Frage, inwieweit sich die Arbeitsteilungskonzepte, die sich in *Web Content Management Systemen* durch die Trennung von Content, Layout und Anwendungslogik bewährt haben, sinnvoll in Produktivitätsvorteile bei der Publikation von Geodaten umsetzen lassen. Zu untersuchen ist weiterhin, welche Integrationstiefe von WCMS und Geodatendiensten dabei notwendig und sinnvoll ist, und welche Anwendungsbereiche mit vorhandenen OpenGIS-konformen GIS-Softwarepaketen abgedeckt werden können.

In dieser Diplomarbeit werden die Möglichkeiten einer vereinfachten Kartenpublikation durch die Integration von OpenGIS-konformen transaktionalen verteilten Geodatendiensten und *Web Content Management Systemen* am Beispiel von COREMEDIA® SCT konzeptuell erarbeitet und praktisch erprobt. Der Praxisbezug besteht dabei in der Entwicklung eines Prototyps für Internet-basierte Beteiligungsverfahren im Rahmen einer interdisziplinären Projektkooperation für verteilte Geo- und Planungsdienste für das Webportal der Metropolregion Hamburg. Kooperationspartner des Projektes sind der Arbeitsbereich Softwaresysteme, der Arbeitsbereich Stadt-, Regional- und Umweltplanung der Technischen Universität Hamburg-Harburg und die Gemeinde Seevetal aus der Metropolregion Hamburg.

1.2 Zielsetzung

Folgende Ziele werden von dieser Arbeit praktisch und schriftlich verfolgt:

- Einführung in die Projektkooperation, in deren Rahmen die Arbeit entstanden ist. Dazu gehört

eine Vorstellung der Metropolregion Hamburg sowie dem Konzept von verteilten Geo- und Planungsdiensten, die in ein Internetportal für die Metropolregion integriert werden.

- Beschreibung der zu Grunde liegenden Technologien, Standards und Entwicklungen: Geoinformationssysteme, Spezifikationen des OPEN GEOSPATIAL CONSORTIUMS, *Web Content Management* Systeme und *E-Government*.
- Einrichtung einer Geodateninfrastruktur, die technologisch der der potenziellen Anbietern von Geodaten in der Metropolregion entspricht. Dazu zählt ist die Installation und Konfiguration von Geoinformationssystemen der Hersteller AUTODESK®, ESRI®, INTERGRAPH®, LAT/LON® und ORACLE®.

Um diese Ziele zu erreichen, wird ein Konzept für die Integration der Geodateninfrastruktur aus verteilten, heterogenen Geoinformationssystemen in das *Web Content Management System* CORE-MEDIA® SCT unter Verwendung OpenGIS®-Standards des OGCTM erarbeitet. Um dabei die Komplexität der Schnittstelle zwischen WCMS und GIS niedrig zu halten, wird eine *Middleware* vorgesehen, die zwischen den Systemen vermittelt, indem die externen GIS als ein einzelner Geodatendienst gebündelt angeboten werden.

Zur Überprüfung des Ansatzes wird der Prototyp einer Anwendung für die internetgestützte Bürgerbeteiligung in der Bauleitplanung mit transaktionalen Geodatendiensten entwickelt. Dabei wird das Konzept mit Hilfe des *Frameworks* DEEGREE als OpenGIS-Middleware zwischen den Geoinformationssystemen und COREMEDIA SCT umgesetzt. Im Rahmen der Systementwicklung werden die Möglichkeiten und Grenzen bei der Benutzung vorhandener Systeme ermittelt und darüber hinaus benötigte Komponenten ergänzt.

1.3 Struktur

Nach dieser Einleitung wird im Kapitel 2 auf die Rahmenbedingungen und Systemanforderungen der Projektkooperation eingegangen. Der konzeptionelle Hintergrund des Projektes wird in (Kapitel 2.1) beschrieben. Dazu erfolgt die Vorstellung der Metropolregion Hamburg und der Besonderheiten von kommunalen Informationssystemen. Auf eine Einführung in Geo- und Planungsdienste folgt die Beschreibung der in der Metropolregion Hamburg vorhandenen Geodateninfrastruktur. Das Kapitel endet mit der Beschreibung der sich aus diesen Rahmenbedingungen ergebenden Systemanforderungen an die Integration von verteilten Geodatendiensten in regionale Internetportale (Kapitel 2.2).

Im Kapitel 3 werden die grundlegenden Aspekte für die Verwendung von Geoinformationssystemen in Internetportalen für *Electronic Government* beschrieben. Dazu wird im Kapitel 3.1 zunächst eine Einführung in *Electronic Government* geliefert, in der die Bedeutung des Begriffs, seine Anwendungsfelder, die Zusammenhänge mit raumbezogenen Diensten und die aktuellen Entwicklungen in Deutschland erläutert wird. Im Kapitel 3.2 werden Geographische Informationssysteme an Hand ihrer Entwicklung, ihrer technologischen Grundlagen und der aktuellen Standardisierungsbestrebungen des OPEN GEOSPATIAL CONSORTIUMS vorgestellt. Das Kapitel endet mit einer kurzen Vorstellung von *Content Management Systemen* im Kapitel 3.3 und einer Zusammenfassung der bis dahin gewonnenen Erkenntnisse im Kapitel 3.4.

Im Kapitel 4 wird auf den technologischen Grundlagen des vorangegangenen Teils aufbauend ein Konzept für die Integration von Geodatendiensten in das Internetportal vorgestellt (Kapitel 4.1). Im

Kapitel 4.3 wird die Simulationsumgebung für die Geodateninfrastruktur in der Metropolregion Hamburg beschrieben. Auf der Basis dieser Simulationsumgebung wird ein Prototyp für die „Bürgerbeteiligung in der Bauleitplanung“ realisiert (Kapitel 4.4), mit dessen Beschreibung das Kapitel 4 endet.

Die Arbeit schließt mit dem Kapitel 5, das eine Zusammenfassung der Ergebnisse (Kapitel 5.1) und einen Ausblick auf Möglichkeiten zur Fortführung des Projektes beinhalten (Kapitel 5.2).

1.4 Anmerkung zu den Formatierungen

Beim Verfassen einer wissenschaftlichen Arbeit im Fach Informatik ist es kaum vermeidbar, eine Vielzahl von englischen Fachbegriffen zu benutzen, für die keine sinnvolle Übersetzungen existieren. Daher werden diese mit folgenden Formatierungen gekennzeichnet, um die Lesbarkeit zu erhöhen: Englische Begriffe sind durch *geneigte* Schrift gekennzeichnet. Ausnahmen bilden ursprünglich englische Wörter, deren Verwendung in der deutschen Sprache üblich geworden ist, wie zum Beispiel Web, Internet, Computer oder Software etc., die in normaler Schrift und großgeschrieben verwendet werden. Namen von Organisationen, Firmen und Produkt werden mit KAPITÄLCHEN gesetzt. Quelltexte von Programmen und Konfigurationsdateien sowie Internetadressen (URLs), Befehle und Parameter werden in Schreibmaschinenschrift dargestellt. Besonders hervorgehobene Wörter werden *kursiv* gesetzt.

1.5 Danksagung

Ich bedanke mich herzlich bei Herrn Prof. Dr. Joachim W. Schmidt, Arbeitsbereich Softwaresysteme der TU Hamburg-Harburg für die Betreuung dieser Arbeit und für den Einsatz, mit dem er das gesamte Projekt unterstützt hat. Herrn Prof. Dr. Karl Kaiser vom Fachbereich Informatik der Universität Hamburg danke ich sehr für die Zweitbetreuung meiner Arbeit. Weiterhin danke ich Herrn Rainer Marrone, Oberingenieur am Arbeitsbereich STS der TU Hamburg-Harburg, der jederzeit für Erörterungen technischer Fragestellungen zur Verfügung stand. Besonders danke ich auch Herrn Dr. Kai-Uwe Krause, Arbeitsbereich Stadt-, Regional- und Umweltplanung der TU-Harburg für seine Auskunftsbereitschaft bei planerischen Fachfragen und für die großzügige Bereitstellung von Hard-, und Software sowie meinem Kommilitonen Herrn Niels Hoffmann für die kollegiale Zusammenarbeit bei der Realisierung des Projektes. Außerdem danke ich Herrn Dr. Hans-Werner Sehring, Wissenschaftlicher Mitarbeiter am Arbeitsbereich STS der TU Hamburg-Harburg, der seit seiner Betreuung meiner Studienarbeit jederzeit für anregende Diskussionen zur Verfügung stand. Ich danke den wissenschaftlichen Mitarbeitern und Kommilitonen des Arbeitsbereichs STS für ihre Anregungen, aufmunternden Worte und den Spaß, den die Zusammenarbeit mit ihnen bereitet hat.

Mein besonderer Dank gilt meiner Familie für ihre fortwährende Unterstützung während meines gesamten Studiums.

Kapitel 2

Rahmenbedingungen und Systemanforderungen

Diese Arbeit ist im Rahmen der interdisziplinären Projektkooperation „Geo- und Planungsdienste für das Internetportal der Metropolregion Hamburg“ zwischen dem Arbeitsbereich Softwaresysteme [STS, 2004] und dem Arbeitsbereich Stadt-, Regional- und Umweltplanung [AB105, 2005] der Technischen Universität Hamburg-Harburg entstanden. Das Projekt baut auf den konzeptionellen Grundlagen auf, die von Dr. Kai-Uwe Krause im Rahmen der Projektreihe „Kommunale Informationssysteme“ [KIS, 2004] entwickelt wurden. In diesem Kapitel wird der Projekthintergrund (Kapitel 2.1) und die Systemanforderungen (Kapitel 2.2), die sich aus den Rahmenbedingungen ergeben, erläutert.

2.1 Projekthintergrund

In diesem Kapitel wird zunächst die Metropolregion Hamburg als politisches Konstrukt vorgestellt (Kapitel 2.1.1). Dann folgt eine Einführung in die Entwicklungsmöglichkeiten kommunaler Informationssysteme (Kapitel 2.1.2) mit besonderem Augenmerk auf Geo- und Planungsdienste (Kapitel 2.1.3). Danach wird die Geodateninfrastruktur in der Metropolregion Hamburg beschrieben, die potenziell in das Internetportal der Metropolregion eingebunden werden kann (Kapitel 2.1.4).

2.1.1 Metropolregion Hamburg

Unter einer Metropolregion wird in der europäischen Raumordnung ein hochverdichteter Agglomerationsraum mit in der Regel mehr als einer Million Einwohnern verstanden, der sich gemessen an ökonomischen Kriterien wie Wertschöpfung, Wirtschaftskraft und Einkommen überdurchschnittlich dynamisch entwickelt sowie international besonders herausgehoben und eingebunden ist [SenatFHH, 2004].

Der Begriff „Metropolregion Hamburg“ wurde im Zuge der 1991 beschlossenen Intensivierung der Zusammenarbeit des Senats der Freien und Hansestadt Hamburg und der Landesregierungen der Bundesländer Schleswig-Holstein und Niedersachsen geprägt [Kopitzsch, 2003]. Zur Zeit umfasst die Metropolregion Hamburg neben der Freien und Hansestadt Hamburg die niedersächsischen Landkreise Cuxhaven, Harburg, Lüchow-Dannenberg, Rotenburg (Wümme), Soltau-Fallingb., Stade

und Uelzen sowie die schleswig-holsteinischen Kreise Herzogtum Lauenburg, Pinneberg, Segeberg, Steinburg, Stormarn, Dithmarschen und den Partnerkreis Ludwigslust (siehe Abbildung 2.1). In dieser Region leben auf rund 18.000 km² etwa 4 Millionen Menschen¹ [MRH, 2005]. Bei den Kooperationen in der Metropolregion sind allerdings nicht immer alle Kreise gleichmäßig beteiligt. Vielmehr wird die Metropolregion mit dem Modell der „variablen Geometrie“ je nach Interessenlage der Projektteilnehmer reduziert oder auch erweitert [SenatFHH, 2004].

Der Hauptzweck der Metropolregion Hamburg sind die Erarbeitung und Fortschreibung des „Regionalen Entwicklungskonzeptes“, die Definition von Handlungsfeldern, die Festlegung von Leitprojekten sowie die Entscheidung über Fördermaßnahmen im Rahmen bilateraler Förderfonds (Hamburg ↔ Niedersachsen und Hamburg ↔ Schleswig-Holstein).



[Quelle: MRH, 2005]

Abbildung 2.1: Metropolregion Hamburg

Seit 1991 wurde in mehreren Stufen das Regionale Entwicklungskonzept (REK) erarbeitet und im November 2000 das REK 2000 verabschiedet. Es soll dazu dienen, die Zukunfts- und Funktionssicherheit der Metropolregion im ökonomischen, ökologischen und sozialen Bereich zu sichern und auszubauen. Dazu soll insbesondere die Kooperation in der Wirtschaft und auf dem Arbeitsmarkt, in der beruflichen Bildung und Weiterbildung, in Wissenschaft und Forschung, in der Siedlungs- und Freiraumentwicklung, in der Verkehrsinfrastruktur, in der Abfall- und Wasserwirtschafts-Planung, im Naturhaushalt, in der Naherholung sowie in der Aussendarstellung und im Marketing verstärkt werden [REK, 2000].

¹ Stand 2004

Seit 1997 wirken die Länderparlamente, Kammern, Gewerkschaften und Verbände der Region im Rahmen der Regionalkonferenz bei der Gestaltung der Kooperation mit. Als Steuerungsorgan dient ein Lenkungsausschuss aus Vertretern auf Kommunal- und Landesebene. Er nimmt geschäftsführende Aufgaben wahr und tagt alle zwei Monate. Das höchste Beschlussorgan der Metropolregion ist der Planungsrat auf der Ebene der Staatssekretäre. Er leistet die programmatische und planerische Vorarbeit und berichtet den Landesparlamenten regelmäßig über den Stand und die Perspektiven der Zusammenarbeit. Zusätzlich werden innovative Maßnahmen der Kommunen durch die bilateralen Förderfonds unterstützt, die seit den 1960er Jahren existieren [Kopitzsch, 2003].

Im Rahmen einer gemeinsamen Internetpolitik wurde auf Beschluss des Planungsrates ein Internetportal für die Metropolregion geschaffen. Dieses Leitprojekt der Metropolregion wurde am 26. Mai 2004 freigeschaltet [MRH, 2005], wodurch die wichtigsten Inhalte aus den Portalen der Region erstmals zentral auffindbar sind. Hierüber sollen im Rahmen von künftigen gemeinsamen *E-Government*-Anwendungen neben der reinen Informationsbereitstellung auch Online-Dienste angeboten und die lokal verfügbaren Anwendungen auf die Metropolregion ausgeweitet werden. Im Sinne der „variablen Geometrie“ soll die enge Verzahnung der beiden Portale `hamburg.de` und `schleswig-holstein.de`, an denen die öffentliche Hand beider Länder beteiligt ist, geprüft werden und deren Ausbau als gemeinsame Service-Plattform für die Internetauftritte der norddeutschen Gebietskörperschaften benutzt werden [SenatFHH, 2004].

Nach dieser Vorstellung der Metropolregion Hamburg folgt nun eine Einführung in die Entwicklungspotenziale von kommunalen Informationssystemen.

2.1.2 Kommunale Informationssysteme

Um der verstärkten Standortkonkurrenz in einem globalen Wettbewerb wirkungsvoller begegnen zu können, entwickeln Städte und zunehmend auch Stadtregionen interkommunale Kooperationsformen und Serviceangebote für Bürger und Gewerbetreibende sowie zwischen Verwaltungen (*Best Practices*-Börsen; vgl. Kapitel 3.1.4). Umfassende marktgerechte Informations-, Beratungs- und Serviceangebote der Kommunen werden zu einem Standortfaktor. Die Verwaltung tritt in einem partnerschaftlichen Dialog als Dienstleister für die Belange ihrer Klienten beziehungsweise Kunden auf und muss ihre Dienstleistungsangebote ständig an die Anforderungen von Bürgern und Unternehmen anpassen [Krause u. a., 2003].

Das Ziel von modernen kommunalen Informationssystemen ist es, eine Infrastruktur zur Verfügung zu stellen, die es erlaubt die unterschiedlichen Lebenslagen² ihrer Bürger zu berücksichtigen und weiterführende Dienste verwaltungsübergreifend anzubieten. Derartige Verwaltungsdienstleistungen sollten über verschiedene Informations- und Serviceknoten ganztägig und ortsunabhängig angeboten werden, zum Beispiel über das Internet, Bürgerbüros oder Callcenter. Dies setzt Recherchemöglichkeiten in interkommunalen Geschäftsprozessen voraus, damit sich die Bereitstellung von Serviceangeboten nicht mehr ausschließlich an den administratorisch definierten Gemeindegrenzen orientieren muss. In diesem Zusammenhang entstehen höhere Anforderungen an das verwaltungsweite Informationsmanagement als bisher, da ein verwaltungsübergreifender Zugriff auf interkommunale Datenbestände inklusive der dazu benötigten Benutzerrechteverwaltung eingeführt werden muss [Schmidt u. a., 2004].

²Nach dem Lebenslagenkonzept werden Verwaltungsleistungen für zentrale Lebensereignisse wie Arbeit, Geburt, Hochzeit, Umzug, Schulbeginn etc. unabhängig von den Zuständigkeitsgrenzen der einzelnen Träger der öffentlichen Verwaltung bereitgestellt. Dieses *One-Stop-Government* wird bereits über Bürgerämter angestrebt, kann aber durch *E-Government* erweitert werden [Krems, 2004].

Viele für Bürger relevante Inhalte einer Region werden von verschiedenen Akteuren dezentral gepflegt. Um die Aktivitäten in einer Region möglichst umfassend zu dokumentieren, ist es notwendig, neben administrativen Informationen auch den Aktivitäten von Interessensvertretungen beziehungsweise Nichtregierungsorganisationen (*Non Government Organisations*, NGOs) die Möglichkeit für eine Selbstdarstellung zu bieten. Diese Arbeitsgruppen verfügen über die Region betreffendes Wissen, jedoch in der Regel über keine geeignete eigene technische Infrastruktur, um dieses Wissen intern zu kommunizieren beziehungsweise extern zu veröffentlichen. Um das Potenzial dieser regionalen Akteure ausschöpfen zu können, bedarf es der Etablierung einer Kommunikationsplattform, die außer einem Netzzugang und einem üblichen Internetbrowser keine weitere technische Basis benötigt [Schmidt u. a., 2004].

Im Idealfall integriert ein derartiges Internetportal ein Netzwerk aus verschiedenen administrativen Ebenen, Verbänden und Institutionen sowie privaten Initiativen aus der Region. Über reine Informationsmöglichkeiten hinausgehend, soll die Infrastruktur die Kooperation über die politischen und administrativen Grenzen der Kommunen hinweg fördern, das Regionalbewusstsein der Bevölkerung in der Metropolregion stärken, den Zugang zu *E-Government*-Diensten bereitstellen und als globales Marketinginstrument für eine repräsentative Außendarstellung dienen [Schmidt u. a., 2004].

Die bereitgestellten *E-Government*-Anwendungen können hinsichtlich ihrer Integrationstiefe in kommunale Geschäftsprozesse unterschieden werden. Sie decken dabei potenziell die Spanne von reinen Informationsangeboten über Interaktions- und Transaktions- bis zu Partizipationsverfahren (*E-Democracy*) ab (vgl. Kapitel 3.1.2).



[Quelle: MRH, 2005]

Abbildung 2.2: Startseite des Webauftritts der Metropolregion Hamburg

Diese Zielsetzungen liegen auch der Planung für die Weiterentwicklung des aktuellen Internetauftritts (siehe Abbildung 2.2) der Metropolregion Hamburg zugrunde, welches zu einem dienstorientierten *E-Government*-Portal ausgebaut werden soll [vgl. SenatFHH, 2004]).

Im Folgenden wird auf die Besonderheiten von raumbezogenen Diensten für regionale Internetportale eingegangen.

2.1.3 Geo- und Planungsdienste

Ein Großteil der Daten in kommunalen Zusammenhängen weist einen Raumbezug, wie zum Beispiel Adressen, Koordinaten, Kleinstörtliche Gliederung etc. auf, wodurch georeferenzierten Informationen beim Aufbau von kommunalen Dienstleistungs-Portalen eine besondere Rolle zukommt. Auf der regionalen Ebene werden diese, gestützt auf Verwaltungsprozesse unterschiedlicher administrativer Ebenen, verteilt aktuell gehalten. Gemäß dem Lebenslagenmodell sind die jeweils benötigten raumbezogenen Daten zur Verfügung zu stellen. Die Anforderungen können dabei vom einheitlichen Zugang zu administrativen, rechtsverbindlichen Daten und Karten bis hin zu Freizeitkarten variieren [Krause u. a., 2003].

Analog zu dem Konzept des *One-Stop-Governments* ist für kommunale beziehungsweise regionale Web-Angebote die Definition einer Einstiegsadresse im Internet notwendig, über die sämtliche Angebote zu einem geographischen Namensraum (z.B. der Name der Stadt oder Region) abrufbar sind. Dabei sollten Informationen, die auch für andere Kommunen beziehungsweise die Region relevant sind, zentral erstellt, gepflegt sowie an unterschiedliche Webauftritte verteilt werden können. Beispielsweise würden identische Informationen zu Gewerbeflächenstandorten sowohl in einem Portal der Metropolregion als auch in einem kommunalen Internetauftritt veröffentlicht. Kommunen könnten sich zum Beispiel bereit erklären, ebenfalls Informationen über Gewerbeflächen benachbarter Gemeinden für eine Recherche zur Verfügung zu stellen [Schmidt u. a., 2004]. So ließen sich regionale Flächennutzungen besser abstimmen und in Entwicklungskonzeptionen einbringen. Solche Dienste zur Unterstützung von Planungsverfahren stellen einen prädestinierten Anwendungsfall für die Integration verteilter Geodatendienste in ein regionales Internetportal dar, da viele planungsrelevante Geodaten verteilt vorgehalten werden.

Derartige raumbezogene Planungsdienste lassen sich nach ihren Anforderungen an die Integrations-tiefe in kommunale Geschäftsprozesse und an den Interaktionsgrad mit Geodaten klassifizieren. Die Bandbreite reicht dabei von einfachen Auskunft- und Visualisierungsdiensten über *ad hoc*-Anfragen auf unterschiedliche Datenquellen bis hin zu rückkanalfähigen Internet-GIS-Anwendungen zum Beispiel für „*Digitize on Screen*“-Funktionen im Rahmen von Beteiligungsanwendungen, wie etwa der Bürger- beziehungsweise Behördenbeteiligung in Bauleitplanverfahren (vgl. Kapitel 4.4).

Konkret engagiert sich die Freie und Hansestadt Hamburg in vier Media@Komm-Transfer-Projekten,³ die alle einen Zusammenhang zu den Bereichen Flächenmanagement beziehungsweise Bauleitplanung aufweisen. So ist Hamburg federführend bei den Projekten „Bürgerbeteiligung im Internet“ und „Geodaten“ und beteiligt sich außerdem bei den Projekten „Geoinformationssysteme“ und „Beteiligungsverfahren in Planungsprozessen“ [vgl. MKT, 2004].

Im Zusammenhang mit dem Angebot von künftigen *E-Government*-Diensten in der Metropolregion Hamburg steht auch die Fusion der Datenzentrale Schleswig-Holstein, des Hamburger Landesamtes für Informationstechnik und der Abteilung für Informations- und Kommunikationstechnik

³überregionale E-Government-Initiative des Bundesministeriums für Wirtschaft und Arbeit (siehe Kapitel 3.1.4)

der Hamburger Senatsverwaltung zu DATAPORT, einer Anstalt öffentlichen Rechts als gemeinsamen Dienstleister für Informations- und Kommunikationstechnologie der öffentlichen Verwaltungen beider Bundesländer. DATAPORT bietet eine einheitliche Infrastruktur für überregionale *E-Government*-Lösungen sowie Netzdienste für Sprach- und Datenübertragung, Anwendungen für Verwaltungsaufgaben, Datenschutz- und Datensicherheitskonzepte, Fortbildungen und Schulungen. Außerdem stellt das Unternehmen alle Arten des Server- und Verfahrensbetriebs in seinem Rechenzentrum zur Verfügung [Dataport, 2004].

Nach dieser allgemeinen Einführung werden nun die in der Metropolregion Hamburg eingesetzten Geodatendienste vorgestellt.

2.1.4 Geodateninfrastruktur in der Metropolregion Hamburg

Im Folgenden werden die in der Metropolregion Hamburg betriebenen oder im Aufbau befindlichen Geodatendienste vorgestellt. Sie bilden die Grundlage für die raumbezogenen Dienste, die in das Portal eingebunden werden könnten.

ALKIS

Das „Amtliche Liegenschaftskataster Informationssystem“ (ALKIS) [Hartmann, 2002] ist ein Projekt der Arbeitsgemeinschaft der Vermessungsverwaltungen der Bundesländer der Bundesrepublik Deutschland (AdV) [AdV, 2004]. In ALKIS werden die bisher getrennt geführten Daten der AUTOMATISIERTEN LIEGENSCHAFTSKARTE (ALK) und des AUTOMATISIERTEN LIEGENSCHAFTSBUCHES (ALB) gemeinsam in einer objektorientierten Datenstruktur modelliert, um eine redundanzfreie, maßstabsunabhängige und blattschnittfreie Haltung der Daten des Liegenschaftskatasters zu ermöglichen. Hinzu kommen Definitionen für die integrierte Führung von Metadaten und Qualitätsdaten, eine Historienverwaltung sowie eine normbasierte Austauschschnittstelle, um OpenGIS-konforme Interoperabilität zu gewährleisten. Auf Basis dieser Spezifikation ist es der GIS-Industrie möglich ALKIS-konforme Software zu entwickeln.

Anfang des Jahres 2003 haben die Firmen ibR Geoinformation GmbH und Intergraph (Deutschland) GmbH eine gemeinsame Ausschreibung der fünf Bundesländer Schleswig-Holstein, Hamburg, Niedersachsen, Rheinland-Pfalz sowie Baden-Württemberg für die ALKIS-Datenhaltungskomponente gewonnen. In Zukunft werden die Geobasisdaten für die Metropolregion Hamburg auf Basis einer einheitlichen Fachanwendung mit standardisiertem Datenmodell erhoben beziehungsweise weitergeführt, so dass die Einbindung von metropolregionsbezogenen Geobasisdaten in externe Systeme erleichtert wird [ibR, 2004].

GEOINFO.ONLINE und HMDK

GEOINFO.ONLINE ist das Internet-basierte Geoinformationssystem des Landesbetriebs Geoinformation und Vermessung⁴ (LGV) der Freien und Hansestadt Hamburg [LGVHH, 2004]. Der LGV ist der zuständige Dienstleistungsbetrieb für Hamburgs Geodaten und Karten. Er veröffentlicht Hamburgs amtliche Karten und führt die amtliche Vermessung durch. Seine Produkt- und Dienstleistungsangebote umfassen

⁴ehemals Amt für Geoinformation und Vermessung

- ein flächenbezogenes Informationssystem (Liegenschaftsbuch und -karte),
- Kartenwerke in analoger und digitaler Form,
- Luftbilder und Satellitenaufnahmen (ebenfalls analog und digital),
- den satellitengestützten Positionierungsdienst SAPOS[®],
- Vermessung,
- Grundstücksbewertung und
- 3D-Stadtmodelle.

Zusätzlich bietet der LGV Internet-basierte Dienstleistungen an. Der zusammen mit der Behörde für Stadtentwicklung und Umwelt betriebene HAMBURGER METADATENKATALOG (HMDK) gibt Auskunft über Daten, die von hamburgischen Behörden erhoben und gespeichert werden [HMDK, 2005]. Auf der Internetseite des HMDK kann sich jeder Bürger über die zuständigen Fachdienststellen der gewünschten raumbezogenen Informationen informieren. Die Abbildung 2.3 zeigt die Internetseite für die Suche im HMDK. Dabei wird in der linken Spalte ein einfaches Suchkriterium von Benutzer spezifiziert, die rechte Spalte zeigt das Ergebnis der Suche und in der mittleren Spalte können die Suchkriterien mit erweiterten Optionen einer Expertensuche modifiziert werden.

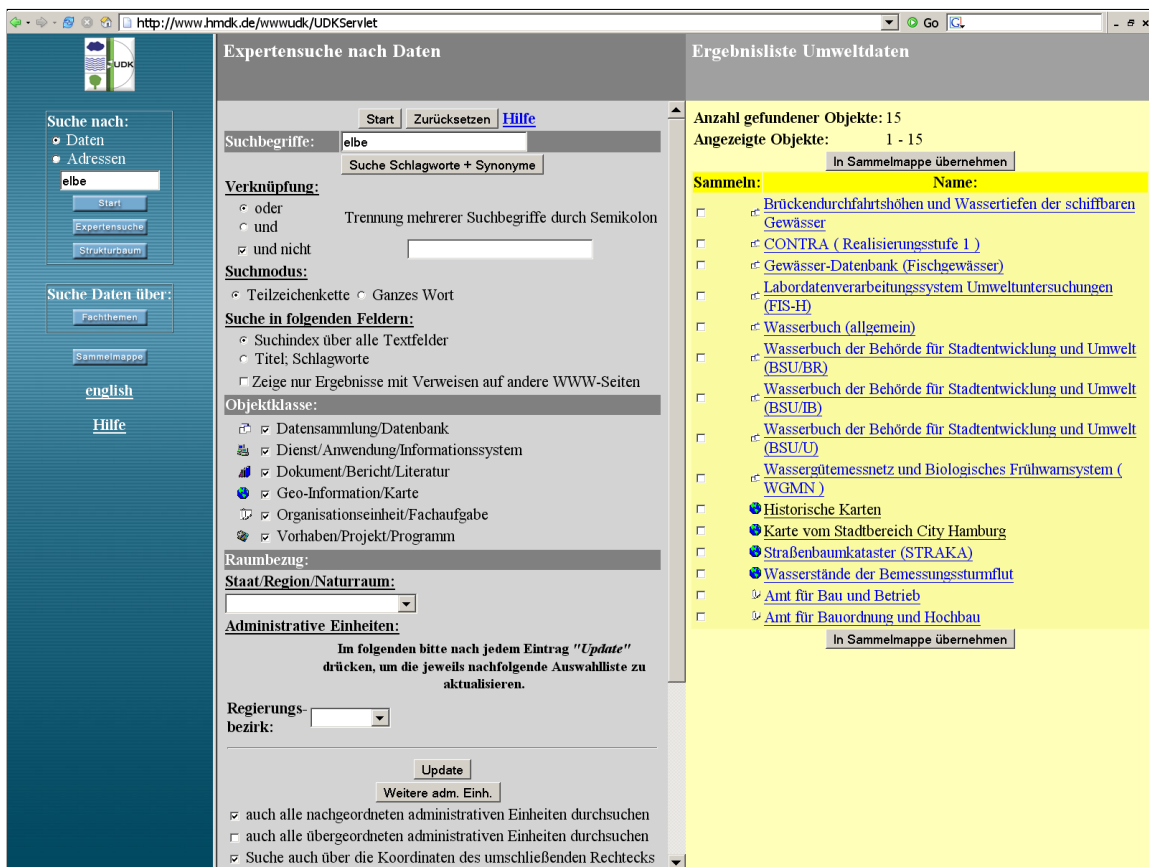
Mit der Fachanwendung GEOINFO.ONLINE des LGV lassen sich Geodaten im Internet präsentieren oder abrufen und Karten herunterladen. GEOINFO.ONLINE bringt die Geodaten aus dem Hamburgischen Automatisierten Liegenschaftsbuch (HALB) und der Digitalen Stadtgrundkarte (DSGK) ins Intranet der Freien und Hansestadt Hamburg (FHH), sodass sie allen Behörden Hamburgs zur Verfügung stehen. Zusätzlich stehen noch weitere Geobasisdaten als Karten in verschiedenen Maßstäben zur Verfügung: unter anderem die Digitale Karte (DK5), die Digitale Stadtkarte (DISK), die Digitale Regionalkarte (DIRK), Digitale Orthophotos⁵ (DOP) sowie eine Bodenrichtwertkarte. Eine öffentliche Webseite [Geonord, 2005] ermöglicht auch verwaltungsfremden Kunden, diese Dienstleistungen in Anspruch zu nehmen, und erlaubt der Allgemeinheit mittels einer öffentlich zugänglichen Demonstrationsanwendung einen Einblick in die Funktionsweise des Dienstes. In Abbildung 2.4 ist als Beispiel die Fachanwendung MULTIFUNKTIONALES STANDORT-INFORMATION-SYSTEM (MUSIS) dargestellt. MUSIS bietet die standortbezogene Analyse der Wirtschaftsstruktur von 110.000 Mitgliedsfirmen mithilfe von Symbolen in Karten mit unterschiedlichen Maßstäben.

HUIS und UMWELTINFO.ONLINE

Als Bestandteil des Hamburger Umweltinformationssystems (HUIS) [Page u. a., 1993; HUIS, 2004] der Behörde für Stadtentwicklung und Umwelt⁶ (BSU), bildet UMWELTINFO.ONLINE dessen Integrations- und Kommunikationskomponente [Müller u. a., 2003a]. Abbildung 2.5 zeigt die Systemarchitektur: Internet-Dienste sind violett, exklusiv im FHH-Intranet verfügbare Dienste sind orange dargestellt. Durch das System wurden die vorher voneinander isolierten Teilkomponenten des

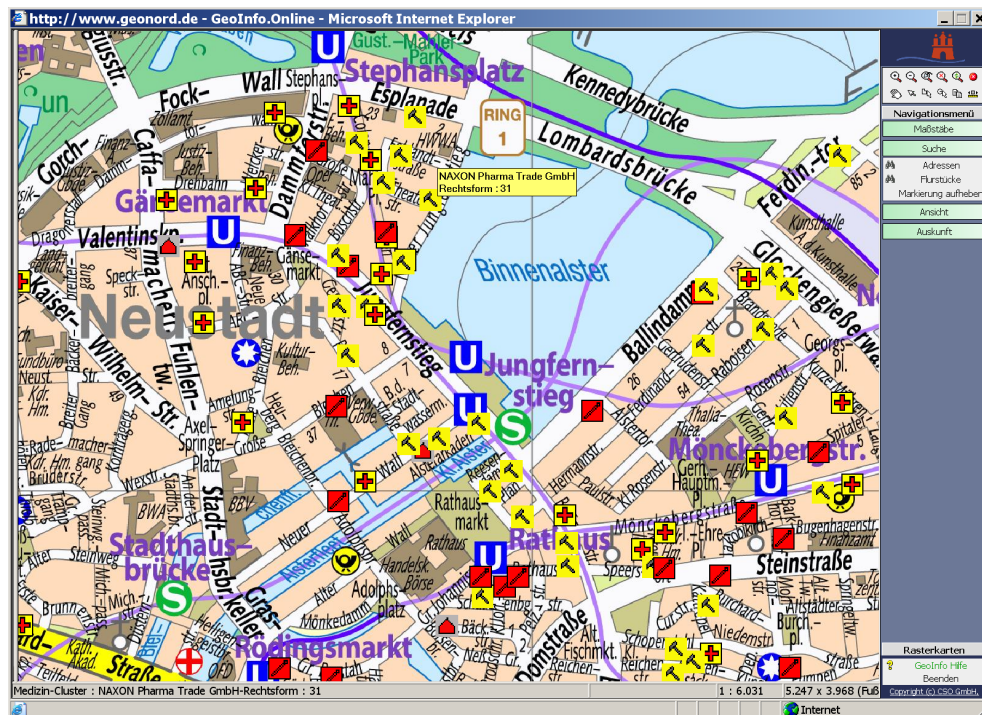
⁵Orthophotos sind derart geometrisch entzerrte Luft- oder Satellitenbilder, sodass sie in ihren geometrischen Eigenschaften denen einer Karte entsprechen.

⁶ehemals Behörde für Umwelt und Gesundheit



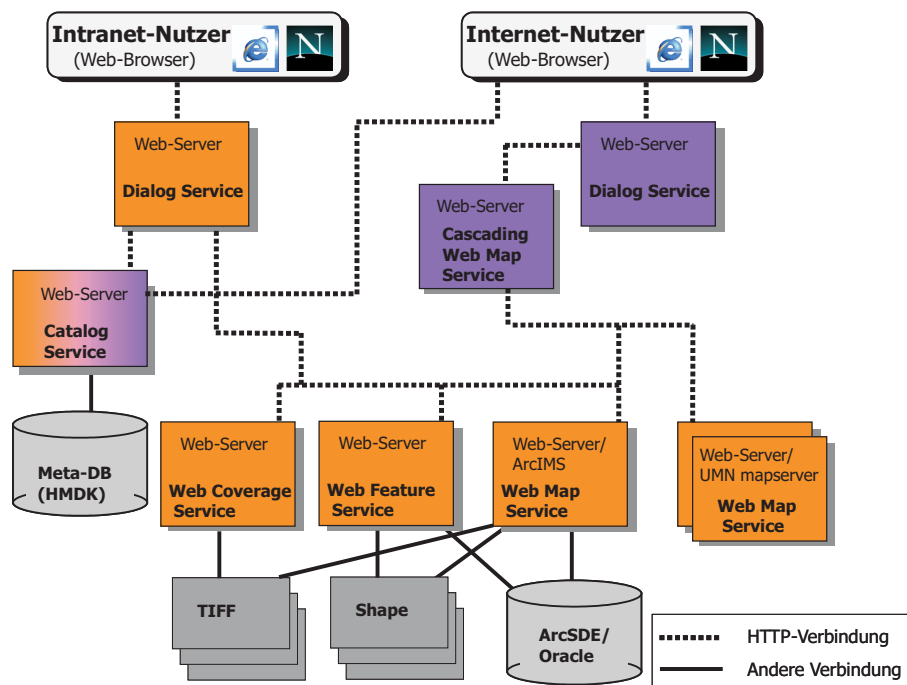
[Quelle: HMDK, 2005]

Abbildung 2.3: Hamburger Metadatenkatalog: Anfrageergebnis einer Metadatenuche



[Quelle: Geonord, 2005]

Abbildung 2.4: GEOINFO.ONLINE, Fachanwendung MUSIS: Ausschnitt von Fachinhalten des „Medizin-Clusters“ im Innenstadtbereich



[Quelle: Müller u. a., 2003b]

Abbildung 2.5: Systemarchitektur von UMWELTINFO.ONLINE

Hamburger Umweltinformationssystem (in Abbildung 2.5 unten dargestellt) auf der Basis der offenen Schnittstellen des OGC^{TM7} miteinander verbunden (oben rechts). UMWELTINFO.ONLINE bietet neben öffentlichen *Web Mapping*- und Recherche-Diensten auch Geodatendienste für Fachanwendungen im FHH-Intranet an (links oben) und ist mit der hamburgischen Geodateninfrastruktur Geo-info.online abgestimmt (z.B. Anbindung an den HMDK, mitte links).

REGIS

Das REGIONALE GRUNDSTÜCKSINFORMATIONSYSTEM (REGIS) des Landkreises Harburg dient der Bereitstellung von raumbezogenen Basisinformationen und der Integration von behördenspezifischen Fachanwendungen. Zu dieser Aufgabenstellung gehört der Zugriff auf die Informationen des AUTOMATISIERTEN LIEGENSCHAFTSBUCHES, das die Sachdaten für die Flurstücke des Landkreises enthält, und die AUTOMATISIERTE LIEGENSCHAFTSKARTE, welche die geografischen Daten der Flurkarte beinhaltet.

Um Geoinformationsdienste in kommunale Verwaltungsportale integrieren zu können, sind verschiedene technische und organisatorische Voraussetzungen zu beachten. Einerseits sind die technischen Möglichkeiten von Internet-basierten geographischen Informationssystemen nicht auf dem gleichen Stand wie die von Desktop-basierten Lösungen. Andererseits bieten sie aber das Potenzial, die Anforderungen an die notwendige Interoperabilität zwischen verteilten Geodatendiensten zu erfüllen. Zudem wird der Zugang zu Geodatenbeständen und -diensten regional sehr uneinheitlich gehandhabt, was mit einer an Interoperabilitätsstandards orientierten dienstebasierten Architektur berücksichtigt werden kann.

Im Folgenden werden die Systemanforderungen für eine derartige Architektur beschrieben.

2.2 Systemanforderungen

Die TU-Projektkooperation, in deren Rahmen diese Arbeit entstanden ist (vgl. Kapitel 1.1), dient der Ermittlung und Evaluation von Konzepten, Technologien und Produkten, die für die Realisierung einer verteilten Infrastruktur für ein Internetportal mit Geodatendiensten der Metropolregion Hamburg (MRH) geeignet sind. Durch die Rahmenbedingungen in der MRH sind dabei einige technische Vorgaben zu beachten. So werden viele Web-Auftritte in der Metropolregion mit dem *Content Management System* COREMEDIA SCT betrieben, darunter der der Stadt Hamburg, der der Landesregierung von Schleswig-Holstein und der der Gemeinde Seevetal, wobei die Letztere der Pilotprojektpartner für die Entwicklung einer prototypischen Implementation ist (vgl. Kapitel 4.4). Daher wird COREMEDIA SCT als eine notwendige Systemkomponente in der Portalarchitektur des Prototyps vorausgesetzt.

Eine Zielsetzung des Projektes ist die Evaluierung von Möglichkeiten zur gemeinsamen Nutzung von Inhalten aus räumlich beziehungsweise inhaltlich abgegrenzten Portalen. Beispielsweise könnten so Kommunen (z.B. Seevetal), Kreise (z.B. Harburg), Bundesländer (z.B. Hamburg und Schleswig-Holstein), Regionen (z.B. die Metropolregion Hamburg), Bundesverwaltungen sowie Handelskammern der Region zusammenarbeiten, um ihre Portale durch ein breiteres Informationsangebot attraktiver zu machen.

Diese als *Content Syndication* bekannte Vorgehensweise wird allgemein als mehrfache Verwendung von *Content*-Objekten definiert [Anding, 2004]. Im Kontext der Distribution von Inhalten im Internet

⁷Für die Definition der OpenGIS-Dienste des OGC siehe Kapitel 3.2.3

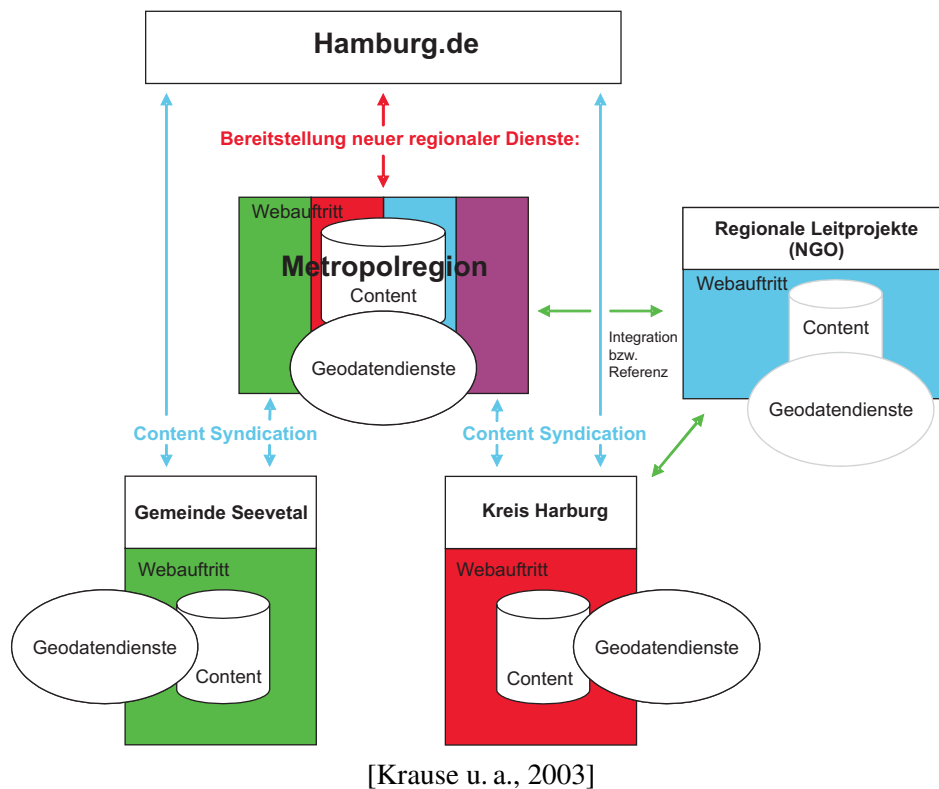


Abbildung 2.6: Konzeptuelle Darstellung der Portalarchitektur

ist der Begriff *Online Content Syndication* (OCS) präziser und meint die Weitergabe von Inhalten zwischen verschiedenen Webportalen. OCS wurde bisher in seiner technischen, wirtschaftlichen und rechtlichen Komplexität noch vergleichsweise wenig untersucht [siehe hierzu Anding, 2004]. Trotzdem ist OCS für spezielle Anwendungen in der Praxis etabliert, zum Beispiel bei der Distribution von Textmeldungen in Form von *RSS Feeds*.⁸

In Abbildung 2.6 wird diese konzeptuelle Architektur zusammengefasst: Das Metropolregionsportal integriert verteilte Inhalte und Geodatendienste aus Gemeinden, Kreisen und NGOs. Durch die Verknüpfung dieser sonst getrennten Inhalte und Dienste wird ein Mehrwert gegenüber der Summe der einzelnen Portale generiert.

Um die erarbeiteten Konzepte und evaluierten Technologien exemplarisch umzusetzen, werden Anwendungsmodule entwickelt, welche einzelne Anwendungsfälle prototypisch implementieren. Als Simulationsumgebung für die Entwicklung und den praxisnahen Test der Module wird die technische Infrastruktur der Region bestehend aus COREMEDIA SCT und den in der MRH verwendeten Geoinformationssystemen nachgebildet (siehe Kapitel 4.3).

Ein zentraler Projektbestandteil und Schwerpunkt dieser Arbeit ist die Integration verteilter transaktionaler Geodatendienste auf der Grundlage der in der MRH verwendeten Geoinformationssysteme in das Portal. Dazu wird ein Konzept benötigt, das eine flexible Reaktion auf Veränderungen im Dienstangebot erlaubt, um sowohl die vorhandene Geodateninfrastruktur zu integrieren, als auch je nach

⁸Really Simple Syndication (RSS) - Feeds: XML-basierte Familie von Kommunikations-Protokollen um Inhalte von Webseiten (insbesondere Nachrichtenmeldungen) in maschinenlesbarer Form zu verbreiten [Wikipedia, 2004].

Bedarf die Dienste unterschiedlicher Anbieter einbinden zu können. Beispielsweise können Geobasisdaten wie Kataster- oder Liegenschaftskarten vom Landesbetrieb für Geoinformation und Vermessung mit Umweltdaten der Behörde für Stadtentwicklung und Umwelt kombiniert werden, um einen Bebauungsplan mit seiner Umgebung darzustellen, der von einem Bezirk oder einer Kommune zur Verfügung gestellt wird. Zusätzlich werden unter Benutzung von kombinierten Visualisierungen von Geodaten auch Möglichkeiten für rückkanalfähige „*Digitize on Screen*“-Dienste untersucht, mit denen die verfügbaren Geodaten verändert, ergänzt oder ihre Darstellung variiert werden. Diese Dienste werden so ausgelegt, dass sie ohne zusätzliche *Browser Plugins* auskommen, um keine unnötigen Barrieren für Endanwender zu errichten und kompatibel mit E-Government-Standards wie SAGA zu sein (vgl. Kapitel 3.1.4).

Aufgrund ihrer Heterogenität werden die verwendeten Geoinformationssysteme auf Basis der offenen Standards des OPEN GEOSPATIAL CONSORTIUMS⁹ (OGC, siehe Kapitel 3.2.3) integriert. Die Integration erfolgt über einen kaskadierenden OpenGIS-konformen Dienst, der die vorhandenen Dienste bündelt und als Schnittstelle zu COREMEDIA SCT dient. Diese Indirektion macht die Einbindung der verteilten GIS-Dienste in das CMS unabhängig von Veränderungen in der Geodateninfrastruktur. Um den Ansatz zu erproben, werden die OpenGIS-Komponenten der GIS-Produkte mittels der Simulationsumgebung auf ihre Kompatibilität und Funktionalität getestet.

Ein weiterer Projektbestandteil, der im Rahmen dieser Arbeit (siehe Kapitel 4.4) behandelt wird, ist die Entwicklung eines Moduls „Bauleitplanung / Beteiligung“ in Kooperation mit der Gemeinde Seevetal als Pilotprojektpartner. Dabei wird die Bürgerbeteiligung in der Bauleitplanung durch eine Internet-basierte Anwendung implementiert. Konkret entsteht dazu eine *Website* für die Planungsabteilung der Gemeindeverwaltung Seevetals, welche den Rahmen für eine Bürgerbeteiligungsanwendung bildet. Die Anwendung ermöglicht es den Bürgern eine Planung zu kommentieren, indem sie Anmerkungen in Form von Annotationen zu dem Bauleitplan anbringen können. Diese Annotationen bestehen aus einem Textteil, der das Anliegen des Bürgers enthält und einen graphischen Teil, mit dem der Bürger den Bezugspunkt auf der Planzeichnung des Bauleitplans markiert. Beide Bestandteile müssen in einem redaktionellen Prozess von den Mitarbeitern des Bauverwaltungsamts redigiert, also geprüft und eventuell bearbeitet und zur Veröffentlichung freigegeben werden. Wegen dieser speziellen Anforderungen, bietet sich dieses Modul für die prototypische Realisierung einer Integration von *Plugin*-freien rückkanalfähigen Geodatendiensten und *Web Content Management* Systemen an. Falls sich das Modul in der Praxis bewährt, bietet es das Potenzial, zu einem Planungsserver (vgl. Kapitel 5.2) ausgebaut zu werden.

⁹ehemals OPEN GIS CONSORTIUM

Kapitel 3

Geoinformationssysteme in E-Government-Portalen

In diesem Kapitel wird der Kontext der Arbeit in Bezug auf den Einsatz von raumbezogenen Informationstechnologien in der öffentlichen Verwaltung und die zugrunde liegenden speziellen Technologien erläutert. Es folgt zunächst eine allgemeine Einführung in *Electronic Government* (Kapitel 3.1), gefolgt von technologischen Grundlagen der *Geographischen Informationssysteme* (Kapitel 3.2) mit einem Schwerpunkt auf den Interoperabilitätsstandards des OPEN GEOSPATIAL CONSORTIUMS. Das Kapitel schließt nach der Vorstellung von *Content Management Systemen* (Kapitel 3.3) mit einer Zusammenfassung der in diesem Kapitel erarbeiteten Ergebnisse (Kapitel 3.4).

3.1 Electronic Government

Der Wandel der Industrie- in die Informationsgesellschaft hat durch die Verbreitung der Internet-technologie in den neunziger Jahren an Dynamik gewonnen. Durch seine Benutzungsfreundlichkeit wuchs das *World Wide Web* schnell über seine universitären Ursprünge hinaus und wurde für privatwirtschaftliche Anwendungen genutzt. Diese Verlagerung von Geschäftsprozessen in das *World Wide Web*¹ und die damit verbundenen Zeit- und Kosteneinsparungen wurde unter dem Schlagwort *Electronic Commerce*² bekannt. Diese Effizienzsteigerungen durch die Nutzung der modernen Informations- und Kommunikationstechnologie (IKT) im privatwirtschaftlichen Sektor – zusammengefasst als *E-Business* bezeichnet – wurden und werden auch für die öffentliche Verwaltung angestrebt. Der Begriff *Electronic Government (E-Government)*³ hat sich für die Nutzung moderner IKT bei Regierungs- und Verwaltungstätigkeiten etabliert. In den folgenden Abschnitten wird der Begriff *E-Government*, die Einsatzmöglichkeiten von Geoinformationssystemen im Rahmen von *E-Government* und aktuelle Entwicklungen von *E-Government* in Deutschland erläutert.

¹Im Folgenden kurz als Web bezeichnet.

²Als Abkürzungen sind *E-Commerce* und *eCommerce* gebräuchlich.

³Als Kurzformen sind *E-Government* und *eGovernment* gleichermaßen üblich.

3.1.1 Begriffsbestimmung

In der Literatur ist die präzise Begriffsbestimmung für *E-Government* uneinheitlich [Gisler und Spahni, 2001]. Trauner [2002] unterscheidet „*E-Government* im engeren und weiteren Sinn.“

In der enger gefassten Auslegung ist E-Government laut Trauner der Einsatz von moderner IKT im Umgang der öffentlichen Verwaltung mit den Bürgern. Als Beispiele dienen hier unter anderem folgende Konzepte und Vorhaben:

- *One-Stop-Government*: Bündelung von öffentlichen Dienstleistungen, sodass der Bürger mit einer einzigen Kontaktaufnahme alle gewünschten Angelegenheiten erledigen kann.
- E-Demokratie: Der Einsatz moderner IKT zur Unterstützung von Vorgängen in einer demokratischen Gesellschaft, wie etwa Diskussionsthemen festzulegen, Prioritäten zu finden, wichtige Vorhaben zu formulieren und umzusetzen.
- Electronic Service Delivery (ESD): Elektronische Verwaltungsdienstleistungen, wie zum Beispiel der Vertrieb von Bescheiden.
- Elektronischer Rechtsverkehr: Verbindliche elektronische Abwicklung von rechtsverbindlichen Vorgängen, beispielsweise die Elektronische Steuererklärung (ELSTER).

Im erweiterten Sinne wirft *E-Government* nach Trauner [2002], darüber hinaus auch die Frage nach Veränderungen in Verwaltungs- und Regierungsvorgängen auf. Eine solche Betrachtungsweise läuft auf eine Verwaltungsreform hinaus, die im Zuge der Nutzung moderner IKT die bisherigen territorialen und hierarchischen Strukturen in Frage stellen würde. Obwohl diese erweiterte Auslegung im Zuge der Einführung von *E-Government* eine Rolle spielt, ist eine solche Betrachtung nicht im Sinne der Fragestellung und Zielrichtung dieser Arbeit. Es wird hier die engere Betrachtungsweise von E-Government zu Grunde gelegt. Allerdings wird *E-Government* in der Literatur auch mit dieser einschränkenden Sichtweise nicht einheitlich definiert. Die Autoren betonen verschiedene Aspekte oder benutzen unterschiedliche Herangehensweisen bei der Begriffsbestimmung.

Einen Definitionsvorschlag liefert die „Speyerer Definition von Electronic Government“ [von Lucke und Reiner mann, 2002]. Dort wird unter *E-Government* zusammenfassend „die Abwicklung geschäftlicher Prozesse im Zusammenhang mit Regieren und Verwalten (Government) mithilfe von Informations- und Kommunikationstechniken über elektronische Medien“ verstanden. Dabei wird nach der Kategorie der durch Verwaltungsprozesse miteinander in Beziehung stehenden Akteuren unterschieden. So betrifft *E-Government* sowohl Prozesse innerhalb des öffentlichen Sektors (G2G)⁴, als auch jene zwischen diesem und der Bevölkerung (C2G und G2C)⁵, der Wirtschaft (B2G und G2B)⁶ sowie den *Non-Profit* und *Non-Government* Organisationen des Dritten Sektors (N2G und G2N)⁷. Die Tabelle 3.1 bietet eine Übersicht über die Beziehungen der E-Government-Akteure.

Einen weiteren Definitionsvorschlag machen Gisler und Spahni [2001], indem sie zwischen regulierendem und partizipierendem *E-Government* unterscheiden:

⁴Government to Government

⁵Government to Citizen bzw. Citizen to Government

⁶Business to Government bzw. Government to Citizen

⁷Non-Government to Government bzw. Government to Non-Government

E-Government	Bevölkerung Bürger	Staat Verwaltung	Zweiter Sektor Wirtschaft	Dritter Sektor NPO/NGO
Bevölkerung Bürger	C2C	C2G	C2B	C2N
Staat Verwaltung	G2C	G2G	G2B	G2N
Zweiter Sektor Wirtschaft	B2C	B2G	B2B	B2N
Dritter Sektor NPO/NGO	N2C	N2G	N2B	N2N

Tabelle 3.1: Electronic-Government in einem „X2Y“-Beziehungsgeflecht [Quelle: von Lucke und Reinermann, 2002]

„Die Gestaltung der Rahmenbedingungen der Informationsgesellschaft wird als **regulierendes eGovernment** oder als *eGovernance* bezeichnet, dies unabhängig davon, ob sie von staatlicher oder privater Stelle vorgenommen wird. Die durch den Staat vorgenommene Beeinflussung von Rahmenbedingungen spiegelt direkt seine politische Stoßrichtung im Bereich der Informations- und Kommunikationstechnologien wieder. Entsprechend wird der staatliche Teil des *eGovernance* als *ePolicy* bezeichnet.“

„**Partizipierendes eGovernment** umfasst die Unterstützung der Beziehungen, Prozesse und der politischen Partizipation innerhalb der staatlichen Stellen und all ihren Anspruchsgruppen durch die Bereitstellung entsprechender Interaktionsmöglichkeiten mittels elektronischer Medien.“

Regulierendes E-Government oder *eGovernance* [vgl. auch: von Lucke, 2003] bezeichnet also die direkte oder indirekte Einflussnahme des Staates auf die Entwicklung der Zusammenhänge zwischen technologischem Fortschritt und gesellschaftlicher Bedürfnisse. Ein anschauliches Beispiel hierzu liefert die derzeitige Diskussion um die Patentierfähigkeit von Software. Insofern bezeichnet (staatliches) regulierendes *E-Government* keine gänzlich neue Erscheinung, sondern beschreibt eine von einem modernen Staat von jeher wahrzunehmende Aufgabe, deren aktuelle Ausprägung von technologischen Fragestellungen bestimmt wird.

Partizipierendes E-Government beschäftigt sich demnach in Übereinstimmung mit von Lucke und Reinermann [2002] sowie Trauner [2002] mit dem Einsatz moderner IKT bei konkreten staatlichen Verwaltungs- und Regierungsprozessen.

Partizipierendes *E-Government*⁸ bildet die Grundlage für die weiteren Betrachtungen. Im Folgenden Abschnitt werden die Anwendungsfelder von partizipierendem *E-Government* erläutert.

3.1.2 Anwendungsfelder

Die Anwendungsfelder von *E-Government* lassen sich in verschiedene aufeinander aufbauende und ineinander übergehende Interaktionsstufen eingeteilt [Gisler und Spahni, 2001; von Lucke und Reinermann, 2002]:

Information: Der Bereich der Informationsdienste (*E-Information*), umfasst das elektronische Informationsangebot im Internet für die Bevölkerung. Dazu zählen unter anderem Bürgerinformationssysteme, Touristeninformationssysteme zur Förderung des Fremdenverkehrs, Wirtschaftsinformationssysteme im Rahmen der Wirtschaftsförderung, Gremieninformationssysteme zur

⁸im Folgenden kurz als *E-Government* bezeichnet

Unterstützung von Versammlungen und Ausschüssen sowie Fachinformationssysteme in der Verwaltung. Diese Systeme werden zunehmend von statischen Informationssammlungen hin zu interaktiven Informationssystemen entwickelt.

Kommunikation: Die Informationsdienste werden mit Kommunikationskomponenten (*E-Communication*) ergänzt, die Dialog- und Partizipationsmöglichkeiten bereitstellen. Sie reichen von den üblichen synchronen Kommunikationstechniken wie Messaging beziehungsweise Chat (z.B. *Internet Relay Chat* oder Web-basierte *Chatrooms*) über asynchrone Dienste wie E-Mail und Diskussionsforen bis hin zu komplexeren Anwendungen zur ortsunabhängigen Zusammenarbeit, etwa Videokonferenzsysteme für Telepräsenz und Telekooperation.

Eine Variante der Kommunikationsdienste stellen Formularlösungen (*E-Forms*) dar, welche das Herunterladen, das direkte Ausfüllen auf einer Webseite oder die Verarbeitung von Formularen in der Verwaltung unterstützen.

Transaktion: Die oben geschilderten Formularlösungen sind der Einstieg zu Online-Transaktionsdiensten (*E-Transactions*). Neben der elektronischen Annahme zählen hierzu insbesondere auch die elektronische Bearbeitung eines Antrages oder Auftrages mithilfe von modernen elektronischen Akten-, Workflow- und Groupware-Lösungen sowie Entscheidungsunterstützungssystemen. Mit solchen Systemen werden Aktenverfolgungsverfahren („*Trace-and-Track*“) ermöglicht.

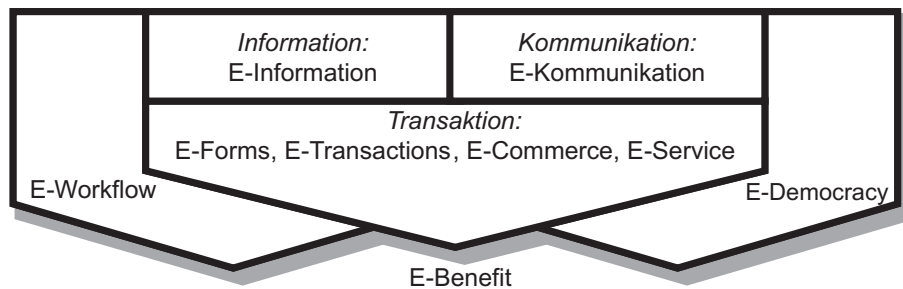
In diese Kategorie gehören auch klassische Electronic Commerce-Lösungen für die öffentliche Verwaltung (*E-Commerce*). Dazu zählen alle Formen von elektronischen Marktplätzen für die öffentliche Verwaltung, zum Beispiel elektronische Ladensysteme, Auktionssysteme, Ausschreibungssysteme, Beschaffungssysteme und Börsensysteme. Hinzu kommen die verschiedenen elektronischen Zahlungssysteme, die der Bezahlung von Verwaltungsdienstleistungen oder der Auszahlung finanzieller Leistungen auf elektronischem Wege dienen.

Zu den Transaktionslösungen mit Bezug zu E-Commerce gehört darüber hinaus auch der Vertrieb von Bescheiden, Dienstleistungen und Produkten öffentlicher Dienststellen (*E-Service*). Diese Gruppe umfasst elektronische Verwaltungsbescheide, Zulassungen, Lizenzen und Genehmigungen, aber auch elektronische Verwaltungsdienstleistungen (*Electronic Service Delivery*), den elektronischen Vertrieb von Produkten (*Electronic Product Delivery*) und Ansätze zum elektronischen Gesetzesvollzug, soweit dies technisch möglich und rechtlich zulässig ist.

Allen Transaktionslösungen gemein ist der erhöhte Sicherheitsbedarf bei der Kommunikation. So müssen die Kommunikationspartner sicher authentifiziert werden und die Nachricht gegebenenfalls gegen Abhören und Manipulation geschützt werden.

Von Lucke und Reiner mann [2002] definiert darüber hinaus auch den Begriff *E-Workflow* als über diese Anwendungsfelder verteilte elektronische Abbildungen von herkömmlichen vorgangsbearbeitenden Geschäftsprozessen, die verwaltungsintern und -übergreifend angelegt und miteinander verknüpft sein sollten. Ebenfalls über alle Interaktionsstufen verteilt sei der Einsatz von moderner IKT zur Unterstützung von demokratischen Prozessen (*E-Democracy*), angefangen bei Informationsportalen von Parteien oder Regierungen, über Bürgerbeteiligungsverfahren im Internet *E-Participation* bis hin zur elektronischen Durchführung von Wahlen (vgl. Abbildung 3.1).

Die Gesamtheit der angebotenen *E-Government*-Lösungen und -Dienstleistungen sollen in einem Mehrwert (*E-Benefit*) für Bürger, Wirtschaft und Verwaltung resultieren, zum Beispiel durch zahlreiche, flexiblere oder schnellere Serviceangebote, aber auch mittels „Kostenreduktion sowie in einer



E-Government

[Quelle: von Lucke und Reiner mann, 2002]

Abbildung 3.1: Anwendungsfelder von *E-Government*

durch Transparenz und Leistungsfähigkeit verbesserten Legitimation des öffentlichen Handelns” [von Lucke und Reiner mann, 2002].

In dem *E-Government*-Handbuch des Bundesamtes für Sicherheit in der Informationstechnik [BSI, 2002], wird der Mehrwert von E-Government hervorgehoben. Aus der Perspektive der Benutzer werden dort E-Government-Dienste in folgende Kategorien mit steigendem Mehrwert eingeteilt:

- Information: Für die Allgemeinheit zugängliche Informationsangebote im Internet.
- Allgemeine Dienstleistung: Jedem einzeln zur Verfügung stehender Dienst, der aber keine Identifizierung oder Authentisierung erfordert; beispielsweise ein E-Mail-Auskunftsdienst.
- Individuelle Dienstleistung: Natürlichen oder juristischen Personen zur Verfügung stehender Dienst, der eine Identifizierung und Authentisierung erfordert; zum Beispiel eine elektronische Steuererklärung.

Da diese Kategorien in der Regel einen zunehmenden Interaktionsgrad erfordern, stehen sie direkt mit den oben genannten Interaktionsstufen Information, Kommunikation und Transaktion in Zusammenhang. Daher stellen sie keine grundsätzlich verschiedenen Kriterien dar, sondern können als eine leichte Änderung in der Perspektive betrachtet werden.

Neben der Betrachtung des Mehrwerts aus Nutzersicht wird im *E-Government*-Handbuch auch eine Klassifikation aus informationstechnischer Sicht eingeführt:

- Medienbruch: Die Abwicklung der *E-Government*-Dienstleistung kann zwar informationstechnisch unterstützt sein, allerdings findet bei der Erbringung der Dienstleistung ein Medienbruch statt.
- Medienbruch-frei: Die Abwicklung der *E-Government*-Dienstleistung wird praktisch ohne Medienbruch informationstechnisch unterstützt. Die Verwaltungsvorgänge sind überwiegend durch individuelle Entscheidungen geprägt.
- Automation: Die Abwicklung der *E-Government*-Dienstleistung ist vollständig informationstechnisch unterstützt und läuft automatisiert ab. Die Dienstleistung kann ohne zusätzliches

menschliches Handeln erbracht werden, da die betroffenen Verwaltungsverfahren die keine Ermessensspielräume und individuelle Abwägungen erfordern.

Aus diesen beiden Klassifikationen ergibt sich durch Kombination der einzelnen Kategorien eine Matrix mit neun verschiedenen Klassen von *E-Government*-Lösungen.

Laut dem *E-Government*-Handbuch liegen die heute existierenden *E-Government*-Verfahren in der Mehrheit in der Klasse „Information“, erst wenige jedoch in der Klasse „individuelle Dienstleistungen“. Dies wird mit der Komplexität für den Realisierungsaufwand für letztere Verfahren begründet.

Der Einsatz von Geodatendiensten in *E-Government*-Verfahren liegt orthogonal zu den bisher vorgestellten *E-Government*-Anwendungsfeldern und wird im Folgenden vorgestellt.

3.1.3 *geoGovernment*

Der Begriff *geoGovernment* ist zusammengesetzt aus Geoinformation und *E-Government* [vgl. Strobl und Griesebner, 2003] und soll die Verwendung von Geoinformationsdiensten in *E-Government*-Lösungen bezeichnen.

Der weitaus überwiegende Teil der bei öffentlichen Verwaltungsvorgängen anfallenden Informationen hat einen Raumbezug. Daher wurden Geoinformationssysteme (GIS)⁹ schon frühzeitig auch in der öffentlichen Verwaltung eingesetzt und sind an vielen *E-Government*-Anwendungen direkt oder indirekt beteiligt. Bedingt durch die föderalen Strukturen in Deutschland entstanden unter anderem diese *geoGovernment*-Projekte auf Bundes- und Landesebene [vgl. Stahl, 2003]:

- das deutsche Notfallvorsorgeinformationssystem deNIS,
- die Geodaten-Metainformationssysteme des Bundesamtes für Geodäsie und Kartographie GeoMIS.Bund und Geoportal.Bund sowie das Geodatenzentrum,
- das *German Environmental Information Network* GEIN des Umweltbundesamtes,
- das Integrierte Mess- und Informationssystem IMIS zur Überwachung der Umweltradioaktivität des Bundesamtes für Strahlenschutz,
- das Wasserstraßen Geoinformationssystem WaGIS des Verkehrsministeriums.
- die Geodateninfrastruktur von Nordrhein-Westfalen GDI-NRW,
- das Hamburger Umweltinformationssystem HUIS (siehe Kapitel 2.1.4).

Neben Anwendungen auf Bundes- und Landesebene haben in Deutschland große Kommunen zum Teil schon in den 1980er Jahren damit begonnen, kommunale Geoinformationssysteme (KGIS) einzusetzen [Bill u. a., 2002]. So wurde schon 1988 mit MERKIS eine umfassende Empfehlung zum Aufbau von Geoinformationssystemen vom Deutschen Städtetag veröffentlicht [Seuss, 2002]. MERKIS ermöglicht es Kommunen, fachspezifische, raumbezogene Informationssysteme mit einheitlicher geographischer Datenbasis aufzubauen. Zunehmend werden auch KGIS in *E-Government*-Anwendungen eingebunden, als Beispiel sei hier das virtuelle Bauamt der Stadt Esslingen erwähnt (vgl. Kapitel 4.4.1).

⁹ zur Einführung in GIS siehe Kapitel 3.2

Da es bisher an einer Vernetzung der Geodatendienste auf allen Verwaltungsebenen mangelt, wird im Zuge der aktuellen *E-Government*-Initiativen vor allem die Interoperabilität von Geodatendiensten vorangetrieben. Für die Koordination und Zusammenführung von existierenden Geoinformationssystemen auf Bundesebene ist der Interministerielle Ausschuss für Geoinformationswesen (IMAGI) zuständig, der den Aufbau einer nationalen Geodateninfrastruktur (GDI-DE) betreibt. Weitere GDI-Projekte werden auch im Rahmen von verschiedenen deutschen und europäischen *E-Government*-Initiativen, die im folgenden Kapitel vorgestellt werden, durchgeführt.

3.1.4 E-Government in Deutschland

In Deutschland ist der Einsatz von *E-Government* aufgrund der föderalen Struktur unterschiedlich weit fortgeschritten. Auf Bundesebene wurde von Bundeskanzler Gerhard Schröder im Jahr 2000 die Initiative „BundOnline 2005“ [BundOnline, 2005] verkündet, nach der alle online-fähigen Dienstleistungen der Bundesverwaltung bis zum Jahr 2005 elektronisch verfügbar zu machen seien [Kleindiek, 2002]. Im Rahmen der Initiative sollen Basiskomponenten und Standards entwickelt werden, die allen Bundesbehörden zur Verfügung gestellt werden.

Zu den Standards zählen das *E-Government*-Handbuch des Bundesamtes für Sicherheit in der Informationstechnik [BSI, 2002]. Das *E-Government*-Handbuch ist als Nachschlagewerk und zentrale Informationsquelle zum Thema *E-Government* konzipiert und sukzessive aus einzelnen Modulen zusammengesetzt, um dem ständigen Wandel von rechtlichen und technologischen Rahmenbedingungen zu begegnen. Eines dieser Module ist das Dokument „SAGA – Standards und Architekturen für *E-Government*-Anwendungen“ [SAGA, 2003], welches die empfohlenen technologischen Grundlagen für die Entwicklung, Kommunikation und Interaktion von IT-Systemen der Bundesbehörden beschreibt.

Aufbauend auf diesen Standards sind die Basiskomponenten

- das *Content Management System* (vgl. Kapitel 3.3.2) GOVERNMENT SITE BUILDER (vgl. Kapitel 5.2),
- eine Zahlungsverkehrplattform,
- ein Formularserver,
- Konzepte zu Gewährleistung der Datensicherheit und
- das Dienstleistungsportal des Bundes [Bund, 2004]

entwickelt worden. Zusätzlich wurden Kompetenzzentren für diese Basiskomponenten sowie für „Vorgangsbearbeitung, Prozesse und Organisation“ eingerichtet, welche die Behörden bei der Einführung der entsprechenden Basiskomponenten unterstützen.

Bisher sind 330 von 376 der zu Beginn der Initiative identifizierten internetfähigen Dienstleistungen der Bundesverwaltung online verfügbar BMI-ModernerStaat [2004]. In einer Studie im Rahmen der Initiative *eEurope2005* [eEurope2005, 2004] – der Entsprechung von BundOnline 2005 auf europäischer Ebene – werden die *E-Government*-Bemühungen Deutschlands mit dem zweiten Platz aller EU-Staaten nach Dänemark bewertet [INSEAD, 2004]. Allerdings wird dieser Erfolg dadurch relativiert, dass die Mehrheit der Verwaltungsdienstleistungen in Deutschland von Ländern und Kommunen erbracht werden.

Insbesondere auf kommunaler Ebene ist die Einführung von *E-Government* unterschiedlich weit fortgeschritten [vgl. KGSt8, 2002]. Für den effizienten Einsatz moderner IKT ist eine Integration von Verwaltungsprozessen über Landes- und Gemeindegrenzen, sowie auch über Hierarchiestufen hinweg, notwendig. Diesem Ziel steht die gegenwärtig heterogene IT-Landschaft von Bund, Ländern und Kommunen entgegen. Um das Potenzial von *E-Government* auszuschöpfen, sind Medienbruch freie Prozesse innerhalb der einzelnen Verwaltungsebenen und zwischen ihnen erforderlich, was bisher nur in Ausnahmefällen vorkommt. Um die Bemühungen der Länder und Kommunen zu koordinieren, um Fehl- und Parallelentwicklungen zu vermeiden und um Kooperationen zu fördern, wurden unter Federführung von Bundesbehörden die Initiativen „Deutschland-Online“ und „MEDIA@Komm“ beziehungsweise „MEDIA@Komm-Transfer“ ins Leben gerufen.¹⁰

Deutschland-Online [DE-Online, 2004] ist eine unter Koordination des Bundesministeriums des Innern im Jahr 2003 geschaffene nationale Strategie von Bund, Ländern und Kommunen, um deren *E-Government*-Aktivitäten zu koordinieren. Die gemeinsame Strategie beinhaltet 20 gemeinsame Vorhaben, aus denen zukünftig Internet-basierte Verwaltungsdienstleistungen entstehen sollen. So werden unter anderem Portale vernetzt, gemeinsame Infrastrukturen aufgebaut und Standards entwickelt. Die 20 Schlüsselprojekte setzen auf den erfolgreichen E-Government-Initiativen des Bundes BundOnline 2005 und MEDIA@Komm [vgl. Grabow und Siegfried, 2002; MK, 2004] sowie erfolgreichen Projekten der Länder und Gemeinden auf. Die Vorhaben sind in die folgenden „fünf Säulen“ eingeteilt (vgl. Abbildung 3.2):

- Dienstleistungsportfolio: Elektronische Bereitstellung der Verwaltungsdienstleistungen mit hohem Nutzungsgrad beziehungsweise mit hohem bürokratischem Aufwand für Unternehmen. Vorrangige Modellprojekte sind z.B.: Melde- und Personenstandswesen, Amtliche Statistik, BAföG, Geodaten und Bauwesen.
- Verbund der E-Government-Portale: Bestehende Internetportale von Bund, Ländern und Kommunen werden vernetzt und dadurch in ihren Strukturen harmonisiert. Ein geplanter „Online-Zuständigkeitsfinder“ soll Unternehmen und Bürger darin unterstützen, die unterschiedlichen Angebote der Behörden bei Bedarf schnell aufzufinden.
- Infrastrukturen: Bund, Länder und Kommunen schaffen gemeinsame Infrastrukturen, um ihren Datenaustausch zu erleichtern, zum Beispiel wird die Nutzung und Verbreitung elektronischer Signaturen auf Basis einheitlicher Standards erarbeitet.
- Standards, Daten- und Prozessmodelle: Basierend auf einem gemeinsamen *E-Government*-Architekturmodell werden definierte Standards, Daten- und Prozessmodelle für hoch effiziente Kommunikations- und Transaktionsstrukturen unter Nutzung XML-basierter Techniken geschaffen.
- *E-Government*-Koordinierung und -Transfer: Bund, Länder und Kommunen verbessern die Koordinierung ihrer *E-Government*-Vorhaben, indem sie im Rahmen von Deutschland-Online ein steuerndes Gremium einrichten. Der Transfer exemplarischer *E-Government*-Anwendungen wird dadurch beschleunigt.

Um diese Säulen zu verwirklichen, hat der Bund das bislang nur intern nutzbare elektronische Wissensmanagementsystem von BundOnline 2005 den Ländern und Gemeinden über das Internet zur

¹⁰einen Überblick der Situation in Kommunen der Bundesländer vor Beginn dieser Initiativen bietet [Rosenlehner, 2003]



[Quelle: Sturm, 2004]

Abbildung 3.2: Deutschland-Online: Fünf Säulen und drei Prinzipien

Verfügung gestellt. So können die Kooperationspartner ihre Erfahrungen austauschen, Doppelentwicklungen und unnötige Kosten vermeiden. Zu diesem Zweck entwickeln der Bund, einzelne Länder oder Kommunen Modelllösungen, von denen die anderen Partner durch koordiniertes Vorgehen und ohne zentrale Bürokratie profitieren.

Das Ziel von Deutschland-Online ist es, durch dieses gemeinsame Vorgehen bei dem Aufbau interoperabler Infrastrukturen in Bund, Ländern und Gemeinden bis zum Jahr 2010 eine vollständig integrierte *E-Government*-Landschaft in Deutschland zu schaffen.

Bei MEDIA@Komm-Transfer [MKT, 2004] handelt es sich um das Nachfolgeprojekt von MEDIA@Komm [Grabow und Siegfried, 2002], einer *E-Government*-Initiative im Rahmen von Deutschland-Online unter Leitung des Bundesministeriums für Wirtschaft und Arbeit. Dabei dient MEDIA@Komm-Transfer der Unterstützung der horizontalen Aktivitäten zwischen den Kommunen. So genannte MEDIA@Komm-Transferkommunen sollen einen selbst organisierten Prozess der Entwicklung und Verbreitung von *E-Government*-Verfahren in Gang bringen, um als *Best Practice*-Beispiele zu dienen.

Dabei konkretisiert MEDIA@Komm-Transfer die Aufgaben- beziehungsweise Handlungsfelder und Ziele von Deutschland-Online, indem ein Aktionsplan mit sieben Modulen definiert wurde:

- **Kommunales Netzwerk:** Horizontale Netzbildung zwischen den Transferkommunen sowie zwischen Transferkommunen und regional benachbarten Kommunen, um Wissen und Erfahrungen auszutauschen.
- **Standardisierung:** Federführende Transferkommunen entwickeln Standards für bestimmte *E-Government*-Anwendungen.
- **Roll-Out:** Ausbreitung standardisierter *E-Government*-Verfahren aus den Transferkommunen heraus in das regionale Umfeld.
- **Dezentrale Begleitung:** Bereitstellung von Ansprechpartnern für jede Transferkommune für spezifische Aktivitäten und Beratungsleistungen bei der Durchführung der *E-Government*-Vorhaben sowie zur Unterstützung der Kommunikation untereinander und mit der Transferagentur.

- Internationalisierung: Internationale Bekanntmachung von *E-Government*-Verfahren und -Standards, Wissensaustausch über gemeinsame Veranstaltungen und die Bereitstellung von Vorgehensmodellen beziehungsweise Konzepten zur Realisierung von *E-Government*-Vorhaben.
- Transferagentur: kontinuierliche Wahrnehmung administrativer und koordinierender Managementaufgaben durch eine zentrale Projektleitung und Projektbüro, zentrales Veranstaltungsmanagement, projektbegleitende Öffentlichkeitsarbeit sowie zentrale Qualitätssicherung der Projektarbeit.
- Online-Portal: Selbstdarstellung und Dokumentation durch Bereitstellung von Dokumenten bezüglich des organisatorischen Ablaufs der Projektarbeiten wie Termine, Protokolle, Vortragsfolien etc. sowie Arbeits- und Diskussionsplattform für die Hauptakteure des Transferprojekts in den nicht-öffentlichen Bereichen.

In der im Kapitel 2.1.1 beschriebenen Metropolregion Hamburg liegen zwei Transferkommunen: Die Freie und Hansestadt Hamburg ist eine Transferkommune mit der Federführung für Bürgerbeteiligung im Internet, Geodaten (XPlan), Kfz-Wesen und Transaktionsinfrastruktur. Der Kreis Segeberg ist Transferkommune für Digitale Formulare und Akten, Geodaten (XPlanung und Geoinformationssysteme) sowie Kfz-Wesen.

3.2 Geographische Informationssysteme

In diesem Kapitel werden Geographische Informationssysteme (GIS) vorgestellt. Dazu wird ein Überblick über den aktuellen Entwicklungsstand (Kapitel 3.2.1) und eine Einführung in die technologischen Grundlagen (Kapitel 3.2.2) geliefert. Das Kapitel endet mit der Vorstellung der OpenGIS-Standards des OPEN GEOSPATIAL CONSORTIUMS für die Interoperabilität zwischen Geographischen Informationssystemen (Kapitel 3.2.3).

3.2.1 Entwicklung

Die Anfänge der Kartographie als analoge Verarbeitung raumbezogener Informationen reichen bis in das 7. Jahrtausend vor Christus zurück. Die wohl älteste Karte lässt sich auf 6200 v.Chr. datieren: Im antiken Ephesos in der heutigen Türkei wurden in Stein gemeisselte Karten gefunden.

Diese konventionelle raumbezogene Informationsverarbeitung entwickelte sich zur Kartographie und führte im 19. Jahrhundert zu dem Aufbau systematischer und flächendeckender analoger Informationssysteme in Form von Buchwerken und Kartensammlungen [Bill, 1999a]. Aufgrund der zunehmenden Komplexität dieser Systeme wurde deren Handhabung und Fortführung zunehmend erschwert. Sie waren neuen Anforderungen durch Interdisziplinarität zwischen lokalen und globalen Fragestellungen, die sich etwa durch die ökologische Diskussion ergaben, nicht gewachsen. Somit wurde schon früh mithilfe der sich entwickelnden Computertechnik versucht, die Flexibilität und Vernetzbarkeit der bestehenden analogen Informationssysteme zu erhalten beziehungsweise zu erhöhen. Daher ist die rechnergestützte Verarbeitung raumbezogener Daten annähernd ebenso jung wie die elektronische Datenverarbeitung (EDV) selbst. Für auf diese Aufgabe spezialisierte EDV-Anlagen hat sich seit den 1960er Jahren der Ausdruck Geoinformationssystem¹¹, kurz GIS, etabliert. Zu dieser Zeit

¹¹engl. *geographic information system*

entstanden viele Pilotanwendungen zur vektorbasierten interaktiven Computergrafik, mit deren Hilfe durch raumbezogene Erweiterungen erste Geoinformationssysteme entwickelt wurden. [Bill, 1999a]. In den nachfolgenden 1970er Jahren standen behördlich initiierte Landinformationssysteme (LIS) im Vordergrund, so zum Beispiel in dem Konzept der AUTOMATISIERTEN LIEGENSCHAFTSKARTE (ALK) [Bill, 1999a]. In der Kartographie wurden zunehmend die Methoden der EDV benutzt und der Begriff CAD-Kartographie geprägt. In den 1980er Jahren wurden Fachinformationssysteme wie Netz-, Raum- und Umweltinformationssysteme konzipiert und aufgebaut. Die GIS-Lösungen entwickelten sich von spezialisierter Individualsoftware zu Softwarepaketen für standardisierte Aufgaben, so dass sich ein Markt für GIS-Softwareprodukte entwickelte. Seit den 1990er Jahren werden, bedingt durch die Leistungsfähigkeit der immer preiswerteren PC-Technologie, zunehmend auch Standard-GIS-Softwarepakete direkt am Arbeitsplatz eingesetzt. Zusammen mit neuen multimediale Möglichkeiten wurden die Begriffe Multimedia-GIS und Desktop-GIS geprägt. Die zweite Hälfte der neunziger Jahre ist einerseits durch das *Global Positioning System* (GPS), welches die Datenerfassung revolutionierte, geprägt. Andererseits bietet die zunehmende Verbreitung des Internets neue Möglichkeiten der Interoperabilität. Durch so genanntes *Web-Mapping*, der Darstellung von Karten mit GIS-Funktionalität im *World Wide Web*, ist eine größere Nutzergruppe erreichbar. Die sich dadurch ergebenden Fragestellungen, etwa bei der Kommunikation zwischen *Server* und *Client* oder zwischen GIS-Servern untereinander, gewinnen an Bedeutung. Die notwendige Standardisierung von Datenformaten und Schnittstellen wird von internationalen Gremien wie dem TECHNICAL COMETEE 211 GEOGRAPHIC INFORMATION/GEOMATICS der INTERNATIONAL ORGANIZATION FOR STANDARDIZATION (ISO/TC 211) [ISOTC211, 2004] oder dem *Open Geospatial Consortium* [OGC, 2005] vorgenommen.¹²

3.2.2 Grundlagen

Im folgenden Abschnitt werden die speziellen Grundlagen von Geoinformationssystemen näher erläutert.

Begriffsbestimmung

Seit der Entstehung des Begriffs *Geographic Information System* wurden viele Begriffsbestimmungen unter verschiedenen Gesichtspunkten, beziehungsweise unter Betonung unterschiedlicher Schwerpunkte vorgenommen [Heywood u. a., 1998]. Naheliegend ist zunächst eine Begriffsbestimmung auf Grundlage von allgemeinen Informationssystemen, erweitert um den Raumbezug der zu verarbeitenden Daten [de Lange, 2002].

Maguire [1989] betont die zu Grunde liegenden geographischen Daten als wichtigsten Bestandteil. Thurston, Poiker und Moore [Thurston u. a., 2003] verstehen unter GIS sowohl das technische System (*Geographic Information System*) als auch einen Zweig der Wissenschaft (*Geographic Information Science*). Bei Clarke [2003] werden zusätzlich zu der technischen Definition die Aspekte von GIS aus der Sicht des Benutzers als Werkzeug zur Modellierung, Analyse und Entscheidungsfindung sowie als kommerzielles und gesellschaftliches Phänomen erörtert.

Eine weitgehend etablierte technische Definition für Geoinformationssysteme geht zurück auf Bill und Fritsch [1999]:

¹²Für einen Überblick der Zusammenarbeit beider Organisationen vgl. [Joos, 2002].

„Ein Geo-Informationssystem (GIS) ist ein rechnergestütztes System, das aus Hardware, Software, Daten und den Anwendern besteht. Mit ihm können raumbezogene Daten digital erfasst und redigiert, gespeichert und reorganisiert, moduliert und analysiert sowie alphanumerisch und graphisch präsentiert werden.“

Diese Begriffsbestimmung hat sich nicht nur im deutschsprachigen Raum, etwa bei [de Lange, 2002], sondern auch international [Clarke, 2003; Kavanagh, 2003] mit nur geringfügigen Abweichungen durchgesetzt.

Mit dem Hinweis, dass ein Informationssystem ohne die Personen, die es benutzen, keinen Sinn macht, erweitert [Heywood u. a., 1998] diese Definition um die Anwender:

„Die Komponenten eines GIS beinhalten das Computersystem (Hardware und Betriebssystem), die Software, raumbezogene Daten, Datenverwaltungs- und Analyseverfahren und die Personen, die das GIS benutzen.“

In einem Geoinformationssystem müssen also die Anforderungen, die durch die unterschiedliche Nutzungsart seiner Anwender entstehen, berücksichtigt werden.

In den hier relevanten Geoinformationssystemen im technischen Sinne stehen raumbezogene Daten beziehungsweise die darin enthaltenen Informationen und deren Verarbeitung im Vordergrund. Es folgt daher eine Einführung in die Besonderheiten von raumbezogenen beziehungsweise Geoinformationen.

Raumbezug

Der Raumbezug der Informationen drückt sich in der direkten (primäre Metrik) oder indirekten (sekundäre Metrik) Verknüpfung zu Positionen in der realen Welt aus [Bill, 1999a]. Als primäre Metrik wird dabei die Angabe von zwei- oder dreidimensionalen Koordinaten (oder deren Konstruktionsvorschriften), deren Genauigkeit sowie einem definierten Raumbezugssystem verstanden (vgl. Seite 38). Eine sekundäre Metrik besitzt hingegen eine schwächere Genauigkeit, die durch eine Aggregation oder Generalisierung der raumbezogenen Daten entsteht, wie zum Beispiel bei Ortsbezeichnungen oder Postleitzahlen. Als Geokodierung wird ein Vorgang bezeichnet, der verschiedene Raumbezugsformen ineinander konvertiert [Bill, 1999a], beziehungsweise den Ortsbezug von nichtgeometrischen Attributen (vgl. Kapitel 3.2.2) durch Verknüpfung mit raumbezogenen Daten herstellt [Kavanagh, 2003]. Ein Beispiel ist die Verknüpfung von Adressen (sekundäre Metrik in einem Attribut) mit Punkten in digitalen Straßenkarten, deren Segmente geometrisch-topologisch in einer primären Metrik angegeben sind.

Objektbegriff in GIS

Geoinformationssysteme sind objektbezogene Systeme in denen geometrische Primitive (Vektor- oder Rasterdaten) und deren graphische Darstellungsvorschriften (Graphikdaten beziehungsweise Stilbeschreibungen) und thematische sowie administrative Beschreibungen (Sachdaten) in raumbezogenen Objekten integriert werden [Bill, 1999a]. Ein raumbezogenes Objekt wird wie folgt definiert:

Objekt Ein raumbezogenes Objekt oder Geoobjekt, kurz Objekt, – häufig synonym mit *Feature*¹³ [Delijska, 2002] verwendet (vgl. Kapitel 3.2.3) – beschreibt eine physisch, geometrisch oder begrifflich begrenzte Einheit der Natur und besitzt eine individuelle Identität [de Lange, 2002].

Ein solches Objekt repräsentiert also ein Unikat der realen Welt und kann durch Zuordnung einer zu einer bestimmten Objektkategorie klassifiziert werden.

Für ein Geoobjekt werden üblicherweise folgende Bestandteile spezifiziert [Bill, 1999a]:

- **Geometriedaten:** Als Geometrie eines Objekts werden sämtliche geometrischen Datenelemente in Vektor- oder Rasterdarstellung bezeichnet, welche in einem einheitlichen Raumbezugssystem, meist einem Koordinatensystem, definiert sind.
- **Topologische Daten:** Die Geometriedaten werden von topologischen Daten wie Knoten, Kanten, Flächen und Nachbarschaftsbeziehungen ergänzt. In der Topologie ist nur relevant, dass Punkte und Linien in einer bestimmten Beziehung zueinander stehen und nicht, welche geometrische Form diese Beziehung hat. Daher verhält sich die Topologie gegenüber einer topologischen Transformation invariant, während sich die Geometrie dabei verändert.
- **Thematische Daten:** Thematische Daten, auch Attribute oder Sachdaten genannt, dienen der Beschreibung der nicht-geometrischen Eigenschaften des Objektes. Dazu gehören auch graphische Beschreibungen wie Visualisierungsvorschriften, die z.B. den geometrischen Daten Farbwerte zuordnen. Sachdaten sind meist in einem fachspezifischen Zusammenhang erhoben beziehungsweise gespeichert und können den Bereich von Texten wie Namen oder Beschreibungen über numerische Werte wie Messwerte oder Hausnummern bis zu multimedialen Daten wie Filmen oder Animationen abdecken. Im letzteren Fall spricht man von einem so genannten *Multimedia-GIS*.
- **Objektidentifikator:** Ein Objektidentifikator ist ein Schlüssel für den umkehrbar eindeutigen Zugriff auf ein individuelles Objekt und muss zur rechnergestützten Verarbeitung geeignet sein. Er wird auch für die Zuordnung zur Thematik benutzt.

Dem Objektbegriff im Sinne eines Raumelements liegt im Wesentlichen die Modularisierung der verschiedenen zu speichernden Daten mit ihren raumbezogenen Besonderheiten zu Grunde. Verglichen mit dem Objektbegriff der Informatik werden die Konzepte der Klassifikation, Aggregation und Assoziation ebenfalls verwendet. Die Konzepte des objektorientierten Programmiersprachenparadigmas, wie etwa Methoden, Vererbung und Polymorphie sind bisher in Geoinformationssystemen wenig verbreitet [de Lange, 2002]. Die meisten in der Geoinformatik gebräuchlichen Verfahren und Systeme basieren in der Regel noch auf diesem einfacheren Geoobjektbegriff, sind also eher der modularen Programmierung [Goos und Zimmermann, 2002] vergleichbar. Allerdings werden mit Verbreitung von objektorientierten Programmiersprachen im GIS-Bereich auch Geoinformationssysteme entwickelt, die auf objektorientierten Technologien und Konzepten basieren, beispielsweise das *Framework DEGREE* [deegree, 2005], welches auch für diese Arbeit verwendet wird (vgl. Kapitel 4.2.2).

¹³Der Begriff *feature* stammt aus der Kartographie und bezeichnet dort ein auf der Karte zu zeichnendes Element [Clarke, 2003].

Dimensionen in GIS

Zu den oben beschriebenen Objektcharakteristika existieren verschiedene Dimensionsbegriffe, die sich demnach hinsichtlich ihrer geometrischen, topologischen und thematischen Dimension unterscheiden. Bezüglich ihrer Geometriedaten bezeichnet man GIS als

- *zweidimensional (2D)*, wenn sie nur x,y-Koordinaten (Planimetrie) und demnach keine Höhenangaben enthalten.
- *zwei-plus-eindimensional (2D+1D)*, wenn die Planimetrie durch Beschreibungsdaten der Geländeoberfläche (digitales Geländemodell) ergänzt wird, ohne dass diese mit der Lagegeometrie verknüpft ist, so dass keine räumlichen Operationen zwischen den Elementen der Planimetrie und dem digitalen Geländemodell möglich sind.¹⁴
- *zweieinhalbdimensional (2.5D)*, wenn zur Lagegeometrie die Höhe als Attribut gespeichert ist. Dadurch ergibt sich eine Abhängigkeit von der Dichte der Lagegeometrie, was z.B. in Ballungsgebieten ausreichend sein kann.
- *dreidimensional (3D)*, wenn die x,y,z-Koordinaten in hinreichender Dichte vollständig vorhanden sind. Dabei wird zwischen 3D-Linienmodellen, 3D-Flächenmodellen und 3D-Volumenmodellen unterschieden. 3D-Linienmodelle sind einfache Erweiterungen des 2D-Modells, zum Beispiel durch Kopplung eines Grundrisses mit Höhenlinien. 3D-Flächenmodelle basieren auf einfachen ebenen Flächenelementen, meist Dreiecke oder Quadrate, mit denen die darzustellende Oberfläche angenähert wird. Die 3D-Volumenmodelle sind die präzisesten Verfahren, bei denen komplexe 3D-Objekte etwa mittels einfacher vektoriell beschriebener Einzelkörper, die mit booleschen Operationen verknüpft werden, konstruiert werden.

Die Dimension der Topologie wird hinsichtlich ihrer flächenhaften Ausdehnung definiert. Objekte werden hinsichtlich ihrer topologischen Dimension unterschieden in

- *Nullzellen (0-Zellen)*, welche die Punkte (Knoten) darstellen.
- *Einszellen (1-Zellen)*, die die Linien (Kanten) repräsentieren. Sie stellen zusammen mit den 0-Zellen die Verbindung zu den Linienmodellen her.
- *Zweizellen (2-Zellen)*, die durch geschlossene Linienpolygone Flächen definieren. Sie bilden die Grundlage für Flächenmodelle.
- *Dreizellen (3-Zellen)*, welche einfache dreidimensionale Elemente repräsentieren, mittels derer komplexe 3D-Objekte konstruierbar sind. Dadurch wird der direkte Zusammenhang mit den Volumenmodellen deutlich.

In der Thematik ist der Begriff der Dimension hinsichtlich der Themenvielfalt, die im GIS repräsentiert wird, definiert. Ein Geoinformationssystem ist *thematisch n-dimensional*, wenn n verschiedene thematische Ebenen vorhanden sind, wobei n eine natürliche Zahl ist. [Bill, 1999a]. Beispielsweise enthält ein Liegenschaftskataster das Flurbuch und das Liegenschaftsbuch, so dass es als thematisch zweidimensional bezeichnet werden könnte.

¹⁴Z.B. ist die Fläche eines Hauses nicht als Aussparung in dem digitalen Geländemodell nutzbar

Werden in Geoobjekten Veränderungen in Geometrie, Topologie oder Thematik über die Zeit mitgeführt, wird dies als *Dynamik* bezeichnet. [de Lange, 2002]. Dabei wird die Veränderung von thematischen Daten (z.B. Grundeigentümer) die *zeitliche Variabilität* und die von geometrischen oder topologischen Daten (z.B. Waldausdehnung) die *räumliche Variabilität* von Geoobjekten genannt. Die Kombination von beiden, die *raumzeitliche Variabilität* (z.B. bei der Modellierung eines Ölteppichs) ist möglich.

Vektor- und Rasterdaten

Die Geometriedaten werden dabei nach Vektor- und Rasterdaten unterschieden.

Bei Vektordaten beruht die raumbezogene Beschreibung auf Stützpunkten, aus denen die Grundelemente Punkt, Linie und Fläche gebildet werden, deren Verbindung durch eine mathematische Funktion berechnet wird. Zudem können Nachbarschaftsbeziehungen wie Anfangs- und Endpunkte einer Linie sowie daran angrenzende Flächen angegeben oder berechnet werden. Durch diese logische Datenstruktur ist die Herstellung des Objektbezugs leicht möglich. Für die punktuelle Datenerfassung existieren bewährte Methoden,¹⁵ die jedoch durch den meist hohen manuellen Arbeitsanteil einen großen Aufwand bedingen. Als Vorteile ergeben sich jedoch relativ geringe Datenmengen und kurze Rechenzeiten für die Speicherung und Verarbeitung von Vektordaten. Die Haupteinsatzgebiete von Vektordaten liegen im eher großen Maßstabsbereich,¹⁶ etwa bei Katasteranwendungen, Leitungsdokumentation sowie bei der Unterstützung von Planungsprozessen.

Im Gegensatz zu Vektordaten beschreiben Rasterdaten direkt Flächen. Als geometrisches Grundelement dient das *Pixel*¹⁷, welches in einer Matrix gleichförmiger rechteckiger Elemente angeordnet ist und einheitliche Flächenfüllung aufweist. Rasterdaten enthalten keine logischen Verbindungen zwischen den einzelnen Bildelementen. Sie beschreiben lediglich die Eigenschaften der Pixel, wie z.B. Farb-, Höhen-, oder andere Messwerte. Durch die flächenhafte Betrachtungsweise ergeben sich Nachteile bei der logischen Datenstrukturierung, da die Ordnung nur nach der Position der Pixel erfolgt, was die Möglichkeiten für einen Objektbezug einschränkt. Die Vorteile von Rasterdaten liegen im Bereich der einfachen Datenerfassung durch moderne Scanner-Techniken, wie z.B. Luft-, und Satellitenfotographie und Laserscanner. Allerdings fallen meist umfangreiche Datenmengen an, die einen hohen Rechenaufwand bei der Verarbeitung erfordern. Die Hauptanwendungsgebiete von Rasterdaten liegen im kleinen Maßstabsbereich,¹⁸ zum Beispiel im Bereich der Landwirtschaft oder Bodenkunde.

Attribute eines räumlichen Objektes, die die Art und Weise seiner Darstellung unter einer bestimmten Thematik auf einem bestimmten Ausgabegerät beschreiben, werden graphikbeschreibende Daten genannt. Hierzu zählen unter anderem Farbe, Füllung, Symbolik, Linienstil, Flächenstil, Zeichensätze und Positionierungsangaben für Texte. In Verbindung mit den Geometriedaten des Objekts entstehen so Vektor- beziehungsweise Rastergraphiken, für die sich bei der Graphikausgabe analog zu den zugrunde liegenden Daten Vor- und Nachteile ergeben. So führen die aus Punkten immer neu berechnen- und zeichenbaren Linien und Flächen einer Vektorgraphik zu geringem Speicherbedarf und verlustfreier Skalierung, was z.B. bei der interaktiven Bearbeitung von Vorteil ist. Eine Rastergraphik unterliegt den Beschränkungen der Methoden der digitalen Bildverarbeitung und den Visualisierungstechniken der Computergraphik. So ist eine sinnvolle Maßstabsänderung durch die notwendige Interpolation nicht unbegrenzt möglich.

¹⁵zum Beispiel die Digitalisierung analoger Karten

¹⁶1:100 bis 10.000

¹⁷von *Picture Element*, Bildelement

¹⁸1:10.000 bis 1:1.000.000

Geographische Informationssysteme lassen sich nach ihrer Verwendung von Geometriedatentypen klassifizieren. Ein GIS, dessen Fachdaten aus der Kombination von Vektorgraphik- und zugehörigen Sachdaten bestehen, wird als *vektororientiert* bezeichnet. Analog dazu setzen sich in einem *rasterorientierten* GIS die Fachdaten aus Rastergraphik- und zugehörigen Sachdaten zusammen. Ein *hybrides* GIS ist in der Lage, Geodaten beider Geometriedatentypen zu verarbeiten.

Anwendungsbereiche von GIS

Die digitale Verarbeitung der geometrischen und beschreibenden Daten erlaubt deren flexible Zusammenstellung unter verschiedenen Gesichtspunkten, wodurch unbegrenzt viele Modelle der realen Welt entstehen. In Verbindung mit dem vielfältigen Anwendungsspektrum wird hierdurch der Einsatz GIS in unterschiedlichsten Nutzersegmenten ermöglicht. Geoinformationssysteme gehen dabei mittels der beliebig umfangreichen Verknüpfung mit thematischen Daten deutlich über das Einsatzgebiet von reinen Kartier- und *Computer Aided Design* (CAD)-Systemen hinaus. Allerdings wird der Leistungsumfang letzterer Systeme häufig auch derart erweitert, dass die Übergänge zwischen beiden Systemarten fließend sind [Bill, 1999a]. Charakteristisch für Geoinformationssysteme sind dabei die interaktiven Manipulations- und Weiterverarbeitungsmöglichkeiten, wobei die kombinierten Erfassungs-, Editier-, Analyse- und Präsentationsmöglichkeiten im Vordergrund stehen. Dabei sind thematische Karten nur eine mögliche Ausgabeform, Präsentationsgraphiken oder textbasierte Berichte sind weitere. Durch die Leistungsfähigkeit aktueller PC-Technik sind heutige Geoinformationssysteme trotz einer dieser Mindestkomplexität benutzerfreundlich handhabbar. Häufig werden solche Systeme auch als *Desktop-GIS* bezeichnet, da sie am Arbeitsplatz des Sachbearbeiters im Zusammenspiel mit herkömmlichen Büroanwendungen eingesetzt werden. Die zunehmende Verbreitung und Leistungssteigerung des Internets ermöglicht es, Geoinformationssysteme vermehrt auch in verteilten Szenarios nach dem *Client/Server*-Modell einzusetzen. Dabei wurden zunächst, in der Regel proprietäre, *Server* – häufig um Internetfähigkeiten erweiterte Einzelplatzanwendungen – und *Clients* – häufig *Browser Plugins* – eingesetzt. Um die Interoperabilität zwischen beliebigen *Clients*, aber auch Servern untereinander zu ermöglichen beziehungsweise zu verbessern, wurde das OPEN GEOSPATIAL CONSORTIUM gegründet.

Typische Anwendungsgebiete von GIS sind [vgl. Bill u. a., 2002; Bill, 1999b]:

- **Landinformationssysteme (LIS):** Diese von der Geodäsie ins Leben gerufenen GIS werden zur Erfassung von Grund und Boden inklusive derer Fachdaten benutzt. LIS werden im Vermessungswesen und für Liegenschaftskataster im großmaßstäblichen Bereich (1:5000 bis 1:10.000) verwendet. In Deutschland entsteht gerade das System ALKIS (Amtliches Liegenschaftskataster-Informationssystem) aus den Vorängern ALK (Automatisierte Liegenschaftskarte) und ALB (Automatisiertes Liegenschaftsbuch), welches die Verwaltung von Karten- und deren zugehörigen Sachdaten in einem System zusammenfasst (vgl. Kapitel 2.1.4). Parallel zu ALKIS wird ATKIS (Amtliches Topographisch-Kartographisches Informationssystem) entwickelt, welches auf topographische Fragestellungen und Maßstäbe (ca. 1:10.000 bis 1:1.000.000) erweitert ist. LIS werden als Lieferanten von Geobasisdaten von vielen anderen GIS-Anwendungen benutzt.
- **Netzinformationssysteme (NIS):** NIS dienen der Verwaltung von Leitungsnetzen wie zum Beispiel Strom-, Gas-, Wasser-, Abwasser-, Fernwärme und Kanalnetzen. Dementsprechend werden sie zum Beispiel von Post-, Chemie-, Wasser- und Energiever- und -entsorgungsunternehmen, aber auch vom Militär und von Kommunen zur Dokumentation und Bearbeitung von Betriebsmitteldaten verwendet.

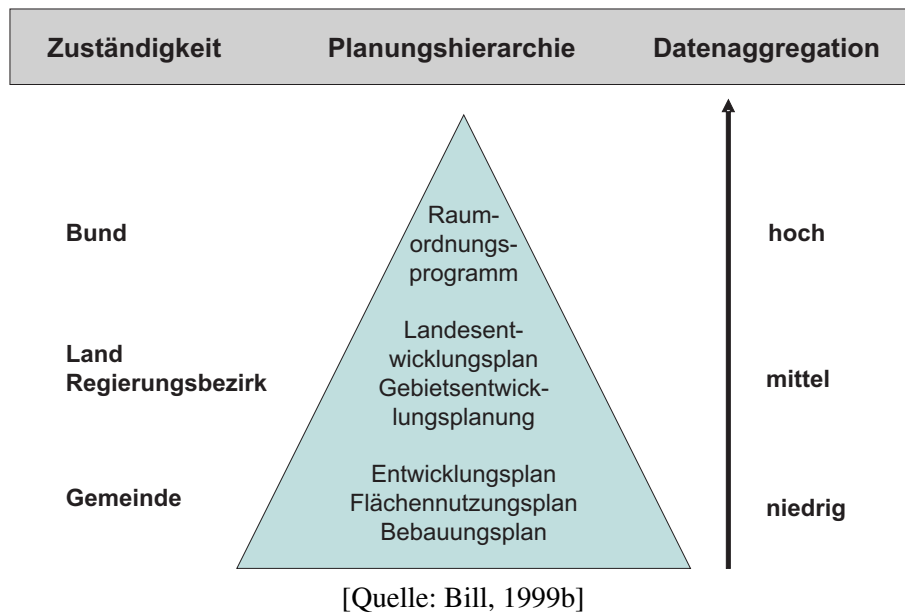


Abbildung 3.3: Planungshierarchie in Bund, Land und Kommunen

- **Umweltinformationssysteme (UIS):** UIS dienen dem Umweltschutz durch Umweltvorsorge, der Sanierung von Umweltschäden und der Reaktion auf Umweltunfälle. Sie müssen eine Vielzahl fachspezifischer Daten über ihre Lageinformationen kombinieren, um den gesamten Querschnitt der Anforderungen an die Überwachung und den Schutz der Umwelt abzudecken. UIS greifen daher auf andere Informationssysteme, etwa Kataster- oder Planungssysteme zu, und kombinieren diese zum Beispiel mit Daten aus Umweltverträglichkeitsprüfungen.
- **Rauminformationssysteme (RIS):** In die Kategorie der RIS gehören Planungs- und statistische Informationssysteme. Planungsinformationssysteme dienen etwa der Bauleit-, Stadt-, Regional-, Landes-, Verkehrs- oder Umweltplanung sowie der Raumordnung auf den verschiedenen Ebenen der Planungshierarchie (vgl. Abbildung 3.3), aus der sich die Zuständigkeiten und Datenaggregationsdichten ergeben. Statistische Informationssysteme dienen der Erstellung und Auswertung von amtlichen Statistiken und werden als Grundlage für viele Planungsmaßnahmen und politische Entscheidungen genutzt.
- **Fachinformationssysteme (FIS):** Spezielle FIS stehen für GI-Systeme, die sich trotz Überschneidungen nicht in eine der obigen Kategorien einordnen lassen. Beispielsweise werden NIS-artige Systeme im Transport- und Verkehrswesen zur Navigation von Fahrzeugen aller Art, zum Flottenmanagement sowie zur Einsatzplanung und -kontrolle von Notdiensten eingesetzt. Weitere Einsatzmöglichkeiten sind unter anderem die Senderstandortplanung in Telekommunikationsunternehmen und demographische Informationssysteme im sozialen Bereich, wie etwa im Gesundheitswesen oder der Kriminalitätsbekämpfung.

3.2.3 Open Geospatial Consortium

Von besonderer Bedeutung für die Interoperabilität sind die von dem OPEN GEOSPATIAL CONSORTIUM [OGC, 2005] definierten Standards. Das 1994 gegründete OGC™ ist ein Industriekonsortium,

dessen Mitglieder sich aus Unternehmen, Universitäten und Behörden zusammensetzen. Sie arbeiten gemeinschaftlich in einem einvernehmlichen Prozess zusammen, um Interoperabilität von raumbezogenen Informationstechnologien zu ermöglichen beziehungsweise zu erweitern. In der Vision des OGC profitiert die Allgemeinheit von geographischen Informationen und Diensten, welche über jedes Netzwerk, jede Anwendung oder jede Plattform hinweg verfügbar sind. Zu diesem Zweck erarbeitet das OGC offene Spezifikationen für die Schnittstellen und Datenformate raumbezogener Technologien, die der Allgemeinheit zur Verfügung stehen. In dem *OGC Specification Program* arbeiten das *OGC Technical Committee* und das *OGC Planning Committee* in einem formalen Konsens orientierten Prozess zusammen, mit dem Ziel, die OpenGIS-Spezifikationen zur Abnahme zu bringen. Das *OGC Interoperability Program* ist eine Reihe von praxisbezogenen Initiativen, um die Entwicklung und Akzeptanz von OpenGIS-Spezifikationen zu beschleunigen. Das *OGC Review Board* erstellt und beaufsichtigt die Dokumentation der prozeduralen und technischen Grundlagen.

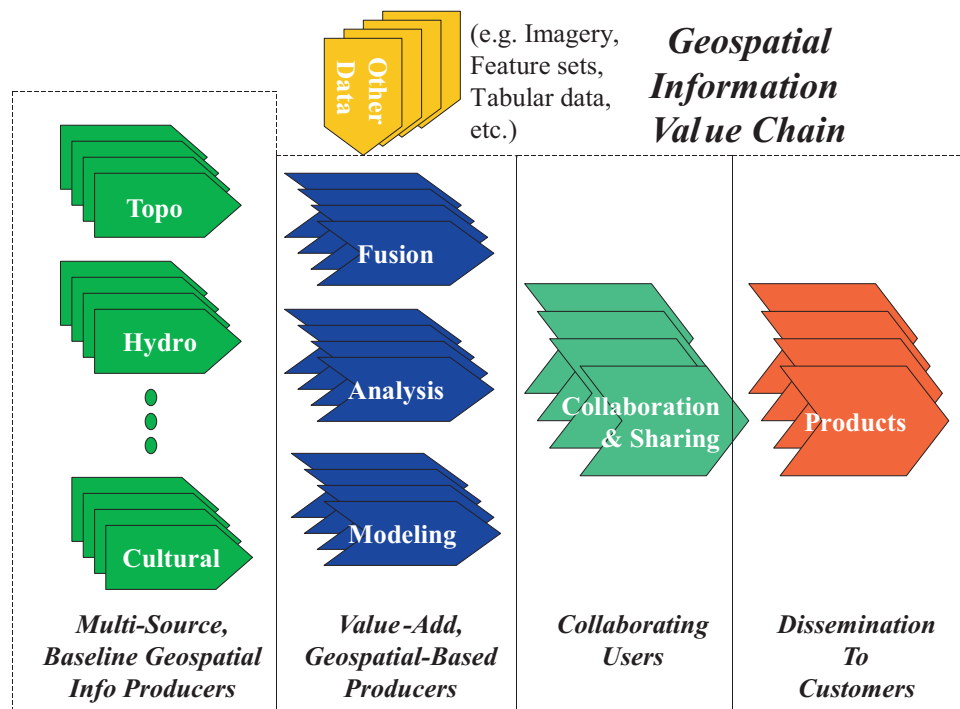
Das OpenGIS® Referenzmodell (*OGC Reference Model*, ORM) bildet die grundlegende Architektur für die Arbeit des OPEN GEOSPATIAL CONSORTIUMS [Buehler, 2003]. In dem ORM werden die Rahmenbedingungen für die von der OGC geschaffenen Spezifikationen und interoperable Lösungen für raumbezogene Dienste, Daten und Anwendungen beschrieben. Weiterhin bietet das ORM ein Rahmenwerk für die technische Grundlage des OGC. Diese technische Grundlage besteht aus den bisher angenommenen Spezifikationen ebenso wie aus einer Anzahl von noch im Spezifikationsprozess befindlichen Vorschlägen. Da die OpenGIS-Dokumente einem ständigen Entwicklungsprozess unterliegen, beschreibt das aktuell öffentlich zugängliche Referenzmodelldokument [Buehler, 2003] nicht den neuesten Entwicklungsstand der Arbeit des OGC. Daher wurde der folgende Überblick der für diese Arbeit relevanten OpenGIS-Spezifikationen, -Modelle und -Konzepte mit Bestandteilen aus aktuellen Dokumenten der OGC ergänzt.

Das ORM basiert auf dem internationalen Standard *Reference Model for Open Distributed Processing (RM-ODP)* [ISO10746] für die Konstruktion offener, verteilter Verarbeitungssysteme. Ferner bildet das RM-ODP auch die konzeptuelle Grundlage der ISO 19100-Serie, einer die Geodatenverarbeitung betreffende Sammlung internationaler Standards, und findet auch in der *OMG Object Management Architecture* Anwendung [Soley und Stone, 2003].

Das RM-ODP kommt im Design des ORM einerseits auf abstraktem Niveau als Denkweise bezüglich der Architektur oder Organisationsprinzipien zum Einsatz. Andererseits bildet es eine Menge von Richtlinien für Konzepte und Terminologien für offene und verteilte Datenverarbeitung. Das RM-ODP identifiziert die wichtigsten Prioritäten der für die Architektur relevanten Spezifikationen und stellt eine minimale Menge von Anforderungen inklusive eines Objektmodells zur Verfügung, um die Integrität des Systems zu sichern. Um das System unter verschiedenen Aspekten zu betrachten, wurden fünf Standardsichten – so genannte *Viewpoints* – definiert, welche der „Trennung der Belange“¹⁹ dienen.

- *Enterprise Viewpoint* : Diese Sicht konzentriert sich auf den Zweck, den Wirkungsbereich und die Verfahrensweisen des Systems.
- *Information Viewpoint*: In dieser Sicht werden die Bedeutung von Informationen und deren Verarbeitung in den Vordergrund gestellt.
- *Computational Viewpoint*: Unter dieser Perspektive werden die Details von Komponenten und Schnittstellen ohne Berücksichtigung von Distributionsaspekten betrachtet.

¹⁹ engl. „Separation of Concerns“



[Quelle: Buehler, 2003]

Abbildung 3.4: Wertschöpfungskette für raumbezogene Informationen

- *Engineering Viewpoint*: In dieser Sicht liegt der Schwerpunkt auf den Mechanismen und Funktionen, die die verteilte Interaktion zwischen Systemkomponenten unterstützen.
- *Technology Viewpoint*: Diese Sicht bezieht sich auf die Wahl der Technologie, mit der die Systemkomponenten implementiert werden sollen.

Im Folgenden werden die unterschiedlichen Perspektiven des ORM basierend auf [Buehler, 2003] zusammenfassend erläutert.

Enterprise Viewpoint

Dieser *Viewpoint* erläutert die organisatorischen und unternehmerischen Aspekte des ORM. Er umfasst zunächst die Charakterisierung des Konsortiums als Zusammenschluss von Organisationen, die an einer Unterstützung von neuen technischen und kommerziellen Ansätzen von interoperabler Verarbeitung von Geoinformationen interessiert sind. Dabei wird die fundamentale Bedeutung von georeferenzierten Ortsinformationen betont, da diese in dem überwiegenden Teil aller erhobenen Informationen enthalten sind und als intuitiver Informationsbestandteil zum besseren Verständnis der meisten konkreten oder abstrakten Phänomene beiträgt. In diesem Zusammenhang wird auch der kommerzielle Aspekt in Form einer Geoinformationswertschöpfungskette (*Geospatial Information Value Chain*) erläutert. Diese Wertschöpfungskette erstreckt sich von der Erhebung der Geodaten über die Analyse und die Zusammenführung mit anderen Daten sowie zur Benutzung der Geoinformationen in wertschöpfender Weise bis schließlich zum marktreifen Produkt (vgl. Abbildung 3.4).

Um eine solche Geoinformationswertschöpfungskette zu unterstützen, werden folgende Eigenschaften von OpenGIS-Technologien gefordert:

- Beweglichkeit, um wechselnde Geschäftsbedingungen und Operationsanforderungen schnell zu adaptieren.
- Unterstützung von naht- und problemloser Einführung von neuen und Weiterentwicklung von existierenden Technologien.
- Robuste und konsistente Fehlerbehandlung und -erholung.
- Entwicklung von unternehmenskritischen Systemen.
- Einbezug von Authentifizierungs-, Sicherheits-, und Datenschutzmaßnahmen.
- Plattformunabhängigkeit bezüglich Hardware, Betriebssystem, Programmiersprache, etc.
- Unterstützung von Schicht- und Komponentenarchitekturen.
- Unterstützung von Standardschnittstellen und -metadaten während der Benutzung von komplementären Standards und Spezifikationen in Umgebungen, in denen OGC Spezifikationen implementiert werden.
- Unterstützung von Interoperabilität, indem Schnittstellen, Dienstbeschreibungen und Protokolle spezifiziert werden.
- Anpassungsfähigkeit an unabhängig entwickelte Implementationen eines Dienstes und an unabhängige Instanzen von verschiedenen Servicetypen.
- Anpassung an eine große Bandbreite von Datenzugriffs- und -benutzungsmethoden.
- Anbieterneutralität.
- Unabhängigkeit von Datenformaten.

Information Viewpoint

In dem *OpenGIS Information Viewpoint* wird das semantische Modell von geographischen Informationsentitäten betrachtet. In diesem *Framework* werden die konzeptuellen Schemas für raumbezogene Informationen und deren Verarbeitung beschrieben. Dazu gehören:

Geographische Features Das geographische *Feature* (kurz *Feature*) ist das grundlegende Modell zur Beschreibung von raumbezogenen Phänomenen der realen Welt. *Features* entsprechen in ihrer konkreten Ausprägung (*Feature Instances*) als digitale Repräsentation von raumbezogenen Entitäten den Geoobjekten im erweiterten, objektorientierten Sinn (vgl. Kapitel 3.2.2) und weisen entsprechende Eigenschaften mit allerdings teilweise verschiedener Terminologie auf. Diese Eigenschaften (*Properties*) können im Fall so genannter einfacher *Features* aus Operationen und Attributen, bei so genannter komplexen *Features* zusätzlich aus Assoziationen zu anderen *Features* bestehen. Die raumbezogenen Informationen sind in den Attributen enthalten. Jedes *Feature* enthält eine eindeutige und dauerhafte Identifikation (*ID*). *Features* mit gemeinsamen

Eigenschaften werden zu *Feature Types* zugeordnet. *Feature Types* können untereinander durch Assoziation und Vererbung in Verbindung stehen. *Feature*-Instanzen mit nicht notwendigerweise gleichartigen Eigenschaften können zu *Feature Collections* aggregiert werden. Diese werden durch spezielle komplexe *Features*, sog. *Collection Features*, welche Referenzen zu den enthaltenen einfachen *Features* enthalten, repräsentiert. *Features* beinhalten auch *Metadaten* (vgl. S. 40), zum Beispiel die Datentypen der Attribute oder das Koordinatensystem von Geometriedaten.

Coverages Die von den *Features* modellierten Phänomene können als diskret oder kontinuierlich betrachtet werden. Diskrete Phänomene sind als abgegrenzte Objekte erkennbar, zum Beispiel Gebäude, Straßen oder Messpunkte. Kontinuierliche Phänomene variieren in ihrer räumlichen und/oder zeitlichen Ausdehnung und besitzen keine spezifische Abgrenzung, wie etwa Temperatur oder Bodenzusammensetzung. Diese Konzepte schließen sich nicht gegenseitig aus, vielmehr enthalten reale Entitäten häufig diskrete und kontinuierliche Bestandteile. Beispielsweise hat ein Fluss eine diskrete Ausdehnung, aber seine Fließgeschwindigkeit oder Wasserqualität unterscheidet sich an jedem Punkt. Die traditionelle datentechnische Repräsentation dieser Phänomene erfolgt mittels Vektordaten für diskrete und Rasterdaten für kontinuierliche Phänomene (vgl. Kapitel 3.2.2). Im ORM werden die diskreten Phänomene von *Features* mit darin enthaltenen geometrischen Daten modelliert. Da aber Rasterdaten nicht die einzige Datenstruktur sind, die kontinuierliche Phänomene repräsentiert, hat das OGC für Datentypen, die Werte direkt zu Positionen zuordnen den Begriff **Coverage** eingeführt. Ein *Coverage Feature* ist als eine Menge von Funktionen definiert, die Werte aus einer raumzeitlichen Domäne auf einen Werte aus Attributen abbilden. Sie stellt also die Verknüpfung einer Position aus einem räumlich und zeitlich begrenzten Bereich zu einem Datensatz mit definierten Datentypen her. Beispiele hierfür sind ein Rasterbild oder eine digitale Höhenmatrix.

Geometrie und Topologie Im ORM werden raumzeitliche Geometrie und Topologie entsprechend Kapitel 3.2.2 definiert. Zusätzlich werden konzeptuelle Klassendiagramme geliefert, die eine objektorientierte Grundlage für die Anwendungsentwicklung bilden.

Zusätzlich werden Anfrageoperatoren (*Query Operators*) eingeführt, die einen Ansatzpunkt für die Charakterisierung von topologischen Beziehungen zwischen *Features* bieten. Die Festlegung der Ergebnisse soll ein Vergleich zwischen unterschiedlichen Implementationen der Operatoren ermöglichen. Beispiel für solche topologische Operatoren sind „beinhalten“, „schneiden“ oder „ist gleich“.

Um die zeitliche Dimension von Geoinformationen zu modellieren, definiert das ORM Schemata für temporale Objekte, die in *Features* als Werte zur Speicherung von zeitbezogenen Informationen benutzt werden können. Die zeitlichen Angaben eines solchen Objekts werden in Relation zu einem zeitlichen Bezugssystem spezifiziert. Üblicherweise wird dazu die *Coordinates Universal Time* (UTC) verwendet.

Georeferenzierung Georeferenzierung ist die Zuordnung von Orten zu Bezeichnern. Diese Bezeichner können eindeutig sein, zum Beispiel eine Postleitzahl, dann wird von einem *Identifier* gesprochen. Ist der Bezeichner nicht eindeutig, wie etwa bei einem Ortsnamen, werden die Dienste von geographischen Lexika (*Gazetteer*) und Geokodierern (*Geocoder*) benötigt. Ein *Geocoder* transformiert eine Beschreibung des Ortes eines *Features* in eine normalisierte Form, welche die geometrischen Koordinaten des *Features* enthält. Ein Beispiel ist die Zuordnung von Postleitzahlen zum zugehörigen Gebiet (vgl. Kapitel 3.2.2). Ein *Gazetteer* ist ein Sonderfall eines

Geocoders, der sich nur auf natürlichsprachliche Beschreibungen, wie etwa Ortsnamen oder Sehenswürdigkeiten, bezieht. Ein *Gazetteer* ist oftmals auf eine spezielle Gruppe von *Features*, beispielsweise die einer Region oder eines Landes, beschränkt.

Koordinaten sind als ein Tupel von geordneten skalaren Werten (Ordinaten), welche die Position von einem Punkt-*Feature* in einem Koordinatenreferenzsystem angeben, definiert. Das Tupel besteht aus bis zu drei Ordinaten, welche voneinander unabhängig sein und den Dimensionen des beschriebenen Raumes entsprechen müssen (vgl. Kapitel 3.2.2).

Um die Position von *Features* in der realen Welt eindeutig beschreiben zu können, sind **Koordinatenreferenzsysteme** (*coordinate reference systems*) nötig, welche die Koordinaten eindeutig zu Punkten auf der Erde referenzierbar machen. Ein Koordinatenreferenzsystem besteht aus einem Koordinatensystem und einem Referenzpunkt.

Ein **Koordinatensystem** besteht aus Koordinatenachsen und einer bekannten Metrik. Die Metrik enthält die notwendigen mathematischen Formeln, welche die Beziehungen der Koordinaten untereinander beschreiben.

Ein **Referenzpunkt** eines Koordinatensystems definiert dessen Ausgangspunkt, Orientierung und Maßstab.

Die **Koordinatentransformation** (*coordinate transformation*) dient der Überführung von Koordinaten aus einem Koordinatensystem in ein anderes. Sie ist notwendig, um Geodaten aus verschiedenen Koordinatensystemen gemeinsam zu verarbeiten; zum Beispiel, um aus ihnen eine Karte zu generieren. Die Koordinatentransformation ist als eine mathematische Operation definiert, die eine Änderung des Referenzpunktes zur Folge hat. Die Parameter einer Koordinatentransformation werden empirisch aus den Koordinaten einer Menge von Punkten aus beiden Koordinatenreferenzsystemen ermittelt. Diese Umrechnung ist normalerweise überbestimmt, was eine Prognose der Fehlergenauigkeit erlaubt.

Im Gegensatz dazu wird eine **Koordinatenkonvertierung** durch mathematische Operationen definiert, die keine Änderung des Referenzpunktes nach sich ziehen, definiert. Hier werden die Parameter vorgegeben und nicht empirisch ermittelt. Das bekannteste Beispiel für eine Koordinatenkonvertierung ist die **Kartenprojektion**, bei der ein geodätisches Koordinatensystem auf eine planare Oberfläche projiziert wird. Dabei werden die geodätischen Längen und Breiten auf die planen Koordinaten einer Karte abgebildet. Das resultierende zweidimensionale Koordinatensystem wird *projiziertes Koordinatensystem* genannt.

Portrayal und Benutzungsschnittstelle Als *Portrayal* wird die für Menschen verständliche graphische Präsentation von Informationen bezeichnet, zum Beispiel eine Karte: Eine (geographische) Karte ist als eine zweidimensionale Darstellung geographischer Informationen definiert. Mehrere Karten mit denselben geographischen Begrenzungskordinaten und demselben Koordinatensystem können zu einer Karte überlagert werden. Das OGC hat bisher kein allgemeines Visualisierungsmodell (*Portrayal Model*) definiert, beschreibt aber in der WMS-Spezifikation ein solches Modell für zweidimensionale Karten (siehe Kapitel 3.2.3). Dieses Visualisierungsmodell definiert das *Portrayal* als eine Pipeline zur Darstellung geographischer Informationen. Diese Pipeline lässt sich als spezielle Ausprägung der allgemeinen Visualisierungspipeline [vgl. Schumann und Müller, 2000] interpretieren. Im noch nicht veröffentlichten ISO-Standard 19117 *Geographic information – Portrayal* wird ein allgemeines Darstellungsmodell für Geoinformationen definiert [ISO19117].

Das Modell der OGC sieht vier Schritte vor, die aus *Features* eine Karte generieren (siehe

Abbildung 3.5): Im ersten Schritt werden die darzustellenden Daten ausgewählt (Filter, *Query Constraints*). Dann werden die ausgewählten Features mit Hilfe von Zeichenvorschriften (graphischen Beschreibungen, (*Styles*, vgl. 3.2.3) zu Darstellungselementen (Vektor- oder Rasterdaten, vgl. 3.2.2) verarbeitet (*Display Element Generator*). Aus diesen wird dann unter Berücksichtigung von Bildparametern (z.B. Bildformat, Größe, etc.) die Karte erzeugt (*Rendering*) und auf einem Endgerät (z.B. Bildschirm, Drucker) ausgegeben (*Display*).

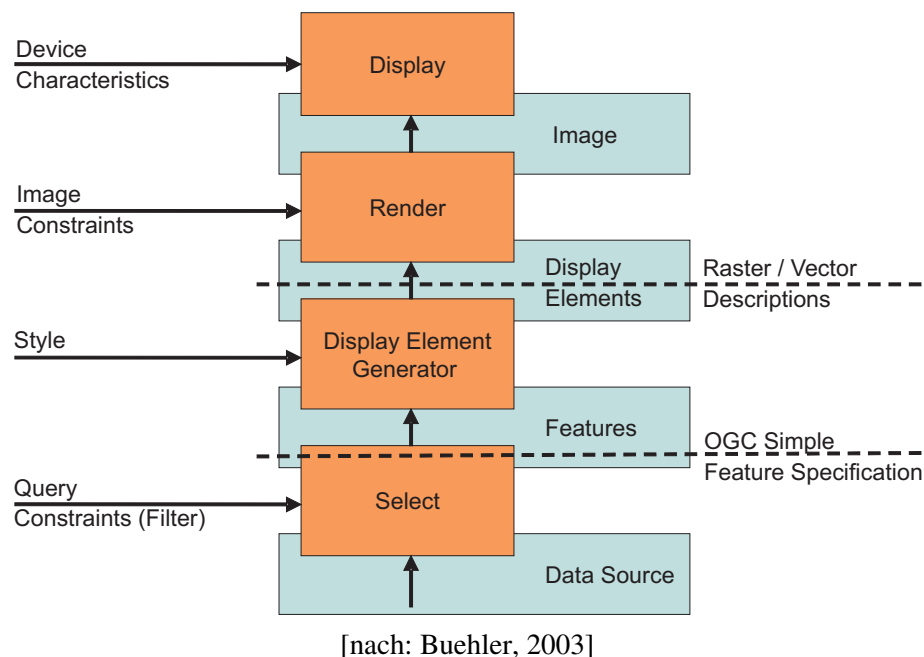


Abbildung 3.5: Das OGC *Portrayal Model*

Für die Erzeugung der Darstellungselemente sind *Features* und *Styles* als Eingabe notwendig. Als **Symbologie** wird dabei die notwendige Methode bezeichnet, welche die Symbole beschreibt, die den *Features* im Kontext einer bestimmten Anwendung zugeordnet werden. Mittels Symbologie wird es möglich, die gleichen Datensätze unterschiedlich darzustellen, ohne die Daten selbst zu verändern. Im einfachsten Fall wird auf jedes *Feature* die gleiche Darstellungsvorschrift angewandt, so dass die Typen oder Attribute der *Features* keinen Einfluss auf die Darstellung haben. Um *Features* an ihren Attributwerten orientiert darzustellen, ist eine Erweiterung der Regeln der Beschreibungssprache um den Zugriff auf die Attribute notwendig. Damit wäre zum Beispiel die unterschiedliche Darstellung von Straßen-*Features* nach Autobahnen, Landstraßen etc. möglich.

Im ORM werden Karten als wesentliche Methode für menschliche Interaktion mit geographische Informationen bezeichnet. Allerdings wird betont, dass der Bereich der *Benutzungsschnittstelle* bei der Arbeit mit Geoinformationen noch viel Entwicklungs- und Forschungspotenzial enthält. Dazu gehören

- die Beherrschung der Komplexität von Geoinformationsverarbeitung; etwa im Bereich der 3D-Visualisierung,
- die Nutzbarmachung von Geoinformationen für die Allgemeinheit mittels universeller Zugangsmöglichkeiten und Benutzbarkeit ohne besonderes Fachwissen,

- mobile Geoinformationssdienste, die raumbezogene Informationen mobil nutzbar machen; etwa mobile Routenplaner,
- die Unterstützung von kollaborativen Arbeitsmethoden mit Geoinformationen.

Metadaten Das konzeptuelle Schema des ORM für Metadaten von Datensätzen definiert umfangreiche Metadatenelemente, von denen im Normalfall nur ein Teil verwendet wird. Es enthält eine Teilmenge von Kernmetadatenelementen (*Core Metadata Elements*), welche zur Identifikation von Datensätzen benötigt und typischerweise zum Katalogisieren benutzt werden.

Alle OpenGIS-Dienste müssen als grundlegende Operation die Fähigkeit besitzen, sich selbst zu beschreiben. Diese *GetCapabilities*-Anfrage (vgl. Kapitel 3.2.3) liefert ein Dienstprofil mit einer abstrakten Beschreibung des Dienstes und seines Anbieters. Diese Dienstprofile bestehen aus einer von Menschen lesbaren Dienstbeschreibung, einer Spezifikation der Funktionalitäten, die von dem Dienst zur Verfügung gestellt werden, und einer Menge von Funktionsattributen, deren zusätzliche Informationen die Voraussetzung zur automatischen Verarbeitung bieten.

Metadaten, wie solche für Daten und Dienste, werden verallgemeinert als *Registry Objects* (Registrierungsobjekte) betrachtet, wobei jede registrierte Ressource ein *Registry Object* ist. Das *Registry Information Model* ist ein konzeptuelles Metamodell, welches die Struktur von Metadaten innerhalb einer Registrierung spezifiziert. Der Zweck einer solchen Registrierung ist das Anbieten einer formalen Struktur zur Repräsentation der Registrierungsobjekte und ihrer Beziehungen untereinander. Die Bedeutung des Metamodells liegt in der Spezifikation eines allgemeinen Modells für das Verstehen, Teilen und Wiederverwenden von Inhalten von *Registry*-Implementationen.

Informationsgemeinschaften (*Information Communities*) Eine Informationsgemeinschaft im Sinne des ORM ist eine Gruppe von Personen (z.B. eine Regierungsbehörde, eine Berufsgruppe, eine Forschergruppe oder Projektpartner einer Kooperation), die eine gemeinsame Feature-Definitionen und eine gemeinsame Sprachdefinition zur Verarbeitung von Geoinformationen benutzen. Dadurch wird eine gemeinsame Weltanschauung ebenso wie gemeinsame Abstraktionen, Feature-Repräsentationen und Metadaten impliziert. Informationsgemeinschaften entwickeln Anwendungsschemata, Produktspezifikationen und Themen für Rahmenwerke.

Ein **Anwendungsschema** (*application schema*) definiert die von einer oder mehreren Information Communities benötigten formalen Beschreibungen von Datenstrukturen und Inhalten. Jede Beschreibung ist immer eine Abstraktion, deckt immer nur Teile ab und reflektiert immer nur eine Sichtweise. Ein Anwendungsschema

- beinhaltet Beschreibungen von geographischen und anderen, mit diesen in Verbindung stehenden Daten,
- ist eine Sammlung von konzeptuellen Schemata für Daten, die von einer oder mehreren Anwendungen benötigt werden,
- beinhaltet ausgewählte Teile der Basisschemata der oben beschriebenen Abschnitte des ORM Information Viewpoint,
- kann die in den Basisschemata definierten Typen einschränken oder erweitern, um passende Typen für die Anwendungsdomäne zu erhalten,
- liefert einerseits eine maschinenlesbare Beschreibung der Datenstruktur, um automatisierte Datenverwaltung zu ermöglichen und

- macht andererseits möglich, durch Dokumentation der Inhalte der speziellen Anwendungsdomäne ein gemeinsames und korrektes Verständnis der Daten zu erhalten, um eindeutige Informationen aus ihnen zu gewinnen.

Ein Anwendungsschema enthält die Instanzen der in dem allgemeinen *Feature*-Modell definierten Typen. Beispielsweise definiert das allgemeine *Feature*-Modell das Konzept der *Feature*-Typen, während ein Anwendungsschema spezielle *Feature*-Typen, wie etwa „Straße“ oder „Fluss“, definiert. *Feature*-Typen für eine Information Community werden in einem *Feature*-Katalog definiert.

Ein **Feature-Katalog** enthält Definitionen und Beschreibungen der Typen, Attribute, Beziehungen und Operationen, die in einer oder mehreren Zusammenstellungen von geographischen Daten enthalten sind. Der *Feature*-Katalog liefert die Definitionen von geographischen *Features* auf der Typebene, nicht auf der Ebene der Speicherung und Repräsentation von individuellen Instanzen.

Eine **Produktspezifikation** ist eine Beschreibung einer Informationsgemeinschaft und der Spezifikation für die Abbildung der Informationsgemeinschaft auf einen Datenbestand. Sie enthält normative Referenzen zu spezifischen Vorschriften in den grundlegenden Standards, welche für die vollständige Spezifikation eines Datensatzes notwendig ist. Eine Produktspezifikation kann als Dokumentation eines Anwendungsschemas betrachtet werden.

Computational Viewpoint

Dieser *Viewpoint* behandelt die funktionale Einteilung des Systems in eine Menge von Diensten, die über Schnittstellen interagieren. Dieser *Viewpoint* beschreibt mit dem *OpenGIS Service Framework* die Details dieser Komponenten und Schnittstellen ohne Bezug zu deren Verteilungsaspekten.

Die zentralen Begriffe für das *Service Framework* sind wie folgt definiert:

- Dienst (*Service*): Ein Dienst ist ein bestimmter Teil der Funktionalität, der durch eine Entität mittels Schnittstellen bereit gestellt wird.
- Schnittstelle (*Interface*): Eine Schnittstelle ist eine benannte Zusammenstellung von Operationen, welche das Verhalten einer Entität beschreiben
- Operation (*Operation*): Eine Operation ist eine Spezifikation einer Transformation oder Anfrage, welche an ein Objekt zur Ausführung geschickt werden. Eine Operation hat einen Namen und eine Parameterliste.

Veröffentlichen/Finden/Binden-Muster Die OpenGIS-Dienste-Architektur basiert auf dem Veröffentlichen/Finden/Binden-Muster (vgl. Abbildung 3.6) und unterstützt die dynamische Bindung zwischen Diensteanbietern und -nachfragern, um den häufigsten Veränderungen in einer offenen, verteilten Umgebung Rechnung zu tragen.

Das Muster enthält die folgenden zentralen Rollen:

- Diensteanbieter (*Service Provider*): Publiziert Dienste an einen Broker, beziehungsweise Registrar und liefert Dienste an den Diensteanfrager

- Diensteanfrager (*Service Requester*): Fragt bei dem Dienstevermittler an, um die benötigten Dienste zu finden und greift dann auf die Diensteanbieter zu, um die gewünschten Dienste zu nutzen.
- Dienstevermittler (*Service Broker*): Unterstützt als Dienstekatalog das Zueinanderfinden von Diensteanbieter und -anfrager.

Von den Diensten werden drei zentrale Operationen ausgeführt:

- Veröffentlichen: Meldet Dienste bei einem Broker an. Ein Diensteanbieter kontaktiert einen Dienstevermittler, um einen Dienst anzumelden (bzw. abzumelden), typischerweise indem er ihm Metadaten über seine Fähigkeiten und Netzadresse sendet.
- Finden: Wird von Diensteanfragern benutzt, um Diensttypen oder -instanzen zu ermitteln. Die Anfrager beschreiben die Leistungen des gewünschten Dienstes und der Vermittler antwortet mit den passenden Ergebnissen, die er aus den Metadaten des Diensteanbieters ableitet.
- Binden: Vorgang, bei dem der Diensteanfrager und der Anbieter verhandeln, um dem Anfrager den Zugriff auf den Dienst zu ermöglichen. Der Anfrager benutzt dazu üblicherweise die Metadaten, die der Vermittler ihm geliefert hat.

Dienste können auch verkettet werden, um dem Anfrager einen größeren Leistungsumfang anzubieten. Dabei sind verschiedene Grade von Transparenz gegenüber dem Anfrager denkbar.

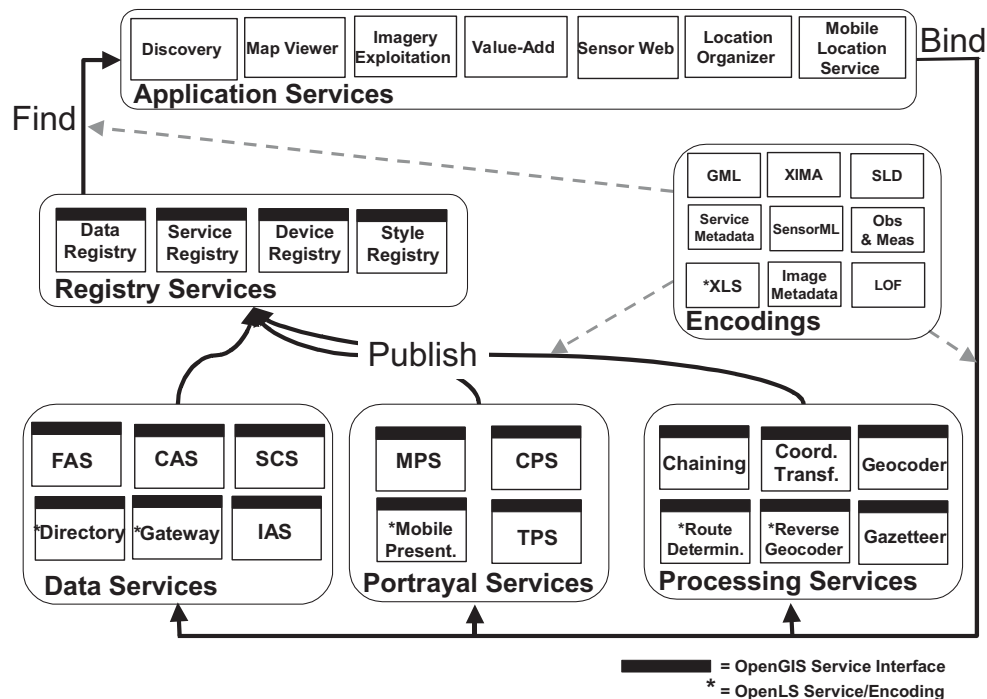
OpenGIS Service Framework Das *OpenGIS Service Framework* (OSF) besteht aus Diensten, Schnittstellen und Protokollen, die von jeder Anwendung genutzt werden können. Diese OSF-Komponenten bilden ein umfassendes Paradigma zur Entwicklung von Lösungen zu raumbezogenen Problemstellungen. Dieses Paradigma – das *Spatial Web* – führt konzeptuelle und implementatorische Randbedingungen für die Arbeitsweise von OSF ein.

Das OSF definiert ein Rahmenwerk aus Richtlinien für Konzepte, Terminologie, grundsätzliche Muster und organisatorischen Prinzipien zur Konzeption und Entwicklung von OpenGIS-kompatiblen Diensten und Anwendungen. Das OSF bestimmt dazu allgemeine Schnittstellen, Protokolle und Dienste, welche von jeder Anwendung benutzt werden können.

Diese bieten einen Ausgangspunkt für Anwendungsentwickler zur Entwicklung OSF-kompatibler Applikationen. OSF-Dienste sind Implementationen von Diensten, die zu *OpenGIS Implementation Specifications* konform sind. Diese so genannten OpenGIS-Applikationen können nahtlos in eine operative Umgebung eingefügt werden. Durch die Entwicklung von Anwendungen nach allgemeinen Schnittstellen kann jede Anwendung ohne Abhängigkeiten zur Lauf- oder Entwicklungszeit von anderen Anwendungen erstellt werden. Neue Applikationen und Dienste können hinzugefügt, verändert oder ersetzt werden, ohne dass davon andere Anwendungen beeinflusst werden [Lieberman, 2003].

Das OSF ist entwickelt worden, um folgende Zwecke zu erfüllen:

- Anbieten eines *Frameworks* für die koordinierte Entwicklung von neuen und erweiterten Diensten.
- Interoperabilität von Diensten mittels standardisierten Schnittstellen und Dienstemetadaten.



[Quelle: Lieberman, 2003]

Abbildung 3.6: Das OWS Service Framework (OSF)

- Trennung von Daten- und Diensteinstanzen.
- Benutzung der Daten eines Anbieters durch Dienste eines anderen.
- Ermöglichung von unterschiedlichen Implementierungen.

Das OSF teilt Dienste in fünf Kategorien ein, die der OGC Dienste-Taxonomie entsprechen:

Anwendungsdienste (*Application Services*): Anwendungsdienste machen andere OSF-Dienste auf Endgeräten nutzbar. Sie ermöglichen zum Beispiel je nach Anforderung der Anwendung den benutzungsfreundlichen Zugriff auf Registry-, Portrayal-, und Datendienste. Anwendungsdienste umfassen üblicherweise anwendungsfreundliche Darstellungen von geographischen Inhalten und unterstützen die Benutzerinteraktion.

Registrierdienste (*Registry Services*): OSF Registry Services bieten einen allgemeinen Mechanismus, um die in einem Netzwerk verfügbaren Ressourcen zu finden, zu beschreiben, zu registrieren, zu verwalten, zu klassifizieren oder Informationen über sie zu erhalten. Die Arten von Registrierungen werden über ihre Rollen unterschieden, zum Beispiel Registrierungen für die Katalogisierung von Datentypen, für Diensttypen oder Diensteinstanzen.

Verarbeitungsdienste (*Processing Services*): OSF-Verarbeitungsdienste operieren auf geographischen Daten und bieten Mehrwertdienste für Anwendungen, indem sie Daten transformieren, kombinieren oder erzeugen. Verarbeitungsdienste können eng mit anderen Diensten, wie zum Beispiel Daten- oder Darstellungsdiensten, verbunden sein, oder aber lose verknüpft. Sie sind

häufig Teil einer „Wertschöpfungskette“ von Diensten, um spezialisierte Verarbeitungsschritte in Workflows zur Informationsproduktion oder Entscheidungsunterstützung zu liefern. Beispiele für OSF-Verarbeitungsdienste sind:

- Verkettungsdienste
- Koordinatentransformationsdienste
- Geokodierungsdienste
- Gazetteer-Dienste
- Geoparser-Dienste
- Routenbestimmungsdienste

Darstellungsdienste (*Portrayal Services*): OSF-Darstellungsdienste bieten die Visualisierung von Geoinformationen an. Sie produzieren mit einer oder mehreren Eingaben visuelle Ausgaben, wie zum Beispiel kartographische Darstellungen, perspektivische Geländedarstellungen, Bilder mit Anmerkungen oder Animationen. Darstellungsdienste können mit anderen Diensten – wie etwa Daten-, oder Verarbeitungs-, oder anderen Darstellungsdiensten – gekoppelt werden und Visualisierungen transformieren, kombinieren oder erzeugen. Dabei können sie auf vorkonfigurierte oder dynamisch durch Anwendungsdienste gelieferte Darstellungsvorschriften (*Styling Rules*) zurückgreifen. Ebenso wie Verarbeitungsdienste können Darstellungsdienste in Wertschöpfungsketten eingebunden sein. Beispiele für Darstellungsdienste sind:

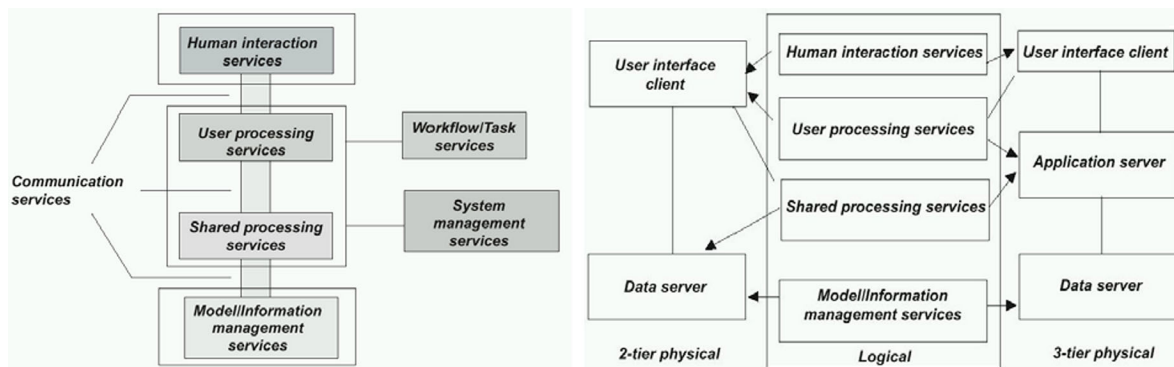
- Kartendarstellungsdienste (*Map Portrayal Services, MPS*)
- Coverage-Darstellungsdienste (*Coverage Portrayal Services, CPS*)
- Mobile Präsentationsdienste (*Mobile Presentation Services*)

Datendienste: OSF-Datendienste bieten den Zugriff auf Datensammlungen in Datenbanken oder anderen Datenspeichern. Ressourcen eines Datendienstes werden im Allgemeinen von einem eindeutigen Namen – wie etwa eine Identität oder Adresse – referenziert und sind über diesen zugreifbar. Datendienste können Indizes dem Namen oder auch anderen Attributen zum schnellen Zugriff auf ihren Datenbestand vorhalten. Zu den OSF-Datendiensten gehören:

- Feature-Datendienste (*Feature Access Services, FAS*)
- Coverage-Datendienste (*Coverage Access Services, CAS*)
- Bildarchivdienste (*Image Archive Services, IAS*)

Engineering Viewpoint

Die *Enterprise-, Information-, und Computational-Viewpoints* beschreiben ein System in Bezug auf seinen Zweck, seinen Inhalt und seine Funktionen. Der *Engineering Viewpoint* betrifft hauptsächlich die Interaktion zwischen den verschiedenen über ein Netzwerk in Verbindung stehenden Software-Komponenten. Die wichtigsten Themen im Zusammenhang mit diesem *Viewpoint* sind Kommunikation, Verarbeitungssysteme, Softwareprozesse und das Clustering von Berechnungsfunktionen an den physischen Knoten eines Kommunikationsnetzes. Der *Engineering Viewpoint* definiert auch die Bedingungen für die transparente Zusammenarbeit unter den Netzkomponenten.



[Quelle: Lieberman, 2003]

Abbildung 3.7: Logische Mehrschichtenarchitekturen werden auf verschiedene physikalische Architekturen abgebildet

Mehrschichtarchitekturen Diese Netzkomponenten ist in mehreren Schichten (*Tiers*) angeordnet. Funktionen, Daten und Metadaten sind in ein- oder mehreren *Middleware*-Komponenten variabel zwischen Server und Client aufgeteilt.

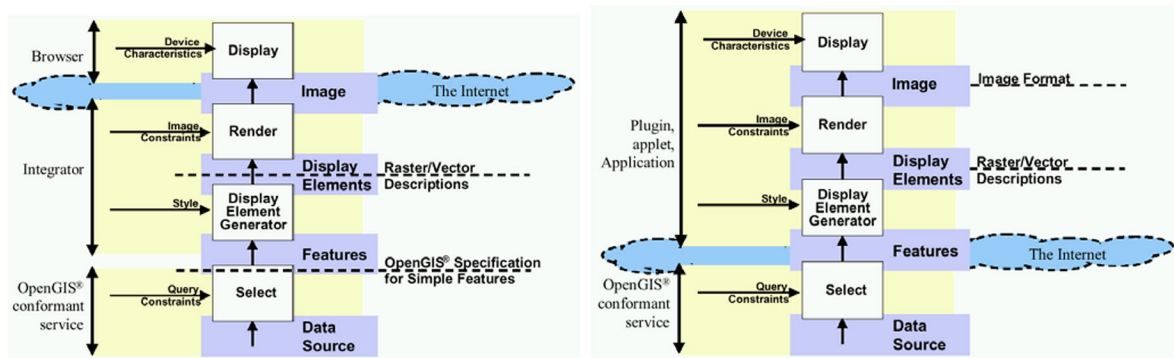
Je nach Grad der Verteilung zwischen *Server* und *Client* ergibt sich die Einteilung in *Thin*- und *Thick*-*Clients*:

- *Thin Clients* vereinigen nur wenig Funktionalität des Gesamtsystems in sich, daher sind sie auf die Dienste von anderen Komponenten (*Server*, *Middleware*) angewiesen. Sie sind auch beim Zugriff und der Verwaltung von Daten und Metadaten auf andere Komponenten angewiesen.
- *Thick Clients* hingegen führen viele der Berechnungen und der Daten/Metadatenverwaltung selbst aus. Sie benötigen nur den Datenzugriff auf niedriger Ebene.

Ein *Thick Client* benötigt weniger Funktionalität auf dem Server und anderen Netzkomponenten, wohingegen ein *Thin Client* meist leichter herzustellen oder in Softwareumgebungen einzubetten ist. Daher ist ein *Thin Clients* typischerweise eine Software mit begrenzten Funktionen und Flexibilität, der aber wegen seiner geringeren Hardwareanforderungen für mobile Geräte geeignet ist. *Thick Clients* hingegen benötigen einen größeren Anteil der Ressourcen eines leistungsfähigeren Computers, bieten aber auch mehr Flexibilität und Kapazität zum Dekodieren, Transformieren, Darstellen und Interagieren mit den erhaltenen Daten.

Das OGC hat für die browser-basierte Darstellung von Karten (*Web Mapping*) die Eigenschaften von *Thin* und *Thick Clients* sowie einer Zwischenform von *Medium Clients*, diskutiert (vgl. Abbildung 3.8). In dem *Thin Client*-Modell wird ein Webbrowser ohne Erweiterungen wie JAVA oder besondere *Plugins* als Darstellungsanwendung benutzt. Daher werden die Karten zur Anzeige mittels Pixel-basierter Bildformate (JPEG, PNG, etc.) vom *Server* zum *Client* übertragen (vgl. Abbildung 3.8 links). Der *Browser* bietet nur relativ einfache Interaktionsmöglichkeiten, wie zum Beispiel einzelnes Klicken auf die Karte oder HTML-Eingabemasken neben der Karte.

Thick Clients in Form von *Applets*, *Plugins* oder eigenständigen Applikationen übernehmen alle Funktionen zur Darstellung der Features, wodurch komplexere Benutzerinteraktionen möglich sind



[Quelle: Lieberman, 2003]

Abbildung 3.8: *Thin vs. Thick Clients*: Visualisierung von über das Internet übertragenen Features

(vgl. Abbildung 3.8 rechts). Ein *Medium Client* übernimmt nur die graphische Aufbereitung und Anzeige von serverseitig vorverarbeiteten graphischen Elementen (zum Beispiel im POSTSCRIPT- oder SVG-Format).

Obwohl OpenGIS-Spezifikationen alle *Client*-Typen ermöglichen, basieren die bisherigen *Web Mapping*-Lösungen in der Regel auf einem *Thin Client*-Modell, beim dem die anzuzeigenden Karten auf dem Server generiert werden und in einer HTML-Seite eingebettet dargestellt werden.

Technology Viewpoint

Der Technology Viewpoint beschäftigt sich mit der technischen Infrastruktur, die einem verteilten System zu Grunde liegt. Er beschreibt die Hardware- und Software-Komponenten des Systems, die von einer *Distributed Computing Platform (DCP)* gebildet werden können. Diese Plattform ermöglicht die Interoperabilität seiner Komponenten über Netzwerke, Hardware-Plattformen, Betriebssysteme und Programmiersprachen hinweg.

Diese OpenGIS-Spezifikationen spielen bei der Integration von heterogenen Geoinformationssystemen eine zentrale Rolle (vgl. Kapitel 4). Daher folgt ein Überblick über die OpenGIS-Spezifikationen für eine DCP-Implementation inklusive der Technologien für Web-Dienste und Datenformate.

Geography Markup Language Encodings: Die *Geography Markup Language (GML)* ist ein XML-basiertes Datenformat zur Speicherung und Übertragung von geographischen *Features*. GML benutzt das *OpenGIS Abstract Specification – Feature Geometry* [Herring, 2001] Modell und beinhaltet auch die Möglichkeit komplexe *Features* zu verwenden. Die aktuelle Version 3.0²⁰ [Cox u. a., 2003] beinhaltet unter anderem eine Erweiterung der Feature-Koordinaten auf drei Dimensionen, während die der weiterhin verwendeten und abwärtskompatiblen Version 2.1.2 [Lake, 2002] auf zwei Dimensionen²¹ beschränkt ist. Durch ihre Flexibilität und Offenheit hat GML das Potenzial, zum allgemein akzeptierten Standardformat für vektorbasierte Geodaten zu werden.

Auf Basis oder unter Verwendung von GML wurden vom OGC zu speziellen Zwecken einige erweiterte Datenformate definiert:

²⁰Die Version 3.1 ist als *Recommendation Paper* veröffentlicht

²¹GML2 erlaubt zwar die Angabe von 3D-Koordinaten, bietet aber keine direkte Unterstützung dreidimensionaler Konstrukte

Die **Styled Layer Descriptor**-Spezifikation (SLD) definiert das Format einer Stilbeschreibungssprache für die Erzeugung von georeferenzierten Karten mit benutzerdefinierten Darstellungsstil. Durch SLDs erhalten die Nutzer – Menschen oder Maschinen – die Möglichkeit, die Visualisierung der Geodaten, mit denen sie Arbeiten, zu kontrollieren. Mithilfe von SLDs können die Ausgaben *Web Map Server*, *Web Feature Server* und *Web Coverage Server* (siehe unten) graphisch modifiziert werden.

Der **Location Organizer Folder (LOF)** [Lake, 2001] ist ein noch in Diskussion befindliches GML-basiertes Anwendungsschema, welches eine Struktur für die Organisation von Informationen bezüglich eines bestimmten Ereignisses bildet. Mit einem LOF können neben raumbezogenen auch andere Informationsarten zusammengefasst verwaltet werden, zum Beispiel um Katastrophenanalyse und -management zu unterstützen. Externe Dienste können auf einem LOF operieren, um interne oder referenzierte Ressourcen hinzuzufügen oder zu modifizieren. Das kann zum Beispiel das Suchen und Auffinden von Informationen, das Parsen und Extrahieren von Informationen aus verschiedenen Quellen, das Zuordnen von räumlichen Attributen oder das Hinzufügen von Verweisen auf relevante Quellen, etc. umfassen.

Die ebenfalls noch in Diskussion befindliche Spezifikation **XIMA** (*XML for Image and Map Annotation*) befasst sich mit der Annotation von Karten und Bildern. Der in [Evans, 2001] beschriebene Ansatz schlägt alternativ ein XML-Schema für Annotationslisten oder eine Benutzung beziehungsweise Erweiterung des *Location Organizer Folder*-Schemas, um textliche und graphische Anmerkungen zu beschreiben.

Andere XML-basierte Datenformate: Im Zusammenhang der *OpenGIS Location Services* (OpenLS)-Spezifikation [Mabrouk, 2003], einer Plattform für ortsbezogene Dienste (*Location Based Services*, *LSB*), sind die **XML for Location Services (XLS)** definiert. Dieses XML-basierte Anwendungsschema definiert die grundlegenden von den *OpenLS Core Services* benutzten *OpenLS Abstract Data Types (ADT)*. Die folgenden abstrakten Datentypen sind durch XLS definiert: *Address*, *Area-of-Interest*, *Location*, *Map*, *Point of Interest (POI)*, *Position*, *Route Instructions List (RIL)* und *Route*.

Dienstemetadaten (*Service Metadata*) sind ein aus mehreren Teilen bestehendes XML-basiertes Vokabular zur Beschreibung von verschiedenen Aspekten eines Dienstes. Der erste Teil beschreibt die Dienstschnittstelle in einem ausreichenden Detaillierungsgrad, sodass ein automatisierter Prozess die Beschreibung lesen kann und in der Lage ist, angebotene Operationen des Dienstes aufzurufen. Ein zweiter Teil beschreibt den Inhalt des Dienstes, beziehungsweise die Inhalte die der Dienst benutzt, so dass Dienstbenutzer in der Lage sind, dynamische Anfragen an den Dienst zu stellen. Diese Beschreibung von Inhalten ist optional und hängt davon ab, ob der Dienst Daten enthält oder auf ihnen operiert. Zusätzliche Beschreibungen liefern spezifische Informationen zu speziellen Dienstetypen ebenso wie zu speziellen Instanzen von Diensten.

Bildmetadaten (*Image Metadata*) beschreiben alle vom OpenGIS-Rahmenwerk verwendeten Bildtypen mittels eines XML-basierten Datenformats. Bildmetadaten werden zum Publizieren und Auffinden von originalen oder abgeleiteten Bildern, Bildidentifikationen, Zeitangaben, räumlichen Erweiterungen und anderen Informationen, die zum Abrufen von Bilddaten aus Archiven benutzt werden können.

Die **Sensor Model Language** (*SensorML*) definiert ein XML-Schema für die Beschreibung von geometrischen, dynamischen und messtechnischen Charakteristika von Sensor-Typen und -Instanzen. Sensoren sind Geräte zur Messung von physikalischen Größen. Es existiert eine große Bandbreite

von Sensortypen, die von einfachen Thermometern bis hin zu komplexen Elektronenmikroskopen und Erdbeobachtungssatelliten reicht. Die Zwecke von Beschreibungen für Sensoren sind:

- Anbieten von generellen Informationen über den Sensor zur Unterstützung der Datenerhebung
- Unterstützung der Verarbeitung und Analyse der Sensormessungen
- Unterstützung der Verortung der Messdaten

SensorML ist eine XML-basierte Sprache, die von einer breiten Auswahl von existierenden Werkzeugen eingelesen und syntaktisch analysiert werden kann.

In den OpenGIS-Spezifikationen werden neben diesen XML-basierten Datenformaten auch diverse Bilddatenformate benutzt, die im Folgenden beschrieben werden.

Bild- und Rasterdatenformate: Es existieren viele Formate zum Speichern und Austauschen von Bild- und Rasterdaten [vgl. Bill, 1999b]. Die folgenden Formate werden in OpenGIS-Spezifikationen verwendet:

Das **JPEG** (*Joint Photographic Experts Group*) Format für Bilder mit kontinuierlichen Farbtonverteilungen (Fotos, Scanner-Ausgaben, etc.) basiert auf einem verlustbehafteten Kompressionsverfahren, wodurch die notwendige Speicherkapazität und Übertragungsbandbreite bei der Verarbeitung solcher Bilddaten erheblich reduziert wird [JPEG, 2004]. Das Kompressionsverfahren basiert im Wesentlichen darauf, dass benachbarte Pixel mit ähnlichen Farbtönen als eine Pixelgruppe mit einem gemittelten Farbton zusammengefasst werden. Allerdings entsteht dadurch ein Qualitätsverlust, der besonders bei Vergrößerungen durch Kompressionsartefakte in Erscheinung tritt. Dieser Zielkonflikt zwischen Bildqualität und -größe kann durch Angabe eines relativen Qualitätsparameters bei der Speicherung beeinflusst werden. JPEG hat sich als Standard zur digitalen Speicherung von Photographien durchgesetzt und wird zur Zeit vom seinem Nachfolger JPEG 2000 abgelöst, der mit effizienteren Kompressionsalgorithmen auf Basis von *Wavelet*-Technologie aufwartet und einen verlustfreien Modus bietet [JPEG, 2004].

Für den Austausch digitaler, raumbezogener Information haben die Mitgliedsländer der NATO den *Digital Geographic Information Exchange Standard* **DIGEST** entwickelt [DIGEST, 2004]. Er umfasst unter anderem ein Datenmodell, die Beschreibung von Austauschmechanismen bis zur syntaktischen Ebene und die Festlegung von Metadaten. Auch wenn er im Kontext militärischer Organisationen entwickelt wurde, ist er aufgrund seiner offenen Struktur und der Offenlegung seiner Formatbeschreibung auch für zivile Austauschverfahren gleichermaßen geeignet. Der DIGEST Anhang D, bekannt als *Image Interchange Format*, beschreibt die Kapselung des *NATO Secondary Imagery Format (NSIF)*, welches einen standardisierten Austausch von Bild-, Grafik-, und Textdaten erlaubt.

Das **HDF-EOS**-Format (*Hierarchical Data Format – Earth Observing System*) [HDF-EOS, 2004] ist eine Erweiterung des HDF-Formats des *National Center for Supercomputing Applications* (NSCA), das aus einer Formatspezifikation und einer Softwareumgebung (E/A-Bibliotheken, Analysewerkzeuge) zum Austausch von wissenschaftlichen Daten besteht [HDF, 2004]. Die Erweiterungen von HDF-EOS erfolgten im Rahmen der Anforderungen bei der Verarbeitung der von Erdbeobachtungssatelliten gewonnenen Daten. HDF-EOS ist um Mechanismen zum Speichern von georeferenzierten und temporalen Daten ergänzt und unterstützt die Datentypen Punkt, Raster, und Schwade.²² Dabei

²²Eine Schwade (*swath*) ist eine zeitlich geordnete Serie von Satellitenbildern

profitiert das Format von den Eigenschaften der Grundlage HDF, wie zum Beispiel Portabilität, einfacher Benutzung und Implementation, der Verfügbarkeit von freier Software und Dokumenten sowie von Software zur Manipulation und Visualisierung von HDF-Daten.

GeoTIFF ist ein Datenaustauschstandard für Rastergeodaten [GeoTIFF, 2004]. Es basiert auf dem verbreiteten Rasterbilddatenformat TIFF (*Tagged Image File Format*), welches um die Fähigkeit der korrekten Behandlung von georeferenzierten Rasterdaten und deren Metadaten erweitert wurde. Die unterstützten geographischen Inhalte umfassen unter anderem deren kartographische Projektion, Zeitangabe, und der einem Pixel entsprechenden Bodenfläche. Durch die Abwärtskompatibilität mit dem TIFF-Format ist die Verwendung von bestehenden Anzeigeprogrammen möglich, was zur Verbreitung von GeoTIFF beigetragen hat.

Das *Digital Terrain Elevation Data* **DTED**-Format wurde von der US-Amerikanischen Behörde *National Geospatial-Intelligence Agency (NGA)* entwickelt, um militärische raumbezogene Anwendungen zu unterstützen [DTED-NGA, 2004]. DTED ist ein rasterbasiertes Datenformat und bildet Informationen zu Geländehöhen und -neigungen sowie zur Oberflächenrauigkeit ab. Diese Bodenreliefs sind in mehreren Genauigkeitsstufen (*Levels*) darstellbar.

Der ebenfalls auf dem militärischen Umfeld stammende *National Imagery Transmission Format Standard* **NITFS** wurde vom US-amerikanischen Verteidigungsministerium (Department of Defence) geschaffen, um den Austausch von photographischen Bilddaten zu vereinheitlichen. Dazu wurde das Bilddatenformat NITF [NITF-NTB, 2004] mitsamt zugehörigen Fehlerkorrektur-, und Datenkompressionsverfahren, Transportprotokollen sowie Metadaten, wie zum Beispiel Beschriftungen, Vektorgraphik, Symbolen oder Texten standardisiert.

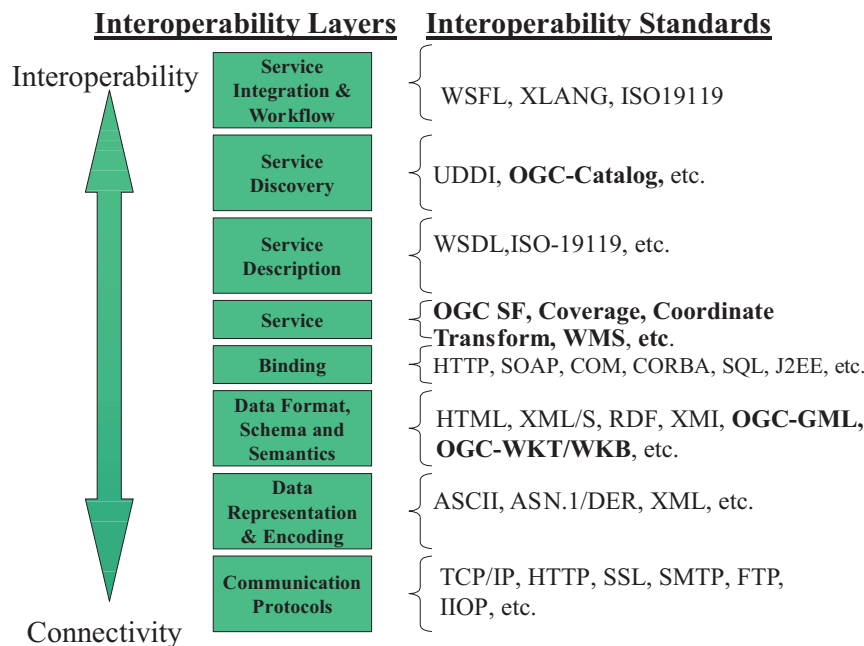
In dem ISO-Standard *Geographic Information – Simple Feature Access* werden die *Well-Known Binary Representation for Geometry* **WKBGeometry** für Geometrien und *Well-Known Text Representation of Spatial Reference Systems* für Raumbezugssysteme beschrieben [ISO19125-1]. WKBGeometry ist eine Serialisierung von geometrischen Objekten in Form einer Folge binärer numerischer Werte. *Well-Known Text Representation of Spatial Reference Systems* definiert einen Standard für die textliche Darstellung von Raumbezugssystemen, angelehnt an dem POSC/EPSC-Datenmodell für Koordinaten [EPSG, 2004].

Nach der Beschreibung der in den OpenGIS-Spezifikationen benutzten Datenformaten folgt nun die Vorstellung der von dem OGC definierten Web-basierten Dienste.

Web Services Platform: Im Folgenden werden die Technologien und Standards, die für die *OSF Web Services Platform Implementation* benutzt werden, vorgestellt. Zunächst wird dazu die Schichtarchitektur beschrieben, in deren Rahmen die Web-Dienste implementiert und benutzt werden können.

Abbildung 3.9 zeigt eine schematische Darstellung dieser als *Web Services Stack* bezeichneten Schichtarchitektur. Die unteren Schichten verbinden Softwarekomponenten, indem sie es ihnen ermöglichen, Nachrichten auszutauschen. Die höheren Schichten dienen der Interoperabilität zwischen Diensten, die mittels des Publizieren/Finden/Binden-Mechanismus transparent zusammenarbeiten.

Das OGC hat auf Basis des Internetprotokolls HTTP eine Sammlung von Schnittstellen für Web-Dienste definiert. Eine Instanz eines solchen OpenGIS-Dienstes wird wie im Internet üblich durch seine URL (*Uniform Resource Locator*) identifiziert und lokalisiert und bietet die HTTP-Zugriffsoperationen GET und POST an. Nur die Parameter zum Aufrufen der Dienste und das Antwortverhalten sind von der OGC festgelegt.



[Quelle: Lieberman, 2003]

Abbildung 3.9: *Services Interoperability Stack*

Die *Web Services Description Language (WSDL)* ist ein Arbeitspapier des *World Wide Web Consortiums (W3C)*, welches eine einheitliche Beschreibung von Web-Diensten auf Basis von XML definiert [WSDL, 2004]. WSDL-Dokumente beschreiben die Funktionalität von Web-Diensten. Dazu enthalten sie Angaben zu den Funktionen, der Netzwerkadresse und der Schnittstelle des Dienstes. WSDL wurde zu Beginn der Entwicklung der OGC Web Services in dem *OperationSignatures*-Teil eines *XML-Capabilities*-Dokuments evaluiert und wurde in dem *OWS 1.2 SOAP Experiment* [Sonnet und Savage, 2003] verwendet.

Der **Web Map Service (WMS)**, aktuell in der Version 1.3.0) beschreibt den Internet-basierten Zugriff auf Geodaten als Karten, d.h. mit Rückgabedaten in Form von Rastergrafiken [Beaujardiere, 2004]. Mit einer WMS-Anfrage können folgende Operationen aufgerufen werden:

- **GetCapabilities:** Mit dieser Anfrage kann der *Client* die Metadaten des *Servers* abfragen, zum Beispiel welche Karten (*Named Layer*), in welchen Raumbezugssystemen zur Verfügung stehen. Die Metadaten werden in Form eines XML-Capabilities-Dokuments an den *Client* übertragen. Auf dieser Basis ist es dem *Client* möglich, weitere valide Anfragen an den WMS zu stellen.
- **GetMap:** Mit einem GetMap-Aufruf fordert der Client die Karte in einem Rasterformat (z.B. JPEG, PNG, GIF) an. In Ausnahmefällen werden hier auch Vektorformate (z.B. SVG) unterstützt, dann wird die Karte erst von dem *Client* gezeichnet. Der Aufruf wird unter anderem mit dem gewünschten Ausschnitt der Welt (*BoundingBox*), der Ausgabegröße des Bildes, dem Bezeichner für das Koordinatenreferenzsystem CRS (*Coordinate Reference System*), der *Layer*-Namen und den dazugehörigen vordefinierten Visualisierungsvorschriften (*Named Styles*) parametrisiert.

- **GetFeatureInfo:** Mit dem für *basic WMS* optionalen **GetFeatureInfo**-Aufruf lassen sich Sachdaten zu den Geodaten eines zugehörigen **GetMap**-Aufrufs abfragen. Unterstützt ein WMS diesen Aufruf, wird er *queryable WMS* genannt.

Mithilfe der **Styled Layer Descriptor**-Spezifikation (**SLD**) wird die WMS-Spezifikation erweitert, sodass die Parameter **Layers** und **Styles** optional durch einen SLD-Ausdruck ersetzbar sind [Lalonde, 2002]. Ein SLD-fähiger WMS gewinnt an Flexibilität, indem es möglich ist, nicht nur die auf dem Server vordefinierten *Named Layers* mit *Named Styles* abzufragen. Vielmehr lassen sich nun auch vom *Client* definierte, so genannte *User Layer* und *User Styles* verwenden. Dadurch lassen sich die dem WMS als Datenquelle dienenden *Features* mit Hilfe von *Filter Encodings* (siehe Seite 52) einschränken und mittels *User Styles* mit benutzerdefinierten Darstellungsvorschriften visualisieren. Zudem lassen sich auch andere, in dem WMS nicht vorkonfigurierte WFS (siehe Seite 51) als Datenquellen angeben. Aus dem Umstand, dass der SLD-Ausdruck sowohl vom *Client* geliefert, als auch per URL referenziert werden kann, ergeben sich vielfältige Möglichkeiten zusätzlicher Interoperabilität.

Die SLD-Spezifikation erweitert einen WMS der Version 1.1.1 (oder höher) um die folgenden Operationen [Lalonde, 2002] :

- **DescribeLayer:** Die **DescribeLayer**-Operation dient der Beschreibung der *Layer*, die ein WMS zur Verfügung stellt. Mithilfe dieser Beschreibungsinformationen ist es dem *Client* möglich, gültige SLD-Dokumente für die *Layer* des *Servers* zu erstellen.
- **GetLegendGraphic:** Mit diesem Aufruf, kann der *Client* ikonische Legendengraphiken zu den *FeatureTypes*, die von dem des WMS visualisiert werden, abrufen.
- **GetStyles:** Der **GetStyles**-Aufruf ermöglicht es dem *Client*, *Style*-Informationen zu *Layern* des WMS in Form von SLD-Dokumenten abzufragen.
- **PutStyles:** Mit der **PutStyles**-Operation ist es möglich, neue SLDs an den WMS zu senden, welche dieser dann speichert und als *Named Styles* zur Verfügung stellt.

Der **Web Feature Service (WFS)** dient dazu, *Features* im GML-Format vom *Server* zum *Client* zu übertragen [Vretanos, 2002]. Die *Features* sind zu *FeatureTypes* klassifiziert.

- **GetCapabilities:** Analog zum WMS lassen sich hiermit Metadaten zu den verfügbaren *Features* abfragen, z.B. die Namen der *Feature Types*.
- **DescribeFeatureType:** Mit diesem Aufruf kann der *Client* eine Beschreibung der *Feature Types* anfragen, etwa die Typisierung von deren Eigenschaften und Attributen.
- **GetFeature:** Diese Anfrage an den WFS liefert *Features* im GML-Format an den *Client*. Dabei können die *Features* nach der *Filter Encoding*-Spezifikation (s.u.) gefiltert werden.
- **Transaction:** Mittels der ebenfalls optionalen *Transaction*-Anfrage lassen sich *Features* in den Bestand des WFS einfügen, ihre Werte aktualisieren oder auch löschen. Dabei ist es nicht unbedingt notwendig, die entsprechenden *Features* mittels **LockFeature** (s.u.) zu sperren, das heißt die *Transaction*-Operation muss nicht die ACID-Eigenschaften von Transaktionen im Sinne des gleichnamigen Datenbankkonzepts unterstützen.

- **LockFeature:** Mit dieser Anfrage an den WFS-Server lassen sich *Features* sperren, so dass Probleme mit nebenläufigen *Transactions* vermieden werden können. Die *LockFeature*-Operation ist optional, das heißt ein WFS muss diese Funktion nicht unterstützen, um trotzdem OpenGIS-konform zu sein.

Um Kartenkonfigurationen mit XML-Dokumenten zu beschreiben, ist die *Web Map Context*-Spezifikation (WMC 1.0.0) definiert worden. Mithilfe eines WMC-Dokuments können die Kartenbeschreibungen eines oder mehrerer WMS-Server gruppiert werden, um sie persistent zu speichern oder zwischen Client-Anwendungen auszutauschen. Dazu enthält ein WMC-Dokument alle notwendigen Parameter, um anderen Clients zu ermöglichen, die Karten zu reproduzieren (Server-URL, Layer, Bounding Box, Bezugssystem etc.) und optional zusätzliche Metadaten, wie etwa Anmerkungen für den Benutzer. WMC-Dokumente können beispielsweise folgendermaßen eingesetzt werden:

- Vorgabe von Startkontexten für verschiedene Benutzergruppen (*Startup Views*),
- Speicherung des benutzerdefinierten Zustands eines WMS-Clients (*Session Management*),
- Speicherung von *Layer*-spezifischen Metadaten, wie zum Beispiel *Named Styles*, CRS und Ausgabeformate (*Metadata Caching*),
- Transport von WMC-Dokumenten zu anderen WMS-Clients (*Context Sharing*).

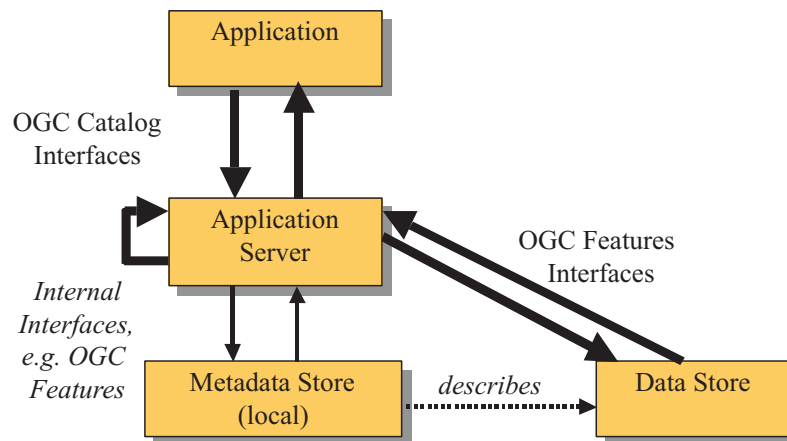
Die **Filter Encoding**-Spezifikation [Vretanos, 2001] dient dazu, *Features* nach bestimmten Kriterien zu selektieren. Dazu stehen in einem XML-basierten Filterausdruck Operationen zur Verfügung, die es erlauben, die *Features* nach raumbezogenen oder logischen Kriterien einzuschränken.

Der **Web Coverage Service (WCS)** unterstützt den Austausch von raumbezogenen Daten als *Coverages* (siehe 3.2.3), welche kontinuierliche raumbezogene Phänomene repräsentieren [Evans, 2003]. Anders als der *Web Map Service*, der statische Karten als Bilder ausliefert, bietet der WCS Zugriff auf noch nicht graphisch wiedergegebene (*unrendered*) Geoinformationen. Und im Gegensatz zum *Web Feature Service*, der diskrete Geodaten als *Features* liefert, bietet der WCS Repräsentationen von räumlich variierenden Phänomenen, welche eine raumzeitliche Domäne mit einem potenziell mehrdimensionalen Wertebereich von Eigenschaften an. Dies ermöglicht die weiterführende Verarbeitung, Analyse und Darstellung der Geodaten auf der Seite des *Clients* (vgl. Kapitel 3.2.3).

Der Web Coverage Service unterstützt drei Operationen:

- **GetCapabilities:** Diese Anfrage liefert ein XML-Dokument, welches die multidimensionalen Datensammlungen beschreibt, die als *Coverage* ausgeliefert werden können.
- **DescribeCoverage:** Diese Anfrage liefert eine Beschreibung der detaillierten Struktur einer oder mehrerer *Coverages*.
- **GetCoverage:** Die *GetCoverage*-Operation liefert eine *Coverage* in mindestens einem der Formate GeoTIFF, HDF-EOS, DTED, NITF oder GML (vgl. Seite 48).

Die **Gazetteer Service**-Spezifikation (*Web Feature Service – Gazetteer Profile*, **WFS-G**) stellt auf technischer Ebene eine Erweiterung der WFS-Spezifikation dar. In [ISO19112, 2003] wird ein *Gazetteer* als ein „Verzeichnis aus Instanzen einer oder mehrerer Klassen von *Features*, die Informationen



[Quelle: Nebert, 2004]

Abbildung 3.10: Referenzmodellarchitektur für *Catalog Services*

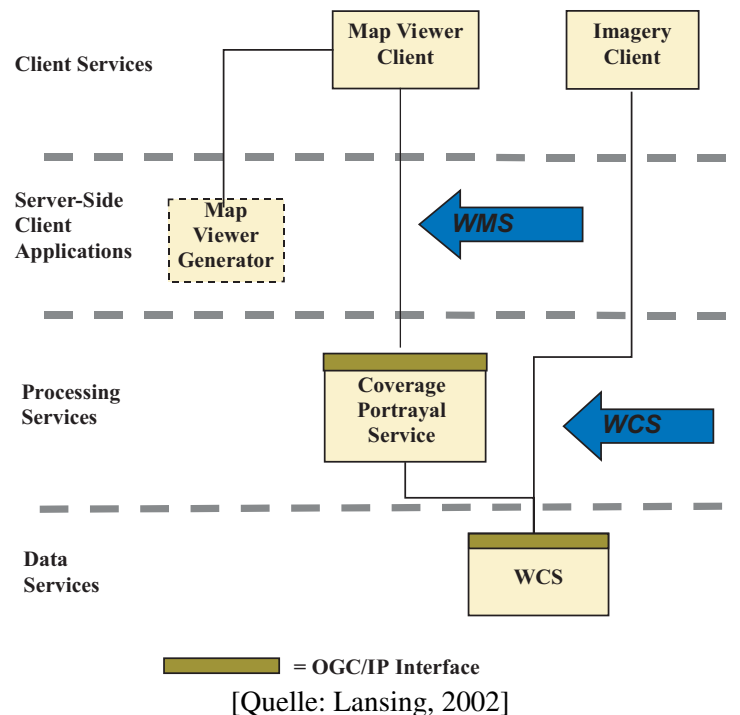
ihrer Position betreffend enthalten” definiert. Das Verzeichnis ist ein Vokabular, dessen Einträge die Features referenzieren. Ein *Gazetteer Service* ist ein Web-Dienst, der auf eine Anfrage in Form eines *Filter Encodings* eine Menge von *Features* ausliefert [Atkinson und Fitzke, 2002]. Der Filter selektiert die *Features* durch die Angabe von Attributwerten, zum Beispiel von Ortsbezeichnungen. Die Attribute umfassen potenziell alle möglichen Eigenschaften der *Features*, beispielsweise seinen Typ, seinen Namen oder seinen Schlüssel.

In der OpenGIS-Spezifikation **Catalogue Service** werden die Abstraktions- und Implementationsmodelle zur Publikation von Metadatenkatalogen von raumbezogenen Daten und Diensten definiert [Nebert, 2004]. Die in [ISO19115, 2003] spezifizierten Metadaten dienen als allgemeine Eigenschaften, die durch *Catalogue Services for the Web (CSW)* zum Auffinden von Ressourcen abgefragt und ausgeliefert werden.

Abbildung 3.10 zeigt die Referenzarchitektur für *Catalogue Services* im Zusammenhang mit anderen OpenGIS-Diensten. Die Architektur besteht aus mehreren Schichten, um Skalierbarkeit und verteilte Datenhaltung zu unterstützen. Soweit möglich, werden die Spezifikationen anderer OpenGIS-Dienste wiederverwendet und erweitert. Daher werden *Catalogue Objects* als Erweiterung der Objektdefinition von *Features* spezifiziert, sodass die Katalogeinträge entweder auf die zu beschreibenden *Features* verweisen oder diese direkt enthalten können. Im letzteren Fall sind Katalog- und Geoobjekt auf der Speicherungsebene identisch, was die Katalogverwaltung vereinfacht. Ein Catalog Server kann aber auch verteilte Metadaten über den Zugriff auf andere *Catalogue Server* in die Anfrage einbeziehen. Optional können *Catalogue Services* Zugriffsmöglichkeiten auf die Geodaten bereitstellen; entweder als Verweis auf den entsprechenden Dienst oder direkt, falls der Server die entsprechenden Datendienste, zum Beispiel einen WFS, selbst anbietet.

Der **Coverage Portrayal Service (CPS)** definiert eine Schnittstelle für die Visualisierung von *Coverage*-Daten [Lansing, 2002]. CPS basiert auf der *Web Map Service*-Spezifikation, um mithilfe der *Styled Layer Descriptor*-Spezifikation als Anfragesprache *WCS-Coverages* zu visualisieren. In Abbildung 3.11 ist dargestellt, wie der *Coverage Portrayal Service* zwischen dem Datendienst *WCS* und dem *Map Client* vermittelt.

Der **Sensor Collection Service (SCS)** bietet eine Schnittstelle für Web-basierte *Clients*, um auf Beobachtungsdaten von Sensoren zuzugreifen. SCS-Instanzen sind Sammelpunkte für verschiedene Ty-

Abbildung 3.11: Integration des *Coverage Portrayal Service* in das OpenGIS-Dienstmodell

pen und Ausprägungen von Sensoren und liefern deren Beobachtungswerte, zum Beispiel Temperaturen, Luftverschmutzungswerte oder Strömungsgeschwindigkeiten, als Antwort auf eine Anfrage eines *Web-Clients*. In der aktuellen *Engineering Specification* [McCarty, 2002] werden die Operationen *GetCapabilities* zur Abfrage der Metadaten und *GetObservation* zur Abfrage der Beobachtungsdaten im GML-Format spezifiziert. In einer folgenden Version wird die Einführung von WMS beziehungsweise WFS-ähnlichen Operationen nicht ausgeschlossen.

Ein **Geocoder Service (GeoC)** transformiert eine Lagebeschreibung eines Features, wie zum Beispiel ein Ortsname, eine Adresse oder eine Postleitzahl in eine normalisierte Ortsbeschreibung, welche eine Koordinaten-Geometrie enthält [Margoulies, 2001]. Jedem *Geocoder Server* ist ein Vokabular von Ortsbeschreibungen gleichen Typs zugeordnet, die er bearbeiten kann. Der *Geocoder Service* liefert *Features* oder *Feature-Sammlungen* aus und stellt daher aus technischer Sicht einen Sonderfall des *Web Feature Service* dar.

Geoparsing bezieht sich auf die Fähigkeit, in einem Textdokument Schlüsselwörter und -sätze zu identifizieren, die in einem raumbezogenen Zusammenhang stehen. Ein **Geoparser Service (GeoP)** [Lansing, 2001] arbeitet im Kontext von zwei Informationsquellen: Einem beschränkten Vokabular (zum Beispiel Ortsnamen) und einem Text (zum Beispiel eine Tageszeitung). Der *Geoparser Server* ermittelt auf Basis des Vokabulars alle Vorkommnisse in dem Text, die einen Raumbezug haben und liefert diese in Form von *Features* an den *Client* aus. Der *Geoparser Service* bedient sich also auf technischer Ebene der Spezifikation des *Web Feature Service*, ohne dass er einen *Feature-Datenspeicher* darstellt. Stattdessen erzeugt er die *Features* aus dem analysierten Text. Die Methode der Textanalyse ist dabei nicht von der Spezifikation festgelegt und muss sich nicht auf einen simplen Vergleich beschränken, sondern kann zum Beispiel auch Funktionen zur Erkennung von bestimmten Benutzungsmustern der gesuchten Vokablen beinhalten. Als Erweiterung kann der *Geoparser Service* auch

Teile der Funktionen anderer Dienste abdecken, indem er Informationen zu den gefundenen Textstellen liefert, beispielsweise einen weiterführenden *Gazetteer* oder *Geocoder Service*.

3.3 Content Management Systeme

Der Begriff *Content Management System* (CMS) wird nicht einheitlich verwendet [Maass und Stahl, 2003b], daher folgt zur Begriffsbestimmung eine kurze Einführung in die Grundlagen von CMS und eine Abgrenzung zu *Web Content Management Systemen*.

3.3.1 Grundlagen

Unter dem Begriff *Content* wird im Allgemeinen digitaler Inhalt in Form von Texten, Bildern und multimedialen Audio/Video-Daten inklusive der zugehörigen Metadaten wie beispielsweise Angaben zu Titel, Autor, Erstellungszeitpunkt, Lebensdauer, Inhaltsbeschreibung etc. verstanden [Baumann, 2001]. Anding entwickelt in [Anding, 2004] eine Definition, die *Content* als Repräsentationsform von Information beschreibt.

Ein *Content Management System* ist eine Softwareumgebung, die bei der Verarbeitung von *Content* folgende Prozesse unterstützt [Maass und Stahl, 2003b]:

- Erstellung: Bereitstellung von internen oder Anbindung von externen Editoren.
- Speicherung: Ablage in Datenbanken oder Dateisystemen.
- Bereitstellung: Orts- und zeitunabhängige Verfügbarmachung des *Contents*.
- Präsentation: Ausgabe auf verschiedenen Gerätetypen.
- Verwaltung: Versionierung und Archivierung.
- Kontrolle: Rollendefinitionen und Rechteverwaltung für Benutzer.
- Verbreitung: Weitergabe an andere Systeme (*Content Syndication*).
- Abfrage: Unterstützung beim Wiederauffinden von speziellem *Content*.

Wenn diese Funktionalitäten auf die Verarbeitung von *Websites* ausgerichtet sind, wird auch von Online-Redaktionssystemen beziehungsweise *Web Content Management Systemen* (WCMS) gesprochen.²³ Erst durch die Erweiterung um Funktionen von *Document Management Systemen*²⁴, insbesondere die Möglichkeit zum Umgang mit beliebigen elektronischen Dokumenttypen, wird aus einem WCMS ein universelles Content Management System, mit dem sich „integriertes *Enterprise Information Management*“ realisieren lässt [Stamer, 2003]. Ist das CMS in der Lage, auch andere Ausgabemedien, etwa herkömmliche Print-Medien, zu bedienen, wird es als so genanntes *Cross-Media Publishing*-System bezeichnet [Maass und Stahl, 2003b].

²³Häufig werden WCMS und CMS – mit der Bedeutung von WCMS – synonym verwendet [Maass und Stahl, 2003b].

²⁴Document Management Systeme unterstützen die Verwaltung von analogen Dokumenten durch Digitalisierung und Ablage in einem elektronischen Recherche-System

3.3.2 Web Content Management Systeme

Web Content Management Systeme (WCMS) erleichtern die Bearbeitung von großen Websites mit häufigen Aktualisierungen der Inhalte erheblich. Zu diesem Zweck wird durch ein WCMS die Bearbeitung von Inhalt und Gestaltung der Webseiten getrennt [Wienberg u. a., 2002]. Ein Autor kann sich so auf seine eigentliche Aufgabe, der Herstellung von Inhalten, konzentrieren und benötigt keine Kenntnisse zu den technischen Details für die Präsentation der Webseite im Internet. Entsprechend ist der Webdesigner von der Aufgabe befreit, sich neben dem Layout auch mit den Inhalten der Webseite befassen zu müssen. Zu den Kernfunktionalitäten gehört auch die Unterstützung von kollaborativer Bearbeitung des *Contents* [Nakano, 2002, vgl. auch] ebenso wie die Qualitätssicherung des *Contents* durch geeignete Werkzeuge für beispielsweise eine automatische Rechtschreibprüfung oder Linkverwaltung, aber auch durch ein zweistufige Architektur, bei der der *Content* auf einem Produktionssystem erzeugt und mithilfe eines geeigneten *Workflows* – in der Regel ein redaktioneller Prozess – auf einem *Live System* freigegeben wird [Wienberg u. a., 2002]. Neben diesen Basisfunktionen wird häufig auch der Austausch von Content mit anderem WCMS mittels geeigneter Formate, so genannte *Content Syndication*, sowie die Personalisierung des *Contents* [vgl. Jacobsen, 2002] unterstützt.

Diese Funktionalitäten lassen sich in folgende Ebenen einteilen [Maass und Stahl, 2003a]:

Organisatorische Ebene: WCMS bieten ein Rollenmodell, das die Nutzer entsprechend ihrer Aufgabe einteilt. Wie in klassischen inhaltegenerierenden Arbeitsgruppen – wie zum Beispiel Redaktionen – werden dabei in der Regel die typischen Rollen als Designer, Autor, Moderator/Agent und Editor unterstützt. Ein Berechtigungssystem regelt dabei den Zugriff der Nutzer auf den *Content* des WMCS gemäß ihrer Rolle.

Prozessuale Ebene: Der Vorgang der Webpublikation (in der Regel ein redaktioneller Prozess) wird auf die Bearbeitungsstadien des *Contents* und auf die Rollendefinitionen der Benutzer abgebildet. Ein typischer *Content*-Prozess besteht aus

- Erzeugung: Umfasst die Herstellung und Überprüfung des Inhalts und der Layout-Vorlagen (*Templates*),
- Verwaltung: Organisation des *Contents* und Bearbeitung von Meta-Informationen, wie zum Beispiel Strukturverwaltung, Klassifikation, Überprüfung, Versionierung und Archivierung des *Contents*, sowie die Benutzerverwaltung.
- Veröffentlichung: Dynamische und statische Präsentation durch Verknüpfung von *Content* und Layout-*Templates*,
- Distribution: Verteilung und Personalisierung von *Content* sowie Einrichtung von Abfragemöglichkeiten für Retrieval und Recherche.

Dabei sind die Rollen des Designers und Autors vor allem in der Phase der Erzeugung, die des Moderators/Agenten in der Phase der Verwaltung und die des Editors in den Phasen der Veröffentlichung und Distribution angesiedelt. Manche dieser Aufgaben können auch automatisch abgearbeitet werden, sodass dann Rollen teilweise von Systemkomponenten repräsentiert werden; beispielsweise bei der Versionierung und Archivierung.

Technologische Ebene: Diese Ebene umfasst die technologische Basis, mittels der die Funktionalitäten realisiert werden. Beispiele hierfür sind Datenbanken für die persistente Datenhaltung, Programmiersprachen für Editier- und Verwaltungswerkzeuge sowie Laufzeitumgebungen für die Internetserver.

3.4 Zusammenfassung

Im diesem Kapitel werden die Kernpunkte dieses Kapitels zusammenfassend dargestellt.

- *E-Government* ist ein wichtiger Bestandteil der Verwaltungsmodernisierung: Durch den Einsatz von moderner Informations- und Kommunikationstechnologie, wie zum Beispiel rund um die Uhr zur Verfügung stehender Internet-basierter Bürgerdienste, werden Verwaltungseffizienz und Bürgernähe gesteigert.
- Städte werden nicht mehr isoliert, sondern unter Einbezug des Umlands als (Metropol-)Regionen betrachtet. Diese Metropolregionen befinden sich nicht nur landesbezogen, sondern auch europä- oder weltweit in einer Konkurrenzsituation mit anderen Metropolregionen.
- Die Konzepte und Realisierungen in der Aussendarstellung einer Metropolregion wird zu einem entscheidenden Erfolgsfaktor, der durch den Vergleich auf internationaler Ebene ermittelt wird.
- Für die Außendarstellung einer Metropolregion ist ein Webportal ein geeignetes und durch die Verbreitung des Internets inzwischen auch notwendiges Marketinginstrument, um die Vorteile der Region effizient zu vermitteln.
- Um den Webaufttritt der Metropolregion effizient zu realisieren, eignet sich eine Struktur aus regionalen Webportalen, die ihre Inhalte per *online content syndication* mit einem Dachportal teilen und einander ergänzen.
- Die Verfügbarkeit von raumbezogenen Informationen und *E-Government*-Diensten sind zu einem wichtigen Standortfaktor geworden.
- Geoinformationssysteme zur Verarbeitung von raumbezogenen Informationen haben sich von spezialisierten Hard- und Softwarelösungen zu Desktop-Anwendungen mit bedienungsfreundlichen Benutzungsoberflächen entwickelt, die auf handelsüblichen PCs einsetzbar sind.
- Geoinformationsdienste bilden die technische Grundlage bei der effizienten Vermittlung raumbezogener Informationen.
- Die Standardisierung von Schnittstellen und Datenformaten für Geoinformationssysteme durch das OPEN GEOSPATIAL CONSORTIUM ermöglicht den effizienten Aufbau von heterogenen und verteilten Geodateninfrastrukturen.
- Die Integration von OpenGIS-basierten Geodatendiensten in *Web Content Management Systeme* bietet das Potenzial, raumbezogene Informationen mit ebenso wenig Aufwand zu publizieren, wie bislang Text- und Bildinformationen.

Kapitel 4

Konzeption und Systementwicklung

In diesem Kapitel wird ein Konzept für die Integration von verteilten, heterogenen Geoinformationssystemen in ein Internetportal vorgestellt und die Systementwicklung eines Prototyps, der dieses Konzept implementiert, beschrieben. Dazu wird im Kapitel 4.1 das allgemeine Konzept einer Integration durch eine OpenGIS-konforme *Middleware*, welche die *Web Map Services* der Geoinformationssysteme in der Metropolregion gebündelt zur Verfügung stellt, vorgestellt. Im Kapitel 4.2 wird die Realisierung des Konzeptes mithilfe des *Frameworks* DEEGREE beschrieben. Für die praxisnahe Systementwicklung wird eine Simulationsumgebung bestehend aus den in der Metropolregion benutzten GIS-Produkte vorgestellt. Von den Praxiserfahrungen mit den eingesetzten Software-Produkten wird im Kapitel 4.3 berichtet. Die Simulationsumgebung wird benutzt, um einen Prototyp für Online-Beteiligungsverfahren in der Bauleitplanung zu entwickeln. Die dazu notwendigen transaktionalen Geodatendienste (WFS-T, vgl. Kapitel 3.2.3) und das Integrationswerkzeug GISINTEGRATOR, wird im Kapitel 4.4 beschrieben.

Die Implementierung des Integrationswerkzeugs für das *Web Content Management System* CORE-MEDIA SCT wird in der ebenfalls im Rahmen des Projekts erstellten Diplomarbeit von Niels Hoffmann [Hoffmann, 2005] behandelt.

4.1 Konzeption

Die Situation der Geoinformationsdienste in der Metropolregion Hamburg zeichnet sich durch eine ausgeprägte Anbieterheterogenität aus (vgl. Kapitel 2.1.4). Die Geodaten werden von verschiedenen Behörden oder Landesbetrieben aus drei Bundesländern und Kommunen dezentral vorgehalten. Bei diesen Anbietern sind Geoinformationssysteme unterschiedlicher Hersteller für Erfassung, Bearbeitung, Verwaltung und Auslieferung über das Internet im Einsatz (vgl. Kapitel 4.3). Diese Geoinformationssysteme sind mit OpenGIS-konformen Geodatendiensten (vgl. Kapitel 3.2.3) erweiterbar und teilweise bereits im Einsatz. Wegen der dynamischen Struktur der Metropolregion (vgl. Kapitel 2.1.1) ist zu berücksichtigen, dass sich die Anbieterstruktur je nach Projekt, in dessen Rahmen raumbezogene Informationen publiziert werden sollen, verändern kann. Zudem sollen auch weitere Anbieter wie einzelne Kommunen oder Nichtregierungsorganisationen ihre raumbezogenen Informationen in die Geodateninfrastruktur einbringen können. Daher kann ein zentraler Geodatenserver die Anforderungen an eine dynamische Integration von Geodatendiensten in das Metropolregionsportal nicht erfüllen.

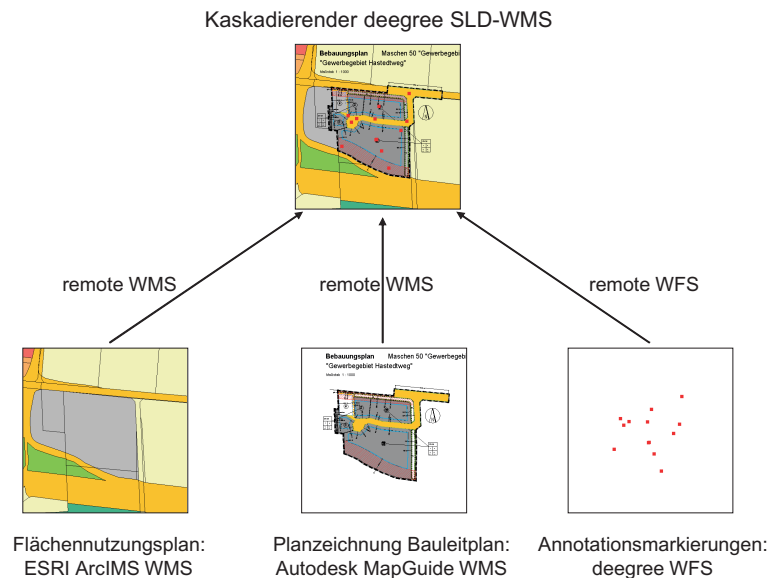


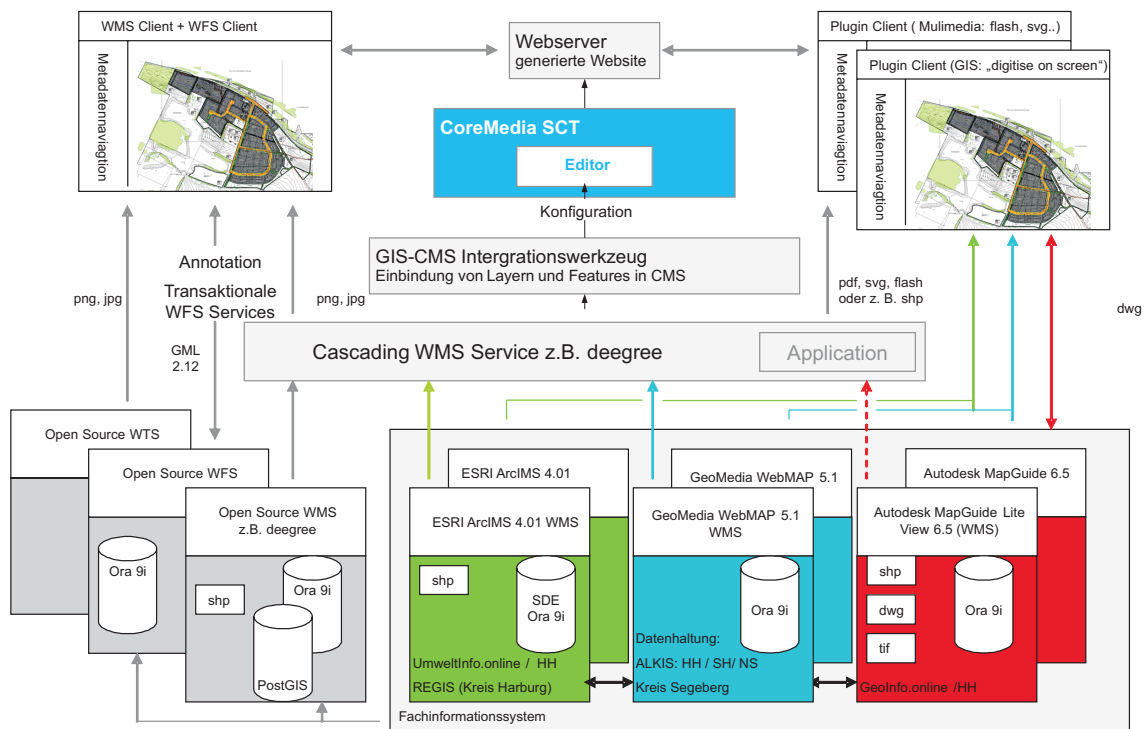
Abbildung 4.1: DEGREE als *Portrayal Middleware*: Kaskadierung von WMS- und Visualisierung von WFS-Daten

Die Integration von Geodatendiensten auf Basis der OpenGIS-Spezifikationen bietet die Möglichkeit, flexibel auf Veränderungen in der Anbieterstruktur reagieren zu können. Die OGC *Web Map Service*-Spezifikation (siehe Kapitel 3.2.3) erlaubt das *Web Mapping*, also die Visualisierung von Geodaten als Karten im Webbrowser, ohne zusätzliche *Browser-Plugins* im Sinne einer *Thin Client*-Architektur (vgl. Kapitel 3.2.3). Dies erleichtert die Integration in ein Webportal, das eine breite Anwendergruppe anspricht. Die Installation eines zusätzlichen *Plugins* stellt für viele Internetnutzer ein Hindernis dar; zum Beispiel weil sie aus Sicherheitsgründen unterbunden wird oder die technischen Fähigkeiten des Nutzers übersteigt. Die Integration der Geodatendienste erfolgt also auf der Grundlage von OpenGIS-konformen *Web Map Services*.

Sollen Geodaten von verschiedenen Anbietern aus der Metropolregion gleichzeitig in einer Karte angezeigt werden, müssen diese Karten entsprechend georeferenziert überlagert werden. So könnte zum Beispiel ein Stadtplan eines Geobasisdienstes mit den Standorten von bestimmten Handwerksbetrieben, geliefert von einem Geodatendienst der Handelskammer, überlagert werden. Ein kaskadierender WMS (siehe Kapitel 3.2.3) kann diese Funktion übernehmen, sodass diese geographischen Funktionen nicht von dem Portalsystem (s.u.) übernommen werden müssen (siehe Abbildung 4.1). Dadurch bleibt in der Portalarchitektur die sinnvolle Trennung von *Content* und Geodaten bezogenen Funktionen zwischen den Systemen bestehen.

Durch die Kaskadierung wird auch die Integration in das Webportal vereinfacht, da nur ein WMS konfiguriert und angefragt werden muss. Um auch die Möglichkeit der Integration rückkanalfähiger Geodatendienste zu bieten, sollte der kaskadierende WMS die GML-Daten von *Web Feature Services* (siehe Kapitel 3.2.3 und Kapitel 4.2.2) visualisieren und in seine Ausgabe einbinden können. DEGREE, ein *Framework* zur Realisierung von OpenGIS-konformen *Web Services* (OWS) erfüllt diese Anforderungen (vgl. Kapitel 4.2.2) und bildet als kaskadierender SLD-WMS den zentralen Integrationsdienst, um die Geodatendienste der Metropolregion in das Portal einzubinden (vgl. Abbildung 2.1.4).

Internetportale werden mithilfe von *Web Content Management Systemen* (WCMS) betrieben, welche



[Quelle: Schmidt u. a., 2004]

Abbildung 4.2: Architektur für die Integration der Geodateninfrastruktur der Metropolregion Hamburg in ein von CoreMedia SCT verwaltetes Metropolregionsportal

von Redakteuren benutzt werden, die in der Regel keine technischen Fähigkeiten zur HTML-Seiten-Erstellung besitzen (vgl. Kapitel 3.3.2). Eine Integration der Geoinformationsdienste sollte daher entweder in die Bearbeitungswerkzeuge des WCMS eingebunden werden oder, wenn dies nicht möglich ist, mithilfe eines externen Werkzeugs mit vergleichbaren Benutzungseigenschaften erfolgen.

Die Konfiguration der in die Webseiten des Portals zu integrierenden Karten erfolgt mittels eines eigens zu entwickelnden, Web-basierten Integrationswerkzeugs, um die Komplexität der Integration auf der Seite des WCMS niedrig zu halten, und eine Trennung von Geodaten und *Content* bezogenen Funktionen zu erhalten (siehe hierzu [Hoffmann, 2005]). Dadurch ist die Konfiguration des WMS unabhängig von dem eingesetzten WCMS und erlaubt den Einsatz von proprietären, also mangels Quellcode nicht direkt erweiterbaren *Web Content Management Systemen* wie COREMEDIA SCT.

Die Abbildung 4.2 zeigt die Architektur einer in das *Web Content Management System* COREMEDIA SCT (vgl. Kapitel 4.2.1) integrierten Geodateninfrastruktur. Proprietäre (unten rechts) und quelloffene (unten links) Geoinformationssysteme werden über einen kaskadierenden *Web Map Service* (darüber) gebündelt und mittels eines CMS-GIS-Integrationswerkzeugs CoreMedia SCT zur Verfügung gestellt. Dieses kann vorkonfigurierte WMS-Aufrufe als Karten in seine Webseiten integrieren, die ein Webbrowser als *Thin Client* anzeigen kann (oben links). Für weitergehende Bearbeitungsfunktionen müssen die Geoinformationssysteme direkt an *Thick Clients* angebunden werden (oben rechts).

Das dafür notwendige Integrationswerkzeug muss Möglichkeiten bieten, um

- die *Capabilities* des kaskadierenden WMS-Servers abzufragen,

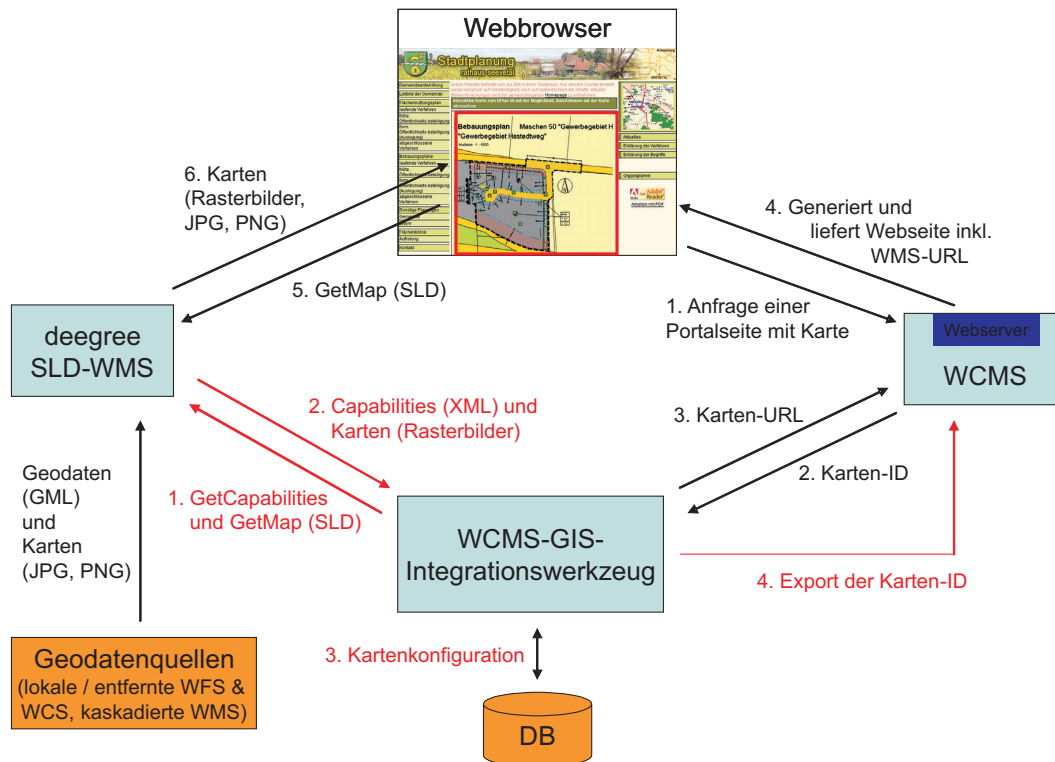


Abbildung 4.3: Datenflussdiagramm von der Integration eines kaskadierenden *Web Map Service* in ein *Web Content Management System* mithilfe des *GISINTEGRATORS*

- die Layer-Auswahl zusammenzustellen,
- Graphikbeschreibungen (*Named Styles*, vgl. Kapitel 3.2.3) auszuwählen,
- den Kartenausschnitt (*Bounding Box*, vgl. Kapitel 3.2.3) festzulegen,
- und den zugehörigen WMS-Aufruf als Kartenkonfiguration persistent zu speichern.

Um diese Anforderungen zu erfüllen, muss das Integrationswerkzeug selbst als *WMS-Client* den kaskadierenden WMS abfragen, dessen *Capabilities* interpretieren und darauf aufbauend dem Benutzer die Zusammenstellung einer Kartenkonfiguration ermöglichen. Die Kartenkonfiguration wird als WMS-Aufruf zusammen mit einer Karten-ID persistent gespeichert. Die Karten-ID wird in dem WCMS hinterlegt und in einem dafür vorgesehenen GIS-Dokument gespeichert. Diese Interaktion ist in Abbildung 4.3 mit den roten Pfeilen dargestellt. Das GIS-Dokument kann mit den herkömmlichen Werkzeugen des WCMS in die Portalseite eingefügt werden. Wird die Portalseite aufgerufen (schwarze Pfeile: 1.), sendet das WCMS die Karten-ID an das Integrationswerkzeug (2.), welches die WMS-URL an das WCMS schickt (3.), die von diesem in die Webseite eingefügt wird (4.), sodass der aufrufende Webbrowser den kaskadierenden WMS anfragt (5.) und die zurückgelieferte Karte (6.) in der Webseite dargestellt wird.

Die Vorteile dieser Architektur liegen in der Flexibilität durch die Entkoppelung von WCMS-Dokument und WMS-Aufruf. So kann die Kartenkonfiguration unabhängig von der Bearbeitung im WCMS verändert werden, ohne dass ein neuer Importvorgang notwendig ist. Aus Sicht des WCMS sind die

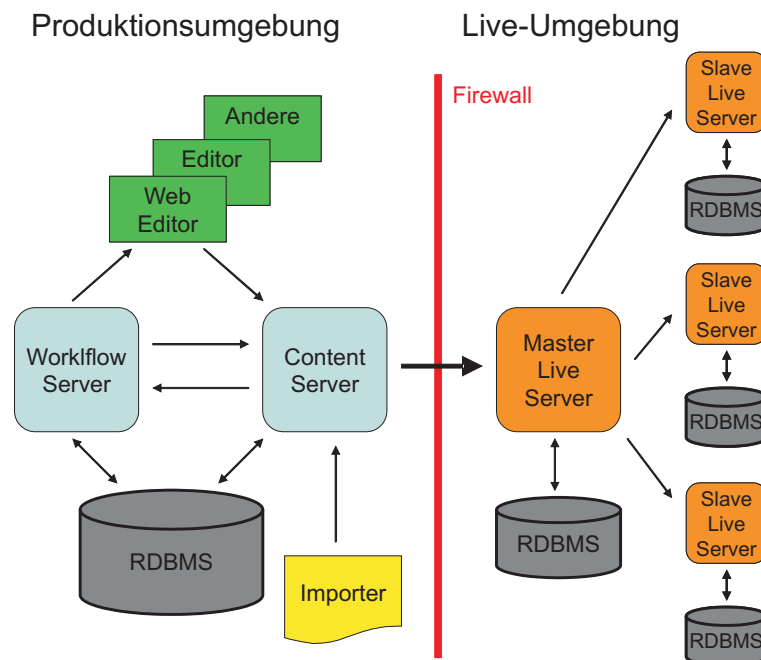


Abbildung 4.4: Architektur von COREMEDIA SCT: Live- und Produktionsumgebung

Karten-IDs stabil, auch wenn sich der dahinter referenzierte WMS oder einer dessen Layer verändert hat. Das macht GIS-Anwendungen denkbar, die außerhalb des WCMS-Kontexts ablaufen, um zum Beispiel spezielle Bearbeitungsfunktionen anzubieten. Zudem sind spätere Erweiterungen um zusätzliche GIS-Funktionen einfacher möglich, da nur das Integrationswerkzeug verändert werden muss.

Nachteilig an der Generierung der WMS-Aufrufe durch das Integrationswerkzeug ist die theoretisch erhöhte Ausfallwahrscheinlichkeit, da der kaskadierende WMS nicht unabhängig von dem Integrationswerkzeug durch das WCMS aufgerufen werden kann. In der Praxis spielt dies nur eine untergeordnete Rolle, da das Integrationswerkzeug entweder im Serverkontext des WCMS oder des kaskadierenden WMS ablaufen wird.

4.2 Integration von Geodatendiensten mit DEEGREE

Die verteilten WMS-Dienste der Metropolregion werden mithilfe des OpenGIS-Dienste-Frameworks DEEGREE in der Rolle einer *Middleware* gebündelt und in das WCMS COREMEDIA SCT eingebunden. Zunächst wird COREMEDIA SCT vorgestellt und im Kapitel 4.2.2 auf die Besonderheiten bei der Konfiguration und Benutzung von DEEGREE eingegangen.

4.2.1 COREMEDIA[®] SMART CONTENT TECHNOLOGY

Die Firma COREMEDIA[®] [CoreMedia, 2005] bietet mit der SMART CONTENT INFRASTRUCTURE eine Software-Umgebung für *Content Management* mit Schwerpunkt bei der Webpublikation an. Kern-

bestandteil ist die COREMEDIA SMART CONTENT TECHNOLOGY¹² (SCT), eine CMS-Standardsoftware, die den gesamten Lebenszyklus von digitalen Inhalten (*Content*), angefangen beim Import und kollaborativer Erstellung über Verwaltung und Auslieferung bis zur Archivierung, unterstützt.

COREMEDIA SCT zeichnet sich durch eine *Client/Server*-Architektur aus. *Client*-seitig bietet SCT Redaktionsanwendungen zur Erstellung und Verwaltung von Inhalten, die entweder als Web-Anwendung (COREMEDIA WEBEDITOR) oder zu installierende *Desktop*-Anwendung (COREMEDIA EDITOR) gestaltet sind. Darüber hinaus kann die Erstellung von Inhalten auch über Drittkomponenten (z.B. MICROSOFT WORD) über die COREMEDIA FILE SYSTEM VIEW oder *Web Services* erfolgen. Mittels des COREMEDIA IMPORTERS können Inhalte automatisiert importiert und beliebige strukturierte Formate übernommen werden.

Auf der *Server*-Seite wird durch einen zweistufigen Aufbau zwischen unveröffentlichtem und veröffentlichtem Inhalt getrennt (vgl. Abbildung 4.4). Der COREMEDIA CONTENT SERVER und der COREMEDIA LIVE SERVER sind zwei funktional getrennte Applikationen mit eigener Datenbasis. Der CONTENT SERVER stellt dabei die Produktionsumgebung dar, innerhalb derer die Anwender ihren *Content* anlegen und bearbeiten, wobei sie durch vorab definierte *Workflows* des WORKFLOW SERVERS unterstützt werden. Fertiggestellter *Content* wird durch die Freigabe zur Publikation von dem CONTENT SERVER auf den COREMEDIA MASTER LIVE SERVER kopiert und von dort automatisch auf eventuell vorhandene SLAVE LIVE SERVER repliziert. Die LIVE SERVER generieren die Webseiten aus publiziertem *Content* und vorab definierten *Templates*, die das Layout der Webdokumente bestimmen.

COREMEDIA SCT wird für viele Webauftritte in der Metropolregion Hamburg benutzt, unter anderem für diejenigen der Freien und Hansestadt Hamburg [FHH, 2004], der Landesregierung Schleswig-Holstein [LSH, 2004], des Landkreises Harburg [LKH, 2004], den Gemeinden Neu-Wulmsdorf [Neu-Wulmsdorf, 2004], Salzhausen [Salzhausen, 2004], Seevetal [Seevetal, 2004], Stelle [Stelle, 2004], Rosengarten [Rosengarten, 2004] sowie der Stadt Buxtehude [Buxtehude, 2004]. Auch das IT-Dienstleistungsunternehmen für Hamburg und Schleswig-Holstein DATAPORT (vgl. Kapitel 2.1.1) benutzt COREMEDIA. Zudem wird COREMEDIA SCT im Rahmen von der *E-Government*-Initiative BUNDOONLINE2005 (vgl. Kapitel 3.1.4) benutzt, um den Bundesbehörden den Webauftritt zu erleichtern. Dazu wurde von dem Bundesverwaltungsamt [BVA, 2004] der GOVERNMENT SITE BUILDER (GSB) entwickelt, eine auf der COREMEDIA-Technologie aufsetzende CMS-Standardkomponente für *E-Government*-Anwendungen [GSB, 2004]. Unter anderem sind das Dienstleistungsportal des Bundes Bund [2004] und der Internetauftritt des Bundesministeriums des Inneren [BMI, 2004] mit dem GSB realisiert und die Umstellung weiterer Webauftritte von Bundesbehörden ist geplant [Manhart, 2004, vgl. auch Kapitel 5.2].

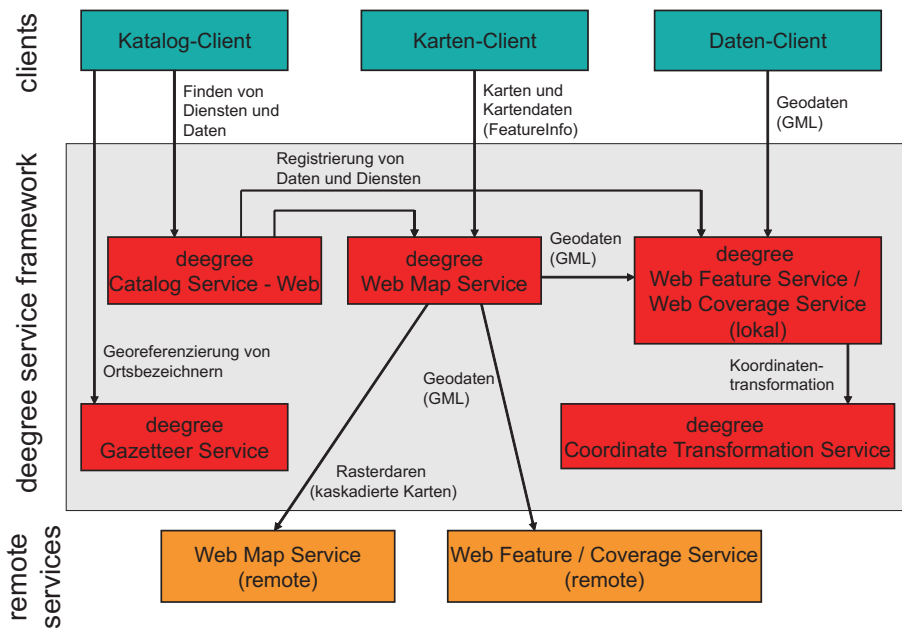
Aufgrund dieser Verbreitung und insbesondere die Verwendung von COREMEDIA-Technologie durch den Pilotprojektspartner Gemeinde Seevetal wurde SCT für die Integration von Geodatendiensten ausgewählt.

4.2.2 LAT/LON DEEGREE[©]

Deegree ist ein in *Java*TM programmiertes *Framework*, um OpenGIS-kompatible Geodatendienste und Desktop-GIS-Anwendungen zu realisieren [deegree, 2005]. Es wurde von dem Geographischen Institut der Universität Bonn [GUIB, 2004] und der Firma LAT/LON [latlon, 2004] als OpenSource-

¹ ehemals als CONTENT APPLICATION PLATFORM (CAP) bezeichnet

² Version 4.1



[Quelle: Eigene Darstellung basierend auf: deegree, 2005]

Abbildung 4.5: Architektur der von DEEGREE realisierten OpenGIS-Dienste (Auszug)

Projekt unter der LGPL³ entwickelt. Mithilfe von DEEGREE lassen sich Geodateninfrastrukturen gemäß der OpenGIS-Spezifikationen *Web Map Service* (WMS), *Web Feature Service* (WFS), *Web Coverage Service* (WCS), *Catalog Service Web* (CS-W), *Web Gazetteer Service* (WFS-G), *Web Terrain Service* (WTS) und *Web Coordinate Transformation Service* (WCTS) implementieren (vgl. Kapitel 3.2.3). Auf der Grundlage des *Frameworks* stehen auch direkt nutzbare vorkonfigurierte Pakete für die OpenGIS-kompatiblen Dienste WMS Version 1.1.1, WFS Version 1.0.0 und WCS Version 1.0.0 zur Verfügung. Zusätzlich sind aus dem Framework auch eine *JAVA-Client*-Applikation und ein exemplarischer *Webclient* zur Abfrage von WMS und Anzeige der Ergebnisse in Form von Karten entstanden. Die DEEGREE-Dienste benötigen als Laufzeitumgebung eine *JAVA-Servlet-Engine* wie zum Beispiel das von den DEEGREE-Entwicklern empfohlene TOMCAT von der APACHE SOFTWARE FOUNDATION [Tomcat, 2004].

DEEGREE bildet den Grundbaustein von UMWELTINFO.ONLINE, der Integrations- und Kommunikationskomponente des Hamburger Umweltinformationssystems HUIS (vgl. Kapitel 2.1.4).

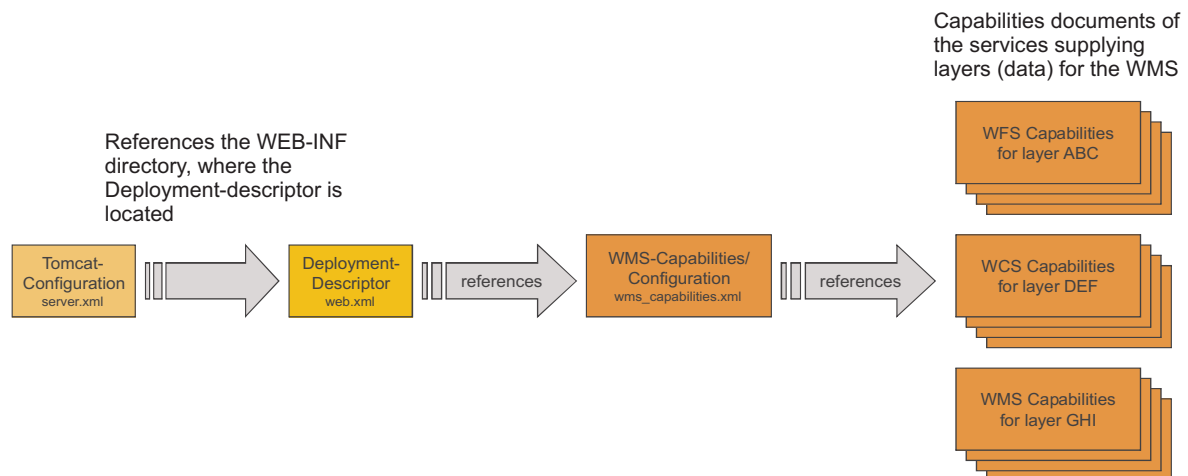
DEEGREE Demo-WMS 1.1.2

Die WMS-Implementierung von DEEGREE ist die von der OGC zertifizierte Referenzimplementierung der Spezifikation WMS 1.1.1. Allerdings ist der WMS nicht von dem Rest des DEEGREE-Frameworks zu trennen, da DEEGREE auch intern auf OpenGIS-Schnittstellen aufbaut. Der WMS benutzt sowohl intern konfigurierte DEEGREE-WFS und -WCS (*local*-WFS bzw. -WCS), als auch externe WFS/WCS (*remote*-WFS bzw. -WCS) als Datenquelle (vgl. Abbildung 4.5) und stellt in diesem Sinne deren Visualisierungs-Frontend (vgl. *Portrayal Services* im Kapitel 3.2.3) dar. Zudem hat der DEEGREE-WMS auch die Fähigkeit, externe WMS-Server zu kaskadieren. Das bedeutet, dass

³ GNU Lesser General Public License

DEEGREE die *Layer* von externen WMS anbieten in die eigene Ausgabe integrieren kann (vgl. Abbildung 4.5). Weiterhin ist der DEEGREE-WMS SLD-fähig (vgl. Kapitel 3.2.3), sodass DEEGREE die GML-Daten von lokalen oder externen WFS dynamisch visualisieren kann.

Die Benutzung von DEEGREE in der Simulations-GDI erfolgt aufgrund der Fähigkeiten bei der WMS-Kaskadierung, der SLD-Unterstützung für benutzerdefinierte WMS-Anfragen, sowie des transaktionalen WFS, der für den Bürgerbeteiligungsprototyp notwendig ist.



[Quelle: deegreeWMSDoku, 2003]

Abbildung 4.6: Konfigurationsdateien des DEEGREE-WMS

Die DEEGREE-Dienste benötigen eine *Servlet-Engine*, wobei der empfohlene TOMCAT-Server zum Einsatz kommt. DEEGREE enthält keine Installationsroutine, bringt aber in vorkonfigurierten Demopaketen für WMS, WFS und WCS sinnvolle Voreinstellungen und Beispieldaten mit. Nach dem Entpacken des Archivs in einen Standardpfad ist die Konfiguration von TOMCAT anzupassen, um die mitgelieferten Demo-Layer benutzen zu können. Falls ein abweichendes Installationsverzeichnis gewählt wird, sind einige XML-Dateien zu bearbeiten, um den vorgegebenen Pfad zu ändern (siehe Abbildung 4.6). Zwei XML-Dateien (in Abbildung 4.6 links) sind notwendig, um DEEGREE als Servlet in Tomcat zu konfigurieren. Innerhalb von DEEGREE (in Abbildung 4.6 orangefarben dargestellt) werden für die *Capabilities* des WMS die verfügbaren Layer und deren Datenquellen jeweils eigene XML-Dateien benutzt. Eigene Vektordaten (z.B. Shape-Dateien, Datenbanken) und Rasterdaten (z.B. GeoTiff, vgl. Kapitel 3.2.3) können über die mitgelieferten für interne Zwecke benutzten *local-WFS* und *local-WCS* oder entfernte OpenGIS-konforme *remote-WFS* und *-WCS* eingebunden werden. Da der DEEGREE-WMS die *Styled Layer Descriptor*-Spezifikation implementiert, ist eine dynamische Anpassung der Graphikbeschreibungen (*Styles*) bei der Abfrage von Vektordaten-basierten *Layer*n (*remote-* oder *local-WFS*) möglich. Der DEEGREE-WMS kann damit als flexibler *Portrayal*-Dienst (vgl. Kapitel 3.2.3) benutzt werden.

Kaskadierte WMS-Layer werden als *remote-WMS* konfiguriert, für den ebenfalls ein Beispiel mitgeliefert wird. Insgesamt gelingt die Inbetriebnahme mithilfe der Dokumentation und umfangreichen Beispielkonfiguration ohne weitere Umstände, setzt aber den sicheren Umgang mit XML-Dateien voraus.

Im Betrieb verhält sich DEEGREE als Referenz-WMS des OGC erwartungsgemäß unproblematisch. Bei der Kaskadierung ist zu beachten, dass DEEGREE schon zum Startzeitpunkt die *Capabilities*

der *remote*-WMS abfragt, sodass diese dann zur Verfügung stehen müssen. Weiterhin ist der `GetFeatureInfo`-Aufruf (vgl. Kapitel 3.2.3) von DEEGREE nicht kaskadierend implementiert. Eine solche Anfrage an kaskadierte und von DEEGREE direkt vorgehaltene *Layer* liefert nur für Letztere die zugehörigen Sachdaten. Die Kaskadierung des `GetFeatureInfo`-Aufrufs wird dadurch erschwert, dass er in der WMS-Spezifikation nur optional ist (*basic* WMS, vgl. Kapitel 3.2.3). Zudem ist selbst bei einem *queryable* WMS das Rückgabeformat nicht festgelegt [vgl. Beaujardiere, 2004], sodass für die Kombination der Rückgabedaten verschiedener WMS eine Konvertierung des verwendeten Datenformats jedes *remote*-WMS notwendig wäre.

DEEGREE Demo-WFS 1.2.1

Der WFS von DEEGREE dient der Auslieferung von Vektordaten im GML-Format nach den OpenGIS-Spezifikationen WFS 1.0.0 und GML 2.1.2 (vgl. Kapitel 3.2.3). Als Quelle für die Vektordaten können die Datenbanken mit speziellen GIS-Fähigkeiten ORACLE SPATIAL, POSTGIS, MYSQL, ESRI ARCSDE und konventionelle Datenbanken über ein JDBC-Interface sowie ESRI-Shapedateien benutzt werden. Überdies kann DEEGREE in Zusammenarbeit mit einigen Datenbanken als transaktionaler WFS (WFS-T, vgl. Kapitel 3.2.3) eingesetzt werden, sodass auch ein schreibender Zugriff auf die Datenbanken per WFS möglich ist [vgl. degreeFAQ, 2005]. Für den Bürgerbeteiligungsprototyp (vgl. Kapitel 4.4.3) wird hierzu ORACLE SPATIAL verwendet.

Analog zu dem WMS ist auch für den WFS ein Demo-Paket verfügbar, das vorkonfigurierte SHAPE- und MICROSOFT ACCESS-Daten enthält. ORACLE SPATIAL lässt sich mithilfe der mitgelieferten Beispielkonfiguration anbinden. Die umfangreichen Konfigurationsmöglichkeiten der Datenquellen erfordern im Vergleich zum WMS mehr Einarbeitungsaufwand; insbesondere, wenn komplexe Datenbankschemata auf den WFS abgebildet werden.

Im Folgenden wird ORACLE[®] SPATIAL vorgestellt und die Besonderheiten bei Verwendung im Zusammenhang mit dem DEEGREE-WFS von beschrieben.

ORACLE[®] SPATIAL

ist eine Erweiterung des objektrelationalen Datenbank-Managementsystems der Firma ORACLE[®] [Oracle, 2004] zur effizienten Speicherung und Verarbeitung von raumbezogenen Vektordaten.⁴ ORACLE SPATIAL⁵ bietet dazu ein Schema zur Speicherung von Geodaten und zugehörigen Metadaten, raumbezogene Indizes, Funktionen für geometrische und topologische Abfragen und *Joins* und weitergehende Funktionen. Dabei bleiben die übrigen Datenbankfunktionalitäten Sicherheit, Verteilung, Verfügbarkeit, Parallelisierung, Partitionierung und Skalierbarkeit auch für Geodaten erhalten. Die Geodaten sind dabei gemäß der *OGC Simple Features For SQL*-Spezifikation [Ryden, 1999] implementiert und werden von den geometrischen Objekten Punkt, Linie und Polygon repräsentiert. Die objekt-relationale Implementierung ist durch den abstrakten Datentyp SDO-GEOMETRY realisiert. Ein spezieller Indextyp (*Spatial Index*), implementiert als *Quadtree* mit fester oder variabler Kachelungsgröße beziehungsweise als *R-Tree* mit hierarchischen Kacheln, beschleunigt den Zugriff auf die Geodaten.

ORACLE SPATIAL wird als Geodatenbank im Hamburger Umweltinformationssystem HUIS der Behörde für Stadtentwicklung und Umwelt eingesetzt (vgl. Kapitel 2.1.4). In der simulierten GDI kommt

⁴Rasterdaten werden ab Version 10G unterstützt

⁵Version 9.0.2

ORACLE SPATIAL als Datenbank für COREMEDIA SCT und als Geodatenbank für Vektordaten für ARCIMS und für transaktionalen DEEGREE-WFS in dem Bürgerbeteiligungsprototyp (siehe Kapitel 4.4) zum Einsatz.

Um die GDI-Umgebung zu simulieren, ist ORACLE SPATIAL nicht zwingend notwendig. Die Datenbank wird verwendet, weil sie bereits bei beiden am Projekt beteiligten Fachbereichen im Einsatz ist und so Vorkenntnisse insbesondere in Verbindung mit COREMEDIA genutzt werden konnten. Zudem ist zum Projektbeginn der Adapter zwischen dem transaktionalen WFS von DEEGREE und ORACLE SPATIAL am weitesten entwickelt und erfolgreich getestet. In diesem Kontext wäre inzwischen auch der Einsatz von freien Datenbanken wie zum Beispiel POSTGIS möglich.

Bei der Verwendung der *SDO-GEOMETRY*-Objekte ist aufgefallen, dass der *Spatial Index* nur für leere Tabellen angelegt werden kann, und dass das verwendete Raumbezugsystem in eine Metadaten-tabelle manuell eingefügt werden muss. Nach dieser Einrichtung ließ sich die *Spatial*-Funktionalität nutzen, was mit einigen SQL-Anfragen getestet wurde.

Für die Verwendung von ORACLE SPATIAL als Geodatenquelle für den DEEGREE-WFS wird in dessen Konfigurationsdateien ein *Mapping* zwischen den ORACLE-Tabellen und den WFS-*Features* konfiguriert. Da ORACLE für die Bezeichnung des Raumbezugsystems andere Namen als DEEGREE verwendet, muss eine entsprechende Angabe des passenden Raumbezugsystems gemacht werden.

Bei lesendem Zugriff auf die in ORACLE SPATIAL gespeicherten Daten gab es keine Probleme. Bei schreibendem Zugriff – also der Benutzung von DEEGREE als transaktionalem WFS – ist zu beachten, dass auf der Tabellenspalte mit den Geodaten zwingend ein *Spatial Index* definiert sein muss. Dies ist allerdings keine wesentliche Einschränkung, da der Einsatz eines *Spatial Index* den Zugriff auf die Geodaten beschleunigt und daher immer angelegt sein sollte. Allerdings scheiterte das Einfügen von Daten trotzdem, da das von DEEGREE generierte *SQL-Statement* kein Raumbezugsystem enthielt. Dank der Verfügbarkeit des Quelltextes von deegree konnte aber ein einfacher *Workaround* eingefügt werden, da in dem Prototyp für die Bauleitplanung (vgl. Kapitel 4.4.3) immer dasselbe Raumbezugs-system verwendet wird. Nach dem Neuübersetzen des DEEGREE-Quellcodes war auch das Einfügen von Geodaten per WFS-Transaktion möglich.

Im Folgenden werden die GIS-Produkte, die zur Simulation der Geodateninfrastruktur der Metropol-region Hamburg benutzt werden, vorgestellt.

4.3 Simulation der Geodateninfrastruktur

Um die entworfene Architektur unter praxisnahen Bedingungen zu evaluieren, wird die Geodateninfrastruktur der Metropolregion Hamburg simuliert. Dazu wird die in der Metropolregion eingesetzte GIS-Software eingesetzt, um deren Verhalten in diesem Szenario zu untersuchen. Besonderes Augenmerk liegt dabei auf dem Umfang der Unterstützung und der Einhaltung der OpenGIS-WMS-Spezifikation.

Im Folgenden werden die in der Metropolregion eingesetzten Softwarekomponenten vorgestellt. Dazu gehören die Geoinformationssysteme der Hersteller AUTODESK®, ESRI® und INTERGRAPH®. Die Softwarepakete sind in den zu Beginn der Implementierungsphase des Projektes jeweils aktuellen Versionen untersucht worden.

4.3.1 AUTODESK MAPGUIDE®

Die Firma AUTODESK® [Autodesk, 2004] bietet unter anderem innerhalb der AUTODESK MAP®- und AUTOCAD®-Serie Anwendungen an, die es Planern, Ingenieuren und Kartographen ermöglichen, georeferenzierte Kartografie-, und Planungs- und Konstruktionsdaten zu erzeugen. Die Anwendung AUTODESK MAPGUIDE dient der Bereitstellung und Verteilung von solchen raumbezogenen Raster- oder Vektordaten über das Internet. AUTODESK MAPGUIDE ermöglicht es auch, um Geodaten im AUTODESK DWG-Dateiformat ohne Verlust der Graphikinformationen über das Internet zur Verfügung zu stellen. Aus diesem Grund wird MAPGUIDE für den Bürgerbeteiligungs-Prototyp benutzt (siehe Kapitel 4.4), um die Planzeichnungen der Bauleitpläne gemäß der Planzeichenverordnung [vgl. PlanzV90, 1990] zu publizieren (siehe auch Abbildung 4.1). AUTODESK MAPGUIDE wird in der Metropolregion Hamburg auch von dem Landesbetrieb Geoinformation und Vermessung eingesetzt [vgl. LGVHH, 2004; Geonord, 2005].

MAPGUIDE unterstützt dabei die Integration und Nutzung diverser GIS- und CAD-Datenformate, unter anderem ESRI *Shape*- und *Coverage*- und AUTODESK DWG-Dateien sowie über die Schnittstellen OLE DB und ODBC auch relationale Datenbanken, wie zum Beispiel ORACLE SPATIAL, MICROSOFT SQL SERVER und ACCESS sowie DBASE.

AUTODESK MAPGUIDE⁶ besteht neben einigen unterstützenden Werkzeugen aus den folgenden Komponenten:

MAPGUIDE AUTHOR: Mit dem MAPGUIDE AUTHOR lassen sich die zu publizierenden Datenquellen zusammenstellen und verwalten. Dazu bietet MAPGUIDE AUTHOR unter anderem Funktionen zur

- Bearbeitung von thematischen Karten und Symbolen,
- Attributdarstellung nach Maßstab,
- Einrichtung von Layern,
- automatischen Beschriftung nach Maßstab,
- Anpassung von Popup-Menüs,
- Verwaltung von Benutzerrechten und
- Druckvorschau an.

MAPGUIDE SERVER: Der MAPGUIDE SERVER ist für die Auslieferung der Geodaten zuständig. Dabei werden proprietäre Verfahren benutzt, sodass im Normalfall auf der Empfängerseite ein entsprechender proprietärer AUTODESK-Client notwendig ist. Mehrere MAPGUIDE SERVER können zur dynamischen Lastverteilung mithilfe des so genannten MAPAGENT zusammengeschaltet werden. Der MAPGUIDE Server läuft auf einem Server-Betriebssystem der Windows-Serie⁷ und benötigt als Webserver entweder den MICROSOFT INTERNET INFORMATION SERVER⁸ oder den SUN SUNSM ONE WEB SERVER 6.1.

⁶Version 6.3

⁷Windows NT, 2000 oder 2003

⁸Version 4, 5 oder 6

MAPGUIDE VIEWER: Der MAPGUIDE VIEWER dient als *Client* der Abfrage, Anzeige, und Analyse der von dem MAPGUIDE SERVER gelieferten Geodaten. Mit dem MAPGUIDE VIEWER sind Funktionen wie zu Beispiel

- thematische Layer reduzieren oder hinzufügen,
- maßstabsgetreu drucken,
- benutzerdefinierte Berichte auf Basis ausgewählter Objekte erstellen und
- Objekte nach Listen, Radien, Polygonen, Puffern und Schnittpunkten erstellen

möglich. Der MAPGUIDE VIEWER ist für WINDOWS als *ActiveX Control* für den INTERNET EXPLORER und als *Plugin* für NETSCAPE-kompatible Browser⁹ sowie als JAVA-basiertes *Plugin* für WINDOWS, SOLARIS und MACOS X verfügbar.

MAPGUIDE LITEVIEW: MAPGUIDE LITEVIEW erweitert den MAPGUIDE SERVER um einen OpenGIS-kompatiblen WMS. Mit LITEVIEW ist es daher möglich, ohne den proprietären MAPGUIDE VIEWER auf die vom MAPGUIDE SERVER zur Verfügung gestellten Karten und Layer zuzugreifen. LITEVIEW unterstützt WMS 1.1.1 inklusive des `GetFeatureInfo`-Aufrufs.

Die Installationsroutine des MAPGUIDE SERVER funktioniert automatisch, lediglich das für WMS-Funktionalität zuständige *Servlet* LITEVIEW muss manuell installiert und per Textdatei konfiguriert werden. Als Besonderheit bei der Kaskadierung durch den DEEGREE-WMS müssen dabei die AUTODESK-eigenen Bezeichnungen für die Raumbezugssysteme beachtet werden, die in der Konfigurationsdatei den von DEEGREE verwendeten EPSG-Bezeichnungen zugeordnet werden.

Mithilfe des Web-basierten WMS ADMINISTRATOR TOOLS können MAPGUIDE-Layer komfortabel publiziert und konfiguriert werden. Ein nicht reproduzierbarer Fehler trat bei dem Publizieren von einigen Rasterdaten-Layern auf, durch den auch andere vorher publizierte Layer in Mitleidenschaft gezogen wurden und nicht mehr zugreifbar waren. Durch den Verzicht auf diese ohnehin nur zu Testzwecken publizierten Layer konnten die MAPGUIDE-Layer ohne Probleme von DEEGREE kaskadiert werden.

4.3.2 ESRI ARCGIS™

ARCGIS™ ist eine umfangreiche Produktfamilie von GIS-Anwendungen der Firma ESRI® [ESRI, 2004]. ARCGIS besteht aus Desktop- beziehungsweise Client- und Server-Komponenten, die sich je nach Aufgabenstellung zusammenstellen und einsetzen lassen (vgl. Abbildung 4.7).

ARCGIS wird in der Metropolregion von der hamburgischen Behörde für Stadtentwicklung und Umwelt eingesetzt (vgl. Kapitel 2.1.4). In der Simulations-GDI wird ARCGIS¹⁰ beispielhaft verwendet, um den Flächennutzungsplan der Gemeinde Seevetal zu publizieren.

⁹zum Beispiel Mozilla, Firefox und Opera

¹⁰Version 8.3

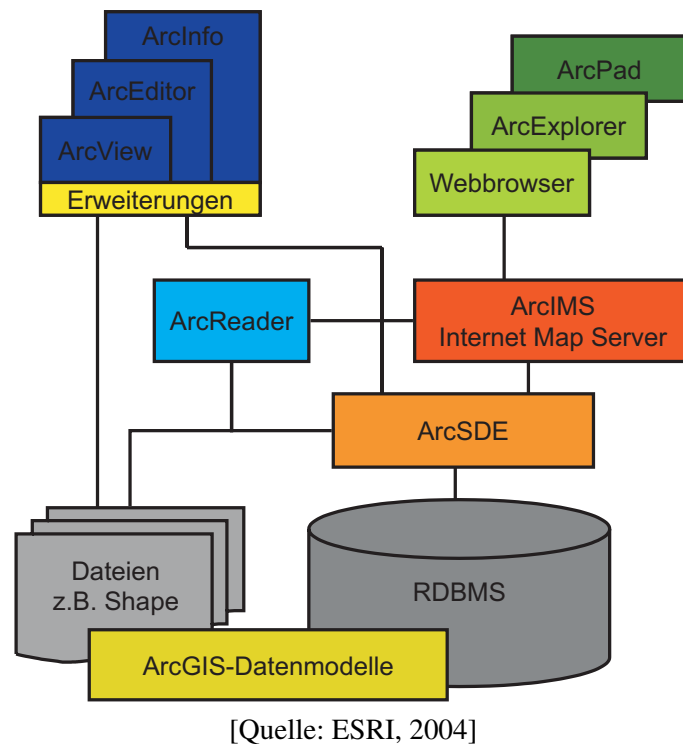


Abbildung 4.7: Komponenten der ARCGIS-Produktfamilie

ARCGIS Desktop-/Client-Komponenten: Die Desktop-Komponenten von ARCGIS decken die Funktionalität eines Desktop-GIS (vgl. Kapitel 3.2) ab. Innerhalb der ARCGIS Desktop-Anwendungen nimmt ARCMAP eine zentrale Rolle ein. ARCMAP bietet Funktionen für alle interaktiven Arbeiten mit Karten, wie etwa Datenerfassung, Analyse, Vorbereitung zur Ausgabe und Verknüpfung mit anderen Informationen und Medien. Die weiteren Anwendungen *ArcReader*, *ArcView*, *ArcEditor* und *ARCINFO* stellen mit aufsteigendem Umfang Anzeige-, Analyse- und Bearbeitungsfunktionen bereit. Daneben existiert noch eine Vielzahl von Erweiterungen, die spezielle Funktionalitäten abdecken. Der Zugriff der *Desktop*-Komponenten auf Geodaten erfolgt entweder indirekt über eine der *Server*-Komponenten oder direkt auf Dateien, die zum Beispiel im ESRI-COVERAGE-, ESRI-SHAPE-, GRID- oder TIN-Format vorliegen können (siehe Abbildung 4.7). Die *Desktop*-Anwendung ARCCATALOG dient dazu, Geodaten zu strukturieren, zu verwalten und zu dokumentieren. Dazu enthält ARCCATALOG Routinen zum Suchen und Katalogisieren von Geodaten sowie zur Erfassung und Fortführung von Metadaten.

Mithilfe von proprietären *Clients* lassen sich die Geodaten anzeigen, bearbeiten oder in Webseiten einbinden. Als Visualisierungs-*Clients* für ARCCATALOG-Dienste sind neben den entsprechenden Funktionen der *Desktop*-Anwendungen auch ARCPAD für *Handheld*-Computer mit WINDOWS MOBILE sowie verschiedene Versionen des ARCEXPLORER verfügbar. Der ARCEXPLORER ist als *Desktop*-Anwendung für WINDOWS und JAVA oder als Web-Anwendung [ArcExplorer, 2004] auf Basis von JSP/JAVASCRIPT-Technologie verfügbar.

ARCGIS Server-Komponenten: Die ARCGIS Server-Komponenten dienen als *Backend* in der ARCGIS-Architektur.

ARCSDE bildet eine *Middleware* zwischen relationalen Datenbanken (RDBMS) und den übrigen ARCGIS-Anwendungen oder anderen GIS (siehe Abbildung 4.7). Dabei können als RDBMS ORACLE®, IBM® DB2 oder INFORMIX sowie MICROSOFT® SQL SERVER eingesetzt werden. ARCSDE bietet den *Client*-Anwendungen eine einheitliche Schnittstelle mit der für effiziente Geodatenverwaltung notwendigen Funktionalität und bildet die dazu benötigten Datenstrukturen auf die RDBMS ab. Im Vordergrund steht dabei die direkte Unterstützung von Geodatenmodellen, ohne dass eine spezielle Kenntnis der Implementation auf dem RDBMS seitens der *Client*-Applikationen notwendig ist.

ARCIMS^{11,12} ist eine Geodatenserver-Anwendung mit der Geodaten in Form digitaler Karten oder interaktiver Anwendungen zentral aufbereitet und zugänglich gemacht werden können. Die Konfiguration von ARCIMS erfolgt mit der WINDOWS-Anwendung ARCIMS AUTHOR. Mit ARCIMS AUTHOR werden die Datenquellen und die graphische Darstellung der publizierten *Layer* eingerichtet und mit einem *Servicename* versehen. Mit dem als Zusatz für ARCIMS verfügbaren WMS-CONNECTOR¹³ lassen sich ARCIMS-Karten per OpenGIS-konformen WMS publizieren.

Der Betrieb von ARCIMS setzt einen *Webserver* und eine *JAVA-Servlet-Engine* voraus, wobei eine Vielzahl von Kombinationen aus Betriebssystem, *Webserver* und *Servlet-Engine* möglich sind [vgl. ESRISupport, 2004]. Wegen der bereits installierten Software-Umgebung wurde die Kombination aus INTERNET INFORMATION SERVER und TOMCAT gewählt.

Allerdings kopiert die Installationsroutine einige JAVA-Klassen in das Java-Home Verzeichnis, so dass eine saubere Deinstallation zumindest mit einigem Aufwand verbunden wäre. Das *Servlet* selbst wird in den *root*-Kontext von TOMCAT kopiert, was der Übersichtlichkeit der installierten *Servlets* nicht dienlich ist. Die Installation des WMS-CONNECTORS für ARCIMS umfasst das Kopieren des *Servlets* in das *webapps* Verzeichnis von TOMCAT und das Anpassen einer Konfigurations-Textdatei. Die Konfiguration der verfügbaren der *Layer* erfolgt Web-basiert mittels eines *Administrations-Servlets*.

Im Betrieb fällt auf, dass der WMS-CONNECTOR bei allen WMS-Aufrufen den zusätzlichen Parameter *SERVICENAME* erfordert, der den internen Dienst des ARCIMS-Servers identifiziert. Dieses Verhalten ist zwar nicht konform zu der OpenGIS-WMS-Spezifikation [vgl. Beaujardiere, 2004], ist aber für die Kaskadierung durch den DEEGREE-WMS kein Problem, da der Parameter in der DEEGREE-Konfiguration angegeben werden kann. Allerdings stellte sich bei der Kaskadierung heraus, dass der WMS-Connector in den *Capabilities* als Trennzeichen für die Dezimalstellen der Werte der *BoundingBox* das Komma benutzt. In der WMS-Spezifikation ist das Komma als Trennzeichen für Werte in Parameterlisten reserviert [vgl. Beaujardiere, 2004], sodass der Aufruf durch DEEGREE fehlschlägt. Als einfachste Umgehung des Problems stellte sich eine manuelle Korrektur des *Capabilities*-Dokuments heraus, welches dann DEEGREE zur Verfügung gestellt wird. Nach diesen Anpassungen lassen sich die vom WMS-CONNECTOR publizierten ARCIMS-Karten kaskadiert einbinden.

4.3.3 INTERGRAPH GEOMEDIA®

Die Firma INTERGRAPH [Intergraph, 2004] bietet mit der GEOMEDIA-Produktreihe GIS-Anwendungen für den Einsatz in Desktop- und Web-basierten Umgebungen an. In der Metropolregion ist GEOMEDIA WEBMAP PROFESSIONAL als Bestandteil der DAVID-Produktfamilie der Firma IBR

¹¹Version 4.0.1

¹²IMS steht für *Internet Map Server*

¹³Version 0.0.6

GEOINFORMATION vertreten [ibR, 2004], welche im Rahmen von ALKIS (siehe Kapitel 2.1.4) zur Datenerfassung und -haltung eingesetzt wird.

GEOMEDIA Desktop-Anwendungen: Als GEOMEDIA bezeichnet INTERGRAPH einen universellen *Desktop-Client* mit erweiterten Präsentations-, und Analysefunktionen. GEOMEDIA stellt unterschiedliche (Geo-)Datenquellen, wie etwa relationale Datenbanken (ORACLE, MICROSOFT SQL SERVER und ACCESS, IBM DB2) und gängige CAD/GIS-Datenformate integriert zur Verfügung. GEOMEDIA PROFESSIONAL¹⁴ stellt eine um Datenerfassungs- und Editierwerkzeuge zur Bearbeitung von in RDBMS gespeicherten Geodaten erweiterte Version von GEOMEDIA dar. Der GEOMEDIA VIEWER ist ein kostenloses Anzeige- und Analyseprogramm für Geodaten, die im SHAPE- oder MAPINFO-Format beziehungsweise in einer ACCESS-Datenbank gespeichert sind.

GEOMEDIA WEBMAP Server-Anwendungen: Mit GEOMEDIA WEBMAP PROFESSIONAL¹⁵ bietet INTERGRAPH eine *Client-Server-Lösung*, um GIS-Funktionalität über das Internet verfügbar zu machen. Dazu liefert die Server-Komponente die Geodaten als Raster- beziehungsweise Vektordaten (z.B. SVG) an ein *Browser-Plugin* in Form eines JAVA-Applets, ACTIVE-X-Controls oder NETSCAPE-Plugins. Dieses *Plugin* stellt GIS-Funktionen zur Abfrage, Analyse und Visualisierung der Geodaten bereit. GEOMEDIA WEBMAP PROFESSIONAL bietet zusätzlich erweiterte Analysefunktionen und die Bearbeitung der Geodaten an. Mithilfe des WFS- beziehungsweise WMS-ADAPTER KITS liefert der GEOMEDIA WEBMAP-Server Geodaten auch OpenGIS-konform aus.

Der GEOMEDIA WEBMAP PUBLISHER dient als Autorenwerkzeug dazu, möglichst einfach einen mit einer GeoMedia-Desktop-Anwendung zusammengestellten Geodatenatz über das Internet mittels GEOMEDIA WEBMAP zu publizieren. Zu diesem Zweck bietet der PUBLISHER Funktionen, um den Kartenausschnitt, Legenden und Datenanbindungen für die zu erstellende Webseite zu definieren.

GEOMEDIA WEBMAP ist auf den MICROSOFT INTERNET INFORMATION SERVER (IIS) ausgelegt. Nach der Installation von GEOMEDIA WEBMAP wird die Konfiguration des IIS manuell durchgeführt; dies stellt aber dank der Dokumentation kein Problem dar. Die Einrichtung der mitgelieferten Demo-Applikation erfordert etwas Handarbeit, da der vorgegebene Pfad in einigen Konfigurationsdateien geändert werden muss. Die Installation des mitgelieferten WMS¹⁶ erfolgt ebenfalls manuell. Das Hinzufügen eigener Datenquellen macht das Editieren von Programm Quelltext erforderlich. Die Konfiguration der Capabilities und Styles erfolgt hingegen durch einen Web-basierten Assistenten. Eine Besonderheit stellt dabei die Webapplikation zur Einrichtung der Styles dar, welche OpenGIS-konforme SLDs sowie Legendengraphiken erzeugt. Allerdings werden keine mit der Windows-Anwendung definierten Graphikbeschreibungen für den WMS übernommen, wie dies bei den WMS-Zusätzen von AUTODESK und ESRI üblich ist. Die Kaskadierung von WMS-Layern des WEBMAP-Servers funktioniert ohne Auffälligkeiten.

Nach der Vorstellung der GIS-Produkte und deren WMS-Zusätze sowie dem DEEGREE-Framework als kaskadierende *Middleware* wird diese Infrastruktur für den Prototyp einer Anwendung zur Bürgerbeteiligung in der Bauleitplanung benutzt. Diese wird im folgenden Kapitel erläutert.

¹⁴Version 5.1

¹⁵Version 5.1b

¹⁶OpenGIS-Spezifikation Version 1.1.0

4.4 Prototyp: Bürgerbeteiligung in der Bauleitplanung

Das Pilotprojekt „Bürgerbeteiligung in der Bauleitplanung der Gemeinde Seevetal“ dient als Testfall der konzipierten Geodateninfrastruktur mit dem Ziel eines *Proof-of-Concept*-Prototyps, der die Praxistauglichkeit des Konzeptes zeigen soll. Im Rahmen der Systementwicklung werden folgende Schritte durchgeführt:

- Installation der WMS-Server der verschiedenen Anbieter, die in der Metropolregion Hamburg verwendet werden,
- Konfiguration und Test von DEEGREE, das auf diese proprietären WMS kaskadierend zugreift,
- Konfiguration und Test von DEEGREE als transaktionalen WFS, um Markierungen von annotierten Orten auf einem Bauleitplan georeferenziert als *Features* anzulegen,
- Entwicklung des Prototyps eines GIS-WCMS-Integrationswerkzeugs, welches den kaskadierenden WMS in die COREMEDIA-Produktionsumgebung einbindet,
- Entwicklung einer *Plugin*-freien Webanwendung mit COREMEDIA für die Bürgerbeteiligung in der Bauleitplanung,
- Entwicklung eines WFS-JAVA-Adapters, um die WFS-Aufrufe der Bürgerbeteiligungsanwendung in JAVA-Objekte zu kapseln.

Die konkrete Implementierung des GIS-WCMS-Integrationswerkzeugs und des *Web-Frontends* der Bauleitplanungsanwendung ist Bestandteil der Diplomarbeit von Niels Hoffmann [siehe Hoffmann, 2005].

Im Folgenden wird die Anwendungsdomäne „Online-Bürgerbeteiligung“ und aktuelle Entwicklungen in dem Bereich vorgestellt.

4.4.1 Anwendungsdomäne: Bürgerbeteiligung in der Bauleitplanung

Um die konkrete Anwendungsdomäne des Prototyps zu erläutern, folgt eine Einführung in die Thematik der Bürgerbeteiligung¹⁷ in der Bauleitplanung. Dazu wird zunächst das Konzept der Bauleitplanung und der Planungsprozess vorgestellt. Der Schwerpunkt liegt dabei auf den Aspekten der Öffentlichkeitsbeteiligung bei Planungsverfahren. Das Kapitel schließt mit einem Überblick über aktuelle Entwicklungen im Bereich der Online-Beteiligungsverfahren.

Bauleitplanung

Die Bauleitplanung dient im Rahmen der Stadtplanung der Vorbereitung und Leitung der baulichen und sonstigen Nutzung von Grundstücken in Gemeinden [Hangarter, 1999]. Ziele und Aufgaben der Bauleitplanung, Zweck und Inhalte der Bauleitpläne sowie das Verfahren zur Planaufstellung werden in einem Bundesgesetz geregelt (Bauplanungsgesetz BauGB und Baunutzungsverordnung BauNVO).

¹⁷Seit seiner Neufassung vom 23.9.2004 wird in [§ 3 BauGB] von der „Beteiligung der Öffentlichkeit“ gesprochen, was jedoch keine Auswirkung auf den Inhalt und den Zweck der Bestimmung hat, weshalb im Folgenden die Begriffe *Bürgerbeteiligung* und *Öffentlichkeitsbeteiligung* synonym verwendet werden.

Die Bauleitplanung selbst gehört zu den hoheitlichen Aufgaben der Städte und Gemeinden und steht damit am unteren Ende eines hierarchischen Systems der Raumplanung, welche die Nutzung der verfügbaren Flächen in Deutschland beziehungsweise Europa regelt (vgl. auch Abbildung 3.3).

Im Rahmen der Vorgaben der übergeordneten Pläne werden durch die Bauleitplanung die konkreten Bauvorhaben geplant und umgesetzt. Ziel der Bauleitplanung ist nach Hangarter [1999]

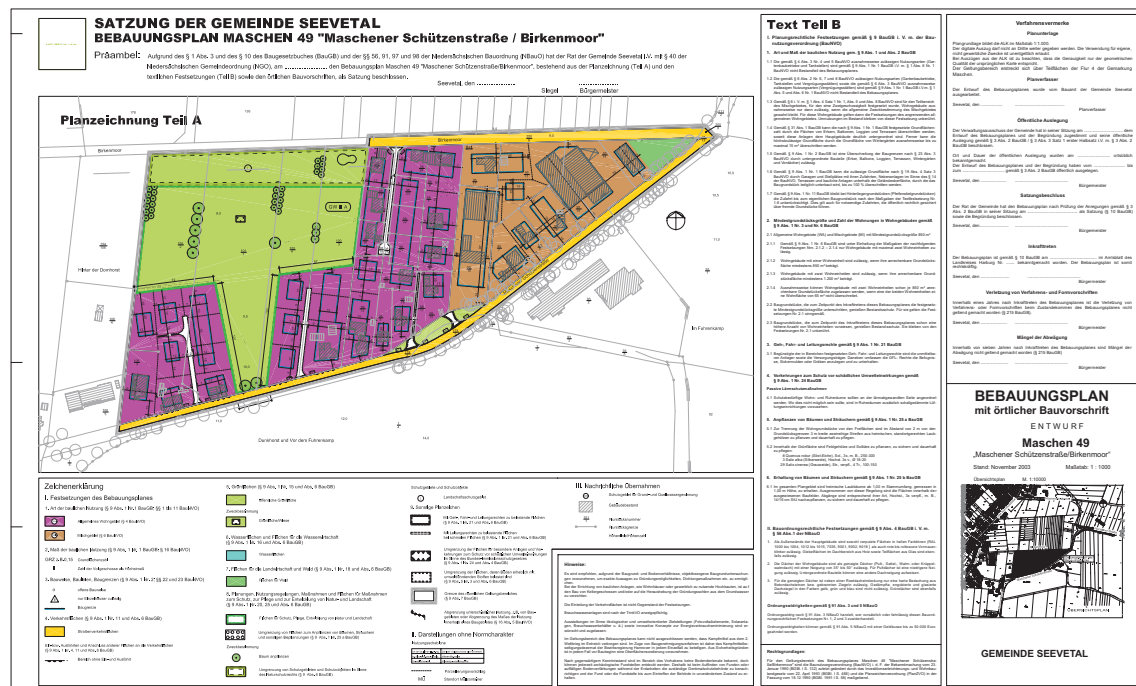
- eine nachhaltige städtebauliche Entwicklung,
- eine dem Wohl der Allgemeinheit entsprechende sozialgerechte Bodennutzung,
- eine menschenwürdige Umwelt zu sichern sowie
- die natürlichen Lebensgrundlagen zu schützen und zu entwickeln.

Daraus ergeben sich die zwei grundsätzlichen Aufgaben der Bauleitplanung [Hangarter, 1999]. Zunächst müssen die Nutzungsansprüche festgestellt und die voraussehbaren Flächenansprüche quantifiziert werden. Für jeden so quantifizierten Flächenanspruch ist im Planungsraum ein Standort vorzusehen. Diese Flächenansprüche sind in eine räumliche Aussage umzusetzen und miteinander zu vernetzen. Jede dieser Maßnahmen ist eine räumlich organisierte Strukturplanung und gleichzeitig ein Gestaltungsauftrag für die Umwelt.

Im Falle von Bauflächen werden durch die Außenentwicklung Flächen beansprucht, welche bis dahin von Vegetation und Fauna, Wasser, Luft, Boden und Klima bestimmt wurden. Als zweite grundsätzliche Aufgabe sind diese Werte von Natur und Landschaft zu bewahren, um die natürlichen Lebensgrundlagen zu sichern.

Die wesentlichen Planungsinstrumente sind die Bauleitpläne, die in zwei Arten unterteilt werden: *vorbereitende Bauleitpläne* beziehungsweise *Flächennutzungspläne* (F-Pläne oder FNP) und *verbindliche Bauleitpläne* beziehungsweise *Bebauungspläne* (B-Pläne oder BBP). Der Flächennutzungsplan für ein Gemeindegebiet weist die grundsätzliche Art der künftigen Bodennutzung für einen längeren Zeitraum aus. In einer zweiten Stufe der Bauleitplanung werden diese Nutzungsarten mittels der Bebauungspläne konkretisiert und verbindlich als Ortsrecht festgesetzt [Braam, 1999]. Bei beiden Typen bestehen die Planungsunterlagen aus Texten und Karten, die der Fixierung der Festsetzungen des Bauleitplans dienen. Im Falle eines Flächennutzungsplans bestehen diese neben einem umfangreichen Erläuterungsbericht mit Planinhalten und zugehörigen Planungsüberlegungen aus Karten des Gemeindegebiets, welche die Planinhalte visualisieren.

Ein Bebauungsplan besteht aus einer schriftlichen Begründung und einer Planzeichnung (siehe Teil A in Abbildung 4.8), deren Beschaffenheit in der Planzeichenverordnung festgelegt wird [PlanzV90, 1990]. Danach besteht die Planzeichnung üblicherweise aus zeichnerischen Elementen (Linien, Schraffuren, Maßangaben), die zur Verdeutlichung auch in verschiedenen Farben ausgeführt werden können (vgl. Abbildung 4.8). Ergänzend dazu sind in der Regel Symbole (z.B. für Bepflanzungen), Schriftzeichen (als Abkürzung für Art und Maß der baulichen Nutzung usw.) und Wörter (z.B. als Bezeichner bestimmter zulässiger Nutzungen) notwendig. Dazu kommen umfangreiche textliche Festsetzungen, mit denen alle in der Planzeichnung selbst nicht aufgeführten Inhalte geregelt werden (siehe Teil B in Abbildung 4.8).



[Quelle: Seesetal-Planung, 2004]

Abbildung 4.8: Beispiel für einen Bebauungsplan

Planungsprozess

Die Verfahrensschritte zur Planaufstellung von Flächennutzungs- und Bebauungsplänen werden im Baugesetzbuch [BauGB, 2004] festgelegt. Ergänzt werden diese durch landesrechtliche Bestimmungen zur Zuständigkeit kommunaler Gremien und kommunale Regelungen zur Bürgerbeteiligung und Bekanntmachung. Der Verfahrensablauf lässt sich grob in sechs Phasen untergliedern. Der folgende Überblick stellt die für den Projektzusammenhang relevanten Verfahrensschritte der einzelnen Phasen mit einer aktualisierten Darstellung auf Basis von [Braam, 1999] vor.

Phase I: Aufstellungsbeschluss und Erarbeitung von Plankonzepten In der ersten Phase wird von der Gemeindevertretung das förmliche Verfahren mit einer Beschlussfassung zur Aufstellung eines Bauleitplans eingeleitet. Dieser Beschlussfassung geht meist eine Diskussion über Zielvorstellungen, Notwendigkeit und Realisierungschancen des Bauleitplans voraus. Der Aufstellungsbeschluss ist ortsüblich (z.B. Tageszeitung, kommunale Mitteilungsblätter, spezielle Schaukästen oder Broschüren) bekanntzumachen. Parallel dazu werden erste Plankonzepte erarbeitet.

Phase II: Frühzeitige Öffentlichkeits- und Behördenbeteiligung In der zweiten Phase folgt eine „frühzeitige Unterrichtung der Öffentlichkeit“ [§ 3 (1) BauGB] und der „Behörden und sonstigen Träger öffentlicher Belange“ [§ 4 (1) BauGB] über die Plankonzepte, städtebaulichen Entwürfe, die Aufschluss geben über die vorgesehene Bebauung, über die Anordnung von Freiflächen, über den Verlauf von Straßen, etc.. Dabei müssen den Bürgern die Ziele und der Zweck der Planung und mögliche Auswirkungen erläutert werden. Weiterhin muss den Bürgern die

Gelegenheit gegeben werden, die Planung zu Diskutieren und Vorschläge, Anregungen und Bedenken zu äußern. Die Form, in der diese vorgezogene Öffentlichkeitsbeteiligung durchführt wird, ist nicht abschließend im Gesetz geregelt und hängt daher im Ermessen der Gemeinde vom Einzelfall ab. Wobei die Möglichkeiten von schriftlichen Bekanntmachungen über besondere Sprechzeiten in der Verwaltung oder Ausstellungen bis hin zu gesondert veranstalteten Bürgerversammlungen reichen. Aus den Ergebnissen der vorgezogenen Bürgerbeteiligung und der meist gleichzeitig in den kommunalen Gremien stattfindenden Diskussion wird dann ein Vorentwurf des Bauleitplans erarbeitet und als Rechtsplan mit den erforderlichen Planzeichen und mit einem Erläuterungsbericht beziehungsweise einer Begründung ausgeführt.

Phase III: Beteiligung der Behörden und Erarbeitung des Entwurfs In der dritten Phase werden die „Behörden und sonstigen Träger öffentlicher Belange, deren Aufgabenbereich durch die Planung berührt werden kann“ [§ 4 (2) BauGB] an der Bauleitplanung beteiligt. Dazu erhalten die entsprechenden Stellen den Vorentwurf und werden aufgefordert, sich zu diesem ihrem Aufgabenbereich entsprechend innerhalb eines Monats zu äußern. Die eingegangenen Stellungnahmen sind in den weiteren Abwägungsprozess einzubeziehen, indem die Verwaltung beziehungsweise das beauftragte Planungsbüro die Vorschläge zu Änderungen und Ablehnungen prüft und dazu jeweils einen entsprechenden Beschlussvorschlag den Entscheidungsgremien der Gemeinde unterbreitet. Welche Träger öffentlicher Belange (TöB) zu beteiligen sind, ist im Baugesetzbuch nicht verbindlich festgelegt. In der Regel wird der Kreis der TöB bei jeder Planung neu ermittelt; beispielsweise können Naturschutzbehörden, Landwirtschaftsamt, Forstamt, Straßenbauamt, Verkehrsbehörden, Polizei, Baugenehmigungsbehörde, Denkmalschutzbehörden, Ver- und Entsorgungsunternehmen, Landes- und Regionalplanungsbehörde, Wasserwirtschaftsamt, Bergamt, Katasteramt, Kirchen sowie Industrie- und Handelskammer herangezogen werden. In manchen Bundesländern werden sie jedoch per Erlass des Innenministers festgelegt.

Phase IV: Öffentliche Auslegung und formelle Öffentlichkeitsbeteiligung In der vierten Phase ist der nun von der Gemeindevertretung gebilligte Planentwurf für die Dauer eines Monats öffentlich auszulegen [§ 3 (2) BauGB], während derer jedermann ein weiteres Mal die Gelegenheit hat, Anregungen, Bedenken oder Forderungen anzubringen. Diese so genannte formelle Bürgerbeteiligung kann auch mit der Beteiligung der TöB in Phase drei zusammengelegt werden [§ 4a (2) Satz 2]. Mindestens eine Woche vor der Auslegung muss in ortsüblicher Form bekanntgemacht werden [Braam, 1999]

- um welchen Plan es sich handelt (Planart, genaue Lage, Geltungsbereich),
- wo der Entwurf einzusehen ist (Dienststelle, Adresse),
- in welchem Zeitraum die Auslegung stattfindet,
- zu welchen Tageszeiten Gelegenheit zur Einsichtnahme besteht und
- dass während der Auslegung Anregungen vorgebracht werden können.

Phase V: Behandlung der Anregungen (Abwägung) und Erarbeitung des endgültigen Entwurfs In der fünften Phase müssen alle fristgerecht eingegangenen Anregungen auf ihre inhaltliche Berechtigung beziehungsweise Richtigkeit, sowie auf ihre Zweckmäßigkeit und Umsetzbarkeit hin überprüft werden. Das bedeutet, dass die Gemeindevertretung alle Hinweise, Empfehlungen, Anregungen, Forderungen, Bedenken oder Ablehnungsgründe einzeln darauf hin zu prüfen hat, ob sie das Planungsverfahren betreffen, inwieweit sie inhaltlich-rechtlich berücksichtigt

werden können und ob sie in den Planentwurf eingearbeitet werden sollen. Die Ergebnisse dieser Prüfungen sind den Einwänden mitzuteilen. Falls im Zuge der Prüfung der Anregungen inhaltliche Planänderungen oder -ergänzungen beschlossen werden, ist eine erneute Auslegung (Phase IV) des Planentwurfs notwendig. Andernfalls wird am Ende dieser Phase der endgültige Bauleitplanentwurf fertiggestellt, was eine Überprüfung der Planzeichnung inklusive Legende, Festsetzungen, Rechtsgrundlagen sowie der schriftlichen Begründung beziehungsweise des Erläuterungsberichts auf Vollständigkeit und Richtigkeit beinhaltet.

Phase VI: Beschlussfassung, Genehmigung, Inkrafttreten In der sechsten Phase wird der Bauleitplanentwurf durch Beschluss der Gemeindevertretung zum Bauleitplan. Falls erforderlich¹⁸ wird dieser dann mitsamt der Verfahrensakte, welche alle relevanten Unterlagen zu den Verfahrensschritten enthält, auf dem Dienstweg der höheren Verwaltungsbehörde zur Genehmigung beziehungsweise zur Anzeige vorgelegt. Falls keine Genehmigung oder Anzeige erforderlich ist, beziehungsweise keine Beanstandung erfolgt, tritt der Bebauungsplan per Bekanntmachung in Kraft.

Seit der Neufassung des Baugesetzbuchs [BauGB, 2004, Neuf. v. 23.9.2004] im Zuge des Europa-rechtsanpassungsgesetzes Bau [EAGBau, 2004] wird die Nutzung „elektronischer Informationstechnologien“ [§ 4a Abs. 4 BauGB] für die Öffentlichkeits- und Behördenbeteiligung ausdrücklich erlaubt. Dabei wird die namentlich „elektronische Kommunikation“ über das Internet zum Anbieten des Bauleitplans und zur Stellungnahme der Behörden und sonstigen Träger öffentlicher Belange genannt. Diese Gesetzesnovelle legt also die rechtliche Grundlage für eine auf Internettechnologien basierende Beteiligungsplattform.

Internet-basierte Beteiligungsplattformen und -technologien

Öffentliche Beteiligungsprozesse mit Internettechnologien durchzuführen ist ein spezieller Anwendungsfall von *E-Government*, der *E-Participation* (vgl. Kapitel 3.1.2). In der Praxis werden Internet-basierte Beteiligungsverfahren in der Bauleitplanung bislang mit textbasierten Diskussions- beziehungsweise Moderationsanwendungen mit Unterstützung durch zum Teil interaktive Kartendarstellungen der Planzeichnungen eingesetzt.

Einige Aspekte des hier vorgestellten Konzeptes sind bereits in anderen Zusammenhängen oder mit anderen Schwerpunkten erarbeitet und eingesetzt worden. Der folgende Abschnitt bietet einen Überblick über den Stand der Entwicklung von Online-Beteiligungsverfahren in der Bürgerbeteiligung und angrenzenden Themenbereichen.

Viele Kommunen stellen ihre Bauleitplanung im Internet dar, wobei der Aufwand von einfachen Möglichkeiten zum Herunterladen der Pläne bis hin zu aufwendig gestalteten und multimedial aufbereiteten Webseiten reicht. Die bisherige Situation in der Internet-gestützten Planung zeichnet sich durch

- aufwendige Individuallösungen,
- wenig Modularität,
- kaum generalisierte Ansätze,

¹⁸vgl. [§ 10 BauGB]

- überwiegend nur Informationsaufbereitung und
- wenig Interaktivität

aus [Krause, 2003]. Die Bürger haben dadurch zwar die Möglichkeit, einen Einblick in die Bauleitplanung zu bekommen, das eigentliche Beteiligungsverfahren kann aber noch nicht online abgewickelt werden. Im Folgenden werden einige Projekte mit Bezug Planungs-, Beteiligungs-, Geoinformationsthemen vorgestellt.

Schildwächter [1996]: stellt das Konzept eines Internet-basierten Bürgerinformationssystems für die kommunale Bauleitplanung und eine prototypische Implementation vor. Der Prototyp schöpft mit einer multimedial mit Bildern von Bauleitplänen, Fotos von dem zu bebauenden Gebiet und Videos von 3-D Animationen aufbereiteten Website den damaligen Stand der Technik nahezu aus. Das Konzept sieht neben einer allgemeinen Informationsebene, einer Dialogebene für das gezielte Auffinden von speziellen Informationen (zum Beispiel mit einer Suchmaschine) auch eine Beteiligungsebene vor. Auf dieser Beteiligungsebene können Bürger ihre Anregungen per E-Mail oder Formulare textbasiert einbringen.

Die „BAUPLATTFORM MEDIAKOMM ESSLINGEN“ ist im Rahmen der E-Government-Initiative Media@Komm (siehe Kapitel 3.1.4 und [EssKomm, 2002]) entstanden [EssBau, 2002]. Dabei handelt sich um ein Web-basiertes „virtuelles Bauamt“ der Stadtverwaltung. Hier sind beispielweise Katasterkarten, Pläne oder sonstige Dokumente, die für das Bauvorhaben relevant sind, in digitaler Form verfügbar. In einem nichtöffentlichen Bereich der Plattform haben Architekten und Fachplaner die Möglichkeit, sich einen virtuellen Projektraum einzurichten. Die Bearbeitung des Bauantrags beziehungsweise der Genehmigungsprozess wird im Intranet der Stadtverwaltung abgewickelt. Die Plattform enthält auch einen GIS-Bereich, in dem ein HTML- und ein JAVA-basierter *Client* zur Verfügung steht, um Flächennutzungspläne, Bebauungspläne, Luftbilder, Liegenschaftskarten interaktiv anzuzeigen. Diese *Clients* enthalten allerdings keine rückkanalfähigen GIS-Dienste und unterstützen eine etwaige Beteiligung daher nicht visuell.

Online-Beteiligungsplattformen für Internet-basierte Planungs- und Entscheidungsprozesse, Online-Moderation und E-Partizipation sind Gegenstand intensiver Forschung. In diesem Zusammenhang werden Moderationssysteme entwickelt und evaluiert, um die Kommunikation zwischen Planern und Bürgern zu unterstützen. Zum Beispiel wurde im Rahmen der „Bauplattform MediaKomm Esslingen“ für eine formale Bauleitplanung eine vorgezogene Bürgerbeteiligung mit dem textbasierten Mediationssystem ZENO [Märker u. a., 2002] des FRAUNHOFER INSTITUTS FÜR AUTONOME INTELLIGENTE SYSTEME [AIS, 2004] durchgeführt. Inzwischen wurde das System zu der Online-Diskussionplattform DITO [Dito, 2004] weiterentwickelt, bleibt aber ein ausschließlich textorientiertes System. ZENO beziehungsweise DITO wird auch als technische Basis des von der europäischen Kommission geförderten Forschungs- und Entwicklungsprojekt DEMOS (Delphi Mediation Online System) [DEMOS, 2002] eingesetzt. Mit DEMOS wurde im November 2002 eine Internetdiskussion durchgeführt, mit der Hamburger Bürgerinnen und Bürger im Rahmen eines Ideenwettbewerbs zum Thema „Leitbild Metropole Hamburg - Wachsende Stadt“ an der Gestaltung der städtischen Politik beteiligt wurden, eingesetzt [Lührs u. a., 2004; Richter und Gordon, 2002]. DEMOS wurde auch für die Bürgerbeteiligung für die Neugestaltung des Berliner Alexanderplatzes und für die Neuaufstellung des regionalen Flächennutzungsplans des „Planungsverbands Ballungsraum Frankfurt /

Rhein-Main” [PVFRM, 2004] verwendet. Graphische Visualisierungsmöglichkeiten von Diskussionen bietet hingegen das ebenfalls vom AIS aus ZENO entwickelte DIGALO [Digalo, 2004], um zum Beispiel netzartige Übersichtsgrafiken zu erstellen oder Argumentationsflüsse visuell zu entwickeln. Einen Schritt weiter in Richtung (geo-)graphischer Kommunikation wird in dem Projekt GEOTALK der technischen Universität Wien [Navratil und Harnoncourt, 2004] gemacht, bei dem ein graphisches *Chatsystem* mit geographischen Karten aus einem WMS unterlegt wird. Allerdings ist das Projekt noch nicht abgeschlossen, sodass bisher keine Berichte über die konkrete technische Ausgestaltung vorliegen.

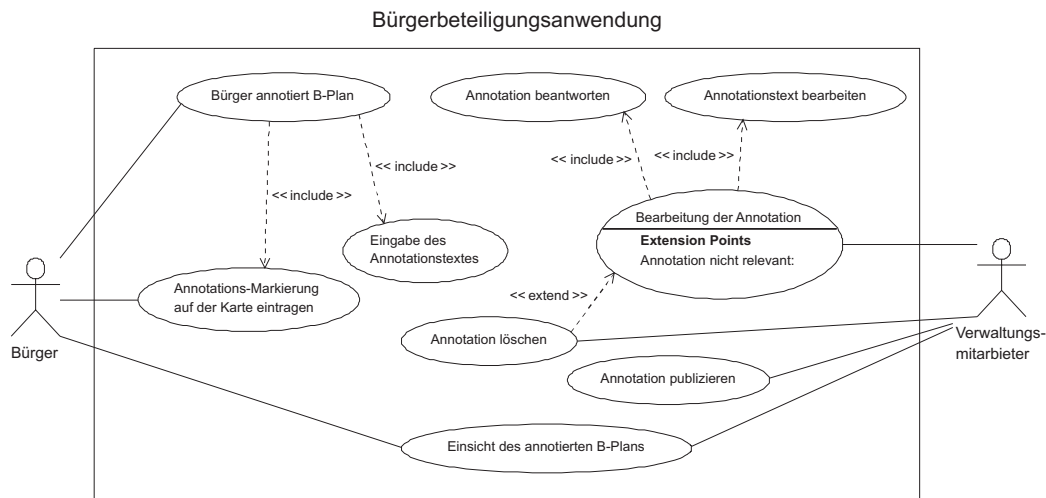
Die „Interaktive Landschaftsplanung in Königslutter am Elm” ist ein mit Mitteln des Bundesamts für Naturschutz (BfN), des Bundesministeriums für Umwelt, Naturschutz und Reaktorsicherheit, und des Landes Niedersachsen seit Frühjahr 2002 bis Ende 2004 gefördertes interdisziplinäres Erprobungs- und Entwicklungs-Vorhaben der Universität Hannover [Hachmann, 2004]. Im Rahmen des Vorhabens ist eine Internetplattform entstanden, die der Informationsvermittlung, Kommunikation und E-Partizipation in der Landschaftsplanung dienen soll. Neben Multimedia und 2D/3D-Visualisierung werden dabei interaktive Karten eingesetzt. Zwar wird in dem Projekt statt der Bauleitplanung die Landschaftsplanung unterstützt, es hat aber in Bezug auf Web-basierte Beteiligungsverfahren mit GIS-Unterstützung eine vergleichbare Zielsetzung. Technisch basiert das im Rahmen des Projektes entstandene System ebenfalls auf OpenGIS-WMS-Diensten, setzt aber beim WCMS auf eine PHP-basierte Eigenentwicklung. Entscheidender Unterschied ist allerdings die technische Lösung zur Behandlung von graphischen Annotationen auf den Karten: Für die Einzeichnung der Annotationsmarkierungen ist ein *JAVA-Applet* notwendig, mit dem die Ausgabe des WMS als Rasterbild bearbeitet und einem WCMS gespeichert wird. Die Annotationsmarkierungen sind also keine georeferenzierten *Features* eines OpenGIS-konformen WFS. Dadurch werden einige Beschränkungen in Kauf genommen:

- Es ist keine Übersichtskarte mit allen Annotationen möglich.
- Eine Änderung des Maßstabes hat Einbußen in der Bildqualität zur Folge.
- Das Austauschen der Hintergrund-Layer, zum Beispiel zu Analyse Zwecken, ist nicht möglich.

Nach dieser Übersicht über bestehende Entwicklungen folgt nun die Beschreibung der für das Projekt erarbeiteten Konzeption für einen Prototypen eines Beteiligungsmoduls, das sich in die GDI der Metropolregion Hamburg (vgl. 2.1.4) integrieren lässt.

4.4.2 Konzeption des Prototyps

Der Prototyp soll Bürgerbeteiligungen an den Bauleitplanungen des Bauamts der Gemeinde Seevetal mit einer Web-Anwendung realisieren. Dazu wird das oben erarbeitete Konzept für die Einbindung von OpenGIS-Geodatendiensten in ein per WCMS verwaltetes Webportal weiterentwickelt und konkretisiert. Es soll ein Bauleitplanungsportal für die Gemeinde realisiert werden, das technisch und stilistisch an den Webauftritt der Gemeinde angepasst ist [vgl. Seevetal, 2004]. Die folgenden Anforderungen sind in Zusammenarbeit mit der Planungsabteilung des Bauamts der Gemeinde entwickelt worden.

Abbildung 4.9: Anwendungsfall-Diagramm¹⁹ einer Annotation

Das Bauleitplanungsportal soll alle notwendigen Materialien und Verfahrensschritte verständlich präsentieren. Dazu soll die Planzeichnung sowie der Begründungstext und andere Planungsunterlagen in das *Web Content Management System* COREMEDIA SCT, welches zur Verwaltung des Webauftritts der Gemeinde Seevetal eingesetzt wird, eingebunden werden. Die Planzeichnung soll als Ausgabe eines *Web Map Service* OpenGIS-konform in die Webseite eingebunden werden. Zur besseren Orientierung soll die Planzeichnung mit einer geeigneten Karte hinterlegt werden, zum Beispiel dem Flächennutzungsplan oder einer topographischen Karte. Zum Verständnis der Planzeichnung soll eine Zeichenerklärung und die textlichen Ergänzungen sowie die Begründung zum Bauleitplan angezeigt werden, beziehungsweise abrufbar sein. Der Bürger soll sich so ein umfassendes Bild von der Bauleitplanung machen können.

Zusätzlich zur Information sollen die Bürger über das Portal in den Bauleitplanungsprozess eingebunden werden. Neben üblichen Kommunikationsformen wie dem EMailkontakt zu den zuständigen Verwaltungsmitarbeitern soll dazu eine Beteiligungsanwendung entstehen, die den Bürgern eine Beteiligung an der Bauleitplanung über das Internet ermöglicht. Dazu soll der Bürger seine Anmerkungen, Bedenken oder Widersprüche als Text eingeben und den zugehörigen Ort auf der Planzeichnung graphisch zu markieren können. Diese Annotation, bestehend aus Content und einer georeferenzierter Markierung auf der Planzeichnung, wird dann in einem redaktionellen Prozess (vgl. Kapitel 3.3.2) von der Gemeindeverwaltung geprüft und gegebenenfalls bearbeitet und beantwortet. Danach wird die Annotation für die Allgemeinheit auf der Webseite freigeschaltet, sodass die Markierung auf der Planzeichnung sichtbar und der zugehörige Text abrufbar ist (vgl. Abbildung 4.9)

4.4.3 Technische Realisierung des Prototyps

Die technischen Anforderungen werden durch folgende Rahmenbedingungen bestimmt:

- Die Gemeinde Seevetal benutzt COREMEDIA SCT für ihren Webauftritt. Das WCMS wird von einem *Application Service Provider* (ASP) betrieben, auf das die Verwaltungsmitarbeiter direkten Zugriff haben.



[Quelle: Seevetal-Planung, 2004]

Abbildung 4.10: Startseite der Stadtplanung Seevetal

- Die Bebauungspläne sind im ADOBE ACROBAT-Format (PDF) verfügbar. Zusätzlich liegen die Planzeichnungen der Bebauungspläne im Autodesk DWG-Format vor.
- Die Planzeichnung des Flächennutzungsplans (FNP) der Gemeinde ist im ESRI-SHAPE-Format, aufgeteilt in zwei Dateien für Linien und Flächen (Polygone), vorhanden. Zusätzlich sind PDF-Dokumente für einige Änderungsverfahren am FNP verfügbar.

Im ersten Schritt ist ein Webauftritt für die Bauplanungsabteilung der Gemeindeverwaltung Seevetals entwickelt worden (siehe Abbildung 4.10). Damit soll eine Basis für dessen weitere Entwicklung sowie eine Diskussionsgrundlage für die Abstimmung mit der Gemeindeverwaltung gelegt werden. Um bei der Entwicklung des Prototyps den Betrieb der regulären *Website* nicht zu stören, wurde der Webauftritt auf einer separaten Installation von COREMEDIA SCT am Fachbereich STS realisiert. Dazu wurde von Hoffmann [2005] ein geeignetes Dokumentenmodell für COREMEDIA SCT entwickelt, welches die Dokumenttypen und *Templates* zur Repräsentation der verschiedenen Datenformate und der Struktur der originalen *Website* definiert. Dieser Webauftritt dient als zentrale Informationsquelle für alle planungsrelevanten Informationen. So kann sich der Bürger zum Beispiel über das allgemeine Bauleitplanungsverfahren informieren, B-Pläne und F-Pläne von geplanten, laufenden und abgeschlossenen Verfahren als PDF-Dokumente herunterladen oder ausdrucken und mit der Bauplanungsabteilung Kontakt aufnehmen.

In einem zweiten Schritt wurde der Prototyp um die Bürgerbeteiligungsanwendung erweitert. Dazu wurde das Dokumentenmodell um den Dokumenttyp „GIS“ erweitert, der Konfigurationsdaten zum OpenGIS-konformen Aufruf einer Karte enthält.

Die Karten mit den Planzeichnungen und deren Umgebung werden von einem kaskadierenden DEGREE-SLD-WMS ausgeliefert. Durch diese Kaskadierung wird die Integration und gebündelte Aus-

gabe verschiedener *Layer* externer WMS und *Features* externer WFS möglich (vgl. Kapitel 3.2.3 und 4.2.2). Üblicherweise setzt sich eine Karte für die Bürgerbeteiligungsanwendung zusammen aus:

- einem oder mehreren WMS-*Layern* für den Kartenhintergrund. In dem Prototyp wird beispielhaft der FNP benutzt, welcher von einem ESRI ARCIMS mit OpenGIS-WMS-Connector ausgeliefert wird.
- dem WMS-*Layer* für die Planzeichnung, die über den Hintergrund-*Layer* gelegt wird. Da die Planzeichnungen nur im DWG-Format von AUTODESK vorhanden sind, wird dieser *Layer* von dem WMS des AUTODESK MAPGUIDE-Servers, LITEVIEW, bereitgestellt.
- dem *Layer* mit den Markierungen, die die Bürger zu ihren Anmerkungen auf der Karte aus Planzeichnung und Hintergrund eintragen. Diese Markierungen werden von einem DEEGREE-WFS als *Features* geliefert, welche der kaskadierende DEEGREE-WMS visualisiert und über die beiden anderen *Layer* legt. Als Markierungen werden Punkte verwendet, deren Darstellung per SLD dynamisch angepasst werden kann.

Um eine solche aus kaskadierten *Layern* bestehende Karte möglichst benutzungsfreundlich in CORE-MEDIA SCT einbinden zu können, wurde die oben konzeptuell beschriebene Anwendung zur Kartenkonfiguration im Rahmen von [Hoffmann, 2005] realisiert. Mithilfe dieser „GISINTEGRATOR“ getauften Webanwendung lassen sich die Capabilities des kaskadierenden DEEGREE-WMS auslesen, seine *Layer* selektieren, anzeigen und deren Anzeigereihenfolge verändern, der Kartenausschnitt (*BoundingBox*) festlegen und eventuell vorhandene vordefinierte Graphikbeschreibungen (*Named Styles*, vgl. 3.2.3) auswählen. Diese so konfigurierten Kartendefinitionen werden dann in einer Datenbank²⁰ zusammen mit einer Konfigurations-ID persistent gespeichert und können mithilfe dieser ID wieder abgerufen werden. Aus dem GISINTEGRATOR lassen sich COREMEDIA-Dokumente vom Typ *GIS* (siehe oben) erzeugen und in das WCMS exportieren. Beim Seitenaufruf wird dann eine Konfigurations-ID an den GISINTEGRATOR gesandt, woraufhin dieser einen SLD für die WMS-Anfrage generiert. Für eine detaillierte technische Beschreibung des GISIntergrators siehe [Hoffmann, 2005].

Für den Bürgerbeteiligungsprototyp wird der GISINTEGRATOR um Funktionen zur Verwaltung der benutzerdefinierten Annotationen erweitert. Ein Redakteur kann die Annotationen einsehen, beantworten, löschen und publizieren. Erst nach der Publikation ist die Markierung einer Annotation auf der Karte für die Öffentlichkeit sichtbar.

Die Annotationsmarkierungen werden von einem DEEGREE-WFS geliefert, der wiederum als Datenquelle eine ORACLE SPATIAL-Instanz verwendet. Da die *Features*, welche die Annotationsmarkierungen repräsentieren, erst im Laufe der Benutzung der Webseite generiert werden, wird DEEGREE als transaktionaler WFS benutzt. Unterstützt durch einige JAVASCRIPT-Funktionen zur Visualisierung auf der Karte (vgl. Abbildung 4.11) kann der Benutzer einen Ort für seine Annotationsmarkierung wählen, indem er die Karte klickt. Hat sich der Benutzer für einen Ort für seine Markierung entschieden und die zugehörigen Textfelder ausgefüllt, kann er nun seine Annotation absenden. Dadurch wird einerseits der *Content* der Annotation in der ORACLE-Datenbank gespeichert und ein *WFS Transaction Request* mit den Koordinaten des zu erzeugenden *Features* an den DEEGREE-WFS-T versandt. Über dessen Schnittstelle zu ORACLE wird dann von DEEGREE das entsprechende Punkt-*Feature* in ORACLE SPATIAL eingefügt.

²⁰In diesem Fall eine Instanz der vorhandenen ORACLE Datenbank.

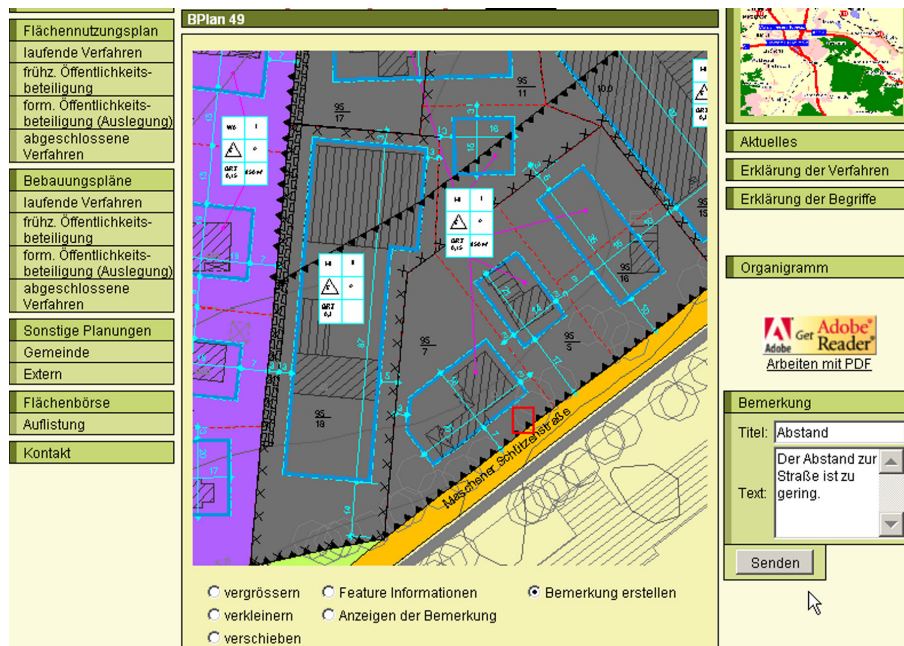


Abbildung 4.11: Platzierung der Annotationsmarkierung auf der Planzeichnung und Eingabe des Annotationstextes

Mithilfe des GISINTEGRATORS kann nun ein Mitarbeiter des Bauverwaltungsamts als Redakteur die neue Annotation einsehen und, falls die Annotation keine sinnvolle Information enthält, kann er sie löschen. Falls die Annotation einen sinnvollen Beitrag zur Bauleitplanung enthält, kann er sie nun publizieren und gegebenenfalls beantworten (siehe Abbildung 4.12: Links ist die annotierte Planzeichnung, rechts die Möglichkeiten zur Beantwortung und Publikation der Annotation zusehen).

Für die Benutzung des WFS durch den GISINTEGRATOR wird im Rahmen dieser Arbeit ein Java-WFS-Adapter entwickelt, der eine Java-Schnittstelle für die benötigten WFS-Aufrufe bietet. Der Adapter vereinfacht die Kommunikation mit dem WFS-Server, indem die per *http-post-request* verschickten XML-Dokumente von Java-Methoden gekapselt werden, sodass sich der WFS in objektorientierter Weise verwenden lässt (vgl. Abbildung 4.13). Anstatt die XML-Anfrage per String-Operationen zusammenzusetzen und an den Server zu schicken, ist es so möglich, den WFS-Server aus des Sicht des GISINTEGRATORS direkt als instanziiertes Java-Objekt zu verwenden. Zusätzlich werden von dem WFS-Adapter einige Funktionen automatisiert, um die Benutzung des WFS zu erleichtern. Darunter fällt die Vergabe der *Feature-ID*, weil die Benutzung der entsprechenden ORACLE-Funktion, die eine neue ID automatisch generieren würde, von DEEGREE mit einer Fehlermeldung abgelehnt wird.

Außerdem wird die Verwendung des WFS durch den GISINTEGRATOR erleichtert, indem die Koordinaten des einzufügenden Punktes vom Kartenkoordinatensystem (Map Coordinate System) automatisch in das Koordinatensystem der Geodaten des WFS (Layer Coordinate System) umgerechnet werden. Dazu ist zusätzlich die Angabe der Bildgröße und der BoundingBox der WMS-Ausgabe, auf die sich die Einfügeoperation bezieht, notwendig. Dies stellt aber keinen Zusatzaufwand dar, weil diese Angaben Bestandteil des vorhergehenden Aufrufs des WMS und daher im GISIntegrator verfügbar sind, da dieser den WMS-Aufruf generiert.

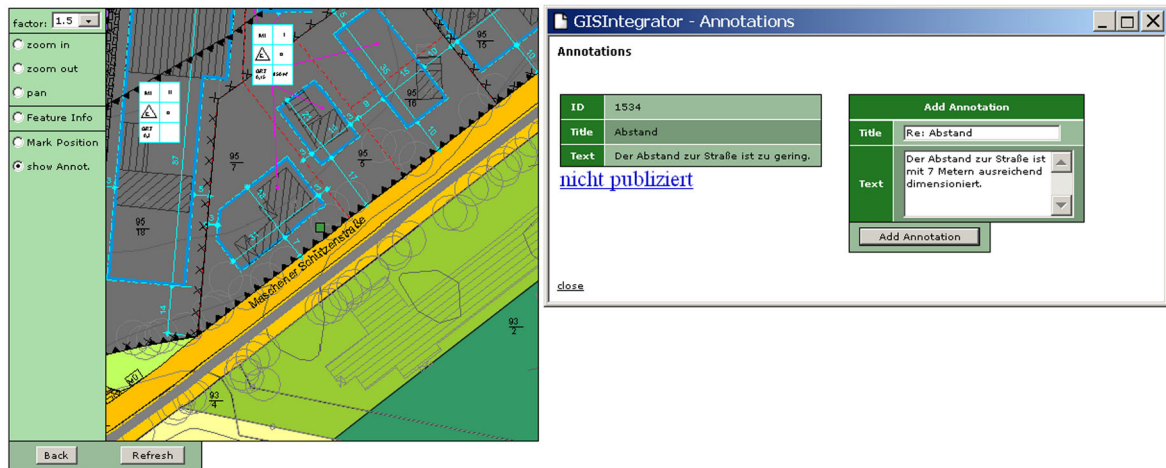


Abbildung 4.12: GISINTEGRATOR: Bearbeitung einer Annotation (Ausschnitt)

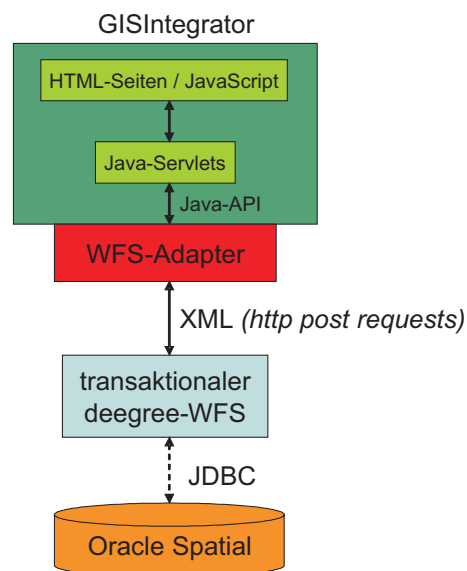


Abbildung 4.13: Komponenten für transaktionale GIS-Dienste: Kommunikation des WFS-Adapters mit dem GISINTEGRATOR und dem DEEGREE-WFS

Beispielsweise wäre ein *Http Post Request* mit der folgenden XML-Datei als Parameter, dem noch die Ermittlung der Koordinaten des einzufügenden Punktes vorhergehen müsste, für die Einfügetransaktion notwendig:

```
<?xml version="1.0"?> <wfs:Transaction version="1.0.0"
  service="WFS"
  xmlns="http://192.168.0.7/deegree/wfs/wfs"
  xmlns:gml="http://www.opengis.net/gml"
  xmlns:ogc="http://www.opengis.net/ogc"
  xmlns:wfs="http://www.opengis.net/wfs"
  xmlns:xsi="http://www.w3.org/2001/XMLSchema-instance"
  xsi:schemaLocation="http://192.168.0.7/deegree/wfs/wfs?
    version=1.0.0&request=DescribeFeatureType&
    TypeName=UserFeatures
    http://schemas.opengis.net/wfs/1.0.0/WFS-transaction.xsd">
  <wfs:Insert>
    <UserFeatures>
      <DEEGREEWFS.USERFEATURES2.GEOM>
        <gml:Point srsName="EPSG:4326">
          <gml:coord>
            <gml:X>9.93785739629782</gml:X>
            <gml:Y>53.3509452289634</gml:Y>
          </gml:coord>
        </gml:Point>
      </DEEGREEWFS.USERFEATURES2.GEOM>
      <ID>3</ID>
      <BENUTZER>Test</BENUTZER>
    </UserFeatures>
  </wfs:Insert>
</wfs:Transaction>
```

Stattdessen kann mit dem WFS-Adapter dieser JAVA-Code benutzt werden:

```
...
WFS testwfs = new WFS("http://192.168.0.7/deegree/wfs/wfs");

testwfs.insertUserPoint(
  "Test", //Name des Benutzers
  300, 260, //Koordinaten des einzufuegenden Punktes
  "EPSG:4326", //Koordinatensystem der Geodaten im WFS
  0, 0, 640, 825, //Koordinaten der Eckpunkte des Bildes
  9.921410473124554, 53.31941691078521, 10.10974275660831,
  53.46493020120717 //Koordinaten der BoundingBox
);
...
```

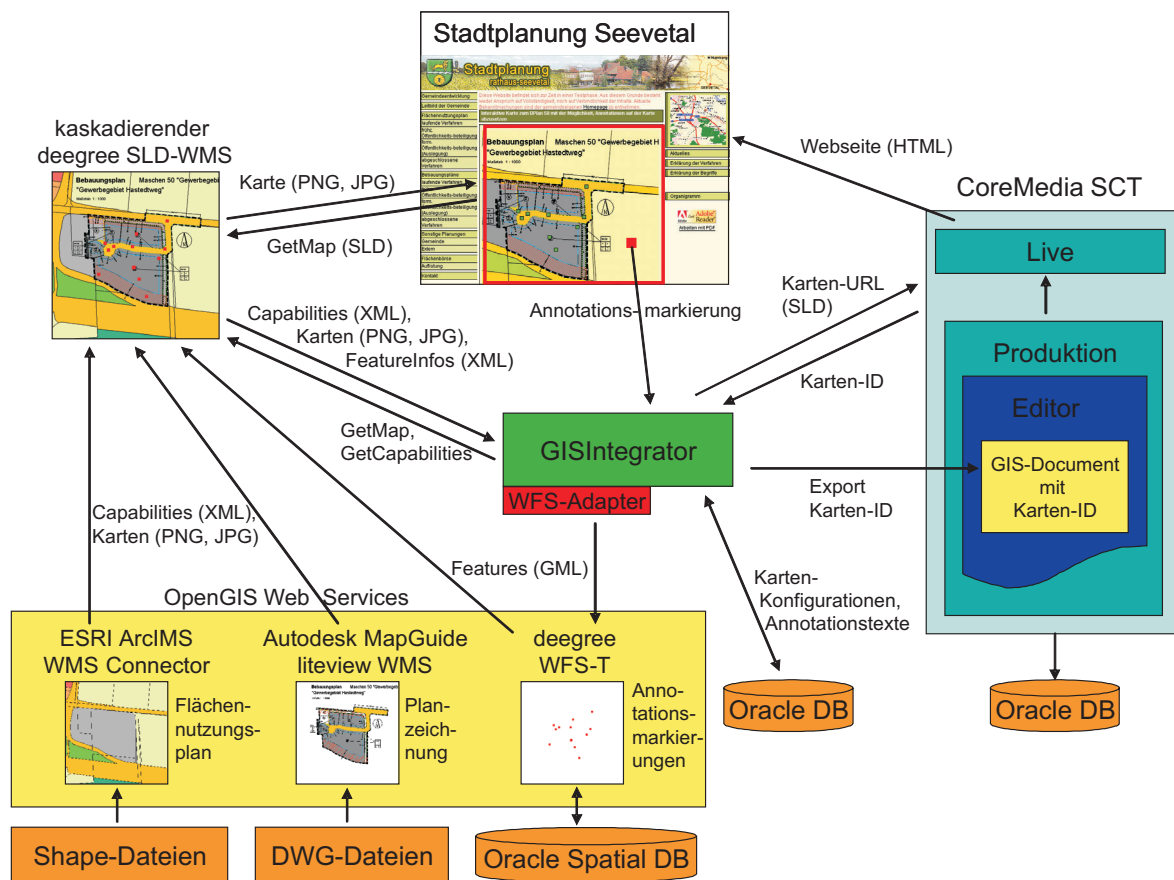



Abbildung 4.14: Datenflussdiagramm mit transaktionalen WFS-Diensten für die Annotationen in dem Beteiligungsprototyp

Die dabei notwendige Koordinatentransformation wird mithilfe des DEEGREE-Frameworks durchgeführt.

In Abbildung 4.14 werden die für den Beteiligungsprototyp benutzten Komponenten und deren Kommunikation untereinander zusammenfassend dargestellt. COREMEDIA SCT wird für den Webauftritt für das Bauamt der Gemeinde Seevetal benutzt. Der kaskadierende DEEGREE-SLD-WMS liefert die Karten für die Beteiligungsanwendung. Diese setzt sich zusammen aus dem Flächennutzungsplan als Hintergrund, geliefert von dem ESRI ARCIMS WMS CONNECTOR, der Planzeichnung des Bauleitplans, geliefert von dem AUTODESK MAPGUIDE LITEVIEW WMS und den Annotationsmarkierungen, geliefert als *Features* von dem DEEGREE-WFS-T. Der GISIntegrator dient dabei der Zusammenstellung und der Speicherung von Kartenkonfigurationen des DEEGREE-SLD-WMS und der Integration von diese Kartenkonfigurationen referenzierenden Karten-IDs in COREMEDIA SCT. Zudem sorgt der GISINTEGRATOR zusammen mit dem WFS-Adapter für die Speicherung der *Features* für die Annotationsmarkierungen in dem transaktionalen DEEGREE-WFS und sowie für die Speicherung der Annotationstexte.

4.4.4 Fazit

Abschließend folgt ein Überblick über die Ergebnisse der Systementwicklung und eine Bewertung der dabei gewonnenen Erkenntnisse.

Der Bürgerbeteiligungsprototyp und der GISINTEGRATOR haben die Praxistauglichkeit des zu Grunde liegenden Konzeptes gezeigt. Die folgenden Funktionalitäten sind realisiert:

- Geodateninfrastruktur auf Basis der OpenGIS-Schnittstellen WMS und WFS: Es wurde eine Simulationsumgebung installiert, die den technischen Gegebenheiten in der Metropolregion Hamburg weitgehend entspricht. Dabei werden die Zusatzmodule der Hersteller benutzt, um die GIS-Softwarepakete mit OpenGIS-kompatiblen WMS-Diensten erweitern. Diese WMS werden mithilfe des quelloffenen *JAVA-Frameworks* DEEGREE kaskadiert, um die publizierten Karten gebündelt zur Verfügung zu stellen. Zusätzlich erlaubt ein WFS-Adapter die Benutzung des transaktionalen DEEGREE-WFS für *Digitize on Screen*-Dienste per *JAVA*-Schnittstelle.
- Benutzungsfreundliche Zusammenstellung und Speicherung von Karten in Form von SLD-WMS-Aufrufen: Mithilfe des GISINTEGRATORS können die *Layer* und *Styles* ausgewählt werden, die von einem kaskadierenden WMS zur Verfügung gestellt sowie der Ausschnitt und die *Layer*-Reihenfolge festgelegt werden.
- Integration der Geodatendienste in das WCMS CoreMedia SCT: In Verbindung mit dem GISINTEGRATOR können Geodaten in Form von Karten einfach mit dem WCMS COREMEDIA SCT publiziert werden. Die Kartenkonfiguration wird über die Import-Schnittstelle von COREMEDIA SCT eingelesen und in GIS-fähigen COREMEDIA-Dokumenten gespeichert. Die GIS-Dokumente bieten einfache Möglichkeiten, um den vorgegebenen Kartenausschnitt dynamisch zu verändern und Informationen zu den Karten abzufragen.
- Webanwendung für Internet-basierte Bürgerbeteiligung in der Bauleitplanung: Die erarbeitete technische Grundlage wird benutzt, um einen *Plugin*-freien Web-Dienst zur Durchführung von Bürgerbeteiligungen in der Bauleitplanung im Internet zu realisieren. Dazu können von den Bürgern Anmerkungen in Form von Annotationen zu dem Bebauungsplan angebracht werden.

Diese Annotationen bestehen aus einem *Content*-Teil der im WCMS gespeichert wird und einem graphischen Teil, der georeferenziert in einem WFS als Punkt-Feature gespeichert wird. Durch eine Publikationsfunktion im GISINTEGRATOR wird die Annotation freigegeben und die Markierung auf der Karte angezeigt.

Im Ergebnis lässt sich festhalten, dass sich die Entkopplung von WCMS und GIS mittels einer vermittelnden *Middleware* mit den verfügbaren Produkten realisieren lässt. Dabei ist die Konformität der Geoinformationssysteme zu den OpenGIS-Standards eine notwendige Voraussetzung, um die Komplexität der Integration und Konfiguration zu begrenzen. Die konsequente Umsetzung der OpenGIS-Standards durch das *Framework* DEEGREE zeigt die Flexibilität dieser dienstebasierten Architektur. Die Grenzen werden bei den proprietären Produkten deutlich, die teilweise die Spezifikationen nicht einhalten oder sich auf die notwendigen Funktionen (*basic WMS*) beschränken, sodass manuelle Anpassungen und spezielle Entwicklungen nötig sind, um die benötigte Funktionalität zu erreichen. Mit der fortgesetzten Verbreitung OpenGIS-konformer Produkte in Geodateninfrastrukturen ist die Behebung dieser Unzulänglichkeiten seitens der Hersteller wahrscheinlich. Weiterhin ist die breitere Unterstützung der OpenGIS-Spezifikationen (SLD-WMS, WFS) wünschenswert, um zum Beispiel mithilfe von *User Styles* flexiblere *Thin Clients* mit mehr Funktionalität für das *Web Mapping* realisieren zu können. Beispielsweise ist keine automatische Generierung von Zeichenerklärungen zur Planzeichnung des Bauleitplans möglich, da der ausliefernde AUTODESK-WMS die *Styled Layer Descriptor*-Spezifikation (SLD) und damit den `GetLegendGraphic`-Aufruf nicht unterstützt.

Kapitel 5

Schlussbetrachtungen

In diesem Kapitel werden die wichtigsten Ergebnisse der Arbeit zusammenfassend dargestellt (Kapitel 5.1) und ein Ausblick auf weitere Entwicklungen gegeben (Kapitel 5.2).

5.1 Zusammenfassung

In der Einleitung im Kapitel 1 wird die Motivation, die Zielsetzung und die Struktur dieser Arbeit vorgestellt.

Im Kapitel 2 wird der Ausgangspunkt der Arbeit, die Projektkooperation zwischen den Arbeitsbereichen Softwaresysteme und Stadt-, Regional, und Umweltplanung sowie Vertretern der Metropolregion Hamburg, beschrieben. Im Rahmen des Projektes werden Konzepte und Anwendungen für Geo- und Planungsdienste für Internetportale am Beispiel der Metropolregion Hamburg entwickelt und erprobt. Für die Erläuterung des Projekthintergrundes in Kapitel 2.1 wird eine Einführung in die Metropolregion Hamburg, in kommunale Informationssysteme, in Geo- und Planungsdienste sowie in die Geodateninfrastruktur der Metropolregion Hamburg geliefert. Das Kapitel endet mit der Vorstellung der aus diesen Rahmenbedingungen abgeleiteten Anforderungen für die Integration von Geodatendiensten in ein Internetportal für die Metropolregion Hamburg (Kapitel 2.2).

Im Kapitel 3 werden die Grundlagen der technischen Systeme und deren Bezug zu den Rahmenbedingungen, die sich aus der vorhandenen Infrastruktur und der angestrebten Dienste ergeben, behandelt. Dazu wird eine Einführung in die Grundlagen von *Electronic Government* geliefert, indem in die Anwendungsfelder, die Bezugspunkte zu Geodatendiensten und die aktuellen Entwicklungen in Deutschland erläutert werden (Kapitel 3.1).

Anschließend werden die grundlegenden Eigenschaften von Geoinformationssystemen (GIS) erläutert (Kapitel 3.2), um darauf aufbauend die OpenGIS-Standards des OPEN GEOSPATIAL CONSORTIUMS vorzustellen (Kapitel 3.2.3), welche die Interoperabilität von GIS ermöglichen. Von besonderer Bedeutung für das Projekt ist dabei die Möglichkeit der Kaskadierung von *Web Map Service*-Instanzen in Verbindung mit dynamisch erzeugten Graphikbeschreibungen (SLDs) und transaktionalen *Web Feature Services*. Das Kapitel endet mit einer kurzen Einführung in *Content Management* Systeme (CMS) und *Web Content Management* Systeme (WCMS) (Kapitel 3.3).

Das in der Metropolregion weit verbreitete *Web Content Management System* COREMEDIA SCT bildet den Ausgangspunkt für die Integration der Geodatendienste. Aufgrund der Heterogenität der

eingesetzten GIS-Produkte erfolgt die Integration mithilfe der von dem OPEN GEOSPATIAL CONSORTIUM definierten OpenGIS-Schnittstellen. Im Kapitel 4 wird zunächst das entwickelte Konzept für die Integration von verteilten WMS-Diensten in ein per *Web Content Management* System verwaltetes Internetportal vorgestellt. Der zentrale Ansatz ist dabei eine zwischen WCMS und OpenGIS-*Web Services* vermittelnde *Middleware*, die einen kaskadierenden WMS verwendet, um die GIS-Dienste der Metropolregion zu bündeln (Kapitel 4.1). Als kaskadierender WMS wird das freie und quelloffene *Framework* DEEGREE verwendet, das Implementierungen diverser OpenGIS-Standards anbietet (Kapitel 4.2.2).

Um das Konzept praxisnahe zu evaluieren, wird die Geodateninfrastruktur der Metropolregion simuliert, indem die dort vorkommenden GIS-Produkte installiert mit ihren jeweiligen WMS-Zusätzen konfiguriert werden (Kapitel 4.3). Der kaskadierende WMS wird mit der im Rahmen des Projektes parallel entwickelten GISIntegrator-Anwendung in CoreMedia SCT integriert.

Auf dieser Grundlage aufbauend wird im Kapitel 4.4 die Architektur für die Realisierung eines Prototyps einer Anwendung für Beteiligungsverfahren in der Bauleitplanung in Zusammenarbeit mit dem Planungsamt der Gemeinde Seevetal verwendet. Nach der Vorstellung der Anwendungsdomäne wird der Stand der Entwicklung von Online-Beteiligungsverfahren erörtert. Für den Prototyp werden in die Geodateninfrastruktur transaktionale Geodatendienste einbezogen, um Rückkanalfunktionen (*Digitize on Screen*) anzubieten. Diese ermöglichen es den Bürgern, ihre Anmerkungen zu den Bebauungsplänen nicht nur als Text, sondern auch visuell auf der Planzeichnung des Bauleitplans einzutragen. Für diesen Vorgang wird der GISIntegrator um Bearbeitungs- und Publikationsfunktionen der per *Web Feature Service* eingefügten *Features* erweitert (Kapitel 4.4.3).

5.2 Ausblick

Im Rahmen von praktisch orientierten universitären Forschungsprojekten können im Ergebnis in der Regel keine marktfertigen Produkte entstehen. Hinzu kommt, dass durch die hohe Frequenz der Produktzyklen in der Softwarebranche eine praxisnahe angelegte Diplomarbeit nur eine Momentaufnahme der verwendeten Softwarekomponenten widerspiegeln kann. In diesem Kapitel wird daher ein Ausblick auf nahe liegende Weiterentwicklungen des Prototyps und auf neue Versionen der eingesetzten Softwarekomponenten sowie thematisch angrenzende Entwicklungen gegeben.

Zu allen eingesetzten Softwareprodukten sind im Laufe der Bearbeitungszeit dieser Arbeit neue Versionen erschienen:

- AUTODESK hat mit der Version 6.5 von MAPGUIDE den mitgelieferten Web Map Service LITVIEW auf den Stand OpenGIS-Spezifikation WMS 1.1.1 gebracht.
- ESRI hat ARCIMS 9.0 auf den Markt gebracht, einen WFS-Connector und die Version 1.0.0 des WMS-Connectors zur Verfügung gestellt. Nach ESRI-Angaben soll der WMS-Connector nun OpenGIS-konform sein und zudem die SLD-Spezifikation in Form von *User Styles* erfüllen. Zudem wurde die Rückgabe des GetFeatureInfo-Requests um neue Formate und Zeichensätze erweitert.
- INTERGRAPH hat die neue Version GEOMEDIA WEBMAP PROFESSIONAL 5.2WS um einen WFS und weitere *Web Services*, unter anderem einen Geokodierer, ergänzt.

- LAT/LON entwickelt das DEEGREE Framework kontinuierlich weiter. Neben dem aktuellen Quellcode werden auch neue Demo-Versionen des WMS (Version 1.1.2), des WFS (Version 1.2.3) sowie des WCS (Version 1.1.5) zum Herunterladen angeboten. Gleichzeitig ist die umfassend überarbeitete Version DEEGREE2 in Entwicklung und bereits als Beta-Version verfügbar. DEEGREE2 wird neben der OpenGIS-Referenzimplementierung des *Web Map Service* auch die des *Web Coverage Service* und des *Catalog Service-Web* sein.

Das iGEOPORTAL (Version 1.0.1) ersetzt den bisherigen *WMS-Client*. Das iGEOPORTAL ist ein *Thin Client* für *Web Mapping* auf der technischen Basis von DEEGREE und HTML/JAVA-SCRIPT. Das iGeoPortal ist in der Lage verschiedene WMS abzufragen und seinen Zustand als *Web Map Context*-Dokument zu speichern. Verschiedene Module bieten Funktionen auch für *Gazetteer*-, *Catalog*-, oder *WFS-Clients*.

Der Prototyp für die Bürgerbeteiligung hat die prinzipielle Tauglichkeit des Konzeptes unter Einsatz der zu Beginn der Arbeit verfügbaren Software gezeigt. Um die Praxistauglichkeit des Prototyps zu verbessern, sind folgende Erweiterungen wünschenswert.

Bei der Kaskadierung der extern eingebundenen WMS ist die Unterstützung weiterer Funktionen wünschenswert:

- Die Kaskadierung von *GetFeatureInfo*-Aufrufen, um Informationen zu den *Features* der Planzeichnung eines Bauleitplans abrufen zu können. Dazu wäre die Analyse und Konvertierung des Rückgabeformats der *GetFeatureInfo*-Anfrage des AUTODESK LITEVIEW-WMS durch DEEGREE notwendig. Diese Änderungen sind dank der Quelloffenheit von DEEGREE möglich.
- Die automatisierte Anzeige einer Legende zu den Planzeichen der Bebauungspläne. Der AUTODESK LITEVIEW-WMS unterstützt den *GetLegendGraphic*-Aufruf (vgl. Kapitel 3.2.3) nicht, sodass auch keine Kaskadierung des Aufrufs möglich ist. Für die Erklärung der Planzeichen in den Bebauungsplänen muss daher eine Legende manuell in die Webseite eingefügt werden.

Für die Funktionalität des GISINTEGRATORS sind folgende Erweiterungen denkbar:

- Die Benutzung von Linen- und Polygon-*Features* als Annotationsmarkierungen. Dazu müssten die Zeichenfähigkeiten des GISINTEGRATORS erweitert werden, indem die Auswahl von mehreren Stützpunkten ermöglicht und das Annotations-*Feature* erst nach Abschluss des Markierungsvorgangs an den WFS gesendet wird.
- Die Benutzung von weiteren OpenGIS-Spezifikationen würde die Interoperabilität des GISINTEGRATORS verbessern:
Beispielsweise würde durch die Speicherung der Kartenkonfiguration als *Web Map Context Documents* (WMC, vgl. Kapitel 3.2.3), die Verwendung der Konfigurationen durch externe *Clients* möglich. Die Einbindung von Metadatenkatalogen (z.B. den Hamburger Metadatenkatalog, vgl. 2.1.4) in den GISINTEGRATOR, könnte die zu kaskadierenden Geodatendienste direkt recherchierbar machen. Weiterhin könnte Anpassung des GISINTEGRATORS an das OpenGIS-Diskussionspapier *XML for Image and Map Annotations* (XIMA, vgl. Kapitel 3.2.3) für die Beschreibung der Annotationen deren Weiterverwendung in anderen Anwendungen, zum Beispiel für Analysezwecke, vorbereiten.

Diese Änderungen wären für die Erweiterbarkeit des GISINTEGRATORS hilfreich, da neue Funktionen als OpenGIS-konforme Module integriert werden können. Einige dieser Funktionen bietet das DEEGREE IGEOPORTAL, das als Ausgangspunkt für die Erweiterungen dienen kann.

- Die Integrationstiefe der OpenGIS-Dienste in COREMEDIA SCT ist bei dem Prototyp niedrig gehalten, um die Abhängigkeit von dem WCMS zu begrenzen. Die Funktionalität zur Publikation der Annotationen ist in dem GISINTEGRATOR implementiert. Eine engere Verknüpfung mit COREMEDIA SCT bietet das Potenzial, die internen Prozesse, insbesondere den Publikations-Workflow, für die Annotationen zu nutzen. Allerdings würde dadurch die bisher strikte Trennung von Geo- und Content-Datenbearbeitung aufgehoben.

Die Geodateninfrastruktur der Metropolregion Hamburg wird in Zukunft durch einen „Geoserver der Vermessungs- und Katasterverwaltungen des Landes Schleswig-Holstein und der Freien und Hansestadt Hamburg“ ergänzt. Der GEOSERVER soll als Vertriebsplattform von Geobasis- und Fachdaten (unter anderem topographischen Kartenwerke, ALK und ALB; vgl. Kapitel 3.2) der beiden Bundesländer dienen. Im Dezember 2004 hat die Firma AED-SICAD AG[©] zusammen mit den Firmen ESRI GEOINFORMATIK GMBH[©] [ESRI-Germany, 2004] und CON TERRA GMBH[©] [conterra, 2004] und des FRAUNHOFER-INSTITUTS FÜR SOFTWARE- UND SYSTEMTECHNIK (ISST) [ISST, 2004] die Ausschreibung für den Aufbau des Geoservers gewonnen [AEDPresse, 2004]. Die technische Plattform wird auf der Basis der ESRI ARCGIS-Produktfamilie (vgl. Kapitel 4.3) realisiert, sodass die Einbindung in das vorgestellte Konzept per ARCIMS-WMSCONNECTOR prinzipiell möglich ist.

Weiterhin kann das Konzept der Integration von Geodatendiensten und Content Management Systemen für den Aufbau einer regionalen *Planungsplattform* erweitert werden. Eine solche Plattform könnte die Kooperation der an Planungsprojekten beteiligten Akteure (Kommunale Verwaltungen, Ingenieurbüros, Behörden und andere Träger öffentlicher Belange der Region, Bürger etc.) in einer Region unterstützen. Um die Kooperations- beziehungsweise Abstimmungsprozesse der Akteure zu unterstützen sind einige Erweiterungen notwendig:

- Für die Erstellung und Bearbeitung der Planzeichnungen ist die Funktionalität der für das *Web Mapping* eingesetzten *Thin Clients* nicht ausreichend. Eine Anbindung von *Fat Clients*, zum Beispiel JAVA-Applets, Plugins oder Desktop-GIS Produkte wäre notwendig (siehe auch Abbildung 4.2).
- Die Kommunikation der Akteure muss rechtsverbindlich abgesichert werden. Dazu ist die Integration von Authentifizierungs- und Verschlüsselungsmechanismen erforderlich, wie sie im Rahmen des MEDIA@KOMM-Projektes (vgl. Kapitel 3.1.4) „OSCI[®]-TRANSPORT“¹ für die Kommunalwirtschaft entwickelt wurden. Im Rahmen von OSCI-Transport entstanden ein Protokoll und eine Software-Bibliothek, um die rechtlich anerkannte Übertragung elektronisch signierter und chiffrierter Dokumente über das Internet zu unterstützen [OCSI, 2004].
- Die Geodatendienste der Planungsplattform müssten auch vertrauliche Geodaten anbieten, um zum Beispiel interne Verfahrensstände einer Planung verfügbar zu machen. In den OpenGIS-Standards sind bislang keine Spezifikationen zu Sicherheitsmechanismen enthalten. Eine zwischen den OpenGIS-Dienst und einem entsprechend angepassten *Client* vermittelnde Sicherheitskomponente könnte Funktionen zur Benutzerauthentifikation und -rechteverwaltung einführen. Einen Ansatzpunkt dazu bietet die Indirektion in der Benutzung der OpenGIS-Dienste

¹ OSCI steht für *Online Services Computer Interface*

durch den kaskadierenden DEEGREE-WMS und den GISINTEGRATOR (vgl. Kapitel 4.1). Ein Produkt mit einem entsprechenden Ansatz bietet die Firma LAT/LON in der Kombination aus dem DEEGREE OWSPROXY – einem Stellvertreterdienst für OpenGIS-Dienste – und dem IGEO-PORTAL an.

Eine weiterer Anknüpfungspunkt für die Integration von Geodatendiensten in kommunale *E-Government*-Anwendungen ist der GOVERNMENT SITE BUILDER 2.0 [GSB, 2004]. Der GSB ist die *Content Management*-Plattform für *E-Government*-Dienste der Bundesverwaltungen auf Basis der COREMEDIA SMART CONTENT INFRASTRUCTURE (vgl. Kapitel 3.1.4) [Manhart, 2004]. Über Vertriebspartner soll die Nutzung des GSB auch außerhalb der Bundesverwaltung möglich sein [GSB, 2004, siehe FAQ], sodass ein Einsatz des GSB im kommunalen und regionalen Kontext zu erwarten ist. Der in dieser Arbeit vorgestellte Prototyp für die Bürgerbeteiligung in der Bauleitplanung (vgl. Kapitel 4.4.3) könnte – mit den Funktionen der oben beschriebenen Planungsplattform ergänzt – zu einem Modul „Bauleitplanung / Beteiligung“ für den GSB weiterentwickelt werden.

Literaturverzeichnis

- [AB105 2005] *Homepage des Arbeitsbereichs Stadt-, Regional- und Umweltplanung, TU Hamburg-Harburg*. 2005. – URL <http://www.tu-harburg.de/sb1/>
- [AdV 2004] *AdV – Arbeitsgemeinschaft der Vermessungsverwaltungen der Länder der Bundesrepublik Deutschland*. 2004. – URL <http://www.adv-online.de>
- [AEDPresse 2004] *Schleswig-Holstein und Hamburg realisieren Geoserver mit AED-SICAD und seinen Partnern*. Dezember 2004. – URL http://www.aed-sicad.de/pages/ueber_uns/news/2004/1217.html
- [AIS 2004] *Fraunhofer-Institut für Autonome Intelligente Systeme Homepage*. 2004. – URL <http://www.ais.fraunhofer.de>
- [Anding 2004] ANDING, Markus: *Online Content Syndication*, Universität München, Dissertation, 2004
- [ArcExplorer 2004] *ArcExplorer*. Internet. 2004. – URL <http://www.geographynetwork.com/arcexplorer/>
- [Atkinson und Fitzke 2002] ATKINSON, Rob ; FITZKE, Jens: *Gazetteer Service Profile of the Web Feature Service Implementation Specification*. OGC (Organisation), 2002. – URL http://portal.opengeospatial.org/files/?artifact_id=7175
- [Autodesk 2004] *ESRI Homepage*. 2004. – URL <http://www.autodesk.com>
- [BauGB 2004] *Baugesetzbuch*. 2004. – BGBl I 1960, 341; Neugefasst durch Bek. v. 23. 9.2004 I 2414
- [Baumann 2001] BAUMANN, Sabine: *Begriffsdefinitionen im Content Management*. 2001. – URL http://www.contentmanager.de/magazin/artikel_59_begriffsdefinitionen_im_content_management.html
- [Beaujardiere 2004] BEAUJARDIERE, Jeff de L.: *Web map server interface ISO/DIS 19128 (OGC WMS 1.3.0)*. OGC (Organisation), 2004. – URL http://portal.opengis.org/files/?artifact_id=5316
- [Bill 1999a] BILL, Ralf: *Grundlagen der Geo-Informationssysteme*. Bd. 1 – Hardware, Software und Daten. 4. Aufl. Heidelberg : Wichmann, 1999
- [Bill 1999b] BILL, Ralf: *Grundlagen der Geo-Informationssysteme*. Bd. 2 – Analysen, Anwendungen und neue Entwicklungen. 2. Aufl. Heidelberg : Wichmann, 1999

- [Bill und Fritsch 1999] BILL, Ralf ; FRITSCH, D.: *Grundlagen der Geo-Informationssysteme*. Bd. 1: Hardware, Software und Daten. 1. Aufl. Heidelberg : Wichmann, 1999
- [Bill u. a. 2002] BILL, Ralf (Hrsg.) ; SEUSS, Robert (Hrsg.) ; SCHILCHER, Matthäus (Hrsg.): *Kommunale Geo-Informationssysteme – Basiswissen, Praxisberichte und Trends*. Heidelberg : Wichmann, 2002
- [BMI 2004] Bundesministerium des Inneren – Homepage. 2004. – URL <http://www.bmi.bund.de>
- [BMI-ModernerStaat 2004] Newsletter Moderner Staat – Ausgabe 21. Dezember 2004. Internet. Dezember 2004. – URL <http://www.staat-modern.de/Presse/Newsletter-,10034.762815/Newsletter-Moderner-Staat-Ausg.htm>
- [Braam 1999] BRAAM, Werner: *StadtplanungAufgabenbereiche – Planungsmethodik – Rechtsgrundlagen*. 3. Aufl. Düsseldorf : Werner, 1999
- [BSI 2002] Bundesamt für Sicherheit in der Informationstechnik (Organisation): *E-Government-Handbuch*. 3. Ergänzungslieferung. 2002. – URL <http://www.e-government-handbuch.de>
- [Buehler 2003] BUEHLER, Kurt: *OpenGIS Reference Model*. Version 0.1.2. OGC (Organisation), 2003. – URL <http://www.opengeospatial.org/docs/03-040.pdf>
- [Bund 2004] Dienstleistungsportal des Bundes – Homepage. 2004. – URL <http://www.bund.de>
- [BundOnline 2005] BundOnline 2005 Homepage. 2005. – URL <http://www.bundonline2005.de>
- [Buxtehude 2004] Stadt Buxtehude – Homepage. 2004. – URL <http://www.buxtehude.de>
- [BVA 2004] Bundesverwaltungsamt – Homepage. 2004. – URL <http://www.bundesverwaltungsamt.de>
- [Clarke 2003] CLARKE, Keith C. (Hrsg.): *Getting started with geographic information systems*. 4th. Pearson Education Inc., New Jersey, 2003
- [conterra 2004] con terra GmbH – Homepage. 2004. – URL <http://www.conterra.de/>
- [CoreMedia 2005] CoreMedia Homepage. 2005. – URL <http://www.coremedia.de>
- [Cox u. a. 2003] COX, Simon ; DAISEY, Paul ; LAKE, Ron ; PORTELE, Clemens ; WHITESIDE, Arliss: *OpenGIS Geography Markup Language (GML) Implementation Specification*. OGC (Organisation), 2003. – URL https://portal.opengeospatial.org/files/?artifact_id=7174
- [Dataport 2004] Dataport Homepage. 2004. – URL <http://www.dataport.de>
- [DE-Online 2004] Deutschland-Online Homepage. 2004. – URL <http://www.deutschland-online.de/>
- [deegree 2005] deegree Homepage. 2005. – URL <http://deegree.sourceforge.org>

- [deegreeFAQ 2005] *deegree FAQ*. 2005. – URL <http://deegree.sourceforge.net/faq/index.html>
- [deegreeWMSDoku 2003] *deegree Web Map Server*. November 2003. – URL <http://deegree.sourceforge.net/inf/wmsdoc/html/index.html>
- [Delijska 2002] DELIJSKA, Boriana: *Elsevier's Dictionary Of Geographical Information Systems*. Elsevier, Amsterdam, 2002
- [DEMOS 2002] *DEMOS Projekt – Homepage*. 2002. – URL <http://www.demos-project.org/>
- [Digalo 2004] *Digalo Homepage*. 2004. – URL <http://zeno8.ais.fraunhofer.de/zeno/web?action=content&journal=14046&rootid=14005>
- [DIGEST 2004] *DIGEST Homepage*. 2004. – URL <http://www.digest.org>
- [Dito 2004] *Dito Homepage*. 2004. – URL <http://zeno8.ais.fraunhofer.de/zeno/web?action=content&journal=14045&rootid=14005>
- [DTED-NGA 2004] *Performance Specification Digital Terrain Elevation Data (DTED)*, 2004. – URL <http://www.nga.mil/ast/fm/acq/89020B.pdf>
- [EAGBau 2004] *Europarechtsanpassungsgesetz Bau*. 2004. – 24.6.2004
- [eEurope2005 2004] *eEurope 2005 Homepage*. 2004. – URL http://europa.eu.int/information_society/eeurope/2005/index_en.htm
- [EPSG 2004] *EPSG Homepage*. 2004. – URL <http://www.epsg.org>
- [ESRI 2004] *ESRI Homepage*. 2004. – URL <http://www.esri.com>
- [ESRI-Germany 2004] *ESRI Geoinformatik GmbH*. 2004. – URL <http://www.esri-germany.de/>
- [ESRISupport 2004] *ESRI Support: ArcIMS Systems Requirements*. 2004. – URL <http://support.esri.com/index.cfm?fa=knowledgebase.systemRequirements.matrix&pName=ArcIMS&ProductID=16&pvName=9.0&PID=16&versionID=38&PVID=150>
- [EssBau 2002] *Bauplatzform MediaKomm Esslingen – Homepage*. 2002. – URL <http://www.bauen.esslingen.de>
- [EssKomm 2002] *Projekt MediaKomm Esslingen – Homepage*. 2002. – URL <http://www.mediakomm.esslingen.de>
- [Evans 2001] EVANS, John: *XML for Image and Map Annotations (XIMA)*. OGC (Organisation), 2001. – URL <http://www.opengeospatial.org/docs/01-019.pdf>
- [Evans 2003] EVANS, John: *Web Coverage Service (WCS), Version 1.0.0*. OGC (Organisation), 2003. – URL <http://www.opengeospatial.org/docs/03-065r6.pdf>
- [FHH 2004] *Freien und Hansestadt Hamburg – Homepage*. 2004. – URL <http://www.fhh.hamburg.de>

- [Geonord 2005] *Landesbetrieb Geoinformation und Vermessung der Freien und Hansestadt Hamburg*. 2005. – URL <http://www.geonord.de>
- [GeoTIFF 2004] *GeoTIFF Homepage*. 2004. – URL <http://www.remotesensing.org/geotiff/geotiff.html>
- [Gisler und Spahni 2001] GISLER, Michael (Hrsg.) ; SPAHNI, Dieter (Hrsg.): *eGovernment: Eine Standortbestimmung*. Verlag Paul Haupt, Bern, Stuttgart, Wien, 2001
- [Goos und Zimmermann 2002] GOOS, Gerhard ; ZIMMERMANN, Wolf: Programmiersprachen. In: RECHENBERG, Peter (Hrsg.) ; POMBERGER, Gustav (Hrsg.): *Informatik-Handbuch*. 3. Auflage. München : Carl Hanser Verlag, 2002, Kap. D2, S. 469–515
- [Grabow und Siegfried 2002] GRABOW, Busso ; SIEGFRIED, Christine: Virtuelle Rathäuser und die MEDIA@Komm-Modellprojekte. In: REINERMANN, Heinrich (Hrsg.) ; LUCKE, Jörn von (Hrsg.): *Electronic Government in Deutschland Ziele, Stand, Barrieren, Umsetzung* Bd. 226. Speyer : Forschungsinstitut für Öffentliche Verwaltung bei der Deutschen Hochschule für Verwaltungswissenschaften Speyer, 2002, Kap. 4.1
- [GSB 2004] *Government Site Builder (Homepage)*. 2004. – URL <http://www.government-site-builder.de>
- [GUIB 2004] *Geographisches Institut der Universität Bonn – Homepage*. 2004. – URL <http://www.giub.uni-bonn.de/>
- [Hachmann 2004] HACHMANN, Roland: Interaktive Landschaftsplanung in Königsutter am Elm. In: [Schenk, 2004], S. 483–488
- [Hangarter 1999] HANGARTER, Ekkehard: *Bauleitplanung*. 4. Aufl. Düsseldorf : Werner, 1999
- [Hartmann 2002] HARTMANN, J.: Amtliches Liegenschaftskataster-Informationssystem ALKIS. In: [Bill u. a., 2002], S. 321–330
- [HDF 2004] *Hierarchical Data Format*. 2004. – URL <http://hdf.ncsa.uiuc.edu>
- [HDF-EOS 2004] *HDF-EOS Homepage*. 2004. – URL <http://hdfeos.gsfc.nasa.gov/hdfeos/index.cfm>
- [Herring 2001] HERRING, John R.: *The OpenGIS Abstract Specification Topic 1: Feature Geometry [ISO 19107 Geographic information – Spatial schema]*. OGC (Organisation), 2001. – URL <http://www.opengeospatial.org/docs/01-101.pdf>
- [Heywood u. a. 1998] HEYWOOD, Ian ; CORNELIUS, Sarah ; CARVER, Steve: *An Introduction to Geographical Information Systems*. Addison Wesley Longman China Limited, Singapore, 1998
- [HMDK 2005] *Hamburger Metadatenkatalog*. 2005. – URL <http://www.hmdk.de>
- [Hoffmann 2005] HOFFMANN, Niels: *Integration von Geo- und Planungsdiensten in ein Internetportal am Beispielfeld des Portals Metropolregion Hamburg mit dem Framework degree und dem CMS CoreMedia CAP*. 2005. – Arbeitstitel

- [HUIS 2004] *Hamburger Umweltinformationssystem Homepage*. 2004. – URL <http://fhh.hamburg.de/stadt/Aktuell/behoerden/stadtentwicklung-umwelt/umwelt/weitere-infos/umweltinformationssystem/start.html>
- [ibR 2004] *ibR Pressemitteilung 5-Länder-Entscheidung zu ALKIS*. 2004. – URL <http://www.ibr-bonn.de/sites/presse2.htm>
- [INSEAD 2004] *eEurope 2005: EU Member States progressing at varying speeds*. September 2004. – URL <http://europa.eu.int/idabc/en/document/3302>
- [Intergraph 2004] *Intergraph Homepage*. 2004. – URL <http://www.intergraph.com>
- [ISO10746] ISO (Organisation): *Reference Model of Open Distributed Processing [ISO/IEC 10746]*. – URL <http://www.iso.org/iso/en/CatalogueDetailPage.CatalogueDetail?CSNUMBER=20696&ICS1=35&ICS2=80&ICS3=>
- [ISO19112 2003] ISO (Organisation): *ISO19112:2003 – Geographic information – Spatial referencing by geographic identifiers*. 2003. – URL <http://www.iso.org/iso/en/CatalogueDetailPage.CatalogueDetail?CSNUMBER=26017&ICS1=35&ICS2=240&ICS3=70>
- [ISO19115 2003] ISO (Organisation): *ISO19115:2003 – Geographic information – Metadata*. 2003. – URL <http://www.iso.org/iso/en/CatalogueDetailPage.CatalogueDetail?CSNUMBER=26020&ICS1=35&ICS2=240&ICS3=70>
- [ISO19117] ISO (Organisation): *Geographic information – Portrayal [ISO 19117]*. – noch nicht Veröffentlicht
- [ISO19125-1] ISO (Organisation): *Geographic information – Simple feature access – Part 1: Common architecture [ISO 19125-1]*. – URL <http://www.iso.org/iso/en/stdsdevelopment/techprog/workprog/TechnicalProgrammeProjectDetailPage.TechnicalProgrammeProjectDetail?csnumber=40114>
- [ISOTC211 2004] *ISO/TC 211 Geographic information/Geomatics – Homepage*. 2004. – URL <http://www.isotc211.org/>
- [ISST 2004] *Fraunhofer-Institut für Software- und Systemtechnik ISST*. 2004. – URL <http://www.isst.fhg.de>
- [Jacobsen 2002] JACOBSEN, Cornelia: *Personalisierung von Portalsystemen: Konzepte und Techniken*. Hamburg, Universität Hamburg, Fachbereich Informatik, Diplomarbeit, 2002
- [Joos 2002] JOOS, G.: Normung und Standardisierung. In: [Bill u. a., 2002], S. 302–310
- [JPEG 2004] *JPEG Homepage*. 2004. – URL <http://www.jpeg.org/jpeg/index.html>
- [Kavanagh 2003] KAVANAGH, Barry F.: *Geomatics*. Pearson Education Inc., New Jersey, 2003
- [KGSt8 2002] *E-Government in Kommunen: Fallstudien aus der Praxis*. Köln : KGSt, 2002 (KGSt-Bericht 8)

- [KIS 2004] KRAUSE, Kai-Uwe: *Kommunale Informationssysteme*. 2004. – URL http://www.tu-harburg.de/stadtplanung/html/ab/ab_105/ag_1/personen/krause.htm
- [Kleindiek 2002] KLEINDIEK, Ralf: BundOnline 2005 – Electronic Government Strategie des Bundes. In: REINERMANN, Heinrich (Hrsg.) ; LUCKE, Jörn von (Hrsg.): *Electronic Government in Deutschland Ziele, Stand, Barrieren, Umsetzung* Bd. 226. Speyer : Forschungsinstitut für Öffentliche Verwaltung bei der Deutschen Hochschule für Verwaltungswissenschaften Speyer, 2002, Kap. 3.2
- [Kopitzsch 2003] KOPITZSCH, Franklin: Metropolregion Hamburg. In: GÜNTHER, Barbara (Hrsg.): *Stormarn Lexikon*. Neumünster : Wachholtz, 2003 (Proceedings of Symposia in Pure Mathematics), S. 243
- [Krause 2003] KRAUSE, Kai-Uwe: Aufbau eines Planungsservers für die Metropolregion Hamburg. In: SCHENK, Manfred (Hrsg.): *CORP 2003 Geo Multimedia 03 Computergestützte Raumplanung*. Wien : Selbstverlag des Instituts für EDV-gestützte Methoden in Architektur und Raumplanung, 2003 (8), S. 43–51
- [Krause u. a. 2003] KRAUSE, Kai-Uwe ; BAUER, Olaf ; HOFFMANN, Niels: Verteilte Geo- und Planungsdienste für das Portal www.metropolregion.hamburg.de mit Hilfe der CoreMedia Content Application Platform. In: [Strobl und Griesebner, 2003], S. 67–75
- [Krems 2004] KREMS, Burkhardt: *Online-Verwaltungslexikon olev.de*. 2004. – URL <http://www.olev.de/l.htm#Lebenslagen>
- [Lake 2001] LAKE, Ron: *Location Organizer Folder Draft Candidate Implementation Specification 1.03*. OGC (Organisation), 2001. – URL <http://www.opengeospatial.org/docs/01-037.pdf>
- [Lake 2002] LAKE, Ron: *OpenGIS Geography Markup Language (GML) Implementation Specification, version 2.1.2*. OGC (Organisation), 2002. – URL <http://www.opengeospatial.org/docs/02-069.pdf>
- [Lalonde 2002] LALONDE, William: *Styled Layer Descriptor Implementation Specification*. OGC (Organisation), 2002. – URL http://portal.opengeospatial.org/files/?artifact_id=1188
- [de Lange 2002] LANGE, Norbert de: *Geoinformatik in Theorie und Praxis*. Springer-Verlag, Berlin, Heidelberg, 2002
- [Lansing 2001] LANSING, Jeff: *Geoparser Service Draft Candidate Implementation Specification 0.7.1*. OGC (Organisation), 2001. – URL <http://www.opengeospatial.org/docs/01-035.pdf>
- [Lansing 2002] LANSING, Jeff: *OWS1 Coverage Portrayal Service*. OGC (Organisation), 2002. – URL <http://www.opengeospatial.org/docs/02-019r1.pdf>
- [latlon 2004] *lat/lon homepage*. 2004. – URL <http://www.latlon.de>
- [LGVHH 2004] *Landesbetrieb Geoinformation und Vermessung der Freien und Hansestadt Hamburg*. 2004. – URL <http://www.geoinfo.hamburg.de>

- [Lührs u. a. 2004] LÜHRS, Rolf ; ALBRECHT, Steffen ; HOHBERG, Birgit ; LÜBCKE, Maren: On-line Diskurse als Instrument politischer Partizipation – Evaluation der Hamburger Internetdiskussion zum Leitbild „Wachsende Stadt“. In: *kommunikation@gesellschaft* Jg. 5 (2004), Beitrag 1. – URL http://www.soz.uni-frankfurt.de/K.G/B1_2004_Lührs_Albrecht_Hohberg_Lübcke.pdf
- [Lieberman 2003] LIEBERMAN, Joshua: *OpenGIS Web Services Architecture*. OGC (Organisation), 2003. – URL <http://www.opengeospatial.org/docs/03-025.pdf>
- [LKH 2004] *Landkreis Harburg – Homepage*. 2004. – URL <http://www.landkreis-harburg.de>
- [LSH 2004] *Landesregierung Schleswig-Holstein – Homepage*. 2004. – URL <http://www.landesregierung.schleswig-holstein.de>
- [von Lucke 2003] LUCKE, Jörn von: *Schriftenreihe der Hochschule Speyer*. Bd. 156: *Regieren und Verwalten im Informationszeitalter*. Berlin : Dunker & Humboldt, 2003
- [von Lucke und Reiner mann 2002] LUCKE, Jörn von ; REINERMANN, Heinrich: *Speyerer Definition von Electronic Government*. Speyer : Forschungsinstitut für öffentliche Verwaltung, 2002. – URL <http://foev.dhv-speyer.de/ruvii/SP-EGov.pdf>
- [Maass und Stahl 2003a] MAASS, Wolfgang ; STAHL, Florian: Content Management als Teil des Kommunikations-Management. In: MAASS, Wolfgang (Hrsg.) ; STAHL, Florian (Hrsg.): *Content Management Handbuch*. St. Gallen : NetAcademy Press, 2003, S. 35–47
- [Maass und Stahl 2003b] MAASS, Wolfgang ; STAHL, Florian: Marktübersicht von Content Management Systemen. In: MAASS, Wolfgang (Hrsg.) ; STAHL, Florian (Hrsg.): *Content Management Handbuch*. St. Gallen : NetAcademy Press, 2003, Kap. 2, S. 205–208
- [Mabrouk 2003] MABROUK, Marwa: *OpenGIS Location Services (OpenLS): Core Services*. OGC (Organisation), 2003. – URL http://portal.opengis.org/files/?artifact_id=3418
- [Maguire 1989] MAGUIRE, D. J.: *Computers in Geography*. Longman, London, 1989
- [Manhart 2004] MANHART, Klaus: Bund setzt auf ein System. In: *CIO – IT-Strategie für Manager* (2004), Nr. 07/08, S. 20–21. – URL <http://www.cio.de/index.cfm?Pageid=258&cat=det&sic=1&maid=5482>
- [Margoulies 2001] MARGOULIES, Serge: *Geocoder Service Draft Candidate Implementation Specification 0.7.6*. OGC (Organisation), 2001. – URL <http://www.opengeospatial.org/docs/01-026r1.pdf>
- [McCarty 2002] MCCARTY, Tom: *Sensor Collection Service*. OGC (Organisation), 2002. – URL <http://www.opengeospatial.org/docs/02-028.pdf>
- [MK 2004] *MEDIA@KOMM Homepage*. 2004. – URL <http://www.mediakomm.net/index.phtml>
- [MKT 2004] *MEDIA@KOMM-Transfer Homepage*. 2004. – URL <http://www.mediakomm-transfer.de/>

- [Müller u. a. 2003a] MÜLLER, Markus ; AUGSTEIN, Birgit ; BOCK, Mathias ; GLOWINSKI, Reiner: Komponenten statt Monolith. In: *GeoBIT* (2003), Nr. 4, S. 15–17
- [Müller u. a. 2003b] MÜLLER, Markus ; AUGSTEIN, Birgit ; BOCK, Mathias ; GLOWINSKI, Reiner: Projektbericht HUIS / Behörde für Umwelt und Gesundheit, Freie und Hansestadt Hamburg. Hamburg, 2003. – Forschungsbericht. – URL <http://fhh.hamburg.de/stadt/Aktuell/behoerden/stadtentwicklung-umwelt/umwelt/weitere-infos/umweltinformationssystem/dokumente/projektbericht,property=source.pdf>
- [MRH 2005] *Metropolregion Hamburg Homepage*. 2005. – URL <http://www.metropolregion.hamburg.de>
- [Märker u. a. 2002] MÄRKER, Oliver ; HAGEDORN, Hans ; TRÉNEL, Matthias ; GORDON, Thomas F.: Internet-based Citizen Participation in the City of Esslingen Relevance Ü Moderation Ü Software. In: SCHENK, Manfred (Hrsg.): *CORP 2002Geo Multimedia 03Computergestützte Raumplanung* Bd. 1. Wien : Selbstverlag des Instituts für EDV-gestützte Methoden in Architektur und Raumplanung, 2002, S. 39–45
- [Nakano 2002] NAKANO, Russell: *Web content management – a collaborative approach*. Boston [u.a.] : Addison-Wesley, 2002
- [Navratil und Harnoncourt 2004] NAVRATIL, Gerhard ; HARNONCOURT, Max: geoTalk: eine Raum-Zeit-Kommunikationsplattform. In: [Schenk, 2004], S. 657–663
- [Nebert 2004] NEBERT, Doug: *OpenGIS Catalogue Services Specification*. OGC (Organisation), 2004. – URL http://portal.opengis.org/files/?artifact_id=5929&version=1
- [Neu-Wulmsdorf 2004] *Gemeinde Neu-Wulmsdorf – Homepage*. 2004. – URL <http://www.neu-wulmstorf.de>
- [NITF-NTB 2004] *NATIONAL IMAGERY TRANSMISSION FORMAT (NITF) VERSION 2.1*, 2004. – URL http://www.ismc.nima.mil/ntb/baseline/docs/2500c/2500C_with_redline.pdf
- [OCSI 2004] *OSCI – Homepage*. 2004
- [OGC 2005] *Open Geospatial Consortium Homepage*. 2005. – URL <http://www.opengeospatial.org>
- [Oracle 2004] *Oracle Homepage*. 2004. – URL <http://www.oracle.com>
- [Page u. a. 1993] PAGE, Bernd ; GREVE, Klaus ; HÄUSLEIN, Andreas: *Das Hamburger Umweltinformationssystem HUIS*. Umweltbehörde Hamburg, 1993
- [PlanzV90 1990] *Verordnung über die Ausarbeitung der Bauleitpläne und die Darstellung des Planinhalts (Planzeichenverordnung 1990 - PlanzV 90)*. 1990. – Stand: 17. Jan 03
- [PVFRM 2004] *Planungsverband Ballungsraum Frankfurt / Rhein-Main*. 2004. – URL <http://www.pvfrm.de>

- [REK 2000] *Regionales Entwicklungskonzept 2000 Leitbild und Handlungsrahmen, Metropolregion Hamburg.* Hamburg, Hannover, Kiel : Gemeinsame Landesplanung Hamburg/Niedersachsen/Schleswig-Holstein, 2000
- [Richter und Gordon 2002] RICHTER, Gernot ; GORDON, Thomas: DEMOS – Delphi Mediation Online System. In: *ERCIM News* (2002), January, Nr. 48, S. 22–23
- [Rosengarten 2004] *Gemeinde Rosengarten – Homepage.* 2004. – URL <http://www.gemeinde-rosengarten.de>
- [Rosenlehner 2003] ROSENLEHNER, Miriam ; BUDÄUS, Dietrich (Hrsg.): *Public Management – Diskussionsbeiträge.* Bd. 45: *E-Governemnt in Kommunen – Zur Umsetzung kommunaler Leitbilder durch E-Government.* Hamburg : Hamburger Universität für Wirtschaft und Politik, Arbeitsbereich Public Management, 2003
- [Ryden 1999] RYDEN, Keith: *OpenGIS Simple Features Specification For SQL.* OGC (Organisation), 1999. – URL <http://www.opengis.org/docs/99-049.pdf>
- [SAGA 2003] *Schriftenreihe der KBSt.* Bd. 59: *SAGA Standards und Architekturen für E-Government-Anwendungen Version 2.0.* Bonn, Berlin : Bundesministerium des Inneren, 2003. – URL <http://www.kbst.bund.de/saga>
- [Salzhausen 2004] *Gemeinde Salzhausen – Homepage.* 2004. – URL <http://www.salzhausen.de>
- [Schenk 2004] SCHENK, Manfred (Hrsg.) ; TU Wien (Organisation): *CORP 2004 Geo Multimedia 04 Computergestützte Raumplanung.* Wien : Selbstverlag des Instituts für EDV-gestützte Methoden in Architektur und Raumplanung, 2004. (9)
- [Schildwächter 1996] SCHILDWÄCHTER, Ralf ; STREICH, Bernd (Hrsg.): *Beiträge zu Computergestützten Planungs- und Entwurfsmethoden.* Bd. 2: *Das digitale Bürgerinformationssystem Techniken des World Wide Web für die kommunale Bauleitplanung.* Kaiserslautern : Selbstverlag Fachgebiet Computergestützte Planungs- und Entwurfsmethoden, 1996
- [Schmidt u. a. 2004] SCHMIDT, Joachim W. ; KRAUSE, Kai-Uwe ; BAUER, Olaf ; HOFFMANN, Niels ; MARRONE, Rainer: Integration von Geo- und Content-orientierten Web-Diensten: Eine OGC-konforme Lösung auf Basis der OpenSource Software des GIS-Projekts deegree und der CoreMedia® Smart Content Technology. In: [Schenk, 2004], S. 443–448
- [Schumann und Müller 2000] SCHUMANN, Heidrun ; MÜLLER, Wolfgang: *Visualisierung: Grundlagen und allgemeine Methoden.* Springer, 2000
- [Seevetal 2004] *Gemeinde Seevetal – Homepage.* 2004. – URL <http://www.seevetal.de>
- [Seevetal-Planung 2004] *Homepage der Stadtplanung Seevetal.* 2004. – URL <http://seevetal.sts.tu-harburg.de/coremedia/generator/seevetal/>
- [SenatFHH 2004] *Freie und Hansestadt Hamburg Gemeinsam den Norden im internationalen Wettbewerb stärken! - Vorschläge des Senats für eine neue Politik in der Metropolregion Hamburg und in Norddeutschland.* Juni 2004. – Ansprechpartner: Rolf-Barnim Foth
- [Seuss 2002] SEUSS, Robert: GIS in Kommunen. In: [Bill u. a., 2002], S. 42–64

- [Soley und Stone 2003] SOLEY, Richard M. ; STONE, Christopher M.: *Object Management Architecture Guide*. OMG (Organisation), 2003. – URL <http://www.omg.org/cgi-bin/doc?ab/97-05-05>
- [Sonnet und Savage 2003] SONNET, Jérôme ; SAVAGE, Charles: *OWS 1.2 SOAP Experiment Report*. OGC (Organisation), 2003. – URL <http://www.opengeospatial.org/docs/03-014.pdf>
- [Stahl 2003] STAHL, Roland: eGovernment und gEoGovernment – Synergien und Potenziale. In: [Strobl und Griesebner, 2003], S. 107–118
- [Stamer 2003] STAMER, Sören: Business-Objekt-orientiertes Content Management. In: MAASS, Wolfgang (Hrsg.) ; STAHL, Florian (Hrsg.): *Content Management Handbuch*. St. Gallen : NetAcademy Press, 2003, S. 87–103
- [Stelle 2004] *Gemeinde Stelle – Homepage*. 2004. – URL <http://www.gemeinde-stelle.de>
- [Strobl und Griesebner 2003] STROBL, Josef (Hrsg.) ; GRIESEBNER, Gerald (Hrsg.): *geoGovernment: Öffentliche Geoinformationsdienste zwischen Kommune und Europa*. Heidelberg : Wichmann, 2003
- [STS 2004] *Homepage des Arbeitsbereichs Softwaresysteme, TU Hamburg-Harburg*. 2004. – URL <http://www.sts.tu-harburg.de>
- [Sturm 2004] STURM, Joachim: *Standards statt Babylon: Zur Bedeutung von Gemeinsamkeiten im E-Government*. September 2004. – URL <http://www.osci.de/materialien/2004-09-15-Bremen/Standardisierungsworkshop%20Sturm.pdf>. – Präsentation auf dem OSCI-Standardisierungsworkshop in Bremen am 15. September 2004
- [Thurston u. a. 2003] THURSTON, Jeff ; POIKER, Thomas K. ; MOORE, J. P.: *Integrated Geospatial Technologies*. John Wiley & Sons, Inc., Hoboken, New Jersey, 2003
- [Tomcat 2004] *Tomcat Homepage (Apache Jakarta Projekt)*. 2004. – URL <http://jakarta.apache.org>
- [Trauner 2002] TRAUNER, Gudrun: *E-Government Informations- und Kommunikationstechnik in der öffentlichen Verwaltung*. Brüssel : International Institute of Administrative Sciences, 2002
- [Vretanos 2001] VRETANOS, Peter: *Filter Encoding Implementation Specification*. OGC (Organisation), 2001. – URL <http://www.opengeospatial.org/docs/02-059.pdf>
- [Vretanos 2002] VRETANOS, Peter: *Web Feature Service Implementation Specification*. OGC (Organisation), 2002. – URL http://portal.opengeospatial.org/files/?artifact_id=7176
- [Wienberg u. a. 2002] WIENBERG, Axel ; ERNST, Matthias ; GAWECKI, Andreas ; KUMMER, Olaf ; WIENBERG, Frank ; SCHMIDT, Joachim W.: Content Schema Evolution in the CoreMedia Content Application Platform CAP. In: JENSEN, Christian S. (Hrsg.): *Proceedings of the 8th International Conference on Extending Database Technology (EDBT 2002)* Bd. 2287. Prag, March 2002, S. 712–721

- [Wikipedia 2004] WIKIPEDIA: *Really Simple Syndication*. 2004. – URL <http://de.wikipedia.org/wiki/RSS>
- [WSDL 2004] *Web Services Description Language (WSDL) Version 2.0 Part 1: Core Language*, 2004. – URL <http://www.w3.org/TR/wsdl20/wsdl20.pdf>