

D I P L O M A R B E I T

Eine Softwarearchitektur zur Integration von
GIS-basierten Benutzungsschnittstellen in eine
Beteiligungsplattform: Entwurf und prototypische
Realisierung am Beispiel der Bauleitplanung

Mario Heidmann

01. Dezember 2008

Technische Universität Hamburg-Harburg

Institut für Softwaresysteme

Gutachter:

Prof. Dr. Joachim W. Schmidt

Prof. Dr. Ralf Möller

Betreuer:

Olaf Bauer

Hiermit versichere ich, die vorliegende Diplomarbeit selbstständig, ohne fremde Hilfe und nur unter Benutzung der angegebenen Quellen angefertigt zu haben. Die Arbeit ist in gleicher oder ähnlicher Form noch nicht als Prüfungsarbeit eingereicht worden. Alle Ausführungen der Arbeit, die wörtlich oder sinngemäß übernommen wurden, sind als solche kenntlich gemacht.

Hamburg, den 01.12.2008

Ort, Datum

Mario Heidmann

Inhaltsverzeichnis

1	Einführung	1
1.1	Motivation	1
1.2	Ziel der Arbeit	2
1.3	Struktur der Arbeit	3
1.4	Konventionen	4
1.5	Danksagung	4
2	Aspekte der GIS-Unterstützung in der Bauleitplanung	5
2.1	Eigenschaften eines webbasierten Geografischen Informationssystems	5
2.1.1	Merkmale eines Geografischen Informationssystems	7
2.1.2	Arten von GIS Clients	8
2.1.3	GIS-Clients als Interaktionsclients	8
2.1.4	Die OGC Standards	9
2.1.5	Die Geometry Markup Language (GML)	10
2.1.6	Der Web Map Service (WMS)	11
2.1.7	Der Web Feature Service (WFS)	13
2.2	XPlanung	17
2.2.1	Ziele der Entwicklung	17
2.2.2	Das Applikationsschema von XPlanung	17
2.2.3	Modellierung eines Bebauungsplanes	20
2.2.4	Visualisierungsvorschriften	20
2.3	Das Planungsverfahren	22
2.3.1	Die Bauleitplanung im BauGB	22
2.3.2	Inhalte eines Bauleitplans	24
2.3.3	Verfahrensschritte der Bauleitplanung	25
2.4	Anforderungen an eine Benutzungsschnittstelle einer GIS-Beteiligungsplattform	26
2.4.1	Die Beteiligten	27
2.4.2	Einflussfaktoren	27
2.4.3	Anforderungen aus dem BauGB	27
2.4.4	Anforderungen an die Darstellung von Bebauungsplänen	29
2.4.5	Funktionale Anforderungen an eine Benutzungsschnittstelle	30
2.5	Anwendungsszenarien	30
2.5.1	Planungsunterlagen einsehen	31
2.5.2	Stellungnahme abgeben	32
3	Analyse von GIS-Clients	35
3.1	Kriterien der Bewertung	35
3.1.1	Schnittstellen	35
3.1.2	Laufzeitumgebung	36
3.1.3	Darstellungsmöglichkeiten	37
3.1.4	Interaktionsfunktionalität	37

3.1.5	Die Möglichkeiten der Datenmanipulation	38
3.2	Untersuchung ausgewählter GIS-Clients	38
3.2.1	Google Earth	39
3.2.2	Google Maps	43
3.2.3	Openlayers	45
3.2.4	Alternative Clients	47
3.3	Bewertung	48
3.3.1	Google Earth	48
3.3.2	Google Maps	49
3.3.3	Openlayers	49
3.3.4	Alternative Clients	50
3.3.5	Ergebnisse der Clientanalyse	50
3.3.6	Auswirkungen auf die Softwarearchitektur	51
4	Design einer Softwarearchitektur	53
4.1	Beschreibung der Kernkomponenten einer Beteiligungsplattform	53
4.1.1	Content Management Dienste	54
4.1.2	Geodatendienste	62
4.1.3	Client Dienste	62
4.1.4	Weitere Dienste	62
4.2	Beschreibung der Infrastruktur	63
4.2.1	Geoserver WMS/WFS-Server	63
4.2.2	PostGIS-Datenbank	67
4.2.3	XWiki CMS	70
4.2.4	Openlayers	74
4.2.5	Systemüberblick	74
4.3	Prozessschritte der eines Beteiligungsvorgangs	75
4.3.1	Modellierung des Beteiligungsprozesses	75
4.3.2	Darstellung der Planzeichnung in einer Karte	76
4.3.3	Interaktion mit der Beteiligungsplattform	79
4.3.4	Programmorganisation	81
4.4	Definition eines geeigneten Datenmodells	81
4.4.1	Inhalte eines Beteiligungsvorgangs	82
4.4.2	Datenverwaltung der Geodaten	84
4.4.3	Datenverwaltung im XWiki-CMS	85
4.4.4	Strukturierung der Beteiligungsseiten	86
4.4.5	Ein applikationsübergreifendes Datenmodell	87
4.5	Design einer Softwarearchitektur	88
4.5.1	Das Openlayers Plugin für XWiki	89
4.5.2	Klassenmodellierung des interaktiven Beteiligungs-Plugins	91
4.5.3	Modellierung der Beteiligungsapplikation	92
4.5.4	Das Feature-Mapping	94
4.5.5	Definieren der Openlayers-Applikation	95
5	Prototypische Realisierung der Softwarearchitektur	97
5.1	Einrichtung der OGC Webservices	97
5.1.1	Verwendung von XPlanung als Datenschema	97
5.1.2	Konfiguration des Geoservers	98
5.1.3	Template-Gestaltung im Geoserver	99

5.2	Realisierung der Kartendarstellung	99
5.2.1	Openlayers-Integration in XWiki	100
5.2.2	Implementierung der Betrachtungskarte	101
5.2.3	Kartendarstellung und Informationsgewinnung	105
5.3	Implementierung der Bedienfunktionen	105
5.3.1	Realisierung der Programmabläufe	106
5.3.2	Implementierung der Referenzierungskarte	108
5.3.3	Erstellen eines Eingabetemplates	114
6	Zusammenfassung und Ausblick	119
6.1	Zusammenfassung	119
6.2	Fazit	120
6.3	Ausblick auf zukünftige Entwicklungen	121

1 Einführung

Diese Diplomarbeit befasst sich mit den Konzepten und Technologien, mit denen sich Benutzungsschnittstellen von GIS-Clienttechnologien in eine Beteiligungsplattform integrieren lassen. Mit Hilfe von GIS-Clients werden Benutzungsschnittstellen analysiert, mit denen sich eine Anbindung an eine exemplarisch zusammengestellte Beteiligungsumgebung der Bauleitplanung realisieren lässt. Durch die prototypische Implementierung dieser Anbindung erfolgt eine Demonstration der Fähigkeiten von Benutzungsschnittstellen im Umgang mit interaktiven Karten.

Zu Beginn wird in diesem Kapitel über die Motivation und die Ziele der Arbeit aufgeklärt, sowie die Struktur dieser Arbeit beschrieben.

1.1 Motivation

Die Öffentlichkeitsbeteiligung kämpft häufig mit dem Problem mangelnder Beteiligung. Dies mag einerseits aus Desinteresse an der Materie zu begründen sein, andererseits kann sich das Unterhaltungsfernsehen nicht über mangelnde Teilnahme an Umfragen zum „besten Sportler“ oder „schönstem Volkslied“ beklagen. Um das Engagement der Beteiligung an öffentlichen Entscheidungsprozessen zu bestärken, sind neue Wege zu bestreiten. Administrative Prozesse, übermäßige Bürokratie und lange Dienstwege wirken dem jedoch entgegen. Über die Möglichkeiten des Internets ist der Aufbau eines direkten Drahtes zur Bevölkerung vorhanden. In zahlreichen Ansätzen wird auf nationaler und internationaler Ebene über die technischen Lösungswege debattiert, um das *Electronic Government* in allen Verwaltungsbereichen zu verwirklichen. Datenmanagement, Kostenfaktoren und Prozessmodellierungen stellen sich dabei als wichtige Themen heraus. Die Bereitstellung von Benutzungsschnittstellen hingegen, welche für eine verstärkte Beteiligung sorgen sollen, werden nicht ausreichend diskutiert. Aufgrund der enormen Kosten, die eine Entwicklung einer Benutzungsschnittstelle (User Interface) mit sich bringt, sind Behörden und Verwaltungen nicht primär für bessere Lösungen zu gewinnen. Dabei existieren bereits eine Reihe von kostenfrei verfügbaren Benutzungsschnittstellen, deren Integration in bereits existierende Beteiligungsplattformen möglich ist. In der Bauleitplanung kann auf den Einsatz populärer Technologien zurückgegriffen werden, die eine neue Nutzerschaft zur Teilnahme an Beteiligungsprozessen bewegen kann. Durch die Verbreitung von Applikationen wie GOOGLE EARTH und GOOGLE MAPS, mit denen eine leicht bedienbare Oberfläche zur Betrachtung von Kartenmaterial und Satellitenbildern geschaffen wurde, ist in der Bevölkerung ein neuartiger Zugang zu geografischen Inhalten bereitgestellt worden. Die Verwendung dieser oder ähnlicher Konzepte in einer Beteiligungsplattform, könnte in der Bevölkerung den Anreiz zu gesteigerter Teilnahme geben. Es stellt sich dann jedoch die Frage, in wieweit diese Technologien den Anforderungen der Bauleitplanung gewachsen sind. Und: Wie lassen sich neuartige Konzepte als Benutzungsschnittstellen realisieren?

1 Einführung

Speziell in der Bauleitplanung wird auf *Geografische Informationssysteme* (GIS) zurückgegriffen. Sie werden für die Erstellung von Bauleitplänen, deren Verbreitung und Bereitstellung eingesetzt. Durch den Einsatz des standardisierten Datenformats *XPlanung* ist die Voraussetzung geschaffen worden, einen verlustfreien Datentransfer zwischen GIS-Systemen zu gewährleisten. *XPlanung* basiert auf den standardisierten Schnittstellen des OPENGEOSPATIAL CONSORTIUM, das auch die Spezifikation von webbasierten Geodaten-diensten veröffentlicht hat, die in Geodateninfrastrukturen (GDI) Einsatz finden. Eine Beteiligungsplattform der Bauleitplanung bedient sich dieser Schnittstellen zur Verwaltung und Bereitstellung der geografischen Inhalte. Mit dieser technischen Grundlage und den Anforderungen, die auf eine breite öffentliche Nutzung der Beteiligungsplattform abzielen, sind die Rahmenbedingungen ansatzweise definiert. Die Verwendung interaktiver Kartenapplikationen, mit denen Beteiligungen durchgeführt werden können, ist mit der Integration an vorhandene GIS-Serversysteme, unter Verwendung der gebotenen Schnittstellen, verbunden. Auf der Client-Seite existiert eine Bandbreite von hochspeziellen GIS-Technologien bis hin zu einfachen Programmen zur Kartenbetrachtung. Einige dieser Anwendungen unterstützen Interaktionsfunktionalitäten, um einem geografischen Bezugsobjekt Sachdaten beifügen zu können. Die Suche nach einer geeigneten Benutzungsschnittstelle von GIS-Clients, mit denen ein einfacher Umgang mit geografischen Karten möglich ist und die Interaktionsfunktionalität ohne spezielles Training nutzbar ist, gestaltet sich als Herausforderung, die in dieser Diplomarbeit beleuchtet wird. Des Weiteren wird eine darstellungsgetreue Wiedergabe des Kartenmaterials von Bebauungsplänen erwartet. Die dadurch erforderliche Unterstützung von OGC-basierten Schnittstellen schränkt die Suche nach einer geeigneten Technologie weiter ein. Dennoch existiert ein Spektrum an GIS-basierten Clienttechnologien, über die in dieser Diplomarbeit ein Überblick gegeben wird. Aus ihnen werden die Qualitäten für einen Einsatz in der Beteiligungsplattform abgeleitet.

Eine Sicht auf die zugrunde liegenden Daten der Beteiligung in der Bauleitplanung verdeutlicht, dass der Einsatz einer rein auf die geografischen Bedürfnisse ausgerichtete Technologie nicht ausreicht. Die Verwendung einer Beteiligungsplattform, welche die Grundfunktionen der (textbasierten) Beteiligung bietet, ist insofern erforderlich. Um die geografischen Inhalte ohne Verlust ihrer Datenstruktur an eine Beteiligungsplattform anzubinden, ist eine Integration der interaktiven GIS-Clients an diese Plattform notwendig. Durch sie können die Fähigkeiten einer GIS-basierten Benutzungsschnittstelle in Beteiligungsumgebungen der Bauleitplanung genutzt werden.

1.2 Ziel der Arbeit

Diese Diplomarbeit befasst sich mit der Integration einer GIS-basierten Benutzungsschnittstelle in eine Beteiligungsplattform und definiert folgende Eckpunkte zur Zielsetzung:

1. Definition der Rahmenbedingungen, welche aus den gesetzlichen und technischen Vorgaben an die Beteiligungsplattform resultieren.
2. Vorstellung und Analyse einer Auswahl von GIS-Clients, die auf ihre interaktiven Fähigkeiten hin untersucht werden. Es werden dabei unterstützte Schnittstellen und Bedienkonzepte herausgearbeitet und ausgewertet.
3. Mit einem ausgewählten Client wird eine Anbindung an eine exemplarisch aufgebaute Beteiligungsplattform definiert. Aus dieser Integration geht die Entwicklung einer

Softwarearchitektur hervor.

4. Die Implementierung der Softwarearchitektur zur Nutzung einer funktionsfähigen GIS-basierten Beteiligungsschnittstelle in einer Teilnehmungsplattform steht am Ende der Arbeit.

Zur Erreichung dieser Ziele werden die benötigten technischen Grundlagen herausgearbeitet. Diese beziehen sich auf die Eigenschaften von Softwarekomponenten offener Geografischer Informationssysteme, ihrer Schnittstellen, dargebotenen Dienste, sowie Formate. Als weitere Komponente spielen die Content Management Systeme zum Aufbau einer prototypischen Teilnehmungsinfrastruktur eine weitere entscheidende Rolle. Schnittstellenbeschreibungen, APIs und Softwarearchitekturen der einzelnen verwendeten Komponenten werden detailliert erarbeitet. Sie dienen als Grundlage für die Entwicklung einer Softwarearchitektur für die Integration einer Benutzungsschnittstelle in eine Teilnehmungsgebung.

1.3 Struktur der Arbeit

Die Struktur dieser Arbeit erstreckt sich über 6 Kapitel. Nach einer Einführung in das Thema (Kapitel 1), worin die Zielsetzung der Arbeit definiert ist, erfolgt ein Überblick über die Aspekte der GIS-Unterstützung in der Bauleitplanung (Kapitel 2). Hier werden die technischen Grundlagen zu Geografischen Informationssystemen vorgestellt und auf die Rahmenbedingungen der Bauleitplanung eingegangen. Sowohl technische Aspekte, die aus der Verwendung des vorgegebenen Datenaustauschformats *XPlanung* (Kapitel 2.2.4) gegeben sind, sowie die rechtlichen Vorgaben des Baugesetzbuches (Kapitel 2.3.3) werden erörtert, um entsprechende Anforderungen daraus abzuleiten (Kapitel 2.4.5). Die Definition von Anwendungsszenarien erfolgt in Kapitel 2.5.2.

Das Kapitel 3 befasst sich mit der Analyse von GIS-Clients, die als interaktive Benutzungsschnittstellen in einer Teilnehmungsplattform eingesetzt werden sollen. Hier werden zuerst Kriterien definiert, nach denen die Analyse und Bewertung der Technologien erfolgen sollen (Kapitel 3.1.5). Danach werden die Technologien im Einzelnen präsentiert und auf ihre Eigenschaften hin analysiert (Kapitel 3.2.4). Der Abschluss des Kapitels resultiert in der Bewertung der Clients (Kapitel 3.3.6), wobei eine Auswahl für die weitere Verwendung in einer Teilnehmungsgebung getroffen wird.

Mit dem in Kapitel 3.3.6 ermittelten Client wird eine Softwarearchitektur entworfen (Kapitel 4). Zu diesem Zweck werden zuerst die Kernkomponenten, aus denen sich eine Teilnehmungsinfrastruktur zusammensetzt, ermittelt (Kapitel 4.1.4). Im Anschluss erfolgt eine Definition der Infrastruktur zum Aufbau einer prototypischen Teilnehmungsplattform (Kapitel 4.2.5), an der die Integration der GIS-basierten Clienttechnologie durchgeführt werden soll. Die Abbildung des Programmablaufs ist in Kapitel 4.3.4 vorgegeben. Mit dem in Kapitel 4.4.5 behandeltem Datenmodell wird die Softwarearchitektur (Kapitel 4.5.5) vorgenommen. Darin wird über die vorhandenen Schnittstellen eine Anbindung des GIS-Clients an die Teilnehmungsplattform beschrieben.

Eine Implementierung der Softwarearchitektur wird in Kapitel 5 durchgeführt. Es wird dabei zunächst auf die Bereitstellung der Daten und der Teilnehmungsgebung eingegangen (Kapitel 5.1.3). Die Konfiguration des GEOSERVERS für die Verwendung in der interaktiven Teilnehmungsplattform ist zentraler Punkt dieses Abschnitts. Die Implementierung der

1 Einführung

Anbindung ist unterteilt in die Implementierung der Karte für die Darstellung von Bebauungsplänen (Kapitel 5.2.3) und die interaktive Karte zur Abgabe von Stellungnahmen (Kapitel 5.3.3).

Die Ergebnisse der Arbeit sind in Kapitel 6 abschließend zusammengefasst. Ein Ausblick auf zukünftige Entwicklungen und Trends (Kapitel 6.3) bildet den Abschluss der Arbeit.

1.4 Konventionen

Die Verwendung von Fachbegriffen, Eigennamen, Codebeispielen und Produkten wird in dieser Arbeit durch spezielle Formatierung hervorgehoben. GROSSSCHRIFT wird für Produktnamen und Bezeichnung von Organisationen verwendet. Für Codebeispiele dient eine Darstellung in nichtproportionaler Schreibmaschinenschrift. Fachbegriffe und hervorzuhebende Wörter werden *kursiv* dargestellt. Für Eigennamen von in der Arbeit definierten Elementen ist eine *geneigte* Schriftart vorgesehen. **Fett** hervorgehobene Begriffe dienen der Übersichtlichkeit, insbesondere bei Aufzählungen oder Tabellen.

In der Bauleitplanung ist die Verwendung einiger Grundbegriffe geläufig. Um die Lesbarkeit des Textes zu steigern, werden Synonyme für diese Begriffe eingeführt. In folgender Tabelle sind die Grundbegriffe mit den jeweiligen alternativ verwendeten Begriffen aufgeführt:

Grundbegriff	Synonyme
Stellungnahme	Einwand, Belang
Beteiligter	Planungsteilnehmer, Partizipant
Beteiligungsplattform	Beteiligungsumgebung, Partizipationsplattform

1.5 Danksagung

Mit dieser Arbeit sind viele Ideen verbunden, die im Laufe des Projekts zu neuen Erkenntnissen und interessanten Diskussionen führten. An dieser Stelle danke ich allen, die Interesse an dieser Arbeit gezeigt haben. Herrn Prof. Dr. Joachim W. Schmidt vom Arbeitsbereich Softwaresysteme der TU-Harburg danke ich für die Betreuung und unterstützende Begleitung dieser Arbeit. Dank gilt auch Herrn Prof. Dr. Ralf Möller vom selben Institut für projektspezifische Anregungen, sowie die Zweitbetreuung dieser Arbeit. Ich bedanke mich besonders bei Herrn Olaf Bauer, Arbeitsbereich Softwaresysteme der TU-Harburg, für die Unterstützung, Motivation und Beantwortung technischer, sowie fachlicher Fragen. Weiterer Dank geht an Herrn Dr. Kai-Uwe Krause, Landesamt für Geoinformation und Vermessung Hamburg, für die Erörterung planerischer Problemstellungen, sowie die Bereitstellung der Testdaten.

Durch die aktiven Open-Source-Communities der Softwareprojekte OPENLAYERS, XWIKI, GEOSERVER und POSTGIS, konnten durch Mailing-Listen und Dokumentationen jederzeit technische Fragestellungen beantwortet werden. Diesen Projekten wünsche ich weiterhin viel Erfolg und Beachtung.

2 Aspekte der GIS-Unterstützung in der Bauleitplanung

Geografische Informationssysteme werden in verschiedenen Umgebungen zu unterschiedlichen Planungsstadien in der Bauleitplanung genutzt und benötigt. Von der Erstellung eines Bebauungsplanes über die behördlichen Verwaltungstätigkeiten zur Flächennutzung bis hin zu den in dieser Arbeit beschriebenen Prozessen der partizipativen Bauleitplanung ist die Verwendung der digitalen Informationstechnik mit allen damit verbundenen Vor- und Nachteilen vorgesehen. Durch die Umsetzung europäischer und nationaler EGovernment-Richtlinien, auch im Hinblick auf den demokratischen Austausch mit der Bevölkerung, findet dieser Prozess weiteren Antrieb. In Bezug auf eine in der Bauleitplanung verwendbare Benutzungsschnittstelle zur Durchführung von E-Partizipationen ist die Berücksichtigung aktueller Standards, verwendeter GIS-Datenformate und behördlicher Vorgehensweisen die Voraussetzung zur Schaffung zukünftiger Beteiligungsportale. Ein Überblick über die genannten Eigenschaften wird in diesem Kapitel gegeben, um aus ihnen Anforderungen für eine Benutzungsschnittstelle der partizipativen Bauleitplanung zu gewinnen.

2.1 Eigenschaften eines webbasierten Geografischen Informationssystems

Geografische Informationen werden durch Geografische Informationssysteme erzeugt und verwaltet. Die Eigenschaft, dass eine Information um eine geografische Komponente, häufig in Form von geografischen Koordinaten oder Koordinatenmengen, erweitert wird, macht sie zu einer geografischen Information. Diverse Spezialapplikationen befassen sich mit der Verarbeitung und Visualisierung geografischer Daten und sind in der Lage, Karten oder Auswertungen mit ihnen durchzuführen. Eine Untermenge dieser Geografischen Informationssysteme, die im nächsten Unterabschnitt genauer beschrieben werden, bilden die *webbasierten GI-Systeme*. Sie unterscheiden sich von den monolithischen Systemen darin, dass sie für ihre Funktionen Netzwerktechnologien verwenden zum Zugriff auf Internet-/Intranetnetze. Der Zugriff auf die geografischen Daten erfolgt über definierte Schnittstellen auf verteilte Ressourcen, die miteinander vernetzt sind. Die GIS-Funktionalität wird über Client/Server-Strukturen realisiert, bei denen die Server zumeist die Datenaufbereitung durchführen und die Clients mit einer visuellen Ausgabe für den Anwender betraut sind. Stellt die Anwendung kartografische Informationen bereit, so wird von *Web-Kartografie* gesprochen. Es wird dabei zwischen der statischen Web-Kartografie und interaktiven Anwendungen unterschieden [Mit08]. Durch Bereitstellung von Funktionen zur Interaktion von Benutzern mit Kartenmaterial, wird die Anwendung *interaktiv*. Statische Karten hingegen verfügen nicht über solche interaktive Fähigkeiten, sondern werden dem Anwender nur zur Ansicht übermittelt.

2 Aspekte der GIS-Unterstützung in der Bauleitplanung

Die Anwendungsgebiete lassen sich grob in vier Kategorien gliedern [Kor08]. Als **einfache Auskunftssysteme** werden interaktive Karten zu unterschiedlichen Themen in Internetbrowsern präsentiert. Das Ergebnis bei der Abfrage von Sachdaten kann dabei durch Überlagerung auf der Karte dargestellt werden. Für einen eingeschränkten Personenkreis sind **spezialisierte georeferenzierte Auskunftssysteme** konzipiert. Durch Bereitstellung zusätzlicher Dienste mittels dynamischer Systeme werden spezielle Anforderungen abgedeckt. So gehört die Datenanalyse oder eine Adresssuche zu dieser Art von georeferenzierten Auskunftssystemen. Auf eine zentrale Ressource greifen **internetbasierte Geoinformatik-Clients** zu. Mit ihnen lassen sich komplexere Analysen auf Geodaten vornehmen, weshalb zur Nutzung eine Schulung oder Anwendungsbetreuung erforderlich sein kann. Zur letzten Kategorie der **Geodatenportale** zählen solche Internetanwendungen, die dem Verkauf oder der Bereitstellung großer Geodatenmengen gewidmet sind. Über Geodatenserver beziehen die Geodatenportale ihre Informationen, die beispielsweise als Geoscoreing-Dienstleistungen angeboten werden können.

Im Ablauf erfolgt die webbasierte GIS-Anwendung gemäß dem Client-/Server-Schema, veranschaulicht in Abb. 2.1.

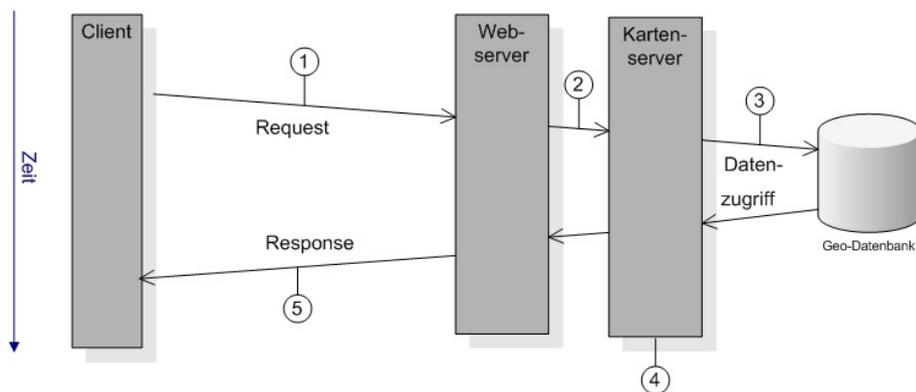


Abbildung 2.1: Kommunikation einer webbasierten GIS-Anwendung

1. Beim Aufruf von Kartendaten wird ein Request vom Client an den Server übermittelt
2. Ein Webserver verarbeitet den Request und reicht diesen an den Kartenserver weiter
3. Der Kartenserver holt sich die benötigten Daten aus einem Geodatenserver oder Geodatenbank
4. Die empfangenen Daten werden zu einer Karte aufbereitet
5. Die fertiggestellte Kartengrafik wird über den Webserver an den Client übermittelt

Die Verwendung von offenen Webschnittstellen hat den Aufbau und die Verbreitung webbasierter GIS-Infrastrukturen vorangetrieben. Der Zugriff auf solche Schnittstellen ist applikationsübergreifend unter Verwendung unterschiedlicher Client-Software möglich, sofern sie die offenen Schnittstellen unterstützt. Anbieter geografischer Daten, die diese zu Forschungszwecken oder zur allgemeinen Nutzung bereitstellen, verwenden zur Publikation offen spezifizierte Webdienste. Die Nutzung ist von jedem internetfähigen Computer oder mobilen Client möglich und auf Nutzerseite mit geringen oder gar keinen Lizenzkosten verbunden. Im Gegensatz zu Desktop-GIS-Applikationen können Internet-GIS-Anwendungen eine sehr große Nutzerzahl erreichen [Kor08]. Werden jedoch Spezialanwendungen nötig, die seither als Desktopapplikationen vertrieben werden, eignen sich browserbasierte Clients

nur eingeschränkt. Nur durch die Verwendung von Plugins oder durch Integration spezieller Lösungen lassen sich komplexe Funktionalitäten realisieren [Kor08].

2.1.1 Merkmale eines Geografischen Informationssystems

Seit den 80er Jahren schreitet die Entwicklung von GI-Systemen stetig voran. Während in den frühen Jahren Spezialsoftware entwickelt wurde, deren Ziel die Lösung eines konkreten (geografischen) Problems darstellte, dem mittels mathematischer Berechnungen beizukommen ist, geht heute der Trend zu webbasierten Systemen, die eine Vielzahl von geografischen Diensten zur Verfügung stellen. Grundlegend für alle Geografischen Informationssysteme sind ihre Konzentration auf geografische Daten (Geodaten). Die Systeme arbeiten mit *georeferenzierten* Daten und stellen eine Reihe von Methoden und Schnittstellen bereit, um geografische Ausgaben zu erzeugen.

Ein geografisches Informationssystem setzt sich aus vier Schichten zusammen [She08, S.577]:

1. **Human interaction services**
2. **User processing service**
3. **Shared Processing services**
4. **Model/Information management services**

Schicht 1, der **Human Interaction Service**, ist die Benutzungsschnittstelle zum Gesamtsystem. Über diese steuert ein Benutzer das Programm, setzt Befehle ab und erhält eine Ausgabe. Der **User processing Service**, sowie auch der **Shared Processing Service** sorgen für die Verarbeitung der Eingaben, je nachdem, ob Benutzerbefehle verarbeitet werden oder interne Routinen aufgerufen wurden, die den Zugriff auf andere Komponenten beinhalten. Die Verarbeitung und Aufbereitung der Geo-Rohdaten aus dem Datenspeicher erfolgt durch Schicht 4, der **Model and Information management services**.

Die Verwaltung und Bereitstellung von geografischen Informationen ist eine der Hauptaufgaben von Geografischen Informationssystemen. Durch die Beschränkung der Speichermedien kann immer nur eine begrenzte Anzahl an Datenpunkten gesammelt werden. Dennoch können Daten in zusammengesetzten Ausdrücken zusammengefasst werden: in Form von Linien, Polygonen oder Räumen. Um geschlossene zusammenhängende Bereiche erfassen zu können, müssen diese diskretisiert werden. Sie werden dann in Form einer Matrix gespeichert, bei der die Daten für jeden Pixel einen Wert zwischen 0 und 255 zugeordnet bekommen. Die Bedeutung des zugeordneten Wertes ist abhängig von der jeweiligen Anwendung und kann dementsprechend vom Nutzer vergeben werden. Die so erzeugten Rasterdaten können als Bilddaten dargestellt werden. Die Auflösung eines Pixels kann von Quadratzentimetern bis zu mehreren Quadratkilometern variieren. Es wird zwischen zwei Arten von Rasterdaten unterschieden: Bilddaten und Thematische Daten. Die Thematischen Daten können Messwerte wie Temperaturverteilung oder Vegetation darstellen, während die Bilddaten Luft- oder Satellitenaufnahmen wiedergeben. [She08, S.949f]

Zum Abbilden von Objekten aus der realen Welt werden *geografische Features* verwendet. Die Objekte werden durch geometrische Vektordaten, wie Punkte, Linien oder Polygone repräsentiert, deren Abgrenzungen in Form von geografischen Koordinatenmengen angegeben werden. Die Gesamtheit von Vektordaten und Sachdaten, die das Objekt

beschreiben, bilden ein Feature. Jedes Feature hat einen FeatureType, der das Schema festlegt, wie die Inhalte eines Features auszusehen haben.

Geografische Informationssysteme wurden entwickelt, um die Verwaltung dieser Daten zu übernehmen und Berechnungen mit ihnen durchzuführen. Die Erstellung von Kartengrafiken wird mit GI-Systemen ermöglicht, ebenso wie Routenberechnungen oder das Zusammenführen mehrerer Datenquellen.

2.1.2 Arten von GIS Clients

GIS-Clients werden in zwei Kategorien unterteilt:

1. **Webclients**
2. **Desktopclients**

Desktopclients werden über Installationsroutinen auf Computern installiert und in die jeweilige Umgebung des Betriebssystems eingepasst. Ausgeführt werden Desktopclients als autonomes Programm über die installierten Binärprogramme. Über Web-Schnittstellen greifen diese Programme auf Geodatendienste im Netz zu, die den Bestand an raumbasierten Daten- und Kartenmaterial bereithalten. In seltenen Fällen wird der Datenbestand zusammen mit dem Desktopclient auf dem Computer installiert. Als weit verbreitete Beispiele sind die kostenfreien Programme **GOOGLE EARTH** und **NASA WORLDWIND** zu nennen, die als Planetenbrowser das Kartenmaterial in Form eines virtuellen Globus aufbereiten. Aber auch professionelle GIS-Tools wie **ARCGIS**¹, die zum Erstellen eigener geografischer Daten eingesetzt werden, zählen zu den Desktopclients.

Webclients hingegen werden in einem gängigen Internetbrowser ausgeführt und bedürfen keiner eigenständigen Installation. Je nach verwendeter Technologie sind jedoch Browserplugins erforderlich, damit die Applikation im Browserfenster ausgeführt werden kann. Geladen wird die Anwendung über das Internet von Servern, die diese bereitstellen. Stadtplandienste wie **GOOGLE MAPS**, **YAHOO MAPS** oder **MAP24.DE** stellen ihre Kartenapplikation im Internet zur Verfügung. Über interaktive Oberflächen sind Dateneingaben möglich. Durch die Integration mit anderen webbasierten Applikationen (z.B. Bilderdienste) lassen sich diese Systeme im Funktionsumfang erweitern.

2.1.3 GIS-Clients als Interaktionsclients

In webbasierten GI-Systemen erfolgt der Zugriff auf geografische Dienste über Clients. Die grundlegenden Technologien der Clients unterscheiden sich in der Art und Weise des Programmaufbaus, aber auch in dem Funktionsumfang, den sie mit sich bringen. Als gemeinsame Eigenschaft verfügen alle Clients über eine Kartenansicht und über Bedienelemente, um die Ansicht zu steuern. Zoomfunktionen zum Ändern des sichtbaren Ausschnitts einer Karte und Steuerungsfunktionen zur Navigation über die Karte sind bei allen Clienttypen vorhanden. Erweiterter Funktionsumfang wie Kartenrotation, einblenden diverser zusätzlicher Kartenlayer oder die Steuerung über „Drag 'n Drop“ mit der Maus sind hingegen nicht in allen Clients möglich.

¹<http://www.esri.com>

2.1 Eigenschaften eines webbasierten Geografischen Informationssystems

Eine weitere wichtige Rolle spielt die Darstellung von Informationen in Karten. Durch Auswahl von Elementen auf Karten oder anderweitig wählbare Menüpunkte, können kartenbasierte Informationen aufgerufen werden, die dann auf der Karte sichtbar hervorgehoben werden. Texteinblendungen, Popups oder Textfelder außerhalb des Kartenfensters können zur Informationshervorhebung genutzt werden. Dieser Funktionsumfang findet u.a. Verwendung in *Location Based Services*, um auf mobilen Endgeräten standortrelevante Informationen („alle Hotels im Umkreis von 2 km“) zu erhalten.

Bisher wurde nur die Möglichkeit, Informationen zu beziehen („Pull“) betrachtet. Das Bereitstellen eigener Informationen und die Option, diese interaktiv in Karten darzustellen, muss noch beleuchtet werden.

Als erstes muss eine Möglichkeit der Informationseingabe bereitgestellt werden. Die Verwendung von Kartenapplikationen als Interaktionsclient ergibt nur Sinn, wenn die eingestellten Informationen einen georeferenzierten Bezug haben. Das bedeutet, georeferenzierte Raumdaten, verknüpft mit Sachdaten, eignen sich als Datenstruktur, die über eine Kartenapplikation publiziert werden kann. In HTML definierte Eingabefelder sind eine Option, Sachdaten einzugeben. Eine textbasierte Erzeugung räumlicher Datenstrukturen ist jedoch ein komplexes Unterfangen, sofern es sich nicht um Adressdaten handelt, aus denen Geodaten extrahiert werden können. Eine bessere Alternative, Georeferenzen zu erzeugen bietet eine Kartenapplikation. Über eine Benutzungsoberfläche werden Werkzeuge gestellt, die als Zeichentools auf einer angezeigten Karte verwendet werden können. Das Einzeichnen von Punkten, Markieren von Kartenelementen oder Verbinden von zwei Ortskoordinaten mittels einer Linie kann mit einer solchen interaktiven Kartenapplikation realisiert werden. Nach Erstellen der georeferenzierten Inhalte muss ein geeigneter Weg der Speicherung oder, im Falle einer webbasierten Applikation, der Übertragung dieser Inhalte zu einem Server gefunden werden. Webbasierte Clients verfügen über die gängigen HTTP-Methoden, Informationen an einen Server zu übermitteln. Diverse geografische Datenformate sind in der Lage, mit Sachdaten verknüpfte georeferenzierte Geometrien in Form von *Features* zu speichern. Ebenso existieren konventionelle Formen und kontextbezogene Standards der Datenvermittlung von *Features* über Netze. Applikationsübergreifende Standards zur Datenspeicherung und Kommunikation hat das OPENGEOSPATIAL CONSORTIUM (OGC) hervorgebracht, welche im folgenden Abschnitt vorgestellt werden.

2.1.4 Die OGC Standards

An der Entwicklung geografischer Datenverarbeitungssysteme und dem Entstehen geografischer Informationssysteme sind viele Firmen beteiligt, die jeweils ihre eigenen Lösungen am Markt präsentieren. Diverse Raumformate und Schnittstellen sind auf diese Weise entstanden, deren Zugang und Nutzung für Softwareanwendungen unterschiedlicher Hersteller durch die jeweiligen Urheberrechte stark eingeschränkt, sofern überhaupt möglich, ist. Aufgrund neuer Anforderungen, den Datenaustausch auch zwischen proprietären Anwendungen zu ermöglichen, mussten Standards und Schnittstellenspezifikationen geschaffen werden [She08]. Der freiwillige Zusammenschluss mehrerer Firmen, Organisationen und öffentlicher Einrichtungen zum OPENGEOSPATIAL CONSORTIUM (OGC) im Jahre 1994 war der erste große Schritt zur Vereinheitlichung der Formate [OGC08]. Um die Interoperabilität über verfügbare oder neu entwickelte raumbezogene Informationstechnologien zu gewährleisten, setzt sich das OGC ein. Als definiertes Ziel soll der Informationsaustausch über raumbezogene Dienste plattform- und technologieunabhängig möglich und offen zu-

gänglich sein. Geofunktionalität soll Einzug in anderweitige Technologien finden, um neue Märkte zu schaffen [OGC08].

Dem OGC gehören mittlerweile über 300 Organisationen an [OGC08], die an den fortwährenden, selbstdefinierten Normierungsprozessen mitwirken können, aus denen dann OGC-zertifizierte Spezifikationen hervorgehen. Diese Spezifikationen werden veröffentlicht und für die Allgemeinheit verfügbar gemacht, die ihren eigenen Nutzen aus den Standards ziehen können und somit für die Verbreitung der Standards sorgen.

Zu den verabschiedeten Standards gehören die *OGC Web Services (OWS)*. Sie definieren den allgemeinen Aufbau Raumdaten verarbeitender *Service Oriented Architectures (SOA)*. Fünf Konzepte gelten als Richtlinie für OWS-Architekturen [She08]:

1. Dienstkomponenten werden in mehreren Schichten zusammengefasst. Alle Komponenten stellen Dienste für Clients und/oder andere Komponenten zur Verfügung. Es wird von vier Schichten ausgegangen, wobei nicht benötigte Schichten übergangen werden können.
2. Die Dienste geben nutzerspezifische Daten zurück. Sie müssen selbsterklärend sein, dynamische (*just-in-time*) Verbindungen unterstützen und dürfen im Verbund mit anderen Diensten betrieben werden (gemäß ISO19119, Abs. 7.3.5)
3. Die Dienstkommunikation erfolgt über offene Internet-Standards. Es werden die gängigen Implementierungen für HTTP, WWW, SOAP zur Kommunikation und XML zur Datencodierung verwendet.
4. Die Dienstschnittstellen verwenden offene Standards und sind einfach gehalten. Jeder Dienst verfügt über eine geringe Anzahl von zustandslosen Befehlen. Die Datenausgabe erfolgt über offene, XML-basierte Schemata.
5. Server- und Clientimplementierungen unterliegen keiner Beschränkung. Die Architekturbeschreibung ist hardware- und softwareunabhängig gehalten, so dass Implementierungen frei vorgenommen werden können.

Die Webdienste *Web Feature Service*, *Web Map Service* wurden gemäß der o.g. Richtlinien spezifiziert. Als Datenaustauschformat verwenden die Dienste die vom OGC spezifizierte *Geometry Markup Language (GML)*.

2.1.5 Die Geometry Markup Language (GML)

Das vom OPENGEOSPATIAL CONSORTIUM spezifizierte Datenformat GML wurde entwickelt, um ein offenes, allgemeingültiges Austauschformat zu schaffen, das zum Datentransport und zur Speicherung von geografischen Informationen eingesetzt werden kann [OGC07]. GML ist eine ISO-zertifizierte XML-Grammatik und ermöglicht die Darstellung und Speicherung geografischer Objekte und Inhalte. Gegenüber Binärformaten ist GML einfacher manuell zu verarbeiten, da es aufgrund des Textformats auch für Menschen lesbar ist [Dav07]. Das wirkt sich insbesondere nachteilig auf die Dateigröße aus, weshalb Filterungen oder Komprimierungen beim Datentransfer sinnvoll sind. GML trennt strikt zwischen Daten und ihrer Darstellung [She08]. Die Darstellung von in GML definierten Daten erfolgt über separate Style-Anweisungen, die in Form von *Styled Vector Graphics (SVG)* für darstellende Dienste angegeben werden. Grundlegend für eine GML-Instanz ist das dazugehörige XML-Anwendungsschema, das die Anwendung beschreibt [Mit08]. Gemäß

ISO19101:2002 ist ein Anwendungsschema ein konzeptionelles Schema, das von einer oder mehreren Anwendungen benötigt wird. Es wird abgeleitet von dem GML-Basischema², das die elementaren Grundstrukturen in einer abstrakten Klassendefinition spezifiziert. Dabei bilden GML-Objekte Hierarchien als *Features*, *Collections* und *Geometries*. Sie entsprechen *Real-World-Entitäten* und sind durch ihre Eigenschaften und Zustände definiert [She08]. GML 1.0 bediente sich dem *Resource Description Framework (RDF)*³ zur Definition der elementaren Datentypen (*Strings*, *Numbers*) und geometrischer Attribute (*Points*, *Linestrings*) in Form von Tripeln. Die Beziehungen in der Gestalt von RDF-typischen Subjekt-, Prädikat- und Objektstrukturen darzustellen, erwies sich als nachteilig für die benötigte Flexibilität [She08, S.364]. Das 2001 veröffentlichte GML 2.0 wurde mit drei in XML-Schema definierten Basis-Schemata ausgestattet (*Geometry*, *Feature* und *XLink*), die sich in Anwendungen durch Namensraumunterstützung und Erweiterung des Schemas in ein Applikationsschema einsetzen ließen. In GML 3.0, das vom OGC 2003 veröffentlicht wurde, erfuhr das GML-Schema Erweiterungen bezüglich der Basis-Schemata. So wurden neben anderen Ergänzungen temporale Referenzsysteme und 3-D-unterstützende Datentypen hinzugefügt [She08]. Die Klassenhierarchie elementarer Basisklassen aus dem GML-Schema wird in Abbildung 2.2 verdeutlicht.

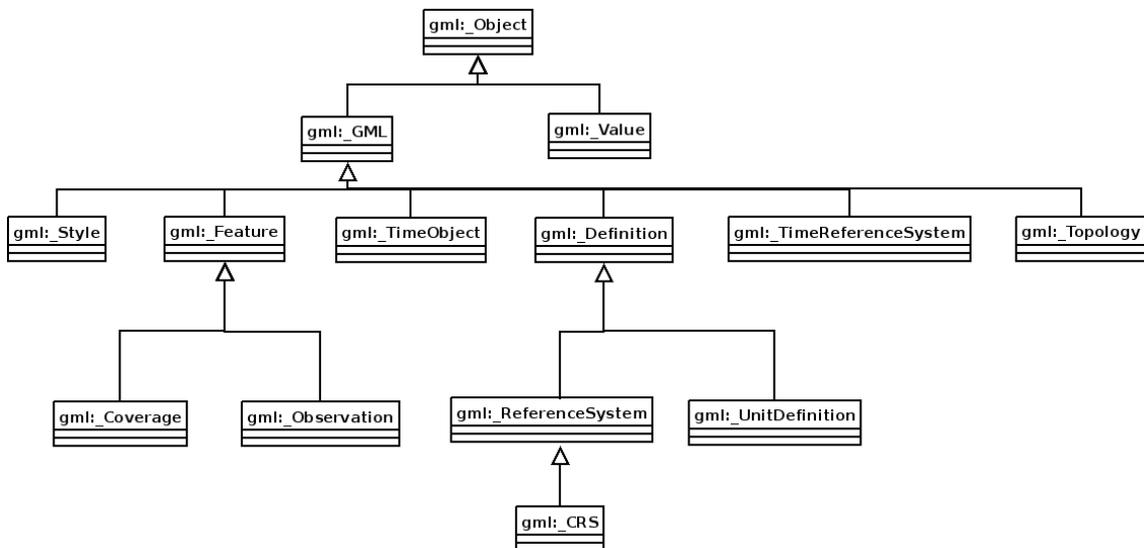


Abbildung 2.2: GML-Klassenhierarchie (Ausschnitt) nach [She08]

2.1.6 Der Web Map Service (WMS)

Der vom OGC spezifizierte Web Map Service ist ein Geodatenserver, der Kartendaten verwaltet und ausgibt. Über eine offene, standardisierte Webschnittstelle, die den Vorgaben des *OWS* entspricht, sind die WMS-Dienste für Clients erreichbar. Vom Server werden Requests entgegengenommen, bearbeitet und eine Ausgabe an den Client zurückgegeben. Die dabei unterstützten Requests sind [Mit08]:

1. GetCapabilities
2. GetMap

²<http://schemas.opengis.net/gml/3.2.1/>

³<http://www.w3.org/RDF>

3. `GetFeatureInfo`
4. `GetLegendGraphic`
5. `DescribeLayer`
6. `GetStyles`
7. `PutStyles`

Die letzten drei Requesttypen sind optional und werden nicht von jeder WMS-Server-Implementierung unterstützt. Sie beziehen sich auf die Abfrage von Styleinformationen und werden an dieser Stelle nicht ausführlicher behandelt. Über den `GetCapabilities`-Request erhält ein anfragender Client Auskunft über die Fähigkeiten des WMS. Dem Client wird ein XML-Dokument, das *Capabilities*-Dokument, zurückgegeben. Ein *Capabilities*-Dokument setzt sich aus zwei Teilen zusammen [Mit08]: In der *Service*-Sektion werden Informationen über den WMS-Server aufgelistet. Betreiberinformationen, Adressen und Copyrightdaten sind in hier hinterlegt. Der *Capabilities*-Abschnitt ist wiederum unterteilt in die Abschnitte *Request* und *Layer*. *Request* enthält eine Liste der unterstützten Datenformate (MIME-Types) und Projektionen. Dazu wird die URL veröffentlicht, über welche die angesprochenen Dienste erreichbar sind. Im *Layer*-Block sind die Namen der abfragbaren Ebenen (Layer) verzeichnet. Alle vom WMS verwalteten Datenbestände sind hier aufgelistet, mit einem Maßstabbereich versehen, innerhalb dessen Grenzen sie dargestellt werden. Datenebenen können ineinander verschachtelt sein, wobei eine Ebene als Wurzelebene an oberster Stelle steht. Diese Hierarchien sind ebenfalls im *Layer*-Block zu finden. Sollten einzelne Ebenen besondere Eigenschaften besitzen, wie die Unterstützung bestimmter Projektionen oder Ausgabeformate, so ist das auch im *Layer*-Abschnitt vermerkt.

Ein Client erfährt über eine `GetCapabilities`-Anfrage alle notwendigen Informationen, die für gezielte Anfragen zum Kartenmaterial notwendig sind, ohne vorher weitere Informationen außer der Dienst-URL zu kennen [Dav07]. Die Hauptaufgabe eines WMS-Servers, das Ausliefern von Kartenmaterial in Bildform, wird über den `GetMap`-Befehl ausgelöst. Ein Client setzt den Befehl in Form von *GET* oder *POST* über einen HTTP-fähigen Client (z.B. Internetbrowser) ab. An folgendem Beispiel werden die wesentlichen Parameter des `GetMap`-Aufrufs verdeutlicht (nach [Dav07]):

```
http://wms.jpl.nasa.gov/wms.cgi?  
version=1.1.1&  
request=GetMap&  
srs=EPSG:4326&  
bbox=-25,36.1,40,71.2&  
width=640&  
height=480&  
layers=modis&  
styles=&  
format=image/png
```

Die einzelnen Aufrufparameter sind in Form von *Key-Value-Pairs* (*KVP*) aneinander gereiht und jeweils durch `&` verbunden. Unter dem angefragten WMS-Server der NASA folgen die notwendigen Parameter `version` und `request`. Sie legen fest, dass es sich um einen

`GetMap`-Aufruf in der angegebenen Version handelt. Die Elemente `srs`, `width`, `height` und `format` beschreiben das vom Client gewünschte Ausgabeformat der Bilder, ihre Größe und in welchem Koordinatensystem (*SRS = Spatial Reference System*) die Inhalte aufgelöst werden sollen. Die vom Client angefragten Ebenen sind in dem Parametern `layers` angegeben. Von dieser Ebene wird der in `bbox` angegebene Koordinatenausschnitt an den Client ausgegeben. Die in `bbox` angegebenen Seitenverhältnisse sollten mit denen aus `width/height` übereinstimmen, um kein verzerrtes Bild zu erhalten [Mit08].

Weitere Befehle, die von den meisten WMS-Servern unterstützt werden, sind `GetFeatureInfo` und `GetLegendGraphic`. Letzterer Request übermittelt dem Client eine Legende im Bildformat. Sofern dieses Feature eingerichtet ist, werden die auf der Karte verwendeten Symbole und Farbmarkierungen darin erklärt. Der ebenfalls optionale Request `GetFeatureInfo` ist ähnlich aufgebaut wie der `GetMap`-Request. Er verlangt gezielt nach der Angabe von Ebenen in `query_layers` und benötigt als weitere Information einen Punkt auf der Ebene, zu dem Informationen ermittelt werden sollen [OGC04]. Da reine WMS-Server keine Sachdaten verwalten, wird diese Operation nur von Kombinierten WMS-/WFS-Systemen angeboten. Durch die WMS-Spezifikation [OGC04, Abschn. 7.4.1] wird das Ausgabeformat des `GetFeatureInfo`-Aufrufs nicht festgelegt. Es bleibt dem WMS-Anbieter überlassen, für ein brauchbares Ausgabeformat der Serverantwort zu sorgen.

2.1.7 Der Web Feature Service (WFS)

Geografische Features sind Abbildungen von Phänomenen der realen Welt, die einen Lagebezug zur Erde besitzen [OGC03]. Sie enthalten eine georeferenzierte Komponente, in der Geometrien in Form von Vektordaten hinterlegt sind und verbinden sie mit gegliederten Sachdaten. Features gleicher Art gehören einem *FeatureType* an, sofern sie in ihren Eigenschaften (Properties) übereinstimmen. In *FeatureCollections* können Features in Form eines Sammelcontainers zusammengefasst werden. Thematische Layer können auf diese Weise gemeinsam hierarchisch gegliedert werden [Ber05]. Datenmodelle lassen sich in dieser Form spezifizieren.

Um georeferenzierte Datenmodelle und Daten abzufragen, wurde der *Web Feature Service* (*WFS*) entwickelt. Im Mai 2002 wurde die Spezifikation in der Version 1.0.0 vom OPENGEOSPATIAL CONSORTIUM (OGC) veröffentlicht, die aktuelle Version 1.1.0 existiert seit 2005 [She08]. Während der *Web Map Service* auf die Ausgabe und Visualisierung von Kartendaten spezialisiert ist, behandelt der *Web Feature Service* nur die Ein- und Ausgabe von Featuredaten und ihrer Definition. Die Datenkommunikation vollzieht sich über das HTTP-Protokoll, bei dem Anfragen über die HTTP-Methoden *GET* und *POST* entgegengenommen werden. Die Ausgabe erfolgt in XML-Syntax, bei der Ausgabe von Feature-Daten als GML-Struktur [Dav07].

Es wird zwischen drei Arten von WFS-Servern unterschieden, die jeweils nur einen Teil des Befehlssatzes unterstützen. Als Minimalkonfiguration ist der **Basic WFS Server** definiert [She08]. Er ist ein reiner „Read-Only“-Server, von dem Daten nur gelesen, aber nicht gespeichert werden. Unterstützt wird vom Basic WFS Server der folgende Befehlssatz:

- `GetCapabilities`
- `DescribeFeatureType`

- **GetFeature**

Erweitert werden kann der Basic WFS Server um die Operation *GetGMLObject*. Der WFS-Server wird dadurch zum **XLink WFS Server** [She08]. Diese zusätzliche Operation erlaubt die Abfrage von WFS-Elementen über ihre `gml:id` und ermöglicht die Angabe weiterer XML-spezifischer Parameter [OGC05b]. Durch diese Operation sind gezielte Abfragen innerhalb des Datenbestandes möglich, sofern die `id` des Objekts bekannt ist.

Ein **Transactional WFS Server** ist in der Lage, Featuredaten zu empfangen und in den eigenen Datenbestand aufzunehmen. Um Transaktionen durchführen zu können, wird der Grundbefehlssatz um weitere Operationen ergänzt [OGC05b]:

- **LockFeature**
- **GetFeatureWithLock**
- **Transaction**

Durch das zeitlich begrenzte Setzen eines *Locks* für einen `FeatureType` mittels **LockFeature** wird serverseitig eine Sperre eingerichtet, die das mehrfache Schreiben von Daten in den `FeatureType` unterbindet. Wurde ein *Lock* von einem Client gesetzt, so ist die Voraussetzung geschaffen, über einen **Transaction**-Request den Datenbestand zu ändern. Möglich sind hierbei das Löschen von Daten mittels `<Delete>`, Änderungen an Daten durchführen über `<Update>` oder neue Daten im GML-Format mit `<Insert>` einfügen [OGC05b]. Die Angabe von *Filtern* ermöglicht die gezielte Auswahl spezieller `FeatureTypes`, zur Durchführung von Transaktionen. Der Status der abgeschlossenen **Transaction** wird dem Client nach Beendigung als Serverantwort übermittelt.

Der GetCapabilities-Request

Informationen über die angebotenen Dienste erhält ein Client über die **GetCapabilities**-Anfrage. Ähnlich wie beim *Web Map Server* erhält ein Client ein in XML codiertes *Capabilities*-Dokument zurück, das die Fähigkeiten des Servers beschreibt. Das Dokument ist gegliedert in mehrere Sektionen: Der `<service>`-Abschnitt führt, analog zum *Capabilities*-Dokument des *WMS*, allgemeine Informationen über den Betreiber des Servers, seine Kontaktdaten und über den Datenbestand auf. Im `<capability>`-Bereich ist die Liste der URLs hinterlegt, über welche die einzelnen WFS-Dienste erreichbar sind. Folgendes Beispiel zeigt die URLs für den Aufruf der **GetCapabilities**-Operation.

```
<Capability>
  <Request>
    <GetCapabilities>
      <DCPType>
        <HTTP>
          <Get onlineResource="http://134.28.70.209:80/geoserver/wfs?
                                request=GetCapabilities" />
        </HTTP>
      </DCPType>
    </DCPType>
  </HTTP>
```

```

        <Post onlineResource="http://134.28.70.209:80/geoserver/wfs?" />
        </HTTP>
    </DCPType>
</GetCapabilities>
...
</Capability>

```

Die Auflistung abfragbarer FeatureTypes ist im Abschnitt `<FeatureTypeList>` des *Capabilities*-Dokuments zu finden. In diesem Abschnitt wird zuerst eine Liste der verfügbaren Befehle angezeigt (`<Operations>`), die auf die FeatureTypes angewandt werden können. Dahinter erfolgt die Auflistung aller verfügbaren FeatureTypes. Neben dem Namen des FeatureTypes sind Informationen zu dem anzeigbaren Bereich (`<LatLonBoundingBox>`), dem Koordinatenreferenzsystem (`<SRS>`) und beschreibende Informationen (`<Abstract>`, `<Keywords>`) hinterlegt. Das untenstehende Beispiel zeigt die FeatureType-Beschreibung des FeatureTypes *BP_Baugrenze*:

```

<FeatureTypeList>
  <Operations>
    <Query/>
    <Insert/>
    <Update/>
    <Delete/>
    <Lock/>
  </Operations>
  ...
  <FeatureType>
    <Name>xplan:BP_BauGrenze</Name>
    <Title>bp_baugrenze_Type</Title>
    <Abstract>Generated from xplan_postgis</Abstract>
    <Keywords>bp_baugrenze, xplan_postgis</Keywords>
    <SRS>EPSG:25832</SRS>
    <LatLongBoundingBox minx="10.00183817390308" miny="53.66768302661567"
      maxx="10.0158473976842" maxy="53.676919629609856"/>
  </FeatureType>
  ...
</FeatureTypeList>

```

Die letzte wichtige Sektion im *Capabilities*-Dokument ist `<ogc:FilterCapabilities>`. Darin werden die vom Server unterstützten Filter aufgezählt. Dieser Abschnitt unterteilt sich in die Unterabschnitte `<ogc:Spatial_Capabilities>`, worin alle Filtermöglichkeiten verzeichnet sind, die auf geografischer Basis arbeiten und `<ogc:Scalar_Capabilities>`, der u.a. die logischen Operatoren enthält, die auf den Feature-Sachdatenbestand angewandt werden können.

Der DescribeFeatureType-Request

Bevor ein Client gezielt FeatureTypes abfragen kann, muss er Kenntnis über das zugrunde liegende Datenmodell haben. Über dieses Modell erfährt der Client, welche Informationen

über einen FeatureType vom Server zurückgegeben werden können und wie sie aufgebaut sind [Mit08]. Die Form der Feature-Daten ist in XML-Schema beschrieben und kann über den `DescribeFeatureType`-Request abgefragt werden. Als Parameter wird die Angabe des Namens eines FeatureTypes benötigt. Das XML-Schema-Dokument für den abgefragten FeatureType wird dann zum Client übermittelt.

Der GetFeature-Request

Featuredaten im GML-Format erhält ein Client nach Absetzen eines `GetFeature`-Requests. Es reicht die Angabe eines FeatureType-Namens, um ein ausführliches GML-Dokument zurückzubekommen. Darin sind alle geografischen Elemente und Sachdaten des abgefragten FeatureTypes enthalten. Da insbesondere die Angabe der vielen Einzelkoordinaten der geografischen Featureelemente für eine große Datenausgabe sorgt, ist es möglich, als weiteren Requestparameter das Ausgabeformat auf `outputFormat=GML2-GZIP` zu setzen, um so eine komprimierte Ausgabe zu erhalten [Dav07]. Die gezielte Ausgabe von Features nach bestimmten Kriterien ist durch die Angabe von *Filtern* möglich. Im nächsten Unterabschnitt wird dieser Ansatz vorgestellt.

OGC Filter

Die vom OPENGEOSPATIAL CONSORTIUM festgelegten Standards zur Filterung umfassen Definitionen zur räumlichen und nicht-räumlichen Filterung [OGC05a]. Aktuelle WFS-Server unterstützen die unterschiedlichen Arten der Filterung weitgehend und veröffentlichen im *Capabilities*-Dokument die verfügbaren Filtermethoden. Als räumliche Filter gelten solche, die sich auf die geometrischen Eigenschaften von Vektordaten beziehen oder Relationen zu anderen Vektordaten setzen [OGC05a]. Als Ergebnis einer Filterung werden die booleschen Operatoren *true* oder *false* zurückgegeben. Die vom OGC spezifizierten geografischen Filterungen sind:

Equals: Gleichheit zweier Geometrien

Disjoint: Geometrien sind disjunkt zueinander

Touches: Berührung von Geometrien

Within: Eine Geometrie enthält eine andere

Overlaps: Eine Geometrie ragt über eine andere hinaus

Crosses: Schnitt von Geometrien mit Ergebnis Schnittlinie (bei 2-d)

Intersects: Schnitt von Geometrien

Contains: Eine Geometrie ist in einer anderen enthalten

DWithin: Geometrie befindet sich innerhalb eines Abstands

Beyond: Geometrie befindet sich außerhalb eines Abstands

BBOX: Filterung nach einer definierten BoundingBox

Filterungen über Sachdaten sind über Vergleichsoperatoren möglich [OGC05a]. Dabei werden Gleichheitsabfragen möglich oder die Relation zweier Werte ($=, \neq, <, >, \leq, \geq, \equiv$) unterstützt. Über die Angabe von `<PropertyIsLike>` sind auch Abfragen mit Wildcards

durchführbar. Alle Filterungen lassen sich mittels `<And>`, `<Or>` oder `<Not>` zu komplexen Filterausdrücken kombinieren.

2.2 XPlanung

Hervorgegangen aus der MEDIA@KOMM TRANSFER, einem Innovationswettbewerb zur Entwicklung und Umsetzung von eGovernment Lösungen des BUNDESMINISTERIUMS FÜR WIRTSCHAFT UND TECHNOLOGIE⁴, wurde der Standard *XPlanung* in Zusammenarbeit mit einer Vielzahl von Städten und Gemeinden, sowie Bildungseinrichtungen entwickelt [XPL07a]. *XPlanung* bietet eine Lösung auf Probleme, die den Kommunen im Bereich der Bauleitplanung aufgefallen sind: Medienbrüche und das Fehlen eines einheitlichen Standards für Visualisierung, Datenübermittlung zum Aufbau elektronischer Dienste [Kra], sowie Informationsverluste bei Konvertierungen zwischen Formaten ließen den Bedarf nach einer einheitlichen Lösung erkennen. Die Schaffung einer standardisierten Spezifikation für die Nutzung in der öffentlichen Verwaltung stand im Vordergrund der im Jahre 2006 abgeschlossenen Entwicklung. Für die Entwicklung wurden zwei Arbeitsgruppen geschaffen. Arbeitsgruppe 1 befasste sich mit der Objekt- und Signaturmodellierung, während die zweite Arbeitsgruppe die Visualisierung der Bauleitpläne vorantrieb. Das *XPlanung*-Austauschformat hält sich an die spezifizierten Standards des OPENGEOSPATIAL CONSORTIUM und berücksichtigt die *ALKIS-NAS-Schnittstelle*, eine normierte Austauschchnittstelle des amtlichen Liegenschaftskatasterinformationssystems der Vermessungsverwaltungen in Deutschland [FHH06].

2.2.1 Ziele der Entwicklung

Bebauungspläne und Flächennutzungspläne werden digital erzeugt. Sie durchlaufen im Zuge einer Bauleitplanung mehrere (behördliche) Instanzen und werden dabei in unterschiedlichen Softwareumgebungen verwendet, die jeweils ihren eigenen Geodatenformaten unterliegen. Eine Konvertierung des Ursprungsmaterials in das im Arbeitsablauf als nächstes Benötigte ist mit Aufwand und gegebenenfalls mit Verlust von Inhalten behaftet. Die Überwindung der Heterogenität durch Erzeugung eines standardisierten Datenschemas zum Austausch und zur Überwindung von Medienbrüchen ist das primäre Ziel bei der Konzeption von *XPlanung* gewesen. Die Programmierung von weiteren Schnittstellen wird durch die Verwendung eines auf OGC-Standards basierendem Schema obsolet. Als weitere Anforderung ist die einheitliche Visualisierung der Bauleitpläne zu benennen, die gesetzlich durch die Planzeichenverordnung *PlanzV* geregelt ist. Auch hier wurde der Mangel an einer normierten Lösung durch *XPlanung* behoben, unter Berücksichtigung aktiver und passiver Visualisierungsmöglichkeiten des OGC [FHH06].

2.2.2 Das Applikationsschema von XPlanung

Die technische Anforderungsspezifikation wurde nach *SAGA* [BdI08] erstellt. Die fünf *SAGA*-Gesichtspunkte definieren das Architekturmodell [FHH06], dargestellt in Abb. 2.3.

⁴seit 2002: BUNDESMINISTERIUM FÜR WIRTSCHAFT UND ARBEIT

1. **Enterprise Viewpoint** definiert Zielsetzung, Anwendungsbereich, Verfahren und Regeln einer Anwendung.
2. **Information Viewpoint** beschreibt das Datenmodell durch Ausprägung und Semantik der zu verarbeitenden Daten.
3. **Technology Viewpoint** stellt die zur Realisierung verwendeten Technologien dar.
4. **Engineering Viewpoint** verdeutlicht die Verteilung der Systemelemente auf physikalische Ressourcen und deren Verbindungen.
5. **Computational Viewpoint** erläutert die Zerlegung einer Anwendung in funktionale Module und Interaktionsschnittstellen.

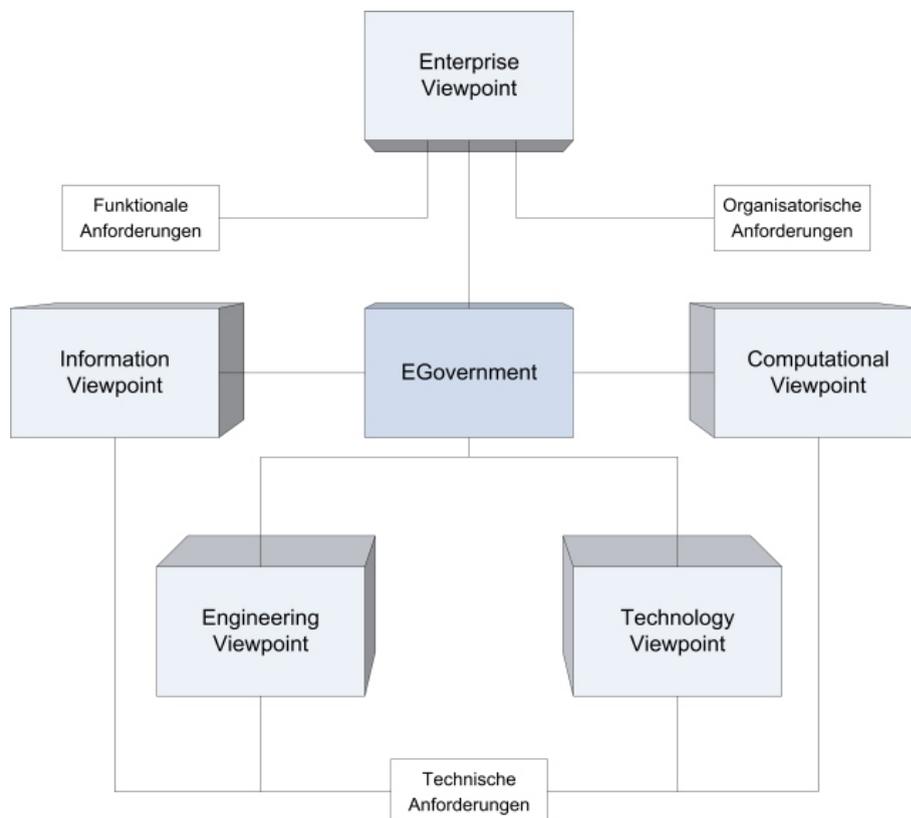


Abbildung 2.3: Verhältnis der Viewports nach [FHH06]

Im **Enterprise Viewpoint** wurde als Zielsetzung der Entwurf eines interoperablen Objektmodells festgelegt, damit der standardisierte Datenaustausch zwischen unterschiedlichen GIS/CAD-Systemen zwischen den privaten Akteuren und öffentlichen Einrichtungen uneingeschränkt durchgeführt werden kann [FHH06]. Das Schema **XPlanGML** ist zur Benutzung geeignet. In **XPlanGML** ist eine strikte Trennung zwischen Visualisierung und Datenmodellierung vorgesehen. Im **Information Viewpoint** werden die gesetzlich festgelegten Objektmodelle des Bebauungsplanes und auch des Flächennutzungsplanes in ein XML-Schema übertragen, das plattformunabhängig ist, und auf welches Visualisierungsvorschriften angewandt werden können [FHH06]. Die verwendbaren Technologien werden im **Technology Viewpoint** ermittelt. Hier wurde das vom OPENGEOSPATIAL CONSORTIUM spezifizierte GML-Schema als Basisschema gewählt, damit es um ein fachspezifisches Applikationsschema erweitert werden kann. Die hierarchische Modellierung wurde in UML vorgenommen und resultierte in dem *XPlanGML Basisschema* (Abb. 2.4).

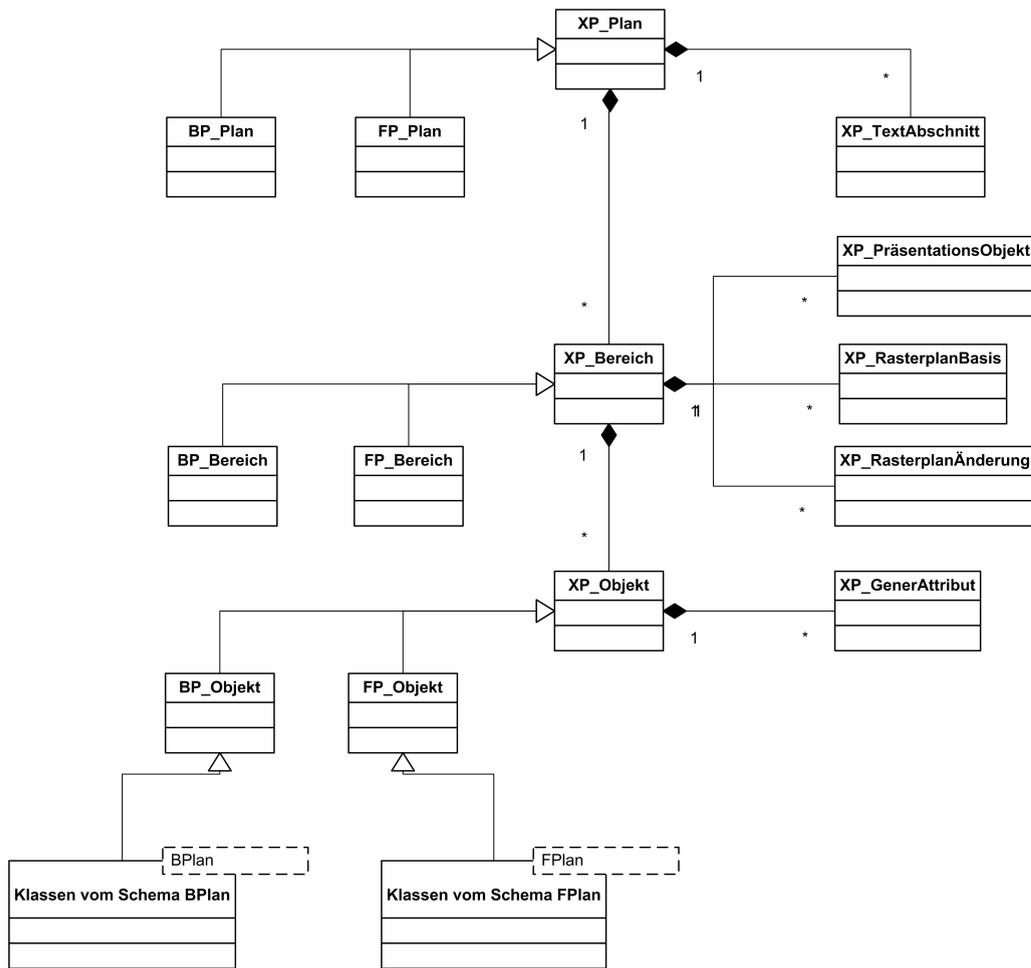


Abbildung 2.4: XPlanGML Basisschema nach [FHH06]

Das Schema ist um detailliertere Fachschemata erweiterbar und kann mit unterschiedlichen Visualisierungsvorschriften in den jeweiligen Darstellungsarten der Kommunen und Gemeinden ausgegeben werden. Im **Engineering Viewpoint** wurde versucht, die Anforderungen an Programmierschnittstellen möglichst gering zu halten. Hersteller anderer CAD/GIS Software sollen dadurch angeregt werden, das XPlanGML-Format zu implementieren, damit es zum Datenaustausch genutzt werden kann.

2.2.3 Modellierung eines Bebauungsplanes

Das Fachschema *BPlan* wird durch den Objektartenkatalog der Projektgruppe XPlanung spezifiziert [XPL07b]. In ihm verzeichnet sind alle Klassen, die dem BauGB in Bezug auf Festsetzung, Kennzeichnung, Vermerk oder nachrichtliche Übernahme in Bebauungsplänen gemäß modelliert wurden. Das Schema ist hierarchisch modelliert. Auf elementarer Ebene existieren die Basisobjekte, welche für alle übergeordneten Schemaelemente verfügbar sind. Zu dem Basisschema der Kategorie Bebauungspläne gehören:

- BP_Plan
- BP_Bereich
- BP_Objekt
- BP_Ueberlagerungsobjekt
- BP_Flaechenschlussobjekt
- BP_Flaechenobjekt
- BP_Punktobjekt
- BP_Linienobjekt
- BP_Geometrieobjekt

Diese Elemente werden vom übergeordneten Basisschema XPlanGML und ihren jeweiligen Pendant (BP_Plan beispielsweise von XP_Plan) abgeleitet, welche als abstraktes Datenschema den vorgegebenen Rahmen der Modellierung bilden. Wird eine Instanz eines Bebauungsplans erzeugt, so gehört dieser zum Typ BP_Plan. Als Metadaten enthält BP_Plan den Namen der aufstellenden Gemeinde, einen Rechtsstand und die Zeiten der Verordnung, Auslegung oder des Inkrafttretens. Objektartengruppen fassen einzelne Objektarten zu semantischen Gruppen zusammen, die jeweils bestimmte Passagen des BauGB abdecken. Die Übersicht in Tabelle 2.1 vermittelt Einblick in die Kategorien und gibt Beispielobjekte an, die der Gruppe angehören.

2.2.4 Visualisierungsvorschriften

Die Visualisierung eines Bebauungsplanes in XPlanGML wird mittels *Styled Layer Descriptors (SLD)* [OGC02] realisiert. Die SLD-Technologie wurde geschaffen, damit Datenanbieter eigene Darstellungsvorgaben für ihre Daten generieren können, die über einen Web Map Service verbreitet werden. SLDs sind XML-basiert und somit sowohl für Menschen als auch für Maschinen lesbar gestaltet. Die Farbgestaltung von FeatureTypes, sowie die Zuweisung von Grafikobjekten sind die am gebräuchlichsten Funktionen von SLDs. Im

Objektartengruppe	Festsetzungen	Beispielobjekte
BP_Bebauung	Baulich genutzte Flächen	BP_Baugebiet, BP_BauGrenze
BP_Gemeinbedarf, Spiel- und Sportanla- gen	Flächen für Gemeinbedarf, Spiel- und Sport- anlagen	BP_SpielSportanlagen- Flaeche
BP_Ver- und Entsor- gung	Versorgungsflächen, Führung von Versorgungsanlagen- und leitungen, Ab- fallbeseitigungsflächen	BP_VerEntsorgungs- leitungLinie
BP_Verkehr	Verkehrsflächen	BP_StrassenVerkehrs- Flaeche
BP_Wasser	Wasserflächen	BP_GewaesserFlaeche
BP_Naturschutz, Landschaftsbild, Naturhaushalt	Flächen und Maßnahmen zum Schutz, zur Pflege und zur Entwicklung von Natur und Landschaft	BP_Schutzgebiet
BP_Landwirtschaft, Wald und Grünflächen	flächen für die Landwirtschaft und Wald, öf- fentliche und private Grünflächen	BP_WaldFlaeche, BP_GruenFlaeche
BP_Sonstiges	sonstige Flächen	BP_FreiFlaeche
BP_Aufschüttung, Abgrabung, Boden- schätze	Flächen für Aufschüttungen, Abgrabungen oder für die Gewinnung von Steinen, Erden und anderen Bodenschätzen	BP_Bodenschaetze- Flaeche
BP_Erhaltungssatzung und Denkmalschutz	Erhaltungssatzungen, sowie nachrichtliche Übernahmen von nach Landesrecht festgeleg- ten Denkmälern	BP_Denkmalschutz- EinzelanlagePunkt
BP_Umwelt	Umweltbezogene Flächen	BP_Immissionsschutz
BP_Basisobjekte	Basisklassen für BPlan-Fachobjekte	BP_Plan, s. obige Lis- te
BP_Raster	Rasterpläne	BP_RasterplanAen- derung

Tabelle 2.1: Objektartengruppe des Fachplans BPlanung

Beispiel 2.5 wird eine Regel vorgegeben, die dem Featuretype **Erholungswald** eine SVG-Grafikdatei (**SymbolErholungswald.svg**) zuweist. Durch Verwendung von Filtern ist eine feinere Granulierung der Darstellungen möglich. Am selben Beispiel wird ein solcher Filter eingesetzt, der die Eigenschaft **xplan:zweckbestimmung** mit dem Wert 1000 vergleicht und so feststellt, ob die Regel angewandt wird oder nicht. An anderen Beispielen lassen sich so die Dichte von Einwohnerzahlen, Temperaturvergleiche oder Meerestiefen grafisch darstellen, die Veränderungen in Intervallschritten in unterschiedlichen Farbabstufungen kenntlich machen.

Wird ein Flächennutzungsplan oder ein Bebauungsplan über ein WMS publiziert, so werden die Visualisierungsdefinitionen vom Server auf die Geodaten angewandt, die in Form von GML Features (Vektordaten) vorliegen. Der WMS-Server erzeugt mittels diesen Vorschriften Rasterbilder (png-, jpeg oder ähnliche Bildformate), die an einen anfragenden Client ausgegeben werden. Für die Umsetzung des SLD-Standards sorgen Bibliotheken, wie beispielsweise des SVG-Toolkit **BATIK**⁵. Ein Beispiel einer SLD-Definition ist in Abb. 2.5 gegeben.

Die Styled Layer Descriptors sind Teil des Fachschemas XPlanung und versuchen eine bestmögliche Übereinstimmung mit den Darstellungsvorgaben der PlanzV zu realisieren. Attribute des XPlanGML-Schemas werden in die Darstellung mit aufgenommen, sofern dies so vorgeschrieben ist. Die Platzierung dieser Attribute erfolgt im Schwerpunkt einer Fläche oder werden als punktförmiges Präsentationsobjekt visualisiert [XPL07a].

Nachteile bei der Verwendung von SLD ergeben sich durch das wiederholte Zeichnen einer Pixelgrafik bei der Umsetzung der SLDs, die in Lücken, Überschneidungen oder gerundeten Ecken resultiert [XPL07a]. Abhilfe schaffen soll in Zukunft eine Ausrichtung auf den SLD-Nachfolgestandard *Symbology Encoding* des OGC [OGC08], das Vermeidung der genannten Probleme verspricht.

2.3 Das Planungsverfahren

Seit den 60er Jahren wird die Öffentlichkeitsbeteiligung in der Bundesrepublik Deutschland praktiziert [Meu06]. Das damals in Kraft getretene Bundesbaugesetz enthielt erstmals partizipative Elemente, die öffentliche Auslegungen von Bauleitplänen vorsahen, sowie die Gelegenheit zur Äußerung von Bedenken und Anregungen zu äußern boten. Diese Art der Meinungsäußerung ist auch heute noch Teil des Baugesetzbuchs und wird von europäischen Richtlinien wie der *Aarhus-Konvention* auch über die Landesgrenzen hinaus vorangetrieben.

2.3.1 Die Bauleitplanung im BauGB

Als Selbstverwaltungsaufgabe ist die Aufstellung der Bauleitpläne den Gemeinden zugeteilt. Sie besitzen das durch das Grundgesetz⁶ zugesprochene Recht zur örtlichen Planung als eine Angelegenheit der örtlichen Gemeinschaft [Gel04]. Die Aufstellung von Bauleitplänen erfolgt zu dem Zeitpunkt, sobald es für die städtebauliche Entwicklung und Ordnung

⁵<http://xmlgraphics.apache.org/batik/>

⁶Art. 28 Abs. 2 GG

```

<UserStyle>
  <Name>default:BP_WaldFlaecheSymbol</Name>
  <Title>default:BP_WaldFlaecheSymbol</Title>
  <IsDefault>1</IsDefault>
  <FeatureTypeStyle>
    <Name>WaldFlaeche</Name>
    <!-- Erholungswald -->
    <Rule>
      <Name>Erholungswald</Name>
      <ogc:Filter>
        <ogc:PropertyIsEqualTo>
          <ogc:PropertyName>xplan:zweckbestimmung</ogc:PropertyName>
          <ogc:Literal>1000</ogc:Literal>
        </ogc:PropertyIsEqualTo>
      </ogc:Filter>
      <MinScaleDenominator>0</MinScaleDenominator>
      <MaxScaleDenominator>750</MaxScaleDenominator>
      <PointSymbolizer>
        <Geometry>
          <ogc:PropertyName>xplan:symbolPosition</ogc:PropertyName>
        </Geometry>
        <Graphic>
          <ExternalGraphic>
            <OnlineResource xmlns:xlink="http://www.w3.org/1999/xlink"
              xlink:type="simple"
              xlink:href=" ../symbols/SymbolErholungswald.svg"/>
            <Format>image/svg</Format>
          </ExternalGraphic>
          <Size>50</Size>
        </Graphic>
      </PointSymbolizer>
    </Rule>
    ...
  </FeatureTypeStyle>
</UserStyle>

```

Abbildung 2.5: Beispiel einer SLD-Visualisierungsregel

erforderlich ist⁷. Zu den Bebauungsplänen zählen die **Flächennutzungspläne** und die **Bebauungspläne**. Während die Flächennutzungspläne, auch *vorbereitende Bauleitpläne* genannt, für das gesamte Gemeindegebiet gelten und die voraussehbaren Bedürfnisse in Bezug auf die Bodennutzung⁸ enthält, konzentrieren sich Bebauungspläne auf die rechtsverbindlichen, detaillierten Festsetzungen der Raumnutzung und wird aus dem Flächennutzungsplan entwickelt⁹. Im Rahmen der vom Baugesetzbuch vorgegebenen Verfahren und Zielsetzungen, ist bei der Aufstellung und Änderung von Bauleitplänen eine planerische Abwägung unter Einbeziehung der unterschiedlichen privaten und öffentlichen Belange erforderlich. Die folgenden Abschnitte des Baugesetzbuches beinhalten die planerischen Grundvoraussetzungen für die Bauleitplanung:

1. §1 BauGB: Aufgabe, Begriff und Grundsätze der Bauleitplanung
2. §2 BauGB: Aufstellung der Bauleitpläne
3. §2a BauGB: Begründung zum Bauleitplanentwurf, Umweltbericht
4. §3 BauGB: Beteiligung der Öffentlichkeit
5. §4a BauGB: Gemeinsame Vorschriften zur Beteiligung
6. §8 BauGB: Zweck des Bebauungsplans
7. §9 BauGB: Inhalt des Bebauungsplans
8. §13 BauGB: Vereinfachtes Verfahren

2.3.2 Inhalte eines Bauleitplans

Schon im ersten Paragraphen des Baugesetzbuches werden die Bauleitpläne als planerisches Mittel zur Nutzungsgestaltung von Gemeindegrundstücken vorgestellt. Die Aufteilung in Flächennutzungspläne und Bebauungspläne ist bedingt durch die Aufteilung in die vorbereitende und verbindliche Bauleitplanung. Die vorbereitende Bauleitplanung bezieht sich auf das gesamte Gemeindegebiet und greift voraussehbare Bedürfnisse der Gemeinde auf, indem die städtebaulichen Entwicklungen in den Grundzügen dargestellt werden. Die Aufteilung von Flächen in unterschiedliche Nutzungskategorien wird in einem Flächennutzungsplan grafisch anschaulich gemacht. Bebauungspläne unterliegen den in den Flächennutzungsplänen festgesetzten Richtlinien. Die detaillierte Vollstreckung der Bodennutzung wird in den Bebauungsplänen dargestellt. Die in §9 Abs. 1 BauGB bautechnischen Inhalte müssen in den Bebauungsplänen grafisch hervorgehen. Zu den Inhalten gehören (Auswahl nach [BdJ06]):

- Die Art der Baulichen Nutzung.
- Ausmaße der Baugrundstücke
- Freizuhaltende Flächen
- Versorgungsflächen
- Wasserflächen
- Grünflächen und Parkanlagen
- Verkehrsflächen für Straßen

⁷§1 Abs. 3 Satz 1 BauGB

⁸§5 Abs. 1 BaugGB

⁹§8 und §9 BauGB

2.3.3 Verfahrensschritte der Bauleitplanung

Ein Aufstellungsverfahren zur Aufstellung von Bauleitplänen ist im Wesentlichen durch §§ 2-4a, 6 und 10 BauGB geregelt [Gel04]. Das *Vereinfachte Verfahren* nach § 13 BauGB kann bei Änderungen oder Ergänzungen an den Bauleitplänen angewandt werden, bei denen die Grundzüge der Planung nicht berührt werden. In diesem Fall ist eine Öffentlichkeitsbeteiligung nicht notwendig vorgeschrieben, weshalb dieses Verfahren im Folgenden nicht weiter behandelt wird.

Die Bauleitplanung ist auf eine aktive Mitwirkung der von der Planung betroffenen Bevölkerung und der Behörden ausgelegt [Gel04]. Die aus dem Verfahren gewonnenen Erkenntnisse bedürfen einer sachgerechten Auseinandersetzung und dürfen nicht als reiner Informationsgewinn angesehen werden. Eine Durchsetzung der Planvorstellung „um jeden Preis“ seitens der planenden Instanz und eine Abwägung der öffentlichen Belange nach einer vorherrschenden Interessenslage soll durch die Gesetzeslage verhindert werden.

Zu Beginn des Planungsverfahrens steht der **Planaufstellungsbeschluss**. Durch die „ortsübliche Bekanntmachung“ nach §2 Abs. 1 Satz 2 BauGB wird der Planaufstellungsbeschluss eingeleitet. Über den Inhalt der Bekanntmachung werden keine konkreten Aussagen gemacht [Gel04]. Diese werden durch die kommunalen Richtlinien vorgegeben, was in vielen Fällen die Angabe des Plangebietes verlangt. Die **Beteiligung der Öffentlichkeit an der Bauleitplanung** ist der nächste Verfahrensschritt. In zwei Phasen unterteilt, ist die erste an die gesamte interessierte Öffentlichkeit gerichtet, die über die Ziele und Zwecke der Planung, sowie der in Betracht kommenden Lösungen für die Gestaltung des Plangebietes unterrichtet wird¹⁰. Amtliche Aushänge in der Gemeindeverwaltung, Postwurfsendungen oder Medienveröffentlichungen sind geeignete Mittel, über eine anstehende Planung zu informieren. Den Teilnehmern wird Gelegenheit zur Meinungsäußerung und Erörterung zu der Planung gegeben [BdJ06]. In einer durch die Gemeinde organisierten Informationsersammlung kann eine solche Gelegenheit zur Meinungsbekundung erfolgen. Schriftliche Stellungnahmen werden innerhalb des Planungszeitraumes ebenfalls entgegengenommen. Wichtig ist in jedem Fall, dass die Bevölkerung über die verfügbaren Mittel zur Partizipation informiert wird. Phase 2 der Öffentlichkeitsbeteiligung wird als *Förmliche Öffentlichkeitsbeteiligung* bezeichnet und umfasst die öffentliche Auslegung des Planentwurfs¹¹. Die Dauer der Auslegung umfasst den Zeitraum von einem Monat und erfolgt im Anschluss an die erste Phase. Eine ortsübliche Bekanntmachung mindestens eine Woche vor Auslegung ist mit Verweis auf die Auslegungsfrist, in der Einwände entgegen genommen werden, durchzuführen. Die Einzelheiten der Bekanntmachung und der Planauslegung wird durch die Gemeinden geregelt. Es ist auch möglich, mehrere Orte zur Planauslegung zu definieren [Gel04]. Auch muss über die Möglichkeiten zur Meinungsbekundung hingewiesen werden, die sowohl mündlich, als auch schriftlich erfolgen kann. Nicht fristgerecht abgegebene Stellungnahmen werden nicht in dem Planungsvorgang berücksichtigt. Unabhängig von der Öffentlichkeitsbeteiligung erfolgt das Planungsverfahren für die *Träger öffentlicher Belange*¹², das dem der Öffentlichkeitsbeteiligungs ähnelt.

Die **Prüfung der abgegebenen Stellungnahmen**, sowie die **Mitteilung des Prüfungsergebnisses** erfolgt unter Einbeziehung der fristgerecht abgegebenen Belange. Die Auswertung der Belange unterliegt keiner zeitlichen Frist, damit die Entscheidung be-

¹⁰§3 Abs. 1 BauGB

¹¹§3 Abs. 2 BauGB

¹²§4 Abs. 2 BauGB

einträchtigende Ereignisse ausgeschlossen werden können. Den Einwandstellern wird das Prüfungsergebnis mitgeteilt. Eine Zusammenfassung von Stellungnahmen gleichem Inhalts von mehr als 50 Beteiligten ist möglich, sofern diesen Personen Einsicht in das Ergebnis gewährt wird.

Mit Veröffentlichung des Prüfungsergebnisses ist der Beteiligungsprozess abgeschlossen. Für die weitere Durchführung des Bauleitplanes ist ein *Monitoring* zu tätigen, das unvorhergesehene Umweltauswirkungen überwacht.

2.4 Anforderungen an eine Benutzungsschnittstelle einer GIS-Beteiligungsplattform

Ein Beteiligungsvorgang einer Bauleitplanung wird im Zeitraum von einem Monat durchgeführt¹³. Davor müssen die benötigten Materialien elektronisch vorverarbeitet, Auslegungen organisiert und Ressourcen eingeplant werden. Hinzu kommt die Bekanntmachung der Beteiligung über Tageszeitungen, Amtsblätter oder das Internet [Meu06]. Diese Unterrichtung muss *frühzeitig* erfolgen¹⁴. Alle notwendigen Informationen für eine Beteiligung müssen zusammengetragen sein, insbesondere über die Gründe der Bauleitplanaufstellung oder -änderung muss aufgeklärt werden, damit ein potentieller Nutzer seine Betroffenheit von dem Eingriff abschätzen kann [Meu06]. Wurde in der öffentlichen Bekanntmachung auf die Internetplattform hingewiesen, sind alle vorbereitenden Voraussetzungen zur Nutzung der Beteiligungsplattform erfüllt. Die Schaffung einer geeigneten Benutzungsschnittstelle steht jetzt im Vordergrund der weiteren Anforderungsanalyse.

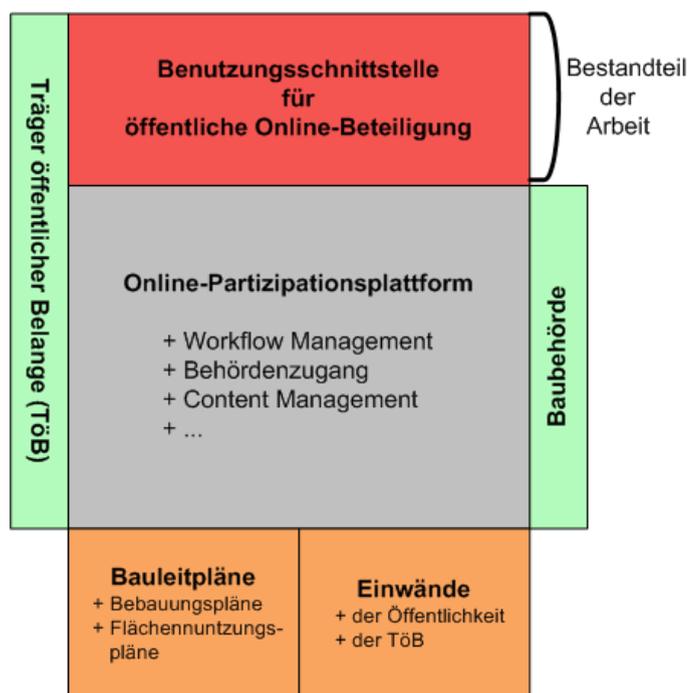


Abbildung 2.6: Die Benutzungsschnittstelle in der Beteiligungsplattform

¹³§3 BauGB Abs. 2 Beteiligung der Öffentlichkeit

¹⁴§3 BauGB Abs. 1 Beteiligung der Öffentlichkeit

2.4.1 Die Beteiligten

Um die Anforderungen detaillierter beschreiben zu können, müssen die Beteiligten identifiziert werden. Als planende Behörde ist meist die Baubehörde für das Zusammentragen und Einstellen der Bebauungspläne und zusätzlichen Unterlagen in die Beteiligungsplattform zuständig. Sie überwacht den Beteiligungsprozess und nimmt die Einwände entgegen, welche von ihr ausgewertet werden. Nach Ende der Beteiligungsfrist erhalten die sich Beteiligenden ein Feedback und eine öffentliche Bekanntmachung des Beschlusses wird publiziert. An der Bauleitplanung beteiligen sich die zum einen die *Träger öffentlicher Belange*, das sind die von der Bauleitplanung direkt betroffenen Behörden und zum anderen Privatpersonen.

Die Benutzungsschnittstelle ist primär auf Privatanutzer, die sich aktiv an der Bauleitplanung beteiligen wollen, ausgerichtet. Sie versucht den Ansprüchen der nichtprofessionellen Nutzerschaft gerecht zu werden, in dem die Funktionen speziell auf eine benutzerfreundliche Beteiligungsplattform zugeschnitten werden. Die Bedienung sollte möglichst selbst erklärend sein und es sollte klar hervorgehen, welche Auswirkungen welche Funktionen haben. In den folgenden Abschnitten werden die Anforderungen aus verschiedenen Teilgebieten zusammengetragen und detailliert behandelt.

2.4.2 Einflussfaktoren

Nach der Identifikation der beteiligten Akteure werden die Einflussfaktoren für die Anforderungsdefinition zusammengetragen (Abb. 2.7). Da es sich bei der Bauleitplanung um ein rechtlich festgelegtes Verfahren handelt, das der Öffentlichkeit die Möglichkeit bieten soll, sich aktiv an der Aufstellung und der Änderung von Bauleitplänen zu beteiligen, werden die Anforderungen in erster Linie durch das Baugesetzbuch (*BauGB*) vorgegeben. Alle weiteren Anforderungen entstehen aus den Vorgaben, die auf die Benutzbarkeit der partizipativen Benutzungsschnittstelle (*Usability*) gerichtet sind. Hier treffen Anforderungen an eine geeignete Darstellung (des Kartenmaterials und der Beschreibung) auf die nutzbaren Funktionen zum Erstellen eigener Beteiligungseinwände in der Bauleitplanung.

2.4.3 Anforderungen aus dem BauGB

Im Baugesetzbuch (*BauGB*) werden in den ersten Abschnitten die Möglichkeiten zur Bauleitplanung erörtert. Hauptaugenmerk ist hierbei auf das Verfahren gerichtet, nach dem eine Bauleitplananfertigung oder -änderung von statten geht. Über die Einzelheiten des Inhalts der Bauleitpläne existieren eigene Abschnitte. Anforderungen an eine Beteiligungs-schnittstelle für die Bauleitplanung aus dem Inhalt dieser Pläne zu gewinnen, ist in der Hinsicht sinnvoll, weil sie den Kern der Bauleitplanung bilden. Andere Anforderungen ergeben sich aus den Abschnitten, die sich mit dem Beteiligungsverfahren befassen. Die folgende Liste enthält jene Paragraphen des Baugesetzbuches, aus denen Auswirkungen auf die Anforderungen abgeleitet werden können:

1. §1 BauGB: Aufgabe, Begriff und Grundsätze der Bauleitplanung
2. §2 BauGB: Aufstellung der Bauleitpläne
3. §2a BauGB: Begründung zum Bauleitplanentwurf, Umweltbericht

2 Aspekte der GIS-Unterstützung in der Bauleitplanung

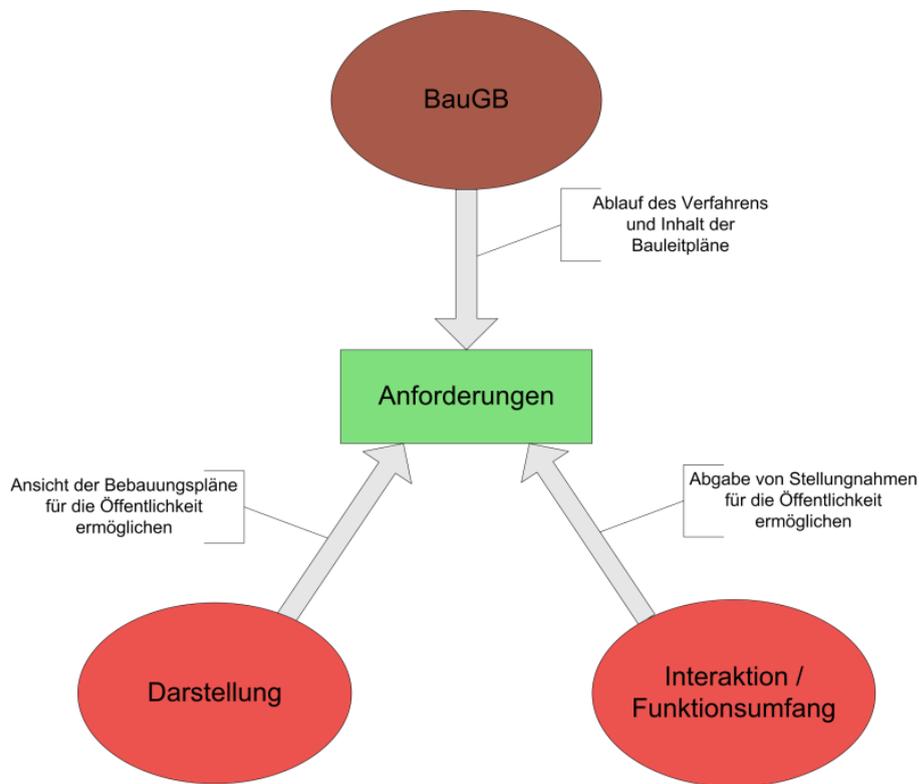


Abbildung 2.7: Anforderungen an eine Benutzungsschnittstelle

4. §3 BauGB: Beteiligung der Öffentlichkeit
5. §4a BauGB: Gemeinsame Vorschriften zur Beteiligung
6. §8 BauGB: Zweck des Bebauungsplans
7. §9 BauGB: Inhalt des Bebauungsplans
8. §13 BauGB: Vereinfachtes Verfahren

Gleich im ersten Paragraphen finden sich Passagen, aus denen sich Anforderungen für die Partizipationsschnittstelle. So steht in §1 BauGB Abs. 5:

Die Bauleitpläne sollen eine nachhaltige städtebauliche Entwicklung, die die sozialen, wirtschaftlichen und umweltschützenden Anforderungen auch in Verantwortung gegenüber künftigen Generationen miteinander in Einklang bringt, und eine dem Wohl der Allgemeinheit dienende sozialgerechte Bodennutzung gewährleisten. Sie sollen dazu beitragen, eine menschenwürdige Umwelt zu sichern und die natürlichen Lebensgrundlagen zu schützen und zu entwickeln, auch in Verantwortung für den allgemeinen Klimaschutz, sowie die städtebauliche Gestalt und das Orts- und Landschaftsbild baukulturell zu erhalten und zu entwickeln.

Auf erste Sicht werden im zitierten Abschnitt keine detailliert artikulierten Anforderungen an die Beteiligungsschnittstelle gestellt. Trotzdem enthält dieser Formulierungen, welche in der Gestaltung der Schnittstelle abzubilden sind. Die Formulierung 'Wohl der Allgemeinheit' und 'Menschenwürdige Umwelt' sind an alle Beteiligten zu richten, damit jedem der

2.4 Anforderungen an eine Benutzungsschnittstelle einer GIS-Beteiligungsplattform

Sinn über die Aufgabe der Bauleitplanung eingepreßt wird. In Bezug auf diesen wesentlichen Abschnitt wird die Seriosität der gesamten Beteiligungsplattform bekundet und die Bedeutung der Bauleitplanung hervorgehoben.

Etwas konkreter wird die Aussage in §1 Abs. 7 BauGB:

Bei der Aufstellung der Bauleitpläne sind die öffentlichen und privaten Belange gegeneinander und untereinander gerecht abzuwägen.

Hier wird die Bedeutung der Sammlung privater Einwände in der Bauleitplanung hervorgehoben. Für Bürgerinnen und Bürger muss eine Möglichkeit geschaffen werden, auf einfache Art und Weise an der Bauleitplanung mitzuwirken. Jegliche Hürden, die Privatleuten vorgesetzt werden sind zu beseitigen, da ansonsten die *gerechte* Sammlung der Belange nicht gewährleistet ist. Relevante Informationen dürfen nicht vorenthalten werden und der Zugang zu der Partizipationsplattform muss barrierefrei und für jeden sich potentiell Beteiligten möglich sein. Die Benutzungsschnittstelle muss ihrerseits dazu beitragen, diese Eigenschaften durchzusetzen.

Die Paragraphen 2 und 2a wirken sich auf den Inhalt der Beteiligungsplattform aus. Insbesondere die *Bekanntgabe* (§2 Abs 1 BauGB) und die *Ziele* und *Auswirkungen* einer Bauleitplanung (§2a Abs 1 BauGB) müssen kenntlich gemacht werden. Anpassungen am Design, welche die Sichtbarkeit dieser Inhalte fördern, können hier unternommen werden.

Die gesetzliche Verankerung der Öffentlichkeitsbeteiligung an der Bauleitplanung ist in §3 und §13 BauGB enthalten. Anforderungen an die Benutzungsschnittstelle ergeben sich hier an den gesetzlichen Einzelheiten zu den einzuhaltenden Terminen und Fristen. Es muss dafür gesorgt werden, dass diese kenntlich gemacht und keine Belange außerhalb dieser Fristen angenommen werden. Des Weiteren kann die Veröffentlichung eines Ergebnisses über das Internetportal bekannt gegeben werden.

Aus den Paragraphen §8 und §9 können keine handfesten Anforderungen an die Beteiligungsschnittstelle gewonnen werden. In diesen Abschnitten wird der Inhalt und der Zweck der Bebauungspläne verdeutlicht. Insbesondere §9 listet die Elemente auf, die in einem Bebauungsplan Kenntlich gemacht sein müssen. Diese Anforderung ist an das Dateischema gerichtet, das für die inhaltliche Gestaltung der Bebauungspläne verantwortlich ist.

2.4.4 Anforderungen an die Darstellung von Bebauungsplänen

Die Angabe von Bebauungsplänen unterliegt strengen Anforderungen, da durch die Pläne eine „Anstoßfunktion“ bezweckt wird, welche die von der Planung Betroffenen von der Planung in Kenntnis setzt. Dabei geht es weniger um die Darstellung des Planes, sondern um die Kennzeichnung des Geltungsgebietes und eine bezeichnende Planbezeichnung [Gel04].

Der Bebauungsplan selbst muss eindeutig lesbar sein. Des Weiteren müssen die Grenzen des Bebauungsplanes eindeutig festgesetzt sein¹⁵, was durch eine eingezeichnete Umgrenzung erfolgt. Das Plangebiet muss eindeutig aus dem Plan hervorgehen, um zu erkennen, welche Flächen zum Plan gehören und welche nicht [Gel04]. Es dürfen keine widersprüchlichen Angaben enthalten sein, insbesondere in Bezug auf die Übereinstimmung der schriftlichen

¹⁵§9 Abs. 7 BauGB

und zeichnerischen Festsetzungen. Die Darstellung einer maßstabsgetreuen Karte verhindert, dass der Plan als „nicht hinreichend bestimmt“ eingestuft wird. Weitere Anforderungen entstammen der Planzeichenverordnung, die Richtlinien für die Visualisierung der Inhalte der Bebauungspläne liefert. Trotzdem hat eine Gemeinde freie Gestaltungsmöglichkeiten in Hinblick auf die Schrift- und Farbwahl, sowie die Plansprache [Gel04]. In der Planzeichenverordnung sind die zu verwendenden Planzeichen definiert, die jedoch, wenn erforderlich, ergänzt werden können. Ebenso enthalten sind Vorgaben für Kennzeichnungen, nachrichtliche Übernahmen und Vermerke¹⁶.

2.4.5 Funktionale Anforderungen an eine Benutzungsschnittstelle

Gesetzliche Vorgaben, wie Stellungnahmen auszusehen haben, sind nicht existent. Für die Inhalte der Einwände, die ein Beteiligter abgeben möchte, ist der Beteiligte selbst verantwortlich. Die Benutzungsschnittstelle muss ihm lediglich die Möglichkeit bieten, seinen Einwand zu verfassen und diesen an die planende Instanz weiterzuvermitteln. Nachträgliche Veränderungen der Daten können das Ergebnis verfälschen, deshalb sind sie zu unterbinden. Ein einmal verfasster Einwand soll in seinem Initialzustand verbleibend gespeichert werden. Zur Eingabe einer Stellungnahme sollen gestalterische Freiheiten gewährleistet werden. Rein textbasierte Einwände sollen ebenso möglich sein wie angehängte Dokumente, beispielsweise pdf- oder doc-Dateien, die ein Partizipant verfasst hat. Als weitere Gestaltungsmöglichkeit bietet sich die Unterstützung von Bilddateien, die dem Beteiligungseinwand erklärend beigelegt werden. Auf diese Weise erhält der Planungsteilnehmer die Gelegenheit, Skizzen, Zeichnungen oder Fotos dem Einwand ergänzend beizugeben, sofern sie der inhaltlichen Auseinandersetzung mit der Bauleitplanung dienen.

Für die Benutzungsschnittstelle ist die Verfügbarkeit einer Kartenapplikation vorgesehen, mit der ein Einwand an ein Feature des Bebauungsplanes geknüpft werden kann. Alternativ ist auch eine eingezeichnete Kennzeichnung des vom Einwand angesprochenen Bereichs auf dem Bauleitplan möglich. In jedem Fall soll eine Georeferenzierung des Einwands erreicht werden, der eine spätere thematische Zuordnung von Belangen seitens der planenden Behörde ermöglicht. Beispielsweise können auf diese Weise Belange identifiziert werden, die sich auf eine Straßenverkehrsfläche beziehen.

2.5 Anwendungsszenarien

Bei der Definition von Anwendungsfällen steht der Beteiligte im Mittelpunkt der Betrachtung. Seine Möglichkeiten, mit dem einem System in Interaktion zu treten, sind Bestandteil der Modellierung. Dieses System identifiziert sich als Beteiligungsclient, der eine Teilkomponente einer Beteiligungsinfrastruktur darstellt. Im Hintergrund der Weiterverarbeitung durch Mitarbeiter einer planungsdurchführenden Behörde werden die Prozessschritte der Öffentlichkeitsbeteiligung im Kontext der festgeschriebenen Ablaufketten gesehen. Die vorgesehenen Möglichkeiten der Teilnahme an einer Bauleitplanung werden aus den bereits herausgearbeiteten Anforderungen der gesetzlichen Festsetzungen abgeleitet und lassen sich in zwei Kategorien einteilen:

¹⁶§2 PlanzV

1. Die **Informationsbeschaffung**
2. Die **Informationsbereitstellung**

Konkretisiert geht die **Informationsbeschaffung** mit der Einsicht in die Planungsunterlagen einher. Ein Teilnehmer der Öffentlichkeitsbeteiligung muss in der Lage sein, sich über die bevorstehende Planerstellungen oder -änderungen, die einer Öffentlichkeitsbeteiligung erfordern, im Detail zu informieren. Als **Informationsbereitstellung** ist die Abgabe einer Stellungnahme zu verstehen, die ein Beteiligter durch Eingabe und Speicherung mit dem Beteiligungsclient verarbeitet.

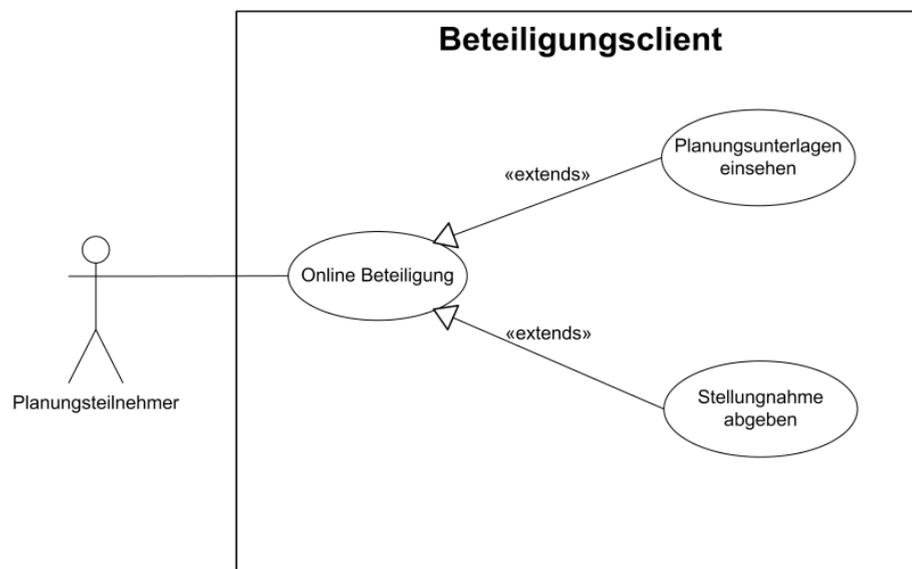


Abbildung 2.8: Anwendungsfall der Online-Beteiligung

In Abbildung 2.8 ist der Anwendungsfall für die definierten Basisaktionen eines Beteiligungsteilnehmers dargestellt. Unter dem Use Case *Online Beteiligung* sind die Aktionsmöglichkeiten hervorgehoben.

2.5.1 Planungsunterlagen einsehen

Die Betrachtung der Informationsbeschaffung und der Partizipation als von der Online Beteiligung abgeleitete Tätigkeiten ist sinnvoll, um den Partizipationsvorgang als Einheit betrachten zu können. Eine detailliertere Aufschlüsselung des Vorgangs *Planungsdaten einsehen* ist in Abbildung 2.9 erfolgt. Darin werden die Einsichten in die unterschiedlichen Arten der Planungsdaten als jeweils eigenständige Use Cases formuliert. Die Einsicht in die Planungsdaten fußt auf den darin enthaltenen Mediendatentypen. Bebauungspläne, Planungsbegründungen, sowie die Rahmeninformationen über die Beteiligung fallen in unterschiedliche Kategorien, sowohl in Bezug auf die enthaltenen Informationen, als auch die eingesetzten Medienformate. Die Begründungsunterlagen werden häufig als fertiges Dokument der Planung beigefügt. Ein vielfach für solche Zwecke eingesetztes Format sind pdf-Dateien, deren Inhalte vom weit verbreiteten ADOBE READER angezeigt werden können. Die Erfassung der Begründungseinsicht als eigenständigen Use Case erhält durch die untergeordneten Aktionen (Downloaden des pdf-Dokuments, Laden im ADOBE READER) eine Relevanz, obgleich der detaillierte Einsichtsvorgang aufgrund der allgemeinen Bekanntheit

des Dokumentenbezugs im Internet vernachlässigt werden kann. Ähnlich verhält es sich mit den Rahmendaten der Beteiligung, die Kontaktadressen, Termine der Partizipationsgelegenheit und eine Grundbeschreibung der Planung enthalten. Auf Webseiten abgelegt, sind diese Daten über die gängigen Methoden des Internetbrowsing beziehbar.

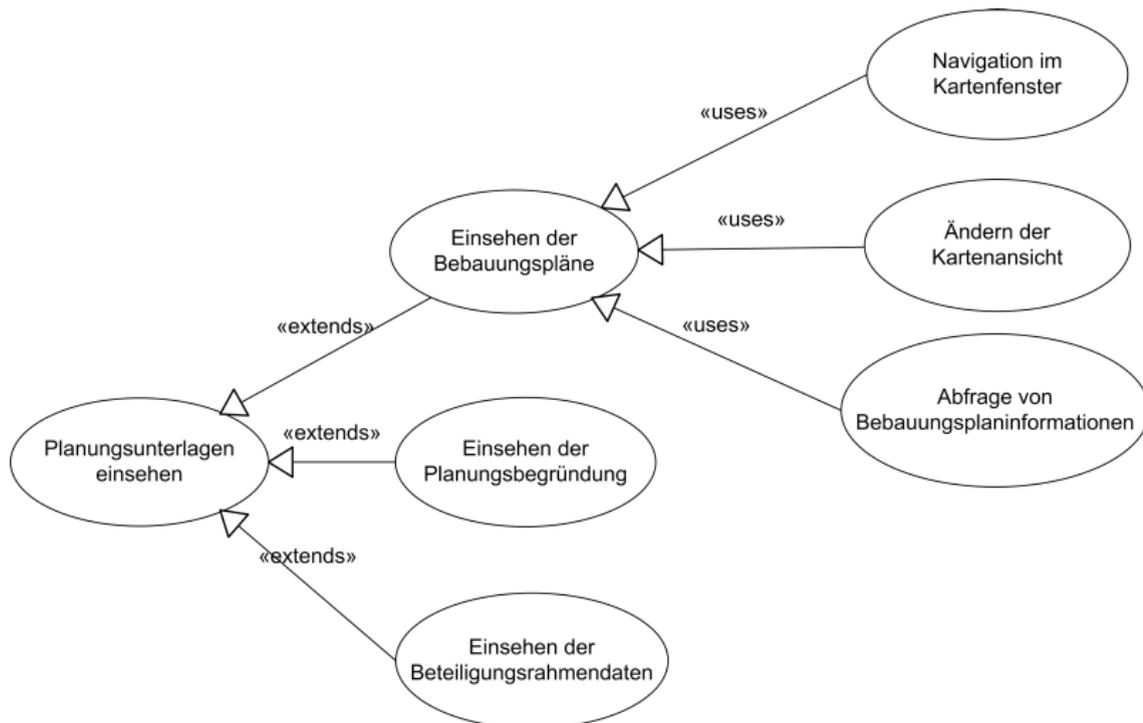


Abbildung 2.9: Anwendungsfall der Informationsbeschaffung

Die Einsicht in die Bebauungspläne ist der komplexeste Vorgang der Informationsbeschaffung. Hier erfolgt der Umgang mit einer Kartenapplikation, in der die Darstellung der Pläne erfolgt. Die *Navigation im Kartenfenster* und die *Änderung der Kartenansicht*, sind Funktionen der Kartenapplikation, die dem Beteiligten zur Nutzung bereitgestellt werden. Durch Anpassung von Zoomstufen und Verschieben des angezeigten Kartenausschnitts werden diese Funktionen bedient, damit eine detaillierte Betrachtung der Karteninhalte möglich ist. In den Kartendaten enthaltene *Bebauungsplaninformationen* sind über den Kartenclient abfragbar zu machen. Durch Auswahl eines auf der Karte angezeigten Elementes müssen die Informationen beziehbar sein, da auch diese Informationen für die Bauleitplanung von Bedeutung sind.

2.5.2 Stellungnahme abgeben

Die *Abgabe einer Stellungnahme* ist als zweite mögliche Aktion der *Online Beteiligung* definiert. Hier erfolgt eine tiefergehende Darstellung des Vorgangs anhand Abbildung 2.10.

Es werden untergeordnete Use Cases definiert, die in den Bereich der Stellungnahmenabgabe fallen. Chronologisch gesehen beginnt ein Planungsteilnehmer mit dem *Verfassen seiner Stellungnahme*. Die dazu erforderlichen Mittel sind vom Beteiligungsclient zur Verfügung zu stellen. Eine einfache Methode der Texteingabe erscheint der Einwandgestaltung nicht angemessen. Aus dieser Betrachtung heraus erfolgt die Definition zweier untergeorne-

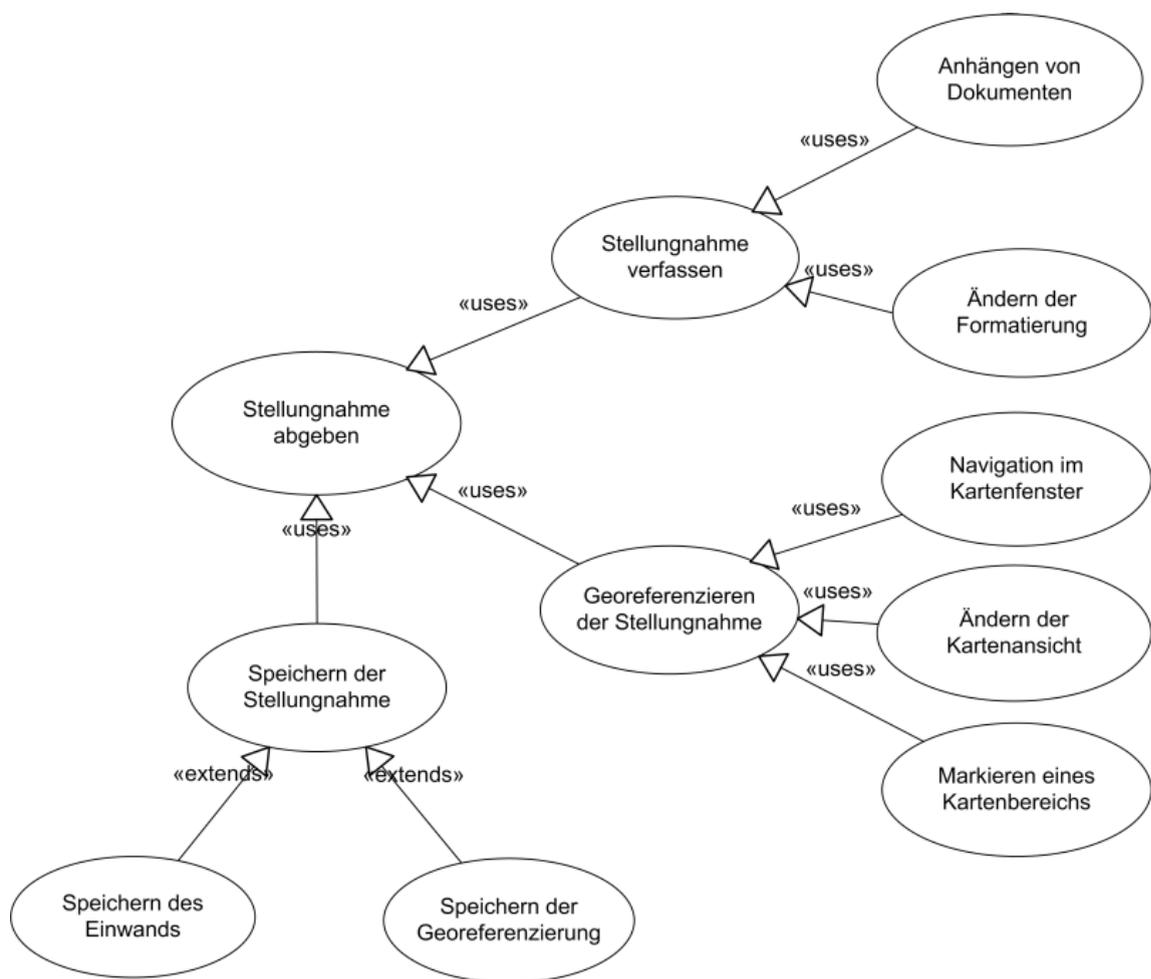


Abbildung 2.10: Abgabevorgang einer Stellungnahme

ter Aktionen: Dem *Dokumentenanhang* und der *Textformatierung*. Beide dieser Aktionen verleihen dem Erstellvorgang des Einwands eine zusätzliche Flexibilität. Letztere durch Gliederungsmöglichkeiten beim Verfassen eines Einwands. Der Dokumentenanhang ermöglicht das Heranziehen weiterer Datenquellen (Bilder, Beschreibungstexte), die dem Text der Stellungnahme beigelegt werden können. Dem Teilnehmer soll diese gewonnene Flexibilität bei einer ausdrucksklaren und verständlichen Bekundung seines Anliegen unterstützen.

Die Notwendigkeit der *Georeferenzierung* ergibt sich aus der dadurch ermöglichten Verknüpfung der Stellungnahmen mit Kartenelementen des Bebauungsplanes. Dadurch ist eine spätere themenbezogene Zuordnung der Stellungnahmen auf Basis der Karteninformationen realisierbar. Zu diesem Vorgang wird ein Kartenclient eingesetzt, der die Bebauungsplaninformationen deutlich darstellt. Wie bereits bei der *Einsicht der Bebauungspläne* ist ein Handling der Kartenapplikation erforderlich, um die Inhalte des Bebauungsplanes in eine für den Anwender geeignete Ansicht zu bringen. Die Aktionen *Navigation im Kartenfenster* und *Ändern der Kartenansicht* sorgen für die Steuerung der Kartendarstellung. Als weitere Aktion ist die *Markierung eines Kartenbereichs* hinzugekommen. Durch sie lassen sich Elemente des Bebauungsplanes markieren, um sie mit dem verfassten Text der Stellungnahme zu verknüpfen. Somit ist die Georeferenzierung abgeschlossen. Zum Abschluss des Use Case *Abgabe einer Stellungnahme* ist die *Speicherung* vorgesehen. Durch sie wird der mittels dem Beteiligungsclient verfasste Einwand persistent auf dem Beteiligungsserver gespeichert. Technisch gesehen müssen die Einwanddaten, sowie die erzeugte Georeferenzierung getrennt behandelt werden, weshalb ihre Speicherung als eigene Use Cases definiert sind, welche den Vorgang *Speichern der Stellungnahme* funktional erweitern.

3 Analyse von GIS-Clients

Der Begriff *WebGIS* oder *InternetGIS* hat durch den Bekanntheitsgrad von Internetkartendiensten wie GOOGLE MAPS auch im wissenschaftlichen Kontext an Bedeutung gewonnen. Die Definition bezeichnet *WebGIS* als ein Geografisches Informationssystem, das Netzwerktechnologien verwendet, um auf entfernte geografische Datendienste zuzugreifen [Mit08]. Der Unterschied zu *DesktopGIS*-Applikationen zeigt sich beim Zugriff und bei der Verarbeitung von Daten, durch Einschränkungen, die auf der verteilten Architektur basieren [She08]. Im Open Source-Bereich sind in den letzten Jahren etwa 20 *DesktopGIS*-Applikationen entstanden [Whe08], kommerzielle Lösungen waren bereits in den 80er Jahren umfangreich am Markt vertreten. Einige dieser Applikationen wurden geschaffen, um spezielle Aufgabengebiete innerhalb der Geodatenverarbeitung abzudecken, andere werden zur Darstellung von Kartenmaterial benötigt und bieten ebenfalls die notwendige Netzwerkfunktionalität, um auf verteilte Geodatendienste zugreifen zu können. Durch Verbreitung browserbasierter *WebGIS*-Anwendungen verlieren die *DesktopGIS*-Applikationen als reine Kartenviewer an Bedeutung; der Trend dieser Anwendungen geht zu Administrationsaufgaben, Geodatenaufbereitung und Publizierungsdiensten [Mit08]. Die Vorteile der Funktionalität von *DesktopGIS* wird in diesem Kapitel der Flexibilität von *WebGIS* bei der Darstellung gegenübergestellt, um einen geeigneten Kandidaten zu finden, der als GIS-Client in einer kartenbasierten Partizipationsanwendung der Bauleitplanung eingesetzt werden kann.

3.1 Kriterien der Bewertung

Bevor eine Auswahl von GIS-Clients miteinander verglichen werden können, müssen vorerst die Rahmenbedingungen festgelegt werden. Kriterien müssen definiert werden, die für eine Bewertung ausschlaggebend sind und irrelevante Informationen herausfiltern. Eine möglichst unverzerrte Darstellung auf die Funktionen und Eigenschaften der GIS-Clients wird auf diese Weise geschaffen, um die Clients miteinander vergleichbar zu machen. Die Tauglichkeit der Clients gegenüber den bereits gestellten Anforderungen wird geprüft, indem die Anforderungen in Kategorien aufgeschlüsselt werden, auf die jeder Client analysiert wird. Diese Kategorien werden in den folgenden Abschnitten vorgestellt. Für jede werden optimale Eigenschaften definiert, die als Maß für die Analyse von GIS-Clients gelten.

3.1.1 Schnittstellen

Die Anbindung an externe Datenquellen oder verteilte Datendienste ist über Schnittstellen möglich. Das OPENGEOSPATIAL CONSORTIUM hat eine Reihe von Datei- und Dienstschnittstellen spezifiziert, um somit den interoperablen Datentransfer zu gewährleisten (siehe Kap. 2.1.4). Über *Web Feature Services* bereitgestellte Daten können durch die vom OGC definierten Zugriffsmethoden abgefragt werden, vorausgesetzt, der verwendete Cli-

ent besitzt eine *WFS*-Schnittstelle. Ebenso verhält es sich mit Dateiformaten. Für den Zugriff auf *GML*-Dateien oder *Shapefiles* muss der Client die jeweiligen Schnittstellen für den Dateizugriff bereitstellen. Durch Integration von Open Source Frameworks wie *GDAL* (*Geospatial Data Abstraction Library*)¹ oder *OGR*² kann ein Client seine Funktionsumfang an unterstützten Formaten und Diensten erweitern. In *GDAL* ist der Zugriff auf diverse Rasterdatenformate implementiert, ebenso wie auf den *WMS*. *OGR* unterstützt über 25 verschiedene Vektordatenformate und ermöglicht den Zugriff, Manipulation und die Umwandlung dieser Formate [Mit08]. Beide Frameworks liegen in Form von Modulen vor und können somit in Programme eingebunden werden. Zusätzlich werden Konsolen-Tools zum Zugriff und zur Umwandlung von unterstützten Dateiformaten bereitgestellt.

In der Plattform für die Bauleitplanung werden nur offene und vom OGC spezifizierte Dateiformate und Datendienste verwendet. Hervorzuheben sind hier das Datenformat *GML* zur Speicherung und Verarbeitung der geografischen Features, sowie der Webdienste *WMS* und *WFS* über die der entfernte Datenaustausch realisiert werden kann. Hat ein Client die *GDAL* und *OGR* Module eingebunden, so ist der funktionale Zugriff auf die benötigten OGC-Schnittstellen automatisch möglich. Proprietäre Clients verwenden hingegen eigene Zugriffsmethoden für die OGC-Formate, sofern sie implementiert sind. Clients ohne OGC-Unterstützung werden bei der weiteren Analyse nicht betrachtet.

3.1.2 Laufzeitumgebung

Unterschiede in der Laufzeitumgebung wirken sich im Programmverhalten, Funktionsumfang und in der Arbeitsumgebung aus. Abhängig von der eingesetzten Technologie oder Programmiersprache, können sich Unterschiede in der Geschwindigkeit und im Bedienkomfort ergeben. Plattformabhängige Technologien, die auf eine spezielle Hardware- oder Betriebssystemumgebung ausgerichtet sind, überzeugen meist in Geschwindigkeit, sind aber nur in eben solchen Umgebungen einsetzbar, sofern keine Implementierungen des Programms für andere Umgebungen existieren. Eine auf einer *Virtuellen Maschine* aufsetzenden Programmiersprache überwindet die Heterogenität, muss aber bei der Programmausführung mit Geschwindigkeitseinbußen rechnen. Ganz anders verhält es sich mit den browserbasierten Technologien. Da Webbrowser auf nahezu jedem Betriebssystem verfügbar sind, wird die Heterogenität überwunden. Browserspezifische Besonderheiten (*Barrierefreiheit*) erschweren jedoch die Entwicklung einer Applikation, deren Darstellung und Verhalten sich einheitlich präsentieren. Dies lässt sich auf zwei Weisen umgehen. Durch Anwendung einer Reihe von in der Entwicklergemeinde bekannten Codezeilen in HTML oder CSS, und durch das Einbinden frei erhältlicher Javascript-Bibliotheken können wesentliche Verhaltensunterschiede der wichtigsten Webbrowserstypen überwunden werden. Die *Barrierefreiheit* wird dadurch gewährleistet. Als zweite Möglichkeit bieten sich Technologien an, die sich über Plugins in Webbrowser einbinden lassen und in ihm als eigenständige Applikation ausgeführt werden. Die *Flash*-Technologie aus dem Hause ADOBE verfährt nach diesem Plugin-Prinzip. Falls beim Aufruf der Applikations-URL noch kein *Flash*-Plugin im Browser des aufrufenden Nutzers eingerichtet war, wird der Anwender aufgefordert dies zu installieren. Der Browser verweist dann auf die URL zum Herunterladen des Plugins und übernimmt meist eigenständig die Installation. Dem Anwender wird somit Arbeit abgenommen und kann nach Einrichtung des Plugins die gewünschte Anwendung nutzen.

¹<http://www.gdal.org/>

²<http://www.gdal.org/ogr/>

Webtechnologien haben den Nachteil, dass für sie restriktivere Sicherheitskriterien gelten als für Desktop-Applikationen. Um die Auswirkungen von potentieller Schadsoftware einzudämmen, sind Funktionen, die auf das Betriebssystemumfeld zugreifen, nur eingeschränkt erlaubt. Moderne Webbrowser melden dem Anwender mögliche Sicherheitsrisiken und gestatten die Ausführung bestimmter Aktionen nur nach Einwilligung. Bei der Programmierung einer Webanwendung muss auf diesen Aspekt Rücksicht genommen werden, damit die Anwendung durch häufiges Auftreten von Sicherheitswarnmeldungen die Nutzer nicht verunsichert.

Im Bezug auf die Bauleitplanung ist es von Bedeutung, dass die Anwendung für einen großen Nutzerkreis verfügbar ist. Proprietäre Clientanwendungen, die auf eine spezifische Hardwareumgebung ausgerichtet sind, werden von vornherein von der weiteren Analyse ausgeschlossen. Des Weiteren sollen sich Interaktionsfunktionalität und Darstellung benutzerfreundlich darbieten. Geschwindigkeitsaspekte und der Umfang der realisierbaren Funktionen, die auf die Laufzeitumgebung zurückzuführen sind, werden ebenfalls beleuchtet. Als letzte Alternative ergibt sich die Kombination mehrerer Technologien. Jedoch stieg dadurch auch der Aufwand der Entwicklung und Programmanpassung. Dennoch wird diese Möglichkeit im Kapitel 3.2.4 näher betrachtet.

3.1.3 Darstellungsmöglichkeiten

Eine optimale Kartendarstellung kann nur mit hochqualitativen Kartenmaterial erstellt werden. Die Auflösung des Bildmaterials beeinflusst ebenso die resultierende Darstellungsqualität, wie die Überlagerungsqualität bei der Verwendung mehrerer Bild- oder Datenquellen. Einige Clients enthalten bereits integriertes Kartenmaterial oder laden dies von einem eigens für sie eingerichteten Server herunter. Es werden nur Clients in Betrachtung gezogen, welche auch Kartenmaterial externer Quellen rendern können. Sowohl Raster- als auch Vektordatenlayer müssen unterstützt werden. Fehlerhafte oder ungenaue Darstellungen, die nicht auf dem Kartenmaterial beruhen, werden für jeden Client herausgearbeitet. Um einheitliche Voraussetzungen für die Auswertung von Clients bezüglich ihrer Darstellungsfähigkeiten zu gewährleisten, wird einheitliches Kartenmaterial aus unterschiedlichen Quellen verwendet. Es wird dabei darauf geachtet, wie der Client die Karten aus unterschiedlichen Koordinatenreferenzsystemen anzeigt, ob sich überlagernde Layer exakt überdecken und ob die Darstellung zusätzlicher Informationen im Kartensfenster möglich sind. Neben der reinen Darstellung fällt der zweite Schwerpunkt auf die Kartennavigation. „Wie kann auf der Karte navigiert werden?“, „Welche Steuerungsmöglichkeiten gibt es, um die Ansicht zu ändern?“, „Können Layer unabhängiger Quellen einzeln auf der Karte aktiviert und deaktiviert werden? und schließlich „Welche Zoomstufen werden unterstützt und wie werden sie aufgerufen?“ sind die zentralen Fragestellungen der Kartenbedienung.

3.1.4 Interaktionsfunktionalität

Interaktive Karten bieten die Fähigkeit der Reaktion auf Benutzereingaben. Wählt ein Kartennutzer durch Maussteuerung Elemente auf einer Karte aus, so verarbeitet der Interaktionsclient diese Eingabe, bezieht dabei gegebenenfalls Daten von einem GIS-Server, und erzeugt eine Ausgabe für den Kartennutzer. Je nach programmierter Funktionalität kann eine Interaktion auch die permanente Speicherung von Nutzereingaben beinhalten.

Die Analyse der Interaktionsfunktionalität konzentriert sich hierbei nicht auf die Navigation und Steuerung der Karten, sondern wertet aus, in wie weit Informationen über einen GIS-Client der Beteiligungsapplikation zur Verfügung gestellt werden können. Bei der Beteiligung geht es darum, Meinungen zu Bauleitplänen entgegenzunehmen und dem Nutzer die Möglichkeit zu bieten, seine Einwände über eine Kartenapplikation vorzutragen. Vorteilhaft wäre die Möglichkeit der Verknüpfung eines eingestellten Stellungnahmen mit einem georeferenzierten Objekt oder Ortspunkt auf der Karte. Die Möglichkeiten der Eingabe von Einwänden werden an den einzelnen Clients geprüft und ausgewertet.

3.1.5 Die Möglichkeiten der Datenmanipulation

Als Funktionalität gehört auch die Entgegennahme von eingestellten Einwänden zu den Diensten des Beteiligungsclients. Von der Benutzungsoberfläche muss die Steuerung der Eingabe für den Benutzer erfolgen, der Beteiligungsserver übernimmt die permanente Speicherung. In einer Datenbank werden die Einwände gesammelt und verwaltet, damit der lesende Zugriff der verantwortlichen Planungsbehörde strukturiert erfolgen kann. Ein Client benötigt somit Schreibzugriff auf eine Datenbank oder auf eine alternative Form der persistenten Speicherung von Daten. Wenige GIS-Clients verfügen von Haus aus über eine solche Möglichkeit. Diese Funktionalität muss den Clients hinzugefügt werden. Voraussetzung hierfür ist die Erweiterbarkeit des Clients über eine API, in Form von Plugins, durch Programmierung einer Erweiterung oder durch Integration mit Softwarekomponenten, die diese Aufgabe übernehmen können.

3.2 Untersuchung ausgewählter GIS-Clients

Die ausgewählten GIS-Clients wurden zusammengetragen, um möglichst einen breiten Umfang an existierenden Technologien abzudecken. Es werden sowohl Desktop- als auch Webclients analysiert und teilweise populäre Vertreter einiger Technologien als Referenz für mögliche Implementierungen ausgesucht. Von vornherein aus der Analyse ausgeschlossen wurden kostenpflichtige Softwaresysteme, sowie Systeme ohne Unterstützung für OGC-konforme GIS-Funktionalität. Die Verwendung kostenpflichtiger Software zum Gebrauch in der partizipativen Bauleitplanung würde für die Teilnehmer eine zusätzliche Hürde für den Beteiligungsprozess darstellen. Die Online-Partizipation soll für einen möglichst großen Benutzerkreis zugänglich sein und für eine verstärkte Teilnahme an demokratischen Prozessen sorgen, deshalb werden die Dienste kostenfrei angeboten. OGC-Unterstützung als Voraussetzung für die Auswahl der GIS-Clients zu benennen, beruht auf der Verwendung des XPlanungs-Standards für die Bauleitplanung. Die Bauleitpläne sind im GML-Schema hinterlegt und müssen von den Clients in dieser Form unterstützt werden. Die Möglichkeiten des Zugriffs auf OGC-Webservices sind in diesem Zusammenhang ebenfalls von Bedeutung, da die Softwarearchitektur auf diesen Diensten aufbaut. Als Vertreter populärer GIS-Clients wurden GOOGLE EARTH und GOOGLE MAPS ausgewählt, die sich im besonderen Maße um eine einfache Bedienung und Interoperabilität bemühen. Die ihnen zu Grunde liegenden Technologien in Form eines Desktop-Clients (GOOGLE EARTH) und eines Webclients (GOOGLE MAPS) stellen einen Querschnitt durch die derzeit frei auf dem Markt zugänglichen GIS-Visualisierungsprogramme dar. Konkurrenzprodukte der Firmen MICROSOFT oder YAHOO, die ähnliche GIS- und Kartentools anbieten, werden durch die

Analyse der GOOGLE-Produkte nicht im vollen Maße berücksichtigt. Dennoch reicht die in dieser Arbeit erfolgende Analyse aus, um einen Eindruck in die Fähigkeiten einer proprietären Softwarelösung im Umfeld der Bauleitplanung zu erhalten, um so Rückschlüsse auf ähnliche Produkte zu ziehen. Die Auswahl von OPENLAYERS als Client-Technologie beruhte auf Internet-Recherchen nach einer webbasierten Open Source Lösung, deren Fähigkeiten als Visualisierungs-Client und als Interaktionsclient ausgeprägt sind und einer näheren Betrachtung unterzogen werden können.

3.2.1 Google Earth

Durch die Verbreitung schneller DSL-Internetzugänge und der Verfügbarkeit hochwertiger Grafikkarten konnte sich GOOGLE mit dem virtuellen 3-D Globus GOOGLE EARTH [Goo08b] hoher Beliebtheit erfreuen. In dieser frei verfügbaren Desktopapplikation werden Luftbilder von allen Orten der Erde in Form einer Erdkugel gerendert und präsentiert. Die Bedienung erfolgt über Maussteuerung, wobei sich der Globus auf beliebige Weise bewegen lässt. Der Umgang ist intuitiv erlernbar und auch auf den Hilfeseiten [Goo08b] erklärt. Heranzoomen und Neigen der Erdoberfläche sind ebenfalls möglich. Über eine Suchfunktion lassen sich Orte, Adressen oder Sehenswürdigkeiten finden, die im Kartenfenster von GOOGLE EARTH angezeigt werden. Der Detailgrad und die Aktualität des von GOOGLE veröffentlichten Bildmaterials variiert dabei von Ort zu Ort. Stärker besiedelte, urbane Regionen werden in einer höheren Auflösung ausgeliefert als wenig besiedelte Regionen. Der Datenbestand lagert zentral auf von GOOGLE betriebenen Servern und wird von den Clients über ein nicht offenes, verschlüsseltes Protokoll dynamisch bezogen. Bei Änderung des betrachteten Kartenausschnitts durch Rotation oder Zoomen wird laufend neues Kartenmaterial vom Server nachgeladen, um den Bildaufbau in einer geeigneten Auflösung (sofern verfügbar) wiederzugeben. Werden weitere Datenquellen für die Darstellung in GOOGLE EARTH benötigt, so erfolgt der Import in Form von *KML*-Dateien [Goo08e], die vom Aufbau und ihrer XML-Grammatik stark an das *GML*-Format angelehnt sind und bereits als offene Spezifikation des OGC vorliegen. Durch *KML*-Dateien können Inhalte als Layer auf dem GOOGLE EARTH Globus angezeigt werden, Ansichten auf den GOOGLE EARTH Globus können definiert werden oder einzelne über Koordinaten spezifizierte Orte können mit *Placemarks* versehen werden, die eine Beschreibung, Bilder oder sonstige Multimedia-Elemente enthalten.

Schnittstellen

Das von GOOGLE EARTH verwendete Kartenmaterial ist aus lizenzrechtlichen Gründen nicht frei zugänglich. Nur durch den proprietären GOOGLE EARTH Client erfolgt der Zugriff auf diese Datenquelle. Sie bildet die Grundlage bei der Darstellung des virtuellen Globus und kann nicht aus dem Programm entfernt werden. Es sind nur Ergänzungen des GOOGLE eigenen Materials möglich. In der hier betrachteten kostenfreien Version kann GOOGLE EARTH nur durch das Einbinden von *KML*-Dateien um den Datenbestand erweitert werden. Diese Dateien können im Betriebssystem direkt mit GOOGLE EARTH assoziiert werden oder lassen sich über das „Dateimenü“ öffnen oder speichern. Aufgrund der XML-Syntax und der offenen, OGC-spezifisierten Struktur lassen sich *KML*-Dateien manuell erzeugen und auch andere GIS-Programme unterstützen mittlerweile dieses Format zum Datenexport. Der Zugriff auf entfernte Datenquellen wird durch *NetworkLink*-Elemente in *KML* erreicht.

3 Analyse von GIS-Clients

Innerhalb dieser Elemente kann auf KML-Dateien zugegriffen werden, die von entfernten Webservern angeboten werden oder auf Datenquellen, die XML-Ausgaben vom Mime-type `application/vnd.google-earth.kml+xml` an den GOOGLE EARTH Client zurückliefern. Durch die Beschränkung auf das KML-Format ist GOOGLE EARTH nicht in der Lage auf OGC-Webservices zuzugreifen, die Daten im GML-Format bereitstellen.

Laufzeitumgebung

GOOGLE EARTH ist als Desktopapplikation für Windows-, MacOS- und Linux-Betriebssysteme verfügbar. Die kostenfreie Version wird von Google zum Download bereitgestellt, stellt jedoch erhöhte Anforderungen an die Computerhardware bezüglich Festplattenplatz, Arbeitsspeicher, Rechenleistung und Grafikkarte [Goo08b]. Über die grafischen Funktionen der Programmierschnittstellen DIRECTX oder OPENGL werden die dreidimensionalen Bilder generiert und gerendert. Seit Mai 2008 bietet GOOGLE auch ein Plugin an, um GOOGLE EARTH als Javascript-Applikation innerhalb eines Browsers auszuführen [Goo08a]. Diese Entwicklung funktioniert derzeit nur auf Windows-Systemen und wird in dieser Arbeit nicht weiter betrachtet.

Darstellungsmöglichkeiten

Die Grundansicht für alle Betrachtungen von Orten auf der Erdkugel ist der virtuelle Globus. Dieser ist beliebig drehbar und lädt für den jeweiligen Ansichtsbereich die Bilddaten dynamisch nach. Der Zoombereich ist frei wählbar und lässt sich über die eingeblendeten Bedienelemente 3.1 steuern.



Abbildung 3.1: Steuermenü

Zusätzlich zum Zoomlevel ist auch die Neigung („Tilt“) einstellbar. Insbesondere bei Betrachtungen von Gebäudemodellen oder Gebirgszügen, die auch in der dritten Dimension dargestellt werden (2,5d), kann diese Option genutzt werden. Ein Beispiel des Gebäude-modells ist in Abbildung 3.2 gegeben.

In der Grundeinstellung werden nur die von GOOGLE verwalteten Luftaufnahmen verwendet, die je nach angezeigter Region, hochauflösend oder schemenhaft verfügbar sind. Insbesondere dicht besiedelte Gebiete und urbane Regionen werden häufig detailreich dargestellt.

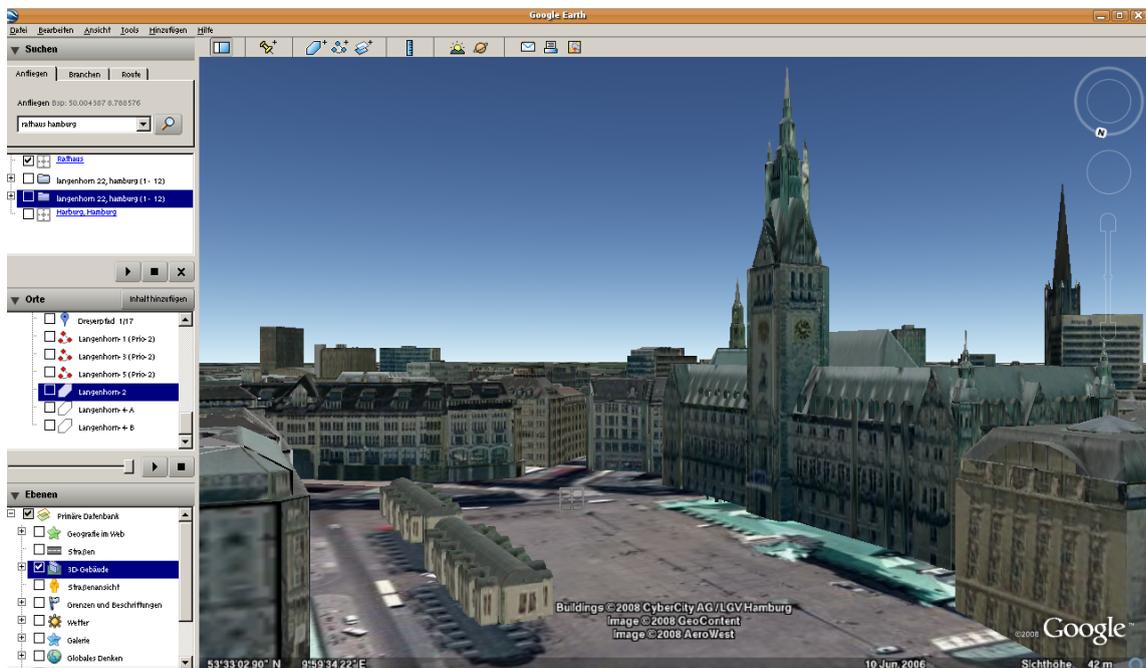


Abbildung 3.2: Gebäudemodell

Über die Ebenenansicht können Ebenen markiert werden, die mittels Symbolen auf der Karte eingeblendet werden. Mitgelieferte Referenzen auf Wikipedia-Einträge, Bilddatendienste wie PANORAMIO³, Straßenkarten und andere Dienste erweitern GOOGLE EARTH in Bezug auf Sachdatenbestände. Über diverse Internetcommunities können auch KML-Dateien mit weiteren Inhalten bezogen werden, die weitere Kartenebenen, Daten oder Bilder enthalten, die auf dem GOOGLE EARTH Globus angezeigt werden. Beim Einblenden von Bildebenen, die den GOOGLE EARTH Globus überdecken, kann über einen Schieberegler die Transparenz angepasst werden, um dadurch halbdurchsichtige Darstellungen zu erhalten.

Interaktionsmöglichkeiten

Erweiterungen am Desktopprogramm GOOGLE EARTH können aufgrund des nicht öffentlichen Quellcodes nicht durchgeführt werden. Applikationsentwickler sind dementsprechend an die standardmäßig bereitgestellten Fähigkeiten gebunden, auch im Bezug auf die Interaktionsfähigkeiten des Clients. Der GOOGLE EARTH Client ist als Betrachtungsprogramm („Viewer“) konzipiert und beschränkt die für Nutzer zugänglichen Interaktionen auf das Laden und Speichern von Ansichten und Geodatenmaterial. Der Datenverkehr ist einseitig auf das Empfangen und Anzeigen von Daten ausgerichtet. Innerhalb dieses Rahmens können von einem Nutzer keine Daten, die von Applikationsservern im Internet entgegen genommen werden würden, publiziert werden. Ein Workaround muss also geschaffen werden, damit User in der Lage sind, anderweitige Applikationen über GOOGLE EARTH zu bedienen.

KML-Dateien sind die einzige Möglichkeit für eine Applikation, mit einem User unter Verwendung von GOOGLE EARTH interaktiv in Erscheinung zu treten. Eine mögliche Archi-

³<http://www.panoramio.com/>

3 Analyse von GIS-Clients

tektur zur Durchführung einer Beteiligung mit Hilfe von GOOGLE EARTH ist in Abbildung 3.3 dargestellt.

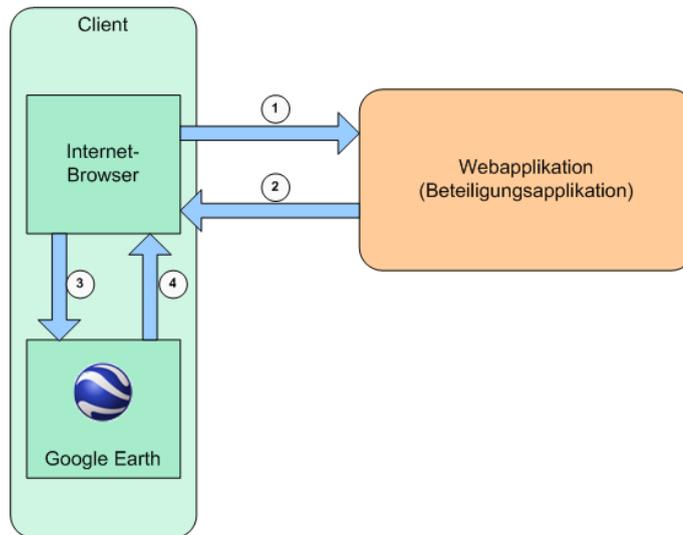


Abbildung 3.3: Verwendung von GOOGLE EARTH als Beteiligungsclient

Der Ablauf eines Partizipationsvorgangs ist wie folgt konzipiert (Abb. 3.3):

1. Ein Client ruft mit seinem Internetbrowser das Online-Beteiligungsportal auf, um sich zu informieren und eine Stellungnahme zur Bauleitplanung abzugeben. Auf den Portalseiten findet sich ein Link zum Herunterladen einer KML-Datei, welche die geografischen und Sachinformationen zur Bauleitplanung enthält.
2. Eine KML-Datei wird von der Beteiligungsapplikation zur Verfügung gestellt. Der Client lädt diese Datei mit seinem Internetbrowser herunter. Durch den registrierten Mimetype kann das System des Clients die Dateiendung assoziieren.
3. Beim Öffnen der KML-Datei wird das Programm GOOGLE EARTH gestartet und die Datei geladen. Durch die darin enthaltenen Ansichtsinformationen wird der GOOGLE EARTH Globus auf die Umgebung des Bauleitplanes zentriert und eine geeignete Zoomstufe zur Betrachtung eingestellt. Die Anzeige des Bauleitplanes erfolgt durch die in der KML-Datei enthaltenen Informationen. Auch die Interaktivität ist in der Datei integriert. Bei der Auswahl einzelner Elemente des angezeigten Bauleitplanes erscheinen Popups, die HTML-Verlinkungen enthalten und anklickbar sind.
4. Durch Klicken eines Links wird die darin referenzierte URL mit dem Browser aufgerufen. Neue Informationen, die räumlichen Bezug zu dem in GOOGLE EARTH selektierten Objekt enthalten, werden vom Server geladen und bilden den Verlauf der Beteiligungsapplikation. Eine Stellungnahme wäre auf diese Weise georeferenzierbar, dadurch dass die Eingabeform als Resultat des in GOOGLE EARTH angeklickten Links erscheint.
5. Die im Browser geöffnete Applikationsseite erlaubt die Eingabe von Stellungnahmen zu der Bauleitplanung. Durch die Verwendung von GOOGLE EARTH als Informationsquelle und als Initiator des aktiven Beteiligungsvorgangs, ließe sich eine Beteiligungsapplikation mit GOOGLE EARTH in Kombination mit einem Internetbrowser durchführen.

Der Entwurf einer interaktionsfähigen Applikation mit GOOGLE EARTH ist nur über Umwege realisierbar. In Internetapplikation ist der Funktionsumfang des Clients zu gering, um Informationen wie die Stellungnahmen darüber zu publizieren. Es wird deshalb eine Helferapplikation benötigt, über die Informationen zurück an einen Beteiligungsserver übergeben werden können. Als geeignetes Mittel ist hier ein Internetbrowser einsetzbar, der die fehlende Funktionalität des GOOGLE EARTH Clients ausgleicht. Die Verwendung von zwei Clients ist jedoch auch mit Aufwand für den Beteiligten verbunden, der zwischen den Applikationen wechseln muss, um eine Online-Beteiligung durchzuführen. Der zusätzlich gewonnene Umfang an Darstellungsvielfalt ist hierbei zu gering, um GOOGLE EARTH in den Beteiligungsprozess fest einzugliedern. Die Verwendung von KML-Dateien zur Betrachtung kann optional als zusätzliche Darstellungsoption im Beteiligungsprozess angeboten werden, aber als Interaktionsclient erweist sich GOOGLE EARTH als nicht tauglich.

3.2.2 Google Maps

GOOGLE MAPS ist die Vorzeigeapplikation zum Verdeutlichen der Fähigkeiten von AJAX (*Asynchronous Javascript and XML*). Die Anwendung ist browserbasierend und besteht in ihren Client-Elementen ausschließlich aus HTML, CSS und Javascript. Grundelement der Applikation ist das Kartenfenster, in der eine zweidimensionale Weltkarte angezeigt wird. Über eine Suchmaske können Anwender nach Adressen, Orten oder Unternehmen suchen, die dann auf der Karte herangezogen und markiert werden. Die Steuerung der Karte erfolgt entweder per Mausclick, mit dem die Karte beliebig hin- und hergezogen werden kann oder über die eingeblendeten Pfeile am oberen Kartenrand. Die Zoomstufe lässt sich über das Mausexplorer, die Tasten „+/-“ auf der Tastatur oder über den eingeblendeten Schieberegler kontrollieren. Es werden drei alternative Ansichten angeboten:

- Satellitenbilder
- Straßenkarte
- Geländekarte

Mit diesen Ansichten lässt sich die Applikation sowohl als Straßenatlas als auch als Landkarte verwenden. Das Kartenmaterial der Satellitenbilder ist vergleichbar mit dem Material von GOOGLE EARTH. Je nach Region ist mehr oder weniger hochauflösendes Material verfügbar, mit qualitativem Schwerpunkt in dichter besiedelten urbanen Regionen der westlichen Welt. Über eine Routenplanerfunktion wird einem Anwender eine schriftliche Wegbeschreibung erstellt, deren Route auf der Karte hervorgehoben wird.

Schnittstellen

Die Integration einer GOOGLE MAPS Karte in eine Webapplikation stellt technisch keine Herausforderung dar. Über eine öffentlich zugängliche API lässt sich die Javascript-Anwendung in Webseiten integrieren. Nur wenige Codezeilen sind dafür erforderlich, wobei diese auch einen von GOOGLE generierten *API Key* enthalten müssen. Diesen erhält jeder, der die Lizenzbestimmungen auf der Google Maps API Webseite unter Angabe seiner Server-URL akzeptiert [Goo08c]. Die Lizenz legt unter anderem fest, dass die Webseite frei für jedermann zugänglich sein muss, und dass das von GOOGLE gelieferte Kartenmaterial nicht verfälscht werden darf. Durch den proprietären Charakter von GOOGLE MAPS

sind keine Änderungen am Client oder Server möglich. Für Erweiterungen auf Datenebene existieren jedoch zwei Ansätze, mit denen weiteres Kartenmaterial und georeferenzierte Sachdaten auf einer GOOGLE MAPS Karte dargestellt werden können. Wie das Desktopprogramm GOOGLE EARTH, so verfügt auch GOOGLE MAPS über die Dateischnittstelle für KML-Dateien. Über diesen offenen Dateistandard lassen sich in KML beschriebene Daten einer webreferenzierbaren Quelle in GOOGLE MAPS laden und sichtbar machen. Dem Aufrufstring der GOOGLE MAPS URL [Goo08d] wird als GET-Parameter die URL der KML-Datei hinzugefügt. Der GOOGLE MAPS Server übernimmt die Übersetzung der KML-Quelle in die Javascript-Umgebung von GOOGLE MAPS. Vorteil der KML-Schnittstelle: Verwendung eines OGC-spezifisierten Datenformats für die Beschreibung geografischer Daten. Als Nachteil ist der Medienbruch zu nennen, der bei der Verwendung einer (statischen) Datei in einer (dynamischen) Webumgebung auftritt. Dieser lässt sich durch die Verwendung der GOOGLE MAPS API umgehen [Goo08c]. Overlays und Ebeneneinblendungen lassen sich durch die Verwendung von Javascript-Funktionen der API realisieren. Neben dem Einbinden von Daten ist es durch die API auch möglich, das Verhalten von GOOGLE MAPS zu steuern. So können Mouse-Events definiert werden oder Vorgänge geschaffen werden, die durch einen Tastendruck ausgelöst werden, auch solche, die mit der eigenen Webapplikation interagieren, in die GOOGLE MAPS eingebunden ist. Die Anbindung an OGC Webservices wird von Haus aus nicht unterstützt. Im Internet sind jedoch in Javascript verfasste Frameworks präsent, welche den Gebrauch von über WMS oder WFS bezogenen Kartenmaterial als Layerüberblendung in GOOGLE MAPS realisieren. Das im nächsten Abschnitt beschriebene OPENLAYERS-Framework [Ope08] ist in der Lage, die Verknüpfung zwischen GOOGLE MAPS und OGC-Webservices herzustellen.

Laufzeitumgebung

GOOGLE MAPS ist eine verteilte Anwendung, deren Clientkomponente über das Internet zugänglich ist. Über die URL <http://maps.google.de> ist die deutschsprachige Version des Clients über einen Internetbrowser aufrufbar. Basierend auf HTML und Javascript wird die Kartenapplikation in einem Browserfenster aufgebaut. Seit diesem Jahr hat GOOGLE zusätzlich eine aus ADOBE FLASH entwickelte Variante veröffentlicht. Voraussetzung zur Nutzung der flashbasierenden Version von GOOGLE MAPS ist die Verfügbarkeit des Flash-Plugins von ADOBE in dem Webbrowser.

Darstellungsmöglichkeiten

Nach dem Öffnen der Webseite mit einem Webbrowser [Goo08d] erscheint ein Kartenfenster mit Steuerungselementen, eine Suchmaske und weitere Links, die beim Umgang mit dem Dienst helfen sollen. Abhängig von der betrachteten Region sind verschiedene Ansichten verfügbar:

- **Kartenansicht:** Eine schematische Ansicht der Welt mit Ortsbezeichnung und Kennzeichnung der Hauptverkehrsverbindungen. Beim Heranzoomen werden weitere Orte und Straßen eingeblendet, die mit Namen gekennzeichnet sind. Diese Ansicht eignet sich zur Nutzung als Straßenatlas.
- **Satellitenansicht:** Eine auf Satellitenbildern aufgebaute Darstellung der Erde. Ortsbezeichnungen und Straßen werden als Datenlayer eingeblendet und überdecken sich mit

den Satelliten- oder Luftbildern. Zur Navigation innerhalb von Ortschaften verschafft die Darstellung der Luftbilder ein ergänzendes Bild. Die Darstellung der Informationen lässt sich durch Ausschalten der Option *Labels anzeigen* deaktivieren.

- Geländekarte: Die Geländekarte zeigt Details über das Gelände an. Gebirgszüge sind schematisch eingezeichnet, ebenso wie Vegetation und Gewässer. Ortsbezeichnungen und Straßen können in dieser Ansicht nicht deaktiviert werden. Dafür werden diese beim Hereinzoomen durch Höhenlinien ergänzt.
- StreetView: Für einige Regionen und Orte sind Rundumansichten einiger Straßenverläufe verfügbar. Virtuelle Rundgänge können auf diese Weise durchgeführt werden. Auf einer Straßenkarte lassen sich bestimmte Straßen auswählen, die Straßenkarte tritt in der Ansicht in den Hintergrund und es erscheint eine Bilderansicht, in sich ein virtueller Betrachter entlang eines Straßenpfades bewegen lässt. An jedem Punkt auf diesem Pfad sind Rundumansichten möglich, die per Mausbewegung gesteuert werden. Für Orte in Deutschland ist diese Art der Betrachtung noch nicht verfügbar, auch rechtlich ist es umstritten, in wie weit die von einer 3d-Kamera aufgenommenen Bilder privater Grundstücke veröffentlicht werden dürfen⁴.

Interaktionsfunktionalität

Über die bereits beschriebenen Schnittstellen kann GOOGLE MAPS um Datenquellen erweitert werden. Eine funktionale Erweiterung hingegen lässt sich nur über die GOOGLE MAPS API vornehmen. In einem vorgegebenem Umfang kann das Verhalten von GOOGLE MAPS beeinflusst werden, um somit eine Form der Interaktion zu schaffen. In Kombination mit einer interaktionsfähigen Webapplikation lassen sich georeferenzierte Daten zwischen GOOGLE MAPS und der Applikation austauschen und im beliebigen Umfang weiterverarbeiten. Die Integration von GOOGLE MAPS in eine Webapplikation erfolgt auf Javascript-Basis und wird auf einem Client, der die Webapplikation aufruft, ausgeführt. Interaktionen zwischen GOOGLE MAPS und einer serverbasierten Webapplikation finden somit stets zwischen Server und Client statt. Eine interaktive Webanwendung kann wie folgt aussehen: Ein Server stellt eine Webanwendung bereit, die *Location Based Services* anbietet und eine GOOGLE MAPS-Karte für die Dienste bereitstellt. Über die GOOGLE MAPS API können durch die Webapplikation auf der Karte Punkte eingeblendet werden (z.B. Firmenstandorte), auf die ein Nutzer klicken kann. Sofern dies geschieht, erzeugt die GOOGLE MAPS Anwendung eine Anfrage an den Applikationsserver, der basierend auf den mitgelieferten Parametern eine Ausgabe erzeugt. Diese Art der Nutzerinteraktion kann in ihrer Komplexität erweitert werden.

3.2.3 Openlayers

Ein großes Maß an Vielfalt bietet die Verwendung des Open Source Clients OPENLAYERS [Ope08].

Durch Einbinden der Javascript-Datei <http://www.openlayers.org/api/OpenLayers.js> können auf Webseiten Kartengrafiken erstellt und dargestellt werden. OPENLAYERS stellt

⁴<http://www.heise.de/newsticker/Kommunen-wollen-gegen-Google-vorgehen-Update--/meldung/116589>

dabei die Funktionalität zum Einbinden, Verwerten und Darstellen von GIS-Material her und unterstützt zudem OGC zertifizierte Schnittstellen. Als initiale Grafik greift OPENLAYERS auf einen öffentlichen WMS-Server zu, der freies Kartenmaterial in Form einer Weltkarte verwendet. Die als Kartenbasis verwendete Karte nennt sich *Baselayer*. Layer, die auf den Baselayer projiziert werden heißen *Overlays*. Das Kartenmaterial ist beliebig wählbar. Über Parameter in der Webseite werden der beim Laden gezeigte Bildausschnitt angegeben, die zu zeigenden Bildlayer ausgewählt und Steuerungsmenüs zugeteilt, über die der Nutzer die Karte steuern oder ergänzen kann.

Schnittstellen

Entwicklungen von kartenbasierten Webapplikationen mit OPENLAYERS haben den Vorteil, dass durch das Einbinden einer einzigen Datei („openlayers.js“), ein vielfältiger Funktionsumfang an GIS-Funktionen genutzt werden kann. Das Einbinden von Kartenmaterial eine mit OPENLAYERS erzeugte Karte, wird von der OPENLAYERS-API realisiert. Durch sie wird das Design, die zur Verfügung stehenden Clientoperationen, die Darstellung unterschiedlicher Kartenlayer und das Verhalten des Kartenwidgets geregelt, das sich durch Platzieren des ihm zugeordneten `<div>`-Elementes auf der HTML-Seite positionieren lässt. Die unterstützte Datenquellen lassen sich überlagern oder sich ausschließend darstellen. Zu ihnen gehören u.a. die OGC-zertifizierten Dienste und Formate [Ope08]:

- Web Map Service
- Web Feature Service
- GML-Dateiquellen
- KML-Dateiquellen

Des Weiteren ist auch die Verwendung von GOOGLE MAPS-, YAHOO-, NASA WORLDWIND-, MICROSOFT VIRTUAL EARTH- und OPENSTREETMAP- Quellen als Baselayer möglich.

Zur Analyse und Weiterverarbeitung von Geodaten stellt OPENLAYERS zudem Funktionen bereit und ist in der Lage, Geodaten in GML- oder KML-Dateien zu extrahieren.

Laufzeitumgebung

OPENLAYERS ist als komplett in Javascript verfasste Applikation in Webseiten integrierbar. In einer in (X)HTML geschaffenen Umgebung wird die OPENLAYERS-Karte als `<div>`-Element eingefügt, das in der Größe anpassbar ist. Wird die Webseite von einem Internetbrowser aufgerufen, wird die Karte durch das eingebundene Javascript clientseitig erzeugt. Referenzen auf Geodatendienste wie WMS/WFS werden aufgelöst und die von der Kartenanwendung benötigten Daten geladen. Ändert ein Nutzer den Kartenausschnitt, den Zoomfaktor oder wählt andere darzustellende Layer aus, werden die Daten der entfernten Quellen dynamisch nachgeladen. Ein Client erzeugt somit eigenständig Verbindungen zu den Geodatendiensten, um GIS-Material und Kartengrafiken zu erhalten. Der Server, der die OPENLAYERS-Applikation bereitgestellt hat, wird nicht weiter beansprucht, sofern dieser nicht selber ein Lieferant für das Geomaterial ist.

Darstellungsmöglichkeiten

Als reiner zweidimensionaler Kartenclient ist OPENLAYERS in der Lage, GIS-Kartendarstellungen unterschiedlicher Projektionen darzustellen. 3d-Darstellungen werden hingegen nicht unterstützt. Als Navigationselement dient ein Navigationskreuz am linken oberen Bildschirmrand, über das der Kartenausschnitt bewegt werden kann. „Drag 'n Drop“-Steuerung per Maus ist ebenfalls möglich. Der Zoomlevel lässt sich über einen Schieberegler oder alternativ „+/-“-Schaltflächen steuern. Ein Doppelklick auf einen Punkt auf der Karte vergrößert den Ausschnitt entsprechend. Als weitere Steuerung ist durch Öffnen des „Overlay“-Menüs die Auswahl der angezeigten Layer möglich. Je nach Applikation können somit einzelne Layer auf die Kartendarstellung ein- und ausgeblendet werden.

Interaktionsfunktionalität

Aufgrund der Eigenschaft, dass OPENLAYERS-Kartenapplikationen im Client (Internetbrowser) ausgeführt werden, tritt ein Nutzer direkt mit der Applikation in Verbindung. Gelingt es, mit Javascript die Applikation so zu gestalten, dass Interaktionen mit dem Nutzer entstehen, so wäre die Applikation in der Lage, Nutzereingaben entgegenzunehmen, zu verarbeiten und an Server weiterzuleiten. In der Tat erlaubt die OPENLAYERS-API die Definition von Browserevents, ausgelöst durch Karteninteraktionen und zusätzlich die Möglichkeit, Vektorgrafiken eigenhändig zu erstellen. In Kombination mit weiteren AJAX-Elementen und Servertechnologien können auf diese Weise *Rich Internet Applications* aufgebaut werden.

3.2.4 Alternative Clients

An drei Beispielen wurde exemplarisch gezeigt, in wie weit sich interaktive Kartenapplikationen mit den ihnen zu Grunde liegenden Technologien realisieren lassen. Betrachtet wurden bisher GOOGLE EARTH als Vertreter der desktopbasierten „virtuellen Globen“, GOOGLE MAPS und OPENLAYERS für die Verwendung AJAX-basierter Karten, eingebettet in Webapplikationen. Darüber hinaus existieren weitere Anbieter von Software, die sich als Kartenclient verwenden lässt. Eine bisher nicht behandelte Art von Clients sind die *Desktop Map Clients*. Sie werden auf Betriebssystemen als Desktopapplikationen ausgeführt, verfügen im Gegensatz zu GOOGLE EARTH nicht über eigenes Kartenmaterial, das in Form einer virtuellen Weltkugel ausgegeben wird. Ein Vertreter dieses Genres ist QUANTUM GIS [Qua08].

Quantum GIS

Als Open Source Projekt ist QUANTUM GIS seit 2002 im Internet frei zu beziehen [Qua08]. Ursprünglich als Viewer gedacht, um POSTGIS-Layer zu betrachten, entwickelte sich das Projekt zur Desktop-GIS-Applikation, das eine Vielzahl von Raster-/Vektorformaten unterstützt [Mit08]. Das Programm ist auf den gängigsten Betriebssystemen lauffähig und kann in Form von Binärpaketen oder als Sourcecode bezogen werden. QGIS ist in der Lage WMS-/WFS-Dienste einzubinden. Gespeichert in einer QGIS-Projektdatei können Karten mit Bezug auf entfernte WMS-/WFS-Quellen über das Internet verteilt werden,

um mit dem QGIS-Client des Benutzers zur Anschauung geladen zu werden. Bearbeiten lassen sich Karten durch Hinzufügen von Vektorebenen, die sich auf der Karte einzeichnen lassen und mit Werten oder Texten versehen werden. Einzelne selbst erstellte Vektorebenen können als *Shapefiles* exportiert und so durch Hochladen auf einer Plattform oder als Email-Anhang wieder zur Verfügung gestellt werden. Aufgrund der vielfältigen Möglichkeiten zum Einbinden, Überlagern und Bearbeiten von Geodaten verfügt das Programm über eine Menüstruktur mit tiefgreifenden Funktionen. Die dazugehörige Dokumentation befasst sich mit diversen Einzeltätigkeiten, die sich mit QGIS realisieren lassen, es ergibt sich für nicht GIS-versierte Nutzer aber kein klares Bild, warum sich diese Software für den Einsatz in einer Beteiligungsinfrastruktur eignet. Die Erwartungshaltung der Nutzer, eine Software vorzufinden, die sich in ihrem Funktionsumfang selbst erklärt oder mit deren Verwendung sie bereits vertraut sind, lässt QGIS als professionellen Vertreter GIS-orientierter Software nicht tauglich erscheinen. Um ein weitreichendes Umfeld an Nutzern zu erreichen, wirkt die Benutzung einer professionellen GIS-Software trotz ihres für die Aufgabe angemessenen Funktionsumfangs, überladen und kontraproduktiv. Zwar lässt sich QGIS durch die quelloffene Programmierung beliebig erweitern, so könnte die GUI in ihrer Funktionalität an die Bedürfnisse der Bauleitplanung angepasst werden, aber die Kosten und der Aufwand für diese Entwicklung gemessen am Erfolg und der Akzeptanz für die produktive Verwendung, würde in keinem Verhältnis stehen.

3.3 Bewertung

Die betrachteten Client-Technologien dienen exemplarisch als Vertreter für andere Implementierungen der jeweiligen Technologie. Betrachtet wurden Webclients und Desktop-Applikationen, die als Gemeinsamkeit die Fähigkeiten besitzen, Karten bestehend aus mehreren Layern darzustellen, mindestens ein vom OGC-spezifiziertes Format und einen OGC-Webservice zum Datenimport unterstützen und frei im Internet erhältlich sind oder genutzt werden können. Da Webtechnologien generell keine Notwendigkeit erzeugen, Software auf dem Nutzer-Computer zu installieren, ist ihr Einsatz generell von Vorteil gegenüber der Desktop-Applikationen, die ihren Defizit durch besonders ansprechende Darstellungsoptionen oder vielseitigeren Funktionsumfang ausgleichen könnten. Sollte eine Client-Technologie Schwächen in Bezug auf die festgelegten Kriterien aufweisen, so wird auch in Betracht gezogen, diese Technologie im Verbund mit anderen zu nutzen, sofern sich Vorteile aus ihrer Verwendung ergeben. Die Schaffung eines *hybriden* Clients durch Kombination mehrerer Technologien könnte eine Alternativlösung darstellen, welche die Vorteile der ihr zugrunde liegenden Clients nutzbar zu machen versucht.

3.3.1 Google Earth

Durch die ansprechende Darstellungsform der Karten in Form eines dreidimensional gerenderten Globus', ist dieser Client bei vielen Nutzern bekannt und ein beliebtes Werkzeug. Als Eigenschaft einer Desktopapplikation kommen die Nutzer nicht um eine Installation auf den von ihnen genutzten Systemen herum, was in einer weiteren Schwelle resultieren kann, sich für Online-Beteiligungen zu interessieren. Die Akzeptanz, diesen Client zu verwenden spricht nicht gegen den Einsatz als Client, wohl aber die erhöhten Hardwareerfordernissen. Einschränkungen dieser Art mindern den gesetzlichen Anspruch, der Öffentlichkeit „Ge-

legenheit zur Äußerung und Erörterung“ zu Bebauungsplänen zu geben⁵. Der Mangel an Erweiterungsmöglichkeiten schränkt GOOGLE EARTH in Hinblick auf die Fähigkeit ein, an geografische Features des Bauleitplans geknüpfte Meinungen und Einwände von Nutzern an einem Server zu publizieren. Interaktionen der Bauleitplanung mit GOOGLE EARTH zu realisieren bedürfen einer hybriden Umgebung aus interaktiven Webanwendungen, welche die Defizite in GOOGLE EARTH bezüglich dem Datenversand ausgleichen. In einer solchen Umgebung ist GOOGLE EARTH nur als Visualisierungsclient nutzbar, als Addon, um einen zusätzlichen Anreiz für die Benutzung der Beteiligungsplattform zu schaffen, welches jedoch nicht primär zum Gebrauch beiträgt.

3.3.2 Google Maps

Der Vorzug bei der Verwendung von GOOGLE MAPS liegt in dem von GOOGLE bereitgestellten Datenmaterial. Unterschiedliche Ansichten von Stadtteilen und benannten Straßenzügen, schaffen ohne notwendige Bereitstellung externen Kartenmaterials für den Betrachter einen tiefgreifenden Einblick in die Umgebung eines Bebauungsplans. Durch Luftbilder und dem STREETVIEW-Feature kann die Umgebung eines Bebauungsplanes betrachtet werden. Als weitere Vorteile sind die Barrierefreiheit und die einfache Integration einer GOOGLE MAPS Karte in eine eigene Webapplikation zu nennen. Das Überblenden von Datenlayern und Vektorelementen kann durch die GOOGLE MAPS API realisiert werden. Referenzen auf OGC-Webservices sind durch Einbinden von Erweiterungen möglich, werden jedoch nicht von Haus aus unterstützt. Interaktionsmöglichkeiten bietet GOOGLE MAPS in Kombination mit Webanwendungen an, die über die GOOGLE MAPS API Zugriff auf die Kartenfunktionen von GOOGLE MAPS erlangen. Über Javascript kann auf Kartenelemente zugegriffen werden, die für einen geografischen Bezug Koordinaten ausgeben können. Event-Listener können verwendet werden, um Karteninteraktionen zu definieren. Trotz seines proprietären Charakters und der benötigten Erweiterung beim Zugriff auf OGC Webservices erscheint GOOGLE MAPS als geeigneter Kandidat für die Verwendung in einer geografischen Partizipationsumgebung.

3.3.3 Openlayers

Die Verwendung einer Open Source Lösung bringt neben den bekannten Vorteilen in öffentlichen Einrichtungen in Bezug auf Kostenersparnis und erhöhter Flexibilität [Sp"06] zusätzlich den Vorteil der Erweiterbarkeit. Durch die aktive Entwicklergemeinde wurde OPENLAYERS zu einem Kartenclient ausgebaut, der die gängigsten Geodatenformate unterstützt und zudem Zugriff auf OGC-Webservices ermöglicht. Der Aufbau einer Kartenapplikation wird durch Überlagerung mehrerer Layer gewährleistet, die von unterschiedlichen Quellen bezogen werden können. Eingebunden und angepasst werden OPENLAYERS-Karten in Webseiten durch die Grundlage von HTML und Javascript. Der Aufbau einer Webapplikation unter Verwendung mit OPENLAYERS als Clienttechnologie, die komplett auf dem Internetbrowser des Kartennutzers ausgeführt wird, ist somit möglich, inklusive der Bedeutung im Bezug auf Interaktionen: In der OPENLAYERS-API definierte Browser-Events können ausgelöst werden, um Verbindung mit Applikationsservern aufzunehmen, an die Geodaten übermittelt werden können. Der Server steuert den weiteren Verlauf der Applikation und

⁵§3 Abs. 1 BauGB

überträgt dem Client weitere Informationen oder erwartet auf einer Formular-Seite weitere Benutzereingaben. Aus dem Repertoire der Möglichkeiten AJAX-basierter Karten können dynamisch neue Ansichten erzeugt, Daten hinzugeladen oder verändert werden, mit den jeweils implementierten Auswirkungen auf die Applikation. Der Nachteil, dass im Gegensatz zu den bisher vorgestellten Technologien von GOOGLE kein eigenes Datenmaterial mitgeliefert wird, lässt sich auf zwei Weisen beseitigen, ohne dass teures Kartenmaterial bezogen werden muss. Frei verfügbares Kartenmaterial ist durch das Projekt OPENSTREETMAP⁶ beziehbar. OPENLAYERS unterstützt die dazugehörige API, um auf das Openstreetmap-Angebot zugreifen zu können. Als zweite Alternative bietet OPENLAYERS die Nutzung der GOOGLE MAPS-API an, über die GOOGLE MAPS Kartengrafiken in Kombination mit den OPENLAYERS-Fähigkeiten verwendet werden können.

3.3.4 Alternative Clients

Trotz seiner vielen Fähigkeiten und der integrierten Unterstützung offener und verbreiteter GIS-Standards, eignet sich QGIS nicht für den Einsatz in einer geografischen Beteiligungsinfrastruktur. Der Aufwand für die Installation und das Erlernen der Bedienung stehen in keinem Verhältnis zu dem zusätzlichen Nutzen, den ein Partizipant durch den Gebrauch erhält. Die Darstellung zweidimensionaler Karten ist mit anderen Mitteln anwenderfreundlicher realisierbar.

3.3.5 Ergebnisse der Clientanalyse

In der Bewertung der Clients konnten sich die Desktop-Applikationen nicht gegen Webapplikationen durchsetzen; zu groß sind die zusätzlichen Hürden, die eine Installation mit sich bringen, im Gegensatz zu den browserbasierten Varianten, die grundlegend in jeder verbreiteten Betriebssystemumgebung lauffähig sind. GOOGLE EARTH als optionaler Visualisierungsclient kann aufgrund seiner Popularität zu vermehrtem Interesse an der Bauleitplanung führen, insbesondere durch die Möglichkeit dreidimensionale Stadtmodelle in die Darstellung mit aufzunehmen. Die mangelnde Interaktionsfunktionalität lässt sich nur durch Kombination mit einer interaktionsfähigen Komponente kompensieren. Dies ließe sich durch den Einsatz mit einem Internetbrowser verwirklichen. Doch durch den dadurch entstehenden Aufwand bei der Verwendung der Beteiligungsapplikation scheidet GOOGLE EARTH bei der Nutzung einer interaktiven Umgebung aus.

Die GOOGLE MAPS API und die Möglichkeiten der Integration der GOOGLE MAPS Kartenapplikation in Webapplikationen ermöglicht den Einsatz dieser Softwarekomponente in einer Beteiligungsapplikation. Eine OGC-Unterstützung ist durch Nutzung der KML-Dateischnittstelle gegeben, jedoch stellt GOOGLE MAPS von sich aus keine Funktionalitäten zur Nutzung des GML-Dateistandards oder der OGC Webservices zur Verfügung. Es ist möglich, GOOGLE MAPS um diese Fähigkeiten zu ergänzen, jedoch fällt hier ein zusätzlicher Entwicklungsaufwand an, der Umwandlungen und damit verbundene Qualitätsdefizite mit sich bringen kann. Defizite in der Exaktheit bei der Überlagerung von Datenmaterial mit GOOGLE MAPS Kartenlayern, die in einem googleeigenen Rereferenzsystem dargestellt werden, treten gelegentlich auf.

⁶<http://www.openstreetmap.org>

Die OPENLAYERS-Technologie überzeugt in ihrer Vielseitigkeit in den unterstützten Datenformaten und den Darstellungsmöglichkeiten, sowie dem minimalen Integrationsaufwand zum Einbinden in Webapplikationen. Die Interaktionsfähigkeit ist durch die Javascript-API gewährleistet und kann in Kombination mit einer vom Applikationsserver gesteuerten Beteiligungsumgebung genutzt werden. Bei der Eingliederung von Geodaten kann auf eine Vielzahl an Datei- und Dienstschnittstellen zurückgegriffen werden, darunter auch die OGC-Webservices WMS und WFS. Die Vorteile der Nutzung des GOOGLE MAPS Datenmaterials lassen sich auch in OPENLAYERS nutzen, denn Zugriffsmöglichkeiten auf die GOOGLE MAPS API sind in OPENLAYERS enthalten. Im das im Umfeld der Bauleitplanung verwendete Datenformat XPlanGML kann mittels OPENLAYERS verlustfrei weiterverarbeitet werden. Die Grundvoraussetzungen zum Aufbau eines Beteiligungsclients unter Verwendung von OPENLAYERS sind somit vorhanden.

Mit der Entwicklung einer Softwarearchitektur für den Beteiligungsclient wird somit gezeigt werden, wie sich OPENLAYERS in eine Webapplikation integrieren lässt, um eine Nutzung als interaktiven Beteiligungsclient der Bauleitplanung zu realisieren.

3.3.6 Auswirkungen auf die Softwarearchitektur

Das OPENLAYERS-Kartenmapplet wird komplett im Browser des Clients ausgeführt. Als HTML-Seite mit eingebettetem Javascript-Code wurde die Seite jedoch vom Applikationsserver dynamisch generiert, bevor sie den anfragenden Client über das Internet erreichte. Ausgeführt wird die Applikation somit auf zwei Ebenen, die miteinander in Verbindung stehen: Einerseits die Serverseite, die für den Ablauf der Applikation sorgt und für die Clients die angeforderten Webseiten zur Verfügung stellt. Auf der anderen Seite steht der Client, der mittels AJAX-Technologien eine Kartenapplikation zur Verfügung stellt, die mit dem Nutzer in Interaktion tritt. Überwunden werden muss somit die Ebene zwischen Serverapplikation und Clientapplikation, damit der Informationsaustausch zwischen diesen Ebenen erfolgen kann. OPENLAYERS übernimmt im Beteiligungsclient alle Aufgaben, die mit der Darstellung und dem Umgang mit geografischer Daten, in diesem Fall der Bebauungspläne, zu tun haben. Zu diesen Aufgaben gehört auch das Beziehen der Daten von einem Geodatenserver. Die Steuerung über die OPENLAYERS-Kartenapplikation geht vom Beteiligungsclient aus, der die Applikationslogik enthält. Durch die Workflow-Prozesse übernimmt dieser die Entscheidung, welche Daten des Bebauungsplanes zu laden sind und übergibt sie zur Ausführung an die Kartenapplikation. In die andere Richtung erfolgt die Parameterübergabe von OPENLAYERS zur Beteiligungsapplikation aufgrund von Verlinkungen, die Seiten im Applikationskontext referenzieren können, um auf diese Weise beispielsweise Servlet-Funktionen aufzurufen. Das Überwinden der Lücke zwischen Client- und Servertechnologie wird einen großen Anteil in der Softwarearchitektur bilden.

3 Analyse von GIS-Clients

4 Design einer Softwarearchitektur

Die Beteiligung der Öffentlichkeit an der Bauleitplanung dient in erster Linie der „vollständigen Ermittlung und zutreffenden Bewertung der von der Planung berührten Belange“¹. Eine Öffentlichkeitsbeteiligung ist somit nur sinnvoll, wenn das Interesse der von der Planung betroffenen Personen an einer Planungsteilnahme geweckt werden kann, um deren Meinungen einzuholen. Das in der Bevölkerung vorhandene Wissen wird in der weiteren Planung eingesetzt, damit teure Fehlplanungen vermieden werden können [Meu06]. Werden diese Aspekte beachtet, lässt sich die Gestaltung einer Beteiligungsplattform realisieren. Bereits vorhandene Beispiele privater und öffentlicher Beteiligungssoftwarelösungen berücksichtigen bereits die gesetzlichen Vorgaben und können beim Aufbau einer prototypischen Beteiligungsinfrastruktur als Vorlage dienen. Die Gestaltung einer exemplarisch genutzten Beteiligungsplattform in Anbindung an den in Kapitel 3 ausgewählten Beteiligungsclient wird in diesem Kapitel erläutert. Dabei wird auf die dafür zu entwerfende Softwarearchitektur eingegangen, die zur Herstellung einer Benutzungsschnittstelle des Beteiligungsclients benötigt wird.

4.1 Beschreibung der Kernkomponenten einer Beteiligungsplattform

Die Verwendung von Informationstechnik in der Öffentlichkeitsbeteiligung ist im Baugesetzbuch als Ergänzung zum konventionellen Vorgang vorgesehen². Zu einer solchen Beteiligungsplattform gehören primär die Aufgaben der Informationsbereitstellung von Bauleitplanungen und der Entgegennahme von Einwänden der von der Planung betroffenen Bevölkerung. Eine kommerzielle, bereits auf dem Markt etablierte Lösung ist das Produkt BETEILIGUNG-ONLINE der Firma ENTERA [Ent08]. Für den Einsatz in einer internetbasierten Beteiligungsumgebung bietet BETEILIGUNG-ONLINE Funktionen zur Verknüpfung geografischer Inhalte mit eingestellten Einwänden. Die Architektur einer dem Endprodukt zugrundeliegenden Forschungsarbeit ist in Abbildung 4.1 dargestellt.

Der in Abbildung 4.1 bezeichnete Beteiligungsserver beinhaltet eine Komponente zur persistenten Datenspeicherung und eine weitere, welche die Applikationslogik bereitstellt. Die Applikations-Seite wird aus mehreren Komponenten zusammengestellt, die jeweils unterschiedliche Aufgaben in der Abwicklung übernehmen. Der Geodatenserver ist mit der Verwaltung und der applikationsinternen Ausgabe der geografischen Daten betraut, die Bereitstellung von Text- und Kartenmaterial erfolgt durch eine andere Komponente. Im allgemeinen kann diese Aufgabe durch ein *Content Management Systems* geregelt werden. Das Zeichenmodul ist eine Spezialkomponente, die in der ENTERA-Lösung durch eine programmierte Servlet-Komponente als Anwendung im Applikationsbereich des Online-

¹§4a Abs. 1 BauGB

²§4a Abs. 4 Satz 1 BauGB

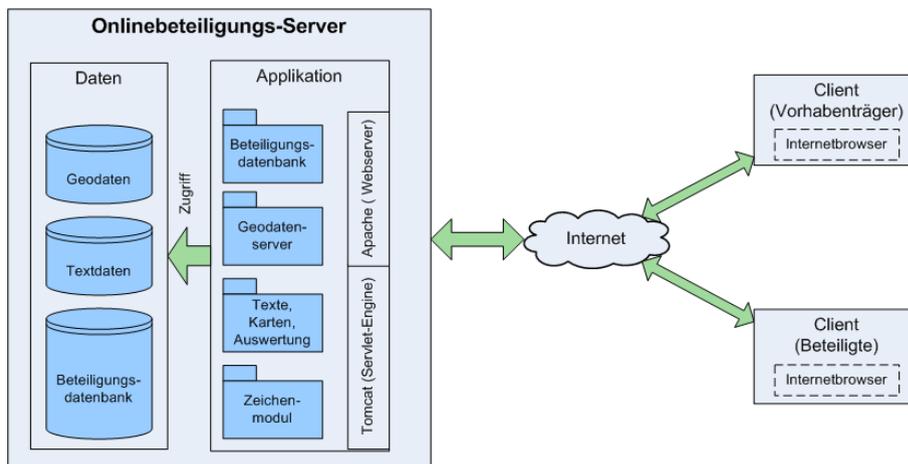


Abbildung 4.1: Architektur eines Beteiligungsportals nach [SW04]

beteiligungsservers angesiedelt ist. Entsprechend der bekannten *Three Tier Architectures* ist der Datenbereich der Anwendung durch die Applikationsschicht maskiert und befindet sich somit für den Internet-Client nicht direkt im Zugriff. Zwei Akteure sind als Clients exemplarisch vorgesehen:

1. Die **Vorhabenträger**
2. Die **Beteiligten**

Als **Vorhabenträger** werden die planenden Behörden bezeichnet, die für den Planungs- und Partizipationsvorgang verantwortlich sind. Ihre Rolle als durchführendes Organ bezieht sich auf die Vorbereitung, Durchführung, Überwachung und Auswertung der Beteiligungsvorgänge. Die **Beteiligten** hingegen verfügen über die Möglichkeit, sich über Planungen zu informieren und sich aktiv durch Einbringen von Einwänden an ihr zu beteiligen. Für sie ist die Plattform primär konzipiert und für eine barrierefreie Teilnahme an den Planungsprozessen gestaltet.

Aus der ENTERA-Lösung können Abstraktionen für eine exemplarisch aufzubauende Partizipationsplattform gewonnen werden. In Abbildung 4.2 ist der schematische Zusammenhang der Daten- und Funktionskomponenten dargestellt. Im Zentrum der Betrachtung steht der Beteiligungsserver, der auch hier durch eine Geo-Applikation und eine Beteiligungs-Applikation substituiert wird. Zwischen diesen Komponenten existiert eine Mapping-Funktion, welche einen funktionsübergreifenden Zugriff ermöglicht. Durch das Mapping erhalten Beteiligungsdaten eine Zuordnung zu einer separat verwalteten geographischen Datenstruktur. Die in der Darstellung grün hervorgehobenen Datenkomponenten werden zum einen aus den Elementen der Bauleitplanung („Inhalte“) und der Beteiligungen („Datenspeicher“) gebildet. Ihre Struktur ist Bestandteil von Kapitel 4.4.5. Über den Beteiligungsclient ist der Zugriff auf die Applikation für die Beteiligten möglich.

4.1.1 Content Management Dienste

Elektronische Dokumente bilden eine Einheit aus *Inhalt*, *Struktur* und *Layout* [Bod06]. Dabei ist es von zweitrangiger Bedeutung, ob das Dokument rein textbasierend ist oder

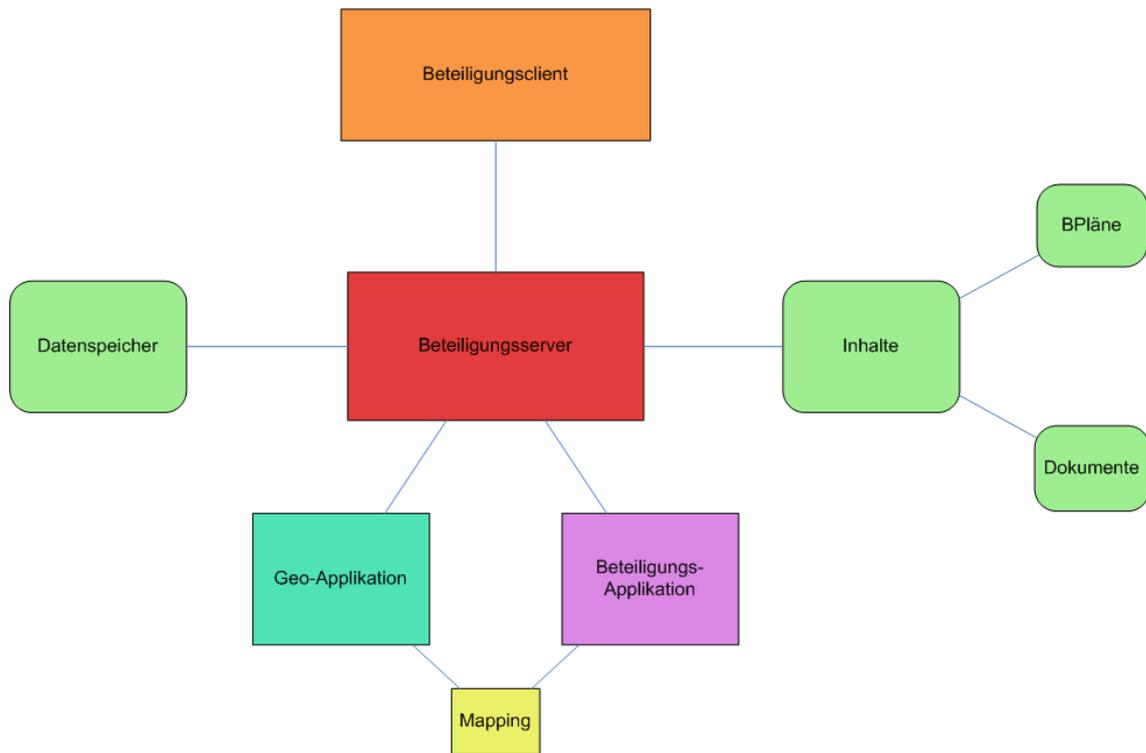


Abbildung 4.2: Funktionale Komponenten eines Beteiligungsportals

es aus mehreren multimedialen Dateien zusammengesetzt wurde. Die darin enthaltenen *Inhalte* werden durch die *Struktur* in eine Abfolge gebracht. Sie bestimmt den Aufbau des Dokuments, welches durch das *Layout* optisch aufbereitet wird und zur Visualisierung der strukturierten Inhalte dient. Die drei Komponenten werden technologisch voneinander getrennt, damit die Inhalte unabhängig von ihrer Struktur oder ihrer Darstellung verarbeitet werden können. In redaktionellen Content Management Systemen entspricht diese Aufteilung der betrieblichen Arbeitsteilung. Ein weiterer Vorteil, der sich aus der Trennung von Inhalt, Struktur und Layout ergibt, ist die Wiederverwendung von Inhalten, die nur einmal erfasst werden müssen (*Single Source Multiple Media*) [Bod06]. Ebenso ist die äußere Gestaltung durch Anpassung der Layout-Informationen einfach änderbar.

Content Management in der Bauleitplanung

Für die Vorhabenträger von essentieller Bedeutung ist die Nutzung eines Systems, über das die Inhalte einer Bauleitplanung für die Öffentlichkeit bereitgestellt werden können. Hierbei ist darauf zu achten, dass die Inhalte aus unterschiedlichen multimedialen Quellen zusammengestellt sein können. Neben den beschreibenden Texten und Textdokumenten werden ebenfalls Möglichkeiten zum Platzieren von Bild- oder Videomaterial benötigt. Pläne der Bauleitplanung können als statisches Bildmaterial zur Verfügung gestellt werden, jedoch ist die Verwendung einer interaktiven Kartenapplikation zur Darstellung der Bebauungspläne eine weitaus attraktivere Form der Publikation, die den Verständlichkeitsgrad der Planung durch Einbeziehen von Umgebungskarten erhöht. Content Management Dienste gewährleisten eine einheitliche Form der Struktur und Darstellung, die meist durch Templates oder Stylesheets vorbereitet wird. Die resultierende Darstellung der Inhalte sollte

in ihrer Optik an die Umgebung der städtischen oder kommunalen Portalseiten angepasst sein. Damit sich Besucher der Portalseiten schnell zurechtfinden, sollten alle zur Beteiligung notwendigen Informationen optisch hervorgehoben werden. Ziel und Zweck der Bauleitplanung, Bekanntmachungen über neue Planungen, sowie insbesondere die Angabe der Termine müssen deutlich erkennbar sein [HPM08]. Eine Gestaltung von Templates oder Formatvorlagen, welche diese Aspekte für jede neue durchgeführte Bauleitplanung mit öffentlicher Partizipation berücksichtigt, ist somit von Vorteil.

Dokumentenstruktur der Bauleitplanung

In der Bauleitplanung werden nicht nur Flächennutzungspläne und Bebauungspläne verwaltet, sondern auch Dokumente ohne geografischen Ursprung. Zu ihnen gehören die **Planungsbegründung** (§ 2a BauGB) des zu erstellenden oder zu ändernden Bauleitplanes, sowie die **Umweltberichte**, die nach § 2 Abs. 4 BauGB zu verfassen sind und ebenfalls einen Teil der Begründung darstellen. Die Dokumente werden den Beteiligten in der Regel als PDF-Datei zum Download angeboten und enthalten einführende und auch detaillierte Beschreibungen über die Planung. Teile der einführenden Beschreibung können aus dem offiziellen Dokument extrahiert werden, um sie gesondert auf der Planungswebseite einzufügen. Insbesondere sind der **Grund der Bauleitplanung**, sowie das **Planungsgebiet** hervorzuheben, über die eine Planungsbegründung Auskunft gibt.

Um die Beteiligten vom Verfahren in Kenntnis zu setzen und über die Mitwirkungsmöglichkeiten aufzuklären, müssen die Rahmendaten des Beteiligungsvorgangs veröffentlicht werden. Auskünfte über den Ort der offiziellen Planauslegung, Kontaktadressen der planenden Behörde, sowie der Zeitraum der öffentlichen Beteiligung müssen klar ersichtlich sein. Das elektronische Beteiligungsverfahren wird das konventionelle Partizipationsprinzip nicht ersetzen, sondern nur ergänzen. Alle Schritte, die zur Vorbereitung einer konventionellen Partizipation notwendig sind, können ohne großen Aufwand in eine elektronische Form gebracht werden, sofern die Rahmenbedingungen stimmen. So können Informationen, aus den zu einem Verfahren gehörenden Bekanntmachungen genutzt werden, um diese auch auf der Planungswebseite zu publizieren. Auf gleiche Art, wie die elektronische Beteiligung auf das konventionelle Verfahren hinweist, sollte auch in den öffentlichen Bekanntmachungen auf die Möglichkeit der Teilnahme über das Internet eingegangen werden, beispielsweise durch Angabe der Internetadresse, um die Auffindbarkeit des Internetangebots zu verbessern [Meu06].

Um den Gebrauch der Dokumente während einer Partizipation zu verdeutlichen, ist die prozessorientierte Betrachtung eines Content Life Cycles (Abb. 4.4) von Nutzen. Von der Planung bis zur Bekanntgabe des Ergebnisses der Öffentlichkeitsbeteiligung müssen mehrere Prozessschritte abgearbeitet werden. Als Datenspeicher wurde schematisch zwischen den Beteiligungsdaten, den Rahmendaten der Partizipation und den von den Beteiligten eingestellten Einwänden unterschieden.

Zu Beginn des Partizipationsprozesses sind die Planungsdaten (Bauleitpläne, Begründungen, usw.), sowie die strategisch ermittelten Rahmendaten der Partizipation bekannt. Zu ihnen gehören die Zeitplanungen, sowie jene Informationen, die für die Öffentlichkeit im Verlauf des Prozesses von Bedeutung sind. Aus diesen Daten wird eine neue Partizipation erzeugt, indem sie zusammengetragen und auf der Partizipationsplattform veröffentlicht werden. Sind die Vorbereitungen abgeschlossen und ist der Zeitpunkt der aktiven Öffent-

4.1 Beschreibung der Kernkomponenten einer Beteiligungsplattform

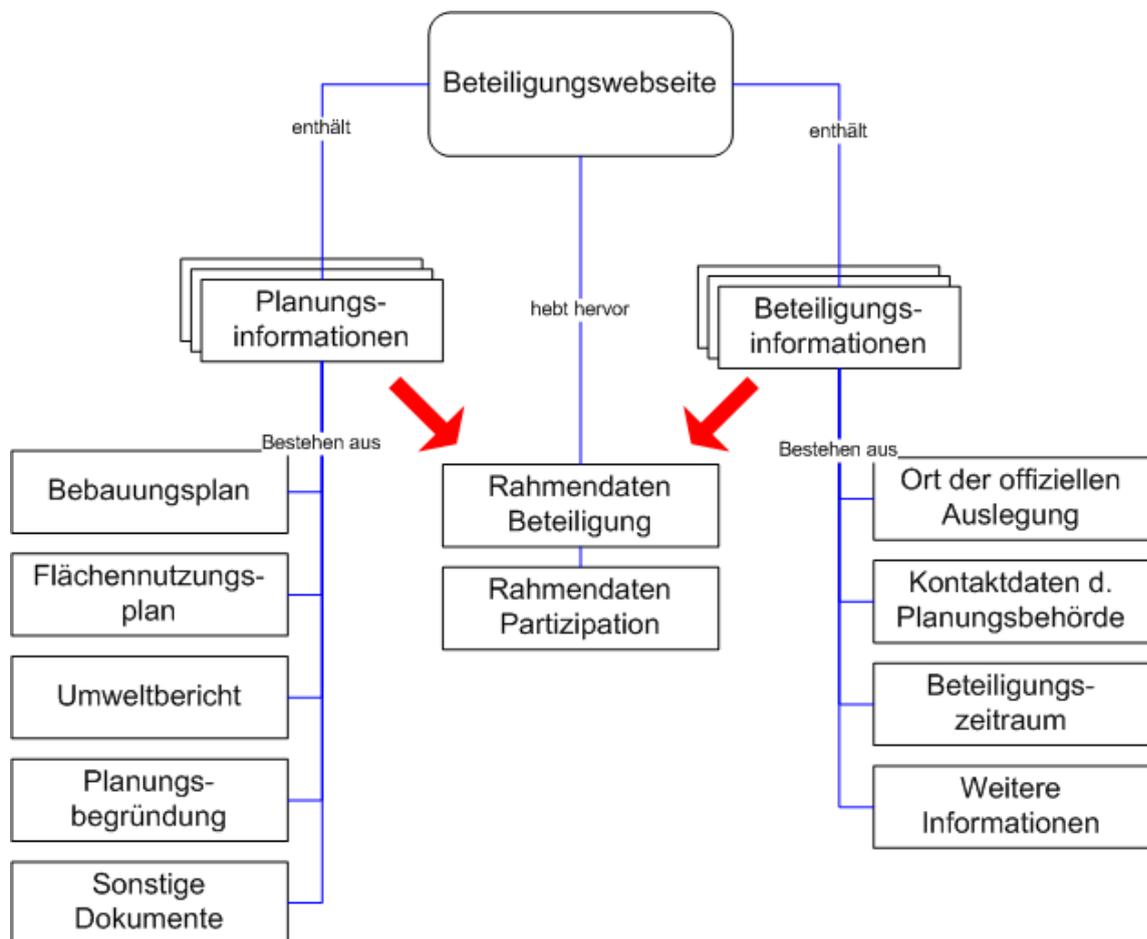


Abbildung 4.3: Inhalte der Beteiligungswebseite

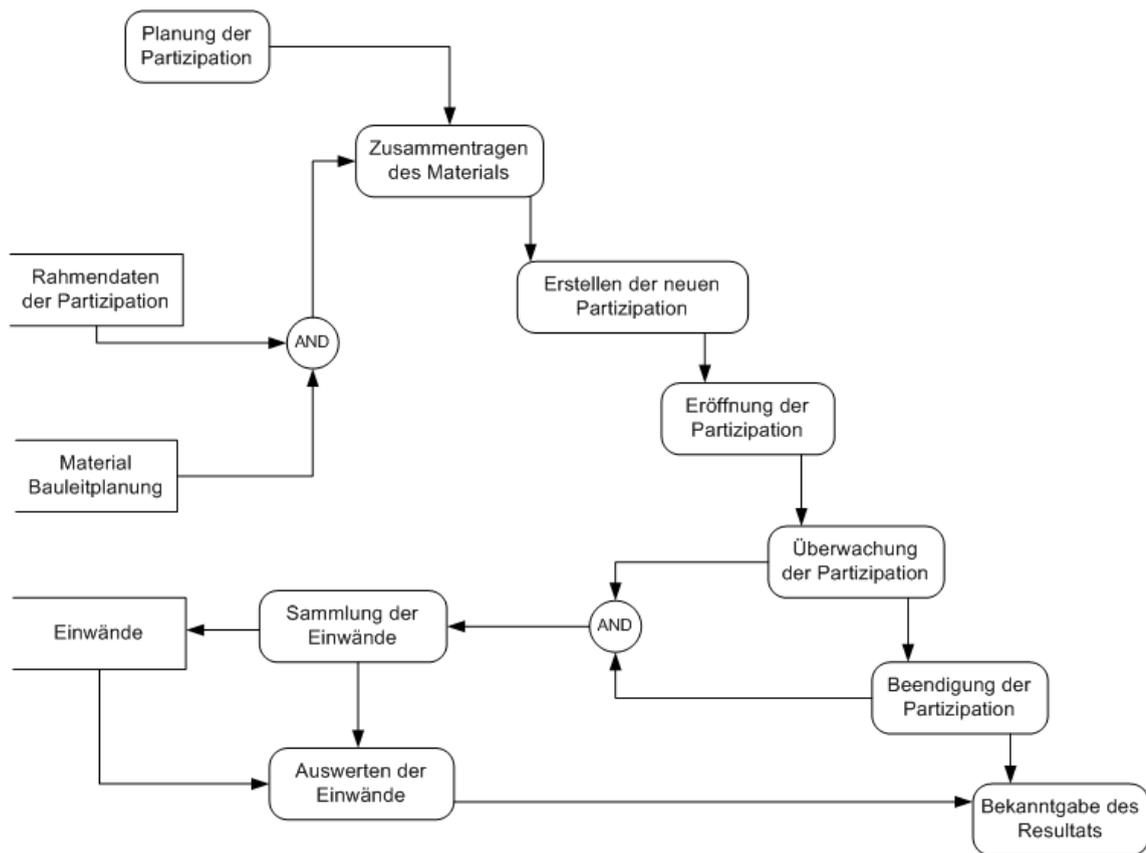


Abbildung 4.4: Content Life Cycle der Beteiligungsdokumente

lichkeitsbeteiligung erreicht, so wird die Partizipation für die Teilnahme eröffnet. Alle relevanten Informationen müssen zu diesem Zeitpunkt auf der Plattform veröffentlicht sein, so dass während des Beteiligungszeitraumes möglichst keine Änderungen mehr vorgenommen werden. In dieser Zeit werden die von den Beteiligten verfassten Einwände entgegen genommen und zentral gespeichert. Änderungen an bereits eingestellten Einwänden sind für die Verfasser nicht mehr möglich. Allenfalls ein lesender Zugriff für selbstverfasste Einwände kann realisiert werden. Die Einsichtnahme ist nur für Mitglieder der durchführenden Planungsbehörde möglich, die mit der Auswertung der Daten vertraut sind. In der gesetzlich vorgegebenen Frist von einem Monat nach Beginn der Beteiligung werden die rechtzeitig eingegangenen Stellungnahmen identifiziert. Sie müssen bei der Auswertung berücksichtigt werden. Nach Abschluss der Partizipation wird die Beteiligungsmöglichkeit geschlossen, so dass die Abgabe weiterer Einwände nicht mehr möglich ist. Nach Beendigung der Auswertung erfolgt die Bekanntgabe des Ergebnisses. Die Veröffentlichung kann auf unterschiedliche Art und Weise erfolgen [Meu06]: Das Baugesetzbuch gibt laut § 3 BauGB Abs. 2 nur wenige Details über die Veröffentlichung der Einwanddaten bekannt. Es wird darin nur beschrieben, dass Möglichkeiten zur Einsicht geboten werden müssen und dass das Ergebnis mitzuteilen ist. In der Praxis wird jedoch auf vier Arten der behördlichen Kontaktaufnahme zurückgegriffen:

1. Empfangsbestätigung nach Erhalt eines Einwands
2. Prüfungsmitteilung bei Berücksichtigung eines Einwands
3. Prüfungsmitteilung nach Abschluss des Beteiligungsprozesses
4. Veröffentlichung des Gesamtergebnisses

Während Möglichkeit 1 nur den Empfang eines eingegangenen Einwandes quittiert, geben Möglichkeiten 2 und 3 direkt Auskunft über die Verwendung und Verwertung der Inhalte. Die direkte Kontaktaufnahme über ein internetgestütztes Portal kann durch eine E-Mail-Mitteilung auf die Anmeldeadresse eines Beteiligten erfolgen. Bei der Veröffentlichung des Gesamtergebnisses (Option 4) erhält der einzelne Beteiligte keine direkte Auskunft über sein bewertetes Anliegen. Es werden jedoch häufig genannte oder markante Themen hervorgehoben und abschließend begründet, in welcher Form sie zu der Entscheidungsfindung beigetragen haben.

Dokumentenstruktur in einem Partizipationsprozess

Wird ein Einwand eingestellt, speichert der Beteiligungsserver diesen in einer persistenten Datenbank. Der Einwand besteht im Wesentlichen aus reinem Text, kann aber durch Dokumente anderer Formate und Inhaltsformen ergänzt werden, sofern diese Möglichkeit technisch gegeben ist. So können Bilddateien dem Text zugefügt werden. Für die Verarbeitung der Beteiligungsdokumente ist es hilfreich, wenn die Form der Einwände für alle Beteiligten die gleiche Struktur aufweist. Dies kann erreicht werden durch speziell gefertigte Formulare, die ein Beteiligter auszufüllen hat. Vorgesehene Verknüpfungen zu Textpassagen in der offiziellen Begründung oder ortsgebundene Referenzen auf Objekte des Bauleitplanes, die ein Einwandsteller zu treffen hat, helfen den planenden Behörden bei der Zuordnung und Kategorisierung der Belange. In der späteren Auswertungsphase der Anträge können diese Strukturen beibehalten werden und den thematischen Rahmen der Ergebnisdokumentation vorgeben. Die Zuordnung zu Textpassagen kann optional er-

folgen, sofern sich der Beteiligte mit dem Dokument vertraut gemacht hat. Es darf nicht als Voraussetzung für die Teilnahme gelten, den Inhalt der Begründungsdokumentation als bekannt anzunehmen. Anders verhält es sich mit dem geografischen Bezug eines Einwands. Da sich die Bauleitplanung aus Elementen von Karten zusammensetzt, die wesentlicher Bestand der Partizipation sind, ist ein geografischer Bezug von Einwandsdaten in jedem Fall vorhanden. Der Umgang mit Karten kann als bekannt vorausgesetzt werden, so dass ein geografischer Bezug eines Einwandes von einem Beteiligten durch Verwendung einer Kartenapplikation erzeugt werden kann. Folglich besitzt ein Einwand Referenzen zu mindestens zwei Entitäten: Den Beteiligten selbst und einem geografischen Feature (Abb. 4.5).

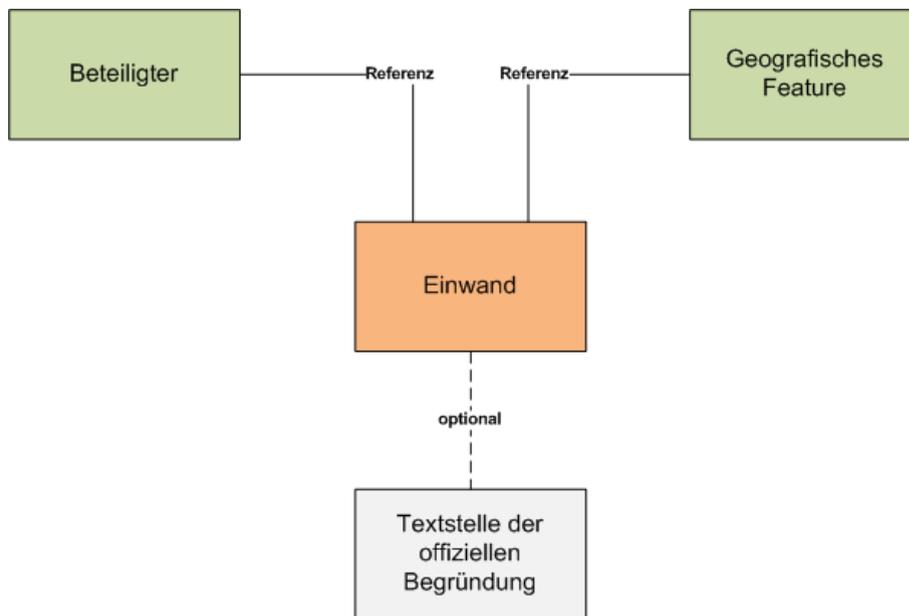


Abbildung 4.5: Referenzen eines Einwands

Verwendung eines Wiki-Systems zum Content Management

Seit der Veröffentlichung des ersten Wikis (hawaiianisch: *schnell*) durch Ward Cunningham 1995, konnten diese Publizierungssysteme insbesondere durch den Erfolg des Internetlexikons WIKIPEDIA (seit 2001) an Bedeutung gewinnen [Ebe05]. Seit dieser Zeit sind weltweit über 200 unterschiedliche Implementierungen („Klone“) entstanden, die teilweise für themenspezifische Wissenssammlungen im Netz eingesetzt werden. Grundlage aller Wiki-Systeme ist, dass die Content-Bearbeitung und -Erstellung grundsätzlich für jedermann möglich ist. Im Gegensatz zu den Content Management Systemen, die redaktionell von nur einer Instanz betreut werden, sind Wikis für den Einsatz möglichst vieler Autoren konzipiert. Um so wichtiger ist es, dass sie die *Speicherung von Versionsständen* realisieren, um im Falle des Missbrauchs oder mutwilliger inhaltlicher Verfälschungen ein *Rollback* zur letzten Version durchführen zu können [Ebe05]. Das Qualitätsmanagement auf öffentlichen Wissensplattformen wird somit durch die Nutzer übernommen. Weitere Merkmale eines Wiki-Systems sind:

- Der **Bearbeitungsmodus**: Durch Drücken einer *Edit*-Schaltfläche wird ein Editorenfenster geöffnet. Mit spezieller Wiki-Syntax oder mit Hilfe eines *WYSIWYG*-

4.1 Beschreibung der Kernkomponenten einer Beteiligungsplattform

Kategorie	CMS	Wiki
<i>Texteingaben</i>	Authoring Tools	Texteditoren / WYSIWYG
<i>eingeschränkter Zugriff</i>	ja	ja
<i>Versionierung</i>	ja	ja
<i>Zugriffskontrolle</i>	ja	ja
<i>Archivfunktion</i>	ja	optional
<i>Layout, Formatierung</i>	unabhängig vom Inhalt	kombiniert mit Inhalt
<i>dynamischer Content</i>	ja	optional
<i>Vorschaufunktion</i>	ja	ja
<i>Datenspeicherung</i>	Datenbank	Flatfiles oder Datenbank

Tabelle 4.1: Vergleich CMS und Wiki

Editors können Textinhalte verfasst werden. Das Anhängen weiterer Dokumente oder Dateien ist in den meisten Systemen ebenso möglich.

- **Interne Verlinkungen** sorgen für die semantische Navigationshilfe. Werden Begriffe innerhalb eines Wiki-Textes verwendet, die an anderer Stelle erklärt sind, können Referenzen auf die erklärenden Seiten geschaffen werden. Durch Verschlagwortung (häufig durch Verwendung von **CamelCase**-Schreibweisen der Begriffe) werden neue Wiki-Seiten geschaffen.
- Die bereits erwähnte **Dokumentenhistorie** ermöglichen das Wiederherstellen von Wikiseiten eines älteren Versionsstandes. Eine optionale **Differenzfunktion** hilft bei der Rückverfolgung von Änderungen zwischen den Versionen.
- Durch eine **Übersicht der letzten Änderungen** werden Besucher des Wikis über neue oder kürzlich angepasste Wikiseiten informiert.
- Die **Sandbox** genannte Funktion ist ein Übungsfeld, das beim Erlernen der speziellen Wiki-Syntax behilflich ist. Es werden freie Textfelder dargeboten, in denen die Möglichkeiten der Textgestaltung und Strukturierung ausprobiert werden können.
- Über die **Suchfunktion** können Schlüsselbegriffe aus Titeln gesucht werden. Häufig ist in Wiki-Systemen eine Volltext-Suche enthalten, die Begriffe in allen Wikiseiten herausucht.
- Die **Nutzerverwaltung**: Wird das Wiki nur für einen eingeschränkten Nutzerkreis zugelassen oder wird die Registrierung der Editoren verlangt, so kann dies in der Nutzerverwaltung eingestellt werden. Die Schaffung geschützter Bereiche, welche nur für bestimmte Anwender zur Ansicht oder Bearbeitung freigegeben sind, kann so realisiert werden.

In Wiki-Systemen erfolgt die Layout-Gestaltung durch die Wiki-Syntax direkt im Text. Die für Content Management Systeme obligatorische Trennung der Inhalte von ihrer Struktur und Layout ist somit nicht auf Wiki-Systeme übertragbar. Dennoch ergeben sich beim direkten Vergleich eine Reihe von funktionalen Gemeinsamkeiten:

Für den Gebrauch in einer Beteiligungsplattform bietet die Verwendung eines Wikis einen zusätzlichen Anreiz: Die Texteingabe mittels WYSIWYG-Editoren ist für Beteiligte leicht erlernbar. Als Eingabemöglichkeit für die Einwände kann diese Editorenfunktion genutzt werden, ohne dass die Programmierung einer neuen Funktion erforderlich ist. Als weiterer Vorteil ergibt sich die Weiterverwendung der Nutzer- und Rechteverwaltung des Wikis für

die Partizipationsapplikation.

4.1.2 Geodatendienste

Die Verwendung eines Geodatendienstes in der Bauleitplanung beruht auf dem Aspekt, dass Bauleitpläne im Format XPlanGML ausgeliefert und verteilt werden. OGC-konforme Geografische Informationssysteme sind in der Lage, mit diesem offenen Format umzugehen und Daten dieses Formates zu verarbeiten. Die Nutzung eines OGC-basierten Webdienstes zur Veranschaulichung von Bauleitplänen und zur Verarbeitung geografischer Beziehungen der Einwanddaten, liefert alle dazu notwendigen Funktionalitäten. Verwaltung, Verarbeitung, Speicherung und ein *Mapping* der Einwanddaten mit den Geodaten der Bebauungspläne können mit den OGC-Webservices realisiert werden. Die Bereitstellung eines WMS-Dienste ist für die Darstellung der Bebauungspläne geeignet. Der Aufbau eines Web Feature Services zum Extrahieren von Informationen der Features kann parallel zum Einsatz des WMS erfolgen. Als einheitliche Datenquelle bietet eine Geodatenbank die Möglichkeit, die in der Bauleitplanung relevanten Geodaten zu speichern. Wird ein *Transactional Web Feature Service* (*WFS-T*) angeboten, so können Manipulationen und auch Speicherungen von geografischen Features durchgeführt werden. Zur Speicherung der geografischen Komponente von Einwanddaten ist ein WFS-T verwendbar.

4.1.3 Client Dienste

Die im Kapitel 3 gewonnenen Erkenntnisse bezüglich der Realisierung eines Kartenclients mit der Technologie OPENLAYERS wirkt sich direkt auf den Client aus. Das in Javascript entworfene Framework wird vollständig im Internetbrowser des Clients ausgeführt und produziert dort eine Kartenausgabe. Die dazu benötigten Daten werden durch OPENLAYERS über einen Geodatendienst bezogen. Voraussetzung für die Nutzung des Beteiligungscients ist die browserseitige Unterstützung der Javascript-Technologie. Aufgrund der weit verbreiteten AJAX-Komponenten in den weltweit verfügbaren Webseiten, kann von einer Unterstützung von Javascript bei der Mehrzahl der Internetnutzern ausgegangen werden. Ansonsten kann eine Warnmeldung auf die Aktivierung von Javascript im Browser hinweisen.

4.1.4 Weitere Dienste

Weder durch ein Content Management System noch durch ein Wiki-System werden alle Anforderungen an die Durchführung einer Beteiligung der Bauleitplanung erfüllt. Durch die nichttriviale Verwendung geografischer Komponenten und der Auswahl von OPENLAYERS als Kartenapplikationstechnologie wird ein weiterer Dienst benötigt, der für die Verknüpfung mit dem Content Management System oder dem Wiki-System sorgt. Workflowprozesse, Inheldarstellung und die Benutzerverwaltung können durch ein Wiki-System umgesetzt werden. Für die Nutzung von OPENLAYERS als Kartenclient, der in eine vom Wiki publizierte Internetseite eingebettet werden soll, muss eine Erweiterung in Form eines Plugins entwickelt werden. Zur Verknüpfung der über das Wiki-System eingestellten Einwände mit der geografischen Komponente wird ein **Mapping** benötigt, das gespeicherte Features mit den eingestellten Einwänden verknüpft.

Dienst	Funktion	Technologie
<i>Geodatendienst</i>	Verwaltung der Bebauungspläne	GEOSERVER, POSTGRESQL + POSTGIS
<i>Content Management Dienst</i>	Frontend für die Beteiligungsplattform	XWiki, POSTGRESQL
<i>Client Dienste</i>	Bereitstellung der Interaktionsfunktionalität für Clients	OPENLAYERS, XWIKI
<i>Weitere Dienste</i>	Realisierung des Feature Mappings	Plugin für XWIKI

Tabelle 4.2: Übersicht der Dienstkomponenten und Technologien

4.2 Beschreibung der Infrastruktur

Durch die Festlegung der Kernkomponenten im vorigen Kapitel ist die Voraussetzung geschaffen worden, Technologien für den Aufbau einer exemplarischen Beteiligungsplattform auszuwählen. Die Funktionalität der Beteiligungsplattform wird durch mehrere Komponenten gewährleistet. Für den Einsatz von OPENLAYERS als Kartenclient muss eine Umgebung geschaffen werden, welche die Funktion eines Beteiligungsservers stellt und in welche sich OPENLAYERS nahtlos eingliedern lässt. Diese Umgebung, bestehend aus Vertretern der Komponenten, die im Kapitel 4.1.4 vorgestellt wurden, wird in diesem Kapitel definiert. Für die Verwendung von OPENLAYERS als Kartenclient wird in Kapitel 4.5.5 eine Softwarearchitektur entworfen, die auf den Schnittstellen der hier präsentierten Technologien aufsetzt.

Zur prototypischen Gestaltung einer Beteiligungsplattform der Bauleitplanung sind vier Dienste identifiziert worden, die durch die in Tabelle 4.2 spezifizierten Technologien bereitgestellt werden.

Alle ausgewählten Technologien sind Open Source Projekte, die frei im Internet verbreitet werden. Es handelt sich um Entwicklungen, die bereits seit vielen Jahren getätigt werden, wodurch die Softwareprodukte einen Reifegrad erreichen, der für einen weitgehend reibungslosen Einsatz sorgt. Als wesentlicher Vorteil bei der Nutzung von Open Source Produkten ist die Erweiterbarkeit zu nennen, die aufgrund der offenen Schnittstellen und des verfügbaren Quellcodes gewährleistet ist. Die zu entwickelnde Erweiterung zum Einbinden der OPENLAYERS-Technologie in das XWIKI Content Management System wäre ohne die Quelloffenheit in dieser Form nicht möglich.

4.2.1 Geoserver WMS/WFS-Server

Die Bereitstellung der Geodatendienste ist die Hauptaufgabe des GEOSERVERS in der Beteiligungsumgebung. Das in Java verfasste Serversystem ermöglicht die Bereitstellung und Änderung von Geodaten unter Verwendung der vom OPENGEOSPATIAL CONSORTIUM spezifizierten Schnittstellen, für deren Implementierung der GEOSERVER eine Referenzimplementierung stellt [Geo08]. Die vom GEOSERVER angebotenen Dienste Web Map Server und Web Feature Server sind über eine Webschnittstelle aus dem Internet oder innerhalb lokaler Netzwerken erreichbar. Die Funktionsweise der Dienste wurde bereits in Kapitel 2 dargestellt. Im Hinblick auf die Bauleitplanung stehen die hinterlegten Geodaten und ihre Struktur im Vordergrund. In dem GEOSERVER sind die Bebauungspläne im Format

XPlanGML eingebunden. In ihrer Form wurden sie so erzeugt und aufbereitet, dass eine OGC-konforme Nutzung dieser Daten möglich ist. Über ein Webfrontend bietet der GEOSERVER eine einfache Art der Konfiguration zum schnellen Aufsetzen der Web Map und Web Feature Dienste. In einer POSTGIS-Datenbank sind die Geodaten hinterlegt. Der GEOSERVER erhält durch Konfiguration der JDBC-Verbindungsparameter Zugriff auf den Inhalt der Datenbank, der so eingestellt ist, damit der GEOSERVER Lese- und Schreibvorgänge auf dem Datenbankinhalt tätigen kann. Der GEOSERVER erkennt eigenständig die Struktur der hinterlegten Daten und ist in der Lage, Feature-Informationen aus ihnen zu gewinnen. In weiteren Konfigurationsschritten können diverse FeatureTypes zu einem zusammengefasst werden, mit Namensräumen verknüpft oder die Eigenschaften der Visualisierung vorgegeben werden.

Schnittstellen

Nach außen hin bietet der GEOSERVER Zugriff über die OGC spezifizierten Dienste WMS und WFS. Diese Dienste sind SOAP-basierend und über das Internetprotokoll HTTP aufrufbar, über das die Kommunikation abgewickelt wird. Für die Verwaltung der Daten verfügt die Software jedoch über Dateischnittstellen zu verschiedenen Datenformaten und eine Datenbankschnittstelle über JDBC. Als weitere Zugriffsmöglichkeit bietet der GEOSERVER die Nutzung externer Webservices, unter anderem auch weiterer Web Feature Services, wodurch sich kaskadierte WFS-Server aufbauen lassen [Geo08]. Je nach Art der eingebundenen Geodaten wird die entsprechende Schnittstelle konfiguriert und genutzt. Als Datei-Datenquellen steht die Verwendung von *Shapefiles* zur Verfügung, einem weit verbreiteten Format zur Verteilung von Geodaten, das ursprünglich von der Firma ESRI entwickelt wurde³. Für den Zugriff auf Geodatenbanken oder andere Datenbanksysteme ohne Geofunktionen, existiert eine JDBC-Schnittstelle, die SQL-Aufrufe direkt auf der Datenbank ausführen kann. Die für die Kommunikation benötigten Zugangsdaten werden dem GEOSERVER über seine Konfigurationsoberfläche vermittelt.

Aufgaben des Web Map Service

Der Web Map Service wird in der Beteiligungsumgebung zur Darstellung der Bebauungspläne verwendet. Sobald vom Beteiligungsclient ein `GetMap`-Aufruf getätigt wurde, werden die Bilddaten aller angefragten Layer angefordert. Als vorgegebenes Bildformat werden *PNG*-Dateien benutzt, die der GEOSERVER aufbereitet. Die Datenaufbereitung für die Visualisierung der Geodaten erfolgt im GEOSERVER, auf dem vorgegebene *Styled Layer Descriptors* die Darstellungsinformationen enthalten. Jedes hinterlegte FeatureType verfügt über eine Visualisierungsvorschrift in Form einer SLD-Datei, welche die Verordnungen der *PlanzV* durchsetzt. Die Layer entsprechen bei der Darstellung nicht immer den FeatureTypes. So ist der GEOSERVER so konfigurierbar, mehrere FeatureTypes zu einem Layer zusammenzufassen, was bei einer Anfrage in einer einzelnen Bilddatei resultiert. Bei Aufrufen, welche die Bilddaten einzelner Layer abfragen, wird für jeden Request eine Bilddatei ausgeliefert. Für die Darstellung übereinander liegender Layer ist der Client verantwortlich. Die Möglichkeit, Transparenz und Farbgestaltung dem Inhalt entsprechend anzupassen und zu gestalten, ist ein großer Vorteil bei der Verwendung von *Styled Layer Descriptors*.

³<http://www.esri.com>

Die obligatorische Unterstützung der Requests `GetCapabilities` und `GetMap` bietet der GEOSERVER nach Einrichtung des WMS-Dienstes an. Eigenständig baut der Server das *Capabilities*-Dokument aus den im Datenspeicher konfigurierten `FeatureTypes` auf.

Der GEOSERVER unterstützt für den WMS zusätzlich Requests der Art `GetFeatureInfo`, die zu den dargestellten Kartendarstellungen der `FeatureTypes`, auch Informationen über sie übermittelt und in die Darstellung mit aufnimmt. Die Struktur und Art der Gestaltung wird durch ein Template-Modell realisiert, anhand dessen die Informationen in HTML-Form aufbereitet werden. Auch dieser Request-Typ ist von Bedeutung in der Partizipationsumgebung, denn die in der Datenbank hinterlegten XPlanungs-Daten der Bebauungspläne beinhalten relevante Informationen, die von den Beteiligten in der Client-Umgebung abgefragt werden können sollen.

Gestaltung der `GetFeatureInfo`-Templates

Bereits im vorigen Abschnitt wurde das Template-Modell für die Aufbereitung der Sachdaten über den WMS-Dienst erwähnt. Der GEOSERVER verfügt über vorgegebene Standard-Templates, die eine Aufbereitung aller Informationen in Form einer in HTML definierten Tabelle vornimmt. Vorgegeben für die Verwendung sind drei Templates [Geo08]:

- `header.ftl`
- `content.ftl`
- `footer.ftl`

Der Aufruf der `header.ftl` erfolgt genau einmal beim Laden des HTML-Dokumentes. Die Inhalte dieser Datei sollen den eines `<header>`-Blocks in einem HTML-Dokument entsprechen, das in der Regel Metainformationen über die Inhalte des Dokuments, sowie CSS-Anweisungen enthält, die für die Layout-Gestaltung der HTML-Seite sorgen. Die Template-datei `footer.ftl` ist vorgesehen zum Abschließen eines HTML-Dokumentes durch Setzen der entsprechenden Closing-Tags. Beide Template-Dateien sind für den Gebrauch in der Beteiligungsplattform nicht von Bedeutung, da der HTML-Rahmen des Clients durch das XWIKI-System vorgegeben wird. Alle mittels OPENLAYERS getätigten Aufrufe von Kartengrafiken oder geografischen Sachdaten durch einen `GetFeatureInfo`-Request erfolgen in einem eigens dafür vorgesehenen Fenster innerhalb der Wiki-Umgebung. Von Bedeutung ist somit nur die Datei `content.ftl`, die entweder global für alle `FeatureTypes` geltend ist, oder, einzeln angepasst, für jedes `FeatureType` definiert werden kann. Da jedes `FeatureType` über spezielle Informationen verfügt, aber nicht alle von jedem relevant sind und somit in die Darstellung mit einfließen müssen, ist eine individuelle Gestaltung der Templates für jedes einzelne `FeatureType` vorteilhaft. Insbesondere leer stehende Parametereigenschaften können herausgefiltert werden, um die Ausgabe auf die notwendigen Properties zu beschränken. Hier kommt die *Freemarker Template Engine*⁴ zum Tragen, die als skriptbasiertes Element in den Templates vorgesehen ist. Durch Realisierung einer Abfrage, welche Inhalte hinterlegt, und somit anzeigbar sind, werden mittels einer Schleife, die durch alle Sachdatenelemente eines `FeatureTypes` iteriert, alle leere Elemente herausgefiltert.

⁴<http://freemarker.sourceforge.net/>

Gestaltung der Styled Layer Descriptors

Der Web Map Service verwendet *Styled Layer Descriptors* als Visualisierungsvorgaben für das Rendering des geografischen Contents. Die Technologie wurde bereits im Kapitel 2 vorgestellt. Mit der Verwendung von XPlanGML als Vorlageschema für die Darstellung von Bebauungsplänen wurden auch die entsprechenden SLD-Dateien übernommen. Sie entsprechen in ihrem Inhalt den Vorgaben der Planzeichenverordnung (PlanzV) und sorgen für die festgeschriebene Gestaltung der Flächennutzungs-, sowie der Bebauungspläne. Unabhängig von den Bauleitplänen wird ein weiteres Schema benötigt. Sich an der Öffentlichkeitsplanung beteiligende Teilnehmer verknüpfen über den Beteiligungsclient den Inhalt ihres Anliegens mit einem Polygon, das den vom Inhalt ihres Einwands umspannenden Bereich grafisch auf dem Bebauungsplan wiedergibt. Für diese Markierung ist ein Polygonenzug vorgesehen, der ebenfalls über den WMS visualisiert wird. Hierfür bedarf er auch einer Darstellungsvorgabe in Form einer SLD-Datei, die in einer kenntlichen Farbe den vom Teilnehmer markierten Bereich hervorhebt. Gleichermaßen darf der Bebauungsplan nicht vollständig von dem Polygon überdeckt werden, weshalb sich die Verwendung einer Transparenz empfiehlt. Durch die Transparenz bleibt der vom Polygon überdeckte Bebauungsplan sichtbar, wenngleich sich das Polygon im Vordergrund der Darstellung befindet.

Aufgaben des Web Feature Service

Da die Darstellung der Bebauungspläne und der dazugehörigen Sachdaten von dem Web Map Service übernommen wird, fällt für den Web Feature Service keine Rolle zur Informationsrepräsentation ab. Der Einsatz des Web Feature Services in der Beteiligungsplattform konzentriert sich auf die interaktive Speicherung von Geodaten, die im Verlauf der Partizipation für jeden Einwand ermittelt werden. Durch die vom Beteiligten getätigte Markierung des Gebietes auf der Karte vom Bebauungsplan, die den Inhalt des Einwandes betrifft, werden die Informationen über eine **Transaction** dem GEOSERVER übermittelt, der die Speicherung in einer persistenten Datenbank übernimmt. Da der GEOSERVER eine zentrale Verwaltung der FeatureTypes vornimmt, stehen die über einen WFS-T eingestellten Feature-Instanzen auch für den WMS zur Verfügung. Bei lesenden Zugriffen auf diese Features, wie es bei einer späteren Auswertung der Daten durch die Behörde erfolgt, können so parallel zu den darstellenden WMS-Aufrufen auch WFS-Requests getätigt werden, um die Sachinhalte der Einwand-Features auszugeben. Welche Inhalte angeboten werden und wie ein FeatureType für einen Einwand gestaltet ist, wird im Kapitel 4.4.5 genauer betrachtet. In diesem Zusammenhang sollte noch einmal verdeutlicht werden, erstens von wem und zweitens zu welchen Zeitpunkten ein Zugriff auf den WFS erfolgt.

Als Akteure wurden bereits zwei Instanzen definiert: Die Mitarbeiter der planungsdurchführenden Behörde und die sich an der Bauleitplanung Beteiligten. Letztere haben ausschließlich Zugriff auf die von ihnen eingestellten Einwände. Die zu jedem Einwand verknüpfte Geografie in Form eines Polygons wird vom Beteiligten mit Hilfe des Beteiligungsclients erstellt und zusammen mit einigen Einwanddaten via WFS-T auf dem Server gespeichert. Ein lesender Zugriff auf die eigenen Polygone, erfolgt für den Beteiligten durch die Durchführung von WMS-Aufrufen, die der Beteiligungsclient vornimmt. Dies ist erst möglich, sobald das Einwand-Polygon erfolgreich zum Server übertragen wurde, was bei einer Speicherung des abgegebenen Einwands geschieht. Erst bei wiederholten Aufrufen

der bereits übermittelten Daten erfolgt somit ein lesender Zugriff per WMS. Die Mitarbeiter der planenden Behörde hingegen besitzen uneingeschränkten (Lese-) Zugriff auf alle eingestellten Einwände und somit auch auf die Polygone. Ein WFS-Aufruf ergibt sich, sobald nähere Informationen dem Polygon entnommen werden müssen. Die Gestaltung des behördlichen Zugangs ist jedoch nicht Bestandteil dieser Arbeit, jedoch werden die sich durch den Aufbau und die Funktion der Plattform ergebende Möglichkeiten am Rande erwähnt.

Design des Transactional Web Feature Service

Die Gestaltung eines Transactional Web Feature Service mit dem GEOSERVER ist in sofern ein komplexer Vorgang, da eine Abstimmung mit dem festzulegenden Datenmodell zu treffen ist, die sich von der Speicherung in der POSTGIS-Datenbank über die Schema-Definition der zu übermittelnden FeatureTypes bis zu der Einrichtung des Transactional-Dienstes erstreckt. Die Änderung eines Parameters hat Auswirkungen über alle genannten Instanzen und kann nicht mehr vorgenommen werden, sobald Feature Instanzen bereits im Datenspeicher vom WFS gespeichert sind. Die für eine Transaction notwendigen Locking-Mechanismen werden von dem GEOSERVER eigenständig übernommen. Ein gleichzeitiger Zugriff auf ein Feature ist somit ausgeschlossen, zumal eine Änderung derselben nicht vorgesehen ist. Eine einmal erzeugte Polygon-Geometrie bleibt mindestens bis zum Ende der Partizipation unverändert gespeichert, um Dokumentmanipulationen auszuschließen. Aus diesem Grund besitzt nur der Einwandsteller Kenntnis über das von ihm erzeugte Polygon in Form der eindeutigen Feature-ID, die mit dem dazugehörigen Einwand verknüpft ist.

4.2.2 PostGIS-Datenbank

POSTGIS ist eine Erweiterung der freien POSTGRESQL-Datenbank, die unter der BSD-Lizenz vertrieben wird. Das Datenbanksystem verfügt über Schnittstellen zu diversen Programmiersprachen und bietet Funktionen zur Einhaltung der ACID-Anforderungen, Verwaltung von *binary large objects* für Multimediadaten und Indexing-Algorithmen [Pos08]. POSTGIS erweitert das POSTGRESQL-Datenbanksystem um die Fähigkeit, GIS-Datenstrukturen zu verwalten und geografische Funktionen mit ihnen durchzuführen. Als Grundlage für die Erweiterungen dient die *Simple Features Specification for SQL* des OPENGEOSPATIAL CONSORTIUMS [OGC08], welche die Eigenschaften der räumlichen Datenstrukturen und das Verhalten der Berechnungsfunktionen festlegt [Ref08b]. Auf diese Weise erhält POSTGRESQL Fähigkeiten eines Geografischen Informationssystems und kann als Datenspeicher für geografische Inhalte eingesetzt werden.

GIS-Funktionen von PostGIS

Die POSTGIS-Erweiterung bietet eine ganze Reihe von geografischen Funktionen an, die auf Rauminhalte angewandt werden können. Somit ist die POSTGIS-Datenbank in der Lage, die Aufgabe auszuführen, die einem Geografischen Informationssystem zukommt: Das Durchführen geografischer Berechnungen. Zu den angebotenen Funktionen gehören [Ref08a] unter anderem:

- `ST_Distance(geometry, geometry)`: Berechnung der Entfernung zweier Geometrien.
- `ST_DWithin(geometry, geometry, float)`: Ausgabe von *true*, wenn Entfernung zweier Geometrien innerhalb einer Grenze.
- `ST_Equals(geometry, geometry)`: Liefert *true*, wenn sich zwei Geometrien räumlich gleichen.
- `ST_Disjoint(geometry, geometry)`: Ist *true* bei zwei räumlich disjunkten Geometrien.
- `ST_Intersects(geometry, geometry)`: Prüft zwei Geometrien hinsichtlich ihrer Überschneidung.
- `ST_Touches(geometry, geometry)`: Ergibt *true* bei Berührung zweier Geometrien.
- `ST_Contains(geometry A, geometry B)`: Ist eine Geometrie in einer anderen räumlich enthalten, folgt *true* als Ergebnis.

Das Präfix *ST* steht für *Spatial Type*, da sich die Funktionen auf unterschiedliche Geometriedatentypen anwenden lassen. An dieser Auswahl der Funktionen ist erkennbar, dass die `POSTGIS`-Datenbank neben der reinen Inhaltsabfrage auch mit Berechnungen betraut werden kann.

In der Beteiligungsplattform kann diese Möglichkeit der Berechnungsfunktionen bei GIS-Abfragen genutzt werden, indem eine über `JDBC` erzeugte Datenbankverbindung, die in einer `XWiki`-Umgebung erzeugt wird, `SELECT`-Anfragen an eine `POSTGIS`-Datenbank ausführt, und ein räumlich kalkuliertes Ergebnis zurückbekommt, das für die Weiterverarbeitung verwendet wird. Konkret kann ein Szenario so aussehen: Ein Planer der Baubehörde erhält eine Menge aller geografischen `FeatureTypes`, die zu den Einwänden aufgenommen wurden. Durch geografische Anfragen kann jetzt festgestellt werden:

- Welche Einwände thematisch zusammengehören und inhaltlich zusammengefasst werden können, da ihre zugehörigen Polygone eine große Überdeckung aufweisen.
- Welche `FeatureTypes` des Bebauungsplanes von einem Einwand betroffen sind, durch Verwendung der `Contains`-Funktion. So lassen sich umkreiste Elemente wie Straßenzüge oder Grünflächen finden, die ein Beteiligter zu seinem Einwand markiert hat, da dieser sich inhaltlich darauf bezieht.

Die Möglichkeiten räumlicher Analysen lassen sich beliebig erweitern. Solche Anfragen lassen sich alternativ über `WFS`-Abfragen und der Nutzung der `OGC`-Filter-Spezifikation tätigen, dennoch bietet die `POSTGIS`-Datenbank eine ähnlich umfangreiche Funktionsvielfalt, die direkt auf der Datenquelle durchgeführt wird.

Schnittstellen

SQL-Abfragen auf der `POSTGIS`-Datenbank auszuführen ist durch Verwendung einer der unterstützten Schnittstellen möglich. Während im Umfeld von Applikationen, die in den Programmiersprachen `C/C++` verfasst sind, sich die Nutzung der Bibliothek `libpq` eignet [Ref08a], ist bei `javabasierter` Software die Verwendung der `JDBC`-Schnittstelle gebräuchlich. Durch Einbinden der entsprechenden `JAR`-Bibliotheken für `POSTGRES` und

POSTGIS, können **SELECT**-Anfragen direkt an die Datenbank abgesetzt werden, unter Unterstützung der räumlichen Datentypen, die durch Verwendung der API zur Verfügung stehen.

Aufgaben in der Partizipation der Bauleitplanung

Der Einsatz der **POSTGRES**SQL-Datenbank erfolgt in der exemplarisch aufgebauten Partizipationsplattform an zwei unterschiedlichen Positionen (Abb. 4.6):

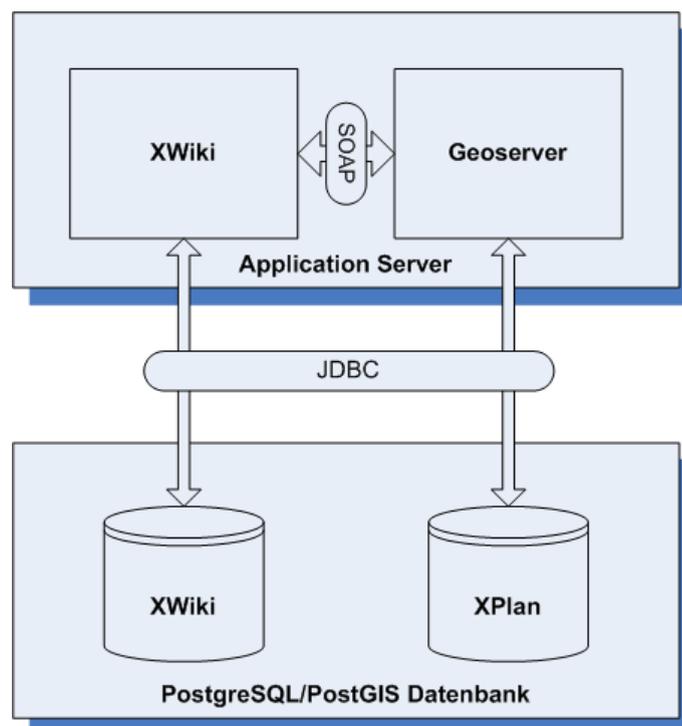


Abbildung 4.6: Übersicht der Datenbanken und Applikationen

Zum einen arbeitet der **GEOSERVER** mit einer eigenen Datenbank, der geografische Fähigkeiten in Form von Datenbankschemata verliehen wurde. In ihr findet die Speicherung des geografisch referenzierbaren Materials der Bauleitplanung statt. Die Bebauungspläne sind in Form von Vektordaten hinterlegt und bilden gemeinsam mit den ihnen zugeordneten Sachdaten eigene Features. Der Zugriff auf diese Geodaten ist nur für die Benutzung mit dem **GEOSERVER** freigeschaltet, der uneingeschränkte Rechte auf dieser Datenbank besitzt. Von außen ist der Zugriff auf die Daten somit nur durch die Nutzung der vom **GEOSERVER** bereitgestellten Schnittstellen (WMS/WFS) möglich. Die zweite Datenbank wird vom **XWIKI**-Schema und -Daten belegt. Die Verwaltung der Tabellen und Indizes wird komplett von **XWIKI** übernommen, damit der Zugriff über die Webapplikation einwandfrei funktionieren kann. Durch die Quelloffenheit des **XWIKI**-Frameworks sind auch die Informationen über die verwendete Datenstruktur frei verfügbar, jedoch für die weitere Entwicklung nicht von Bedeutung.

Nutzung der GIS-Funktionalität in der Bauleitplanung

Die Durchführung räumlicher Analysen ist durch Verwendung der von der Datenbank dargebotenen geografischen Funktionsvielfalt direkt nutzbar. Schnelle räumliche Berechnungsvorgänge, indem beispielsweise zwei räumliche Vektorstrukturen miteinander in Relation gesetzt werden, sind möglich. Da sich eine Abbildung eines räumlichen Features, das der Geoapplikation bekannt ist, nur bedingt auf eine in der Datenbank gespeicherte Datenstruktur abbilden lässt, bleibt der direkte Zugriff auf die Raumdaten dem GEOSERVER vorbehalten, der die zur Nutzung vorgesehenen Dienste WMS und WFS bereitstellt und eine ebenso umfangreiche Funktionsvielfalt anbietet. Durch das höhere Abstraktionsniveau auf die Featuredaten sind die Funktionen der OGC Webservices bei der Benutzung auf Abstraktionsebene denen der POSTGIS-Datenbank vorzuziehen.

4.2.3 XWiki CMS

Viele freie Wiki-Systeme sind auf dem Markt frei erhältlich, insbesondere seit dem Aufkommen vieler Web 2.0 Applikationen, die vom eingebrachten Content ihrer Nutzer leben. Vorteilhaft bei der Verwendung von XWIKI sind die angebotene Funktionsvielfalt und die Erweiterungsmöglichkeiten, die durch eine implementierte API-Schnittstelle gegeben ist. Zusätzlich ist XWIKI ein Open Source Projekt und steht unter der *GNU Lesser Public General License* (LGPL). Als *Second Generation Wiki* konzentriert sich XWIKI nicht rein auf die Inhalte, sondern bietet eine Basis, auf der *Collaborative Web Applications* aufgebaut werden können [XWi08]. Aus bereits existierenden Applikationsbausteinen lässt sich das Basissystem funktional erweitern, bis sich daraus eine neue Webapplikation ergibt. Mit einfachen Mitteln lässt sich auf diese Weise mit XWIKI eine prototypische Beteiligungsinfrastruktur aufsetzen, auf der sich die grundlegenden Beteiligungsschritte abbilden lassen.

Struktur und Aufbau von XWiki

Die Basis von XWIKI stellen die *Core Services*, eine in Java verfasste Schicht aus Diensten, welche die Grundfunktionen des Wikis bereitstellen. Zu ihnen gehören unter anderem die Seiteneditierfunktionen, Datenbankunterstützung, sowie die Verwendung eines Template-modells zur Strukturierung von Informationen. Auf den Core Services aufsetzend befindet sich die *Plugin-Schicht*. Plugins sind angepasste Applikationserweiterungen, die in Form von Bibliotheken der Applikation beigefügt werden, wodurch ihre Klassen und Methoden durch eine mitgelieferte API erreichbar sind [XWi08]. Auf diese API setzen die darüber liegenden Applikationen auf. Sie bedienen sich der durch die Plugins und Core Services bereitgestellten Funktionen und verknüpfen sie sinngebend zu einer Applikation. Eine Applikation wird durch das Zusammenwirken mehrerer Wikiseiten erzeugt, die den Anwendungscode enthalten. XWIKI bietet die Möglichkeit, Programmierungen in den Skriptsprachen *Groovy* oder *Velocity* vorzunehmen, um so Programmstrukturen und -abläufe zu ermöglichen. *Skins* bereiten die Applikationen optisch auf, indem sie CSS-Anweisungen bündeln und auf die HTML-Elemente der gesamten XWIKI-Applikation anwenden.

XWIKI unterstützt ein dynamisches Erweiterungsmodell durch Einfügen von neuen Applikationen über ein integriertes Webinterface. Es gehört zu den Core Services und bietet die Möglichkeit zu XAR-Dateien (*XWiki Archive*) zusammengefasste Wikiseiten, die den

Applikationscode enthalten, hochzuladen und zu aktivieren. Verfügbar sind neben der reinen Basisapplikation (*XWiki Platform*) auch bereits funktional erweiterte XWIKI-Pakete, die einen erweiterten Funktionsumfang bieten. Das in dieser Arbeit verwendete Paket ist *XWiki Enterprise*.

Die Funktionsvielfalt von XWiki

Eine Reihe von verfügbaren Plugins und dazugehörigen Applikationen ergänzt XWIKI um neue Funktionen, die nicht in den *Core Services* enthalten waren. So sind eine Bloggingapplikation, Photoalbum Applikation und eine Umfrageapplikation exemplarische Beispiele für Web 2.0 Funktionen, die mit Hilfe von XWIKI realisiert wurden. Relevant für die Verwendung in der Bauleitplanung sind jedoch die Funktionen

- Wikiseiten Editieren mit dem WYSIWYG Editor
- Versionskontrolle
- Dateianhänge
- *Document Lifecycle* (Datenfluss Management)
- Suchfunktion
- User- und Gruppenverwaltung
- Seitenrechtmanagement
- Datenbankunterstützung
- Skins-Gestaltung
- Template-Gestaltung
- Page Layout Administration
- Playground-Funktionen (zum Testen der Wiki-Syntax)
- Administrationsoberfläche
- *Bulletin Board* Applikation (Publizieren von Bekanntmachungen)
- Nutzung der Programmierschnittstelle

Durch Verwendung des ENTERPRISE XWIKI-Paketes sind diese Funktionen bereits mitgeliefert und können nach Konfiguration genutzt werden.

Schnittstellen

Als webbasiertes System ist XWIKI über das HTTP-Protokoll aus dem Internet erreichbar. Webseiten werden in HTML-Form mit eingebettetem Javascript-Anweisungen und CSS-Stylecode an einen anfragenden Client ausgeliefert, wo die Ausgaben in einem Internetbrowser gerendert und angezeigt werden. Serverseitig bietet das abgeschlossene System Datenbankunterstützung über eine JDBC-Schnittstelle an, die zur Speicherung der Inhalte genutzt wird.

Innerhalb der XWIKI-Applikationsgrenzen können zwei Arten der Anbindung genutzt werden. Durch das *Plugin*-Modell bietet sich eine Java basierte Programmierung zur funktionalen Erweiterung des XWIKI-Systems. Ein Plugin besteht im Wesentlichen aus zwei

Elementen: dem Plugin selbst und einer dazugehörigen API [XWi08]. Über die API ist eine Applikation in der Lage, auf die Funktionen des Plugins zuzugreifen, die für eine Ausgabe auf einer Wiki-Seite sorgen. Erforderlich zur Programmierung eines Plugins ist lediglich die Implementierung eines Konstruktors und Methoden, zum Initialisieren der Inhalte, sowie zum Laden der API. In der API sind für jede angebotene Methode des Plugins eine äquivalente Methode zu erstellen, welche die Ausgaben von der Applikation an das Plugin und umgekehrt weiterreicht. Die API dient somit als Verbindungsglied zwischen einem Plugin und einer XWIKI-Applikation.

Die zweite Methode, eine Schnittstelle innerhalb der XWIKI-Applikationsgrenzen zu nutzen, ist über die API. Wie auch die Plugins, so ist auch die XWIKI Basisapplikation über die API ansprechbar. Innerhalb einer Wikiseite lässt sich durch Groovy oder Velocity Scripting mit Applikationslogik gestalten. Objekte sind aufrufbar und auch Methoden lassen sich auf diese Weise in einer Wikiseite ausführen, solange die API den Zugriff darauf gewährt.

Velocity Scripting

Velocity [ASF08] ist eine templatebasierte Skriptsprache, die zur Programmierzeit Zugriffsmöglichkeiten auf Java-Objekte hat. Über ein *Model View Controller* Modell kann die Sprache zum Aufbau und zur Entwicklung von Webapplikationen verwendet werden. Java-Code wird auf diese Weise aus Webseiten herausgehalten, damit diese leichter wartbar sind, im Gegensatz zu den mit Java Server Pages programmierten Seiten [ASF08]. In XWIKI-Umgebungen ist Velocity eines der Mittel, um Zugriff auf die API zu erhalten. Objekte von XWIKI oder der integrierten Plugins sind mittels Velocity aufrufbar, um sich denen von ihm gestellten Funktionen zu bedienen. Über diese vier Objekte werden die XWIKI Grundfunktionen aufgerufen [XWi08]:

- `$doc`: Das aktuelle Seitendokument (Wikiseite)
- `$context`: Liefert den Zusammenhang des Seitenaufrufs
- `$request`: Das Request-Objekt
- `$xwiki`: Das XWIKI-Objekt

Wird ein Plugin aufgerufen, so geschieht das über die Klasse `$xwiki`. Elemente der Wikiseite, die den Velocitycode enthalten, lassen sich über das `$doc`-Objekt referenzieren.

Der API-Zugriff mit Groovy

Wie bei der Nutzung von *Velocity*, so stehen auch für die Groovy-Nutzung die oben genannten Objekte zur Nutzung bereit. Die Aufrufsyntax unterscheidet sich jedoch maßgeblich von der von Velocity, was auf den Ursprung von Groovy zurückzuführen ist: Groovy ist eine dynamische Sprache, die von der Syntax und auch in der Umsetzung an Java angelehnt ist [Cod08]. Viele Erweiterungen in der Syntax führen Groovy jedoch auf ein höheres Abstraktionsniveau, was sich in fehlender Typisierung (*Duck Typing*), automatisiert generierten *Getter-* und *Settermethoden*, sowie optionalen *return statements* äußert [Dav08]. Als Laufzeitumgebung verwendet Groovy jedoch wie auch Java, zu dem es kompatibel ist, die *Java Virtual Machine*. Java-Objekte lassen sich weiterhin in Groovy verwenden,

ebenso funktioniert Groovy-Bytecode auch in reinen Java-Umgebungen. XWIKI bietet von Grund auf Groovy Unterstützung an. API-Zugriffe sind aus Wikiseiten möglich, sofern der Seitenersteller die dazu notwendigen Programmierrechte besitzt [XWi08]. Innerhalb von `<% %>`-Blöcken wird der Groovy-Code in einer XWIKI-Seite platziert, Objektausgaben erfolgen, sobald die `print`-Methode angewandt wird, an der Position auf der Seite, wo der Groovy-Code eingebettet wurde.

Die Verwendung von XWiki in der Beteiligungsplattform

Durch die Verwendung von XWIKI als interaktive Wiki-Engine, erhält die exemplarisch zusammengestellte Beteiligungsinfrastruktur ein Verbindungselement, das für die Abläufe und Funktionssteuerung zuständig ist. XWIKI dient als Frontend Client für den Nutzer der Beteiligungsplattform. Alle Informationen über eine Bauleitplanung, die dazugehörigen Bebauungspläne und Details über aktuelle Partizipationsvorgänge erhält ein Anwender durch Betrachten von Informationen, welche auf den XWIKI-Seiten zusammengetragen wurden. Die Ablaufsteuerung in Bezug auf die Anwenderführung wird realisiert durch miteinander verlinkte Seiten, welche die logische Abfolge der Informationsgewinnung und der Partizipation abbilden. Beispielsweise wird angenommen, dass sich eine interessierte Person zuerst über die aktuelle Bauleitplanung informieren will, bevor sie Einwände für die Planung einbringt. Die Verknüpfung von Kartenmaterial mit den zur Planung gehörigen Informationen wird durch das XWIKI realisiert. Die Aufgaben des XWIKI-Systems in der Bauleitplanung können wie folgt zusammengefasst werden:

- Bereitstellung von Informationen und Material für Bauleitplanungen
- Darstellung von Bebauungsplänen
- Ablaufgestaltung eines Beteiligungsvorganges
- Benutzerführung durch einen Beteiligungsvorgang
- Bereitstellung einer Eingabemöglichkeit für Beteiligungseinwände
- Entgegennahme von Beteiligungseinwänden
- Backoffice-Zugang zur Planungsdurchführung
- Rechtevergabe für Planer und sich Beteiligende
- Content Management System zur Seitengestaltung (Template Management)

Integration des Beteiligungsclients in XWiki

Nachdem die Funktionen und Schnittstellen von XWIKI ausführlich analysiert wurden, kann die Verknüpfung des Beteiligungsclients mit der XWIKI-Infrastruktur modelliert werden. An Abbildung 4.7 ist erkennbar, dass die Beteiligungs-Applikation, die den Beteiligungsclient enthält, an zwei Stellen mit der XWIKI-Infrastruktur interagiert. Direkt auf den XWIKI CORE SERVICES aufsetzend befindet sich ein Beteiligungsplugin, das die notwendigen Beteiligungsfunktionalität implementiert und als API bereitstellt. Zu diesen Funktionalitäten gehören die Darstellung der Bebauungspläne mit OPENLAYERS, sowie die interaktive Kartenapplikation, die ein Beteiligter verwendet, um einen geografischen Bezug zu seinem Einwand herzustellen.

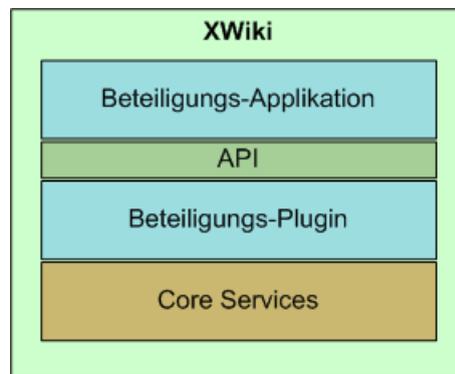


Abbildung 4.7: Integration der Beteiligungsapplikation in XWiki

Die API wiederum wird von der Beteiligungsapplikation genutzt, die für den Ablauf, das korrekte Laden der Inhalte, sowie für die Bereitstellung des eigentlichen Beteiligungsclients verantwortlich ist.

4.2.4 Openlayers

Die OPENLAYERS-Applikation wurde bereits ausführlich im Kapitel 3 vorgestellt. Ihre Verwendung in der Beteiligungsplattform dient ausschließlich der Darstellung der Bebauungspläne und ihrer Inhalte, sowie der Erzeugung einer interaktiven Kartenapplikation für den Beteiligungsclient. OPENLAYERS ist nur in HTML-Seiten lauffähig und muss aus diesem Grunde in die Content Management Applikation XWiki eingebunden werden. Das dafür vorgesehene Plugin-Modell wird verwendet, damit OPENLAYERS ein Teil der XWiki-Umgebung wird. Der Beteiligungsclient wird somit durch XWiki und OPENLAYERS gestellt. Durch die Integration von OPENLAYERS in der XWiki-Umgebung können auf Wikiseiten Karten erzeugt werden, die Bestandteil dieser Seiten sind. Ihre Verwendung wird durch eine Programmierschnittstelle dermaßen parametrisiert, so dass sich Kartenaufrufe beliebiger Art über XWiki generieren lassen. Somit wird eine zentrale Verwaltungsstruktur für eine Beteiligung, sowie für die Bebauungspläne geschaffen, die sich immer wieder einsetzen lässt.

4.2.5 Systemüberblick

Die in den vorherigen Abschnitten beschriebenen Komponenten tragen zur Realisierung der Beteiligungsschnittstelle für die Beteiligungsplattform der Bauleitplanung bei. Jede Komponente verfügt über eigene Schnittstellen, die zur Realisierung der Integration verwendet werden. XWiki erhält durch die inhaltsteuernde Wirkung eine zentrale Position in der Gesamtinfrastruktur. Die Applikationsmodellierung, Inhalteintegration und -strukturierung, sowie die Ablaufmodellierung der Applikation wird mittels XWiki, seiner API und den Anbindungsmöglichkeiten des Plugin-Konzepts durchgeführt. OPENLAYERS, als generisches Mittel zum Aufbau von Kartenapplikationen wird in Form eines Plugins in die XWiki-Umgebung mit aufgenommen. Für die zentrale Verwaltung der Geodaten ist der GEOSERVER zuständig, über den eine auf OPENLAYERS basierende Kartenapplikation die Geodaten des Bebauungsplanes bezieht. In Abbildung 4.8 sind die Elemente der Infrastruktur und

ihre Schnittstellen noch einmal im Zusammenhang dargestellt.

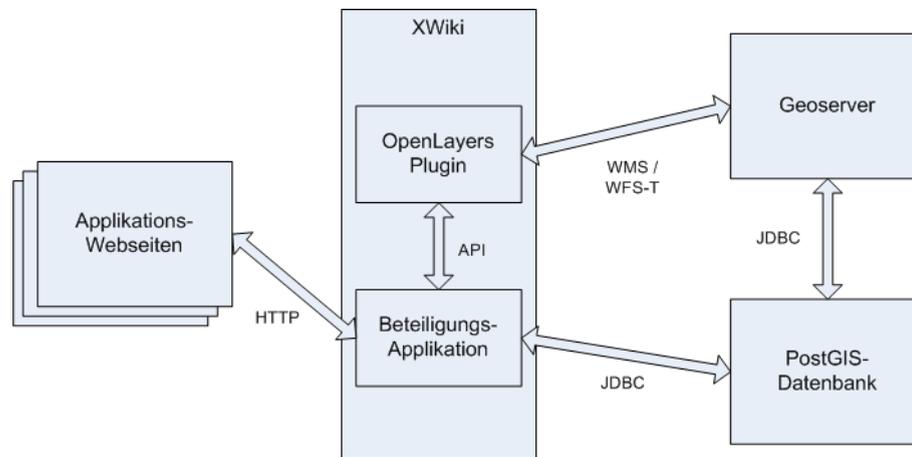


Abbildung 4.8: Gesamtüberblick über die Infrastruktur

4.3 Prozessschritte der eines Beteiligungsvorgangs

Ein Beteiligungsvorgang kann durch eine Reihe von Prozessschritten abgebildet werden. Aus Sicht der planenden Behörde beginnt der Programmablauf mit dem Moment, in dem eine neue Partizipation von den Inhalten her vorbereitet und in der Beteiligungsplattform abgebildet wird. Aus Sicht der Beteiligten liegt der Beginn des Programmablaufs in dem Moment, in dem der Beteiligte die Beteiligungsplattform aufruft, um sich über derzeitige Planungsvorgänge zu informieren. Diese Sicht wird jetzt aufgegriffen, um den Beteiligungsvorgang, der insbesondere den Beteiligungsclient betrifft, zu modellieren.

Angefangen wird beim Programmablauf. Gemäß der Anforderungsdefinition hat ein Beteiligter zwei Möglichkeiten, mit dem Beteiligungsclient zu interagieren. Erstens kann der Beteiligte ihn nutzen, um sich über eine aktuelle Bauleitplanung zu informieren. Zweitens ist er in der Lage, in einer laufenden partizipativen Phase der Bauleitplanung, seine Meinung in Form eines Einwandes kund zu tun. Um eine Modellierung durchzuführen, müssen die Interaktionsvorgänge technisch genauer betrachtet werden.

4.3.1 Modellierung des Beteiligungsprozesses

Zur Modellierung des Beteiligungsprozesses müssen die Anfangsbedingungen, mit denen ein Beteiligter sich an der Bauleitplanung beteiligt, festgestellt werden. Als Anfangsvoraussetzung steht dem Beteiligten sein Internetbrowser zur Verfügung, mit dem er die Portalseite der Beteiligungsplattform aufruft. Der Browser ist in der Lage, HTML-Ausgaben zu erzeugen und Javascript-Funktionen auszuführen. Durch Eingabe der URL im Browser, die dem Beteiligten entweder bekannt ist oder mit Hilfe von Suchmaschinen oder Verlinkungen von dem allgemeinen Städte-/Gemeindeportal aus erhältlich ist, wird der Aufruf der Beteiligungsapplikation für einen Beteiligten gestartet. Der Vorgang ist in Abbildung 4.9 als **Besuch des Beteiligungsportals** bezeichnet.

Als Antwort erhält der Beteiligte eine Übersichtsseite (**Willkommens-Seite**), in der allgemeine Informationen über die Bauleitplanung, sowie über laufende Planungen veröffentlicht sind. Die Inhalte werden über das XWIKI-CMS veröffentlicht und wurden von Mitarbeitern der planungsdurchführenden Behörde zusammengetragen. Über die Willkommens-Seite gelangt der interessierte Planungsteilnehmer über Verlinkungen zu genaueren Informationen von derzeit anstehenden Planungen (Abb. 4.9, **Seite eines Bebauungsplanes**). Hier sind alle zur Bauleitplanung zugehörigen Dokumente zusammengefasst, sowie ein OPENLAYERS-Kartenwidget eingebunden, das den aktuell ausgewählten Bebauungsplan auf einer Straßenkarte darstellt. Die Kartenapplikation ist über Funktionstasten oder Maussteuerung scrollbar, und auch der Zoom-Level lässt sich einstellen. Übersichtlich dargestellt befinden sich auf dieser Seite ebenfalls die Rahmendaten des Beteiligungsprozesses, zu dem insbesondere das Zeitfenster für die Abgabe von Beteiligungen, sowie Kontaktadressen hervorgehoben sind. In der Prozessdarstellung (Abb. 4.9) gabelt sich der weitere Prozessweg: Entweder ein Beteiligter verlässt die Plattform, da dieser sich nur informieren wollte, oder er hat Interesse am Erstellen eines Einwands. Als notwendige Voraussetzung ist für das **Eröffnen einer Beteiligung** eine Anmeldung am System erforderlich. Somit kann ein Personenbezug zum Einwand hergestellt werden, der behördenseitig genutzt werden kann, dem Beteiligten Feedback zur Bearbeitung seines Einwandes zu geben, oder zur Verkündung eines Resultates mit diesem in Kontakt zu treten. Durch die Registrierung erhält ein Partizipationsteilnehmer eine Kennung, mit der dieser sich auch bei weiteren Beteiligungsvorgängen am System anmelden kann. Ist ein Teilnehmer angemeldet, so kann dieser einen Einwand zusammenstellen

Integration des Beteiligungsclients in XWiki

Im Prozessschritt **Verfassen eines Einwands** spielt sich der Kern der Beteiligung ab. Hier interagiert der Partizipationsteilnehmer mit dem Beteiligungsclient und verfasst seinen Einwand, indem er einen Text entwirft und einen Bereich auf einer angezeigten Karte des Bebauungsplanes markiert, auf den sich der Inhalt seines Einwands bezieht. Sind alle Eintragungen erfolgt, bietet sich dem Nutzer eine letzte Möglichkeit, Änderungen am Einwand vorzunehmen. Nach dem **Absenden eines Einwands** sind inhaltliche Änderungen nicht mehr möglich. Der Einwand wird zum Beteiligungsserver übertragen und für die Weiterverarbeitung durch die Behörde hinterlegt. Der aktive Beteiligungsvorgang ist für den Beteiligten abgeschlossen, sofern dieser keine weiteren Einwände einstellen möchte. Bis zum **Verlassen des Beteiligungsportals** bleibt dem Teilnehmer ansonsten die Möglichkeit, sich über weitere Bauleitplanungen zu informieren. Eine Sitzung ist beendet, sobald das Browserfenster geschlossen oder für anderweitiges Browsing verwendet wird. Wenn der vom Teilnehmer eingestellte Einwand bearbeitet und beantwortet wird, erhält dieser Feedback von der planenden Behörde. Sofern bei der Registrierung eine Email-Adresse angegeben wurde, kann er über Änderungen am Stand der Bauleitplanung informiert werden. Bei einem erneuten Besuch des Beteiligungsportals findet der Teilnehmer dann die angekündigten Informationen vor.

4.3.2 Darstellung der Planzeichnung in einer Karte

Wird eine Planungsseite geöffnet, die Informationen über eine Bauleitplanung erhält, so wird auch der entsprechende Bebauungsplan in einem Kartenfenster angezeigt. Die dar-

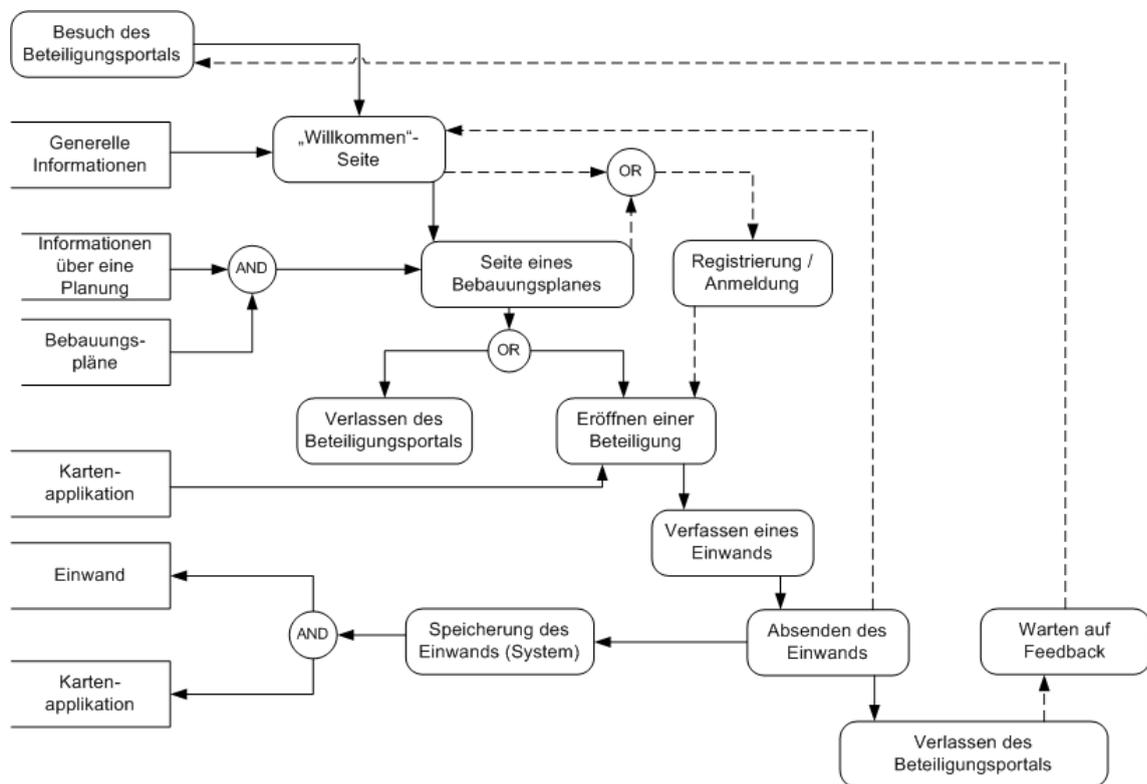


Abbildung 4.9: Modellierung des Beteiligungsprozesses

gestellten Informationen in Form von Rastergrafiken entstammen dem GEOSERVER, der sie nach einem erfolgreich abgesetzten WMS-Request an den Beteiligungsclient übermittelt. Der Request wird durch OPENLAYERS generiert, der in die Planungsseite eingebettet ist und dem Request Informationen über die dargestellten Layer, sowie die dargestellten Ausmaße beifügt. Die erhaltenen Rasterbilder der einzelnen Layer des Bebauungsplanes werden gemeinsam mit einer Hintergrundkarte (Straßenkarte) optisch von OPENLAYERS zusammengefügt, so dass sich eine Gesamtdarstellung des Bebauungsplanes ergibt, die sich optisch mit den Straßenzügen der Hintergrundkarte deckt.

Auf dieser Karte befinden sich neben den dargestellten Inhalten auch mehrere Kontrollsymbole, die zur Steuerung der Kartendarstellung dienen. Pfeilsymbole, in jede der vier Himmelsrichtungen weisend, dienen der Steuerung des Kartenausschnitts. Durch ein Drag 'n Drop-Vorgang mit der Maus ist durch Verschieben der Karte eine alternative Steuerung des Ansichtsbereichs möglich. Zoom-Knöpfe, mit + und - gekennzeichnet, dienen zur Vergrößerung, beziehungsweise Verkleinerung des Bildausschnitts. Der darstellbare Bereich lässt sich innerhalb der applikationsbedingten Grenzen komplett steuern, sofern keine anderweitigen Vorgaben in OPENLAYERS konfiguriert wurden. In einer Kartenanwendung besteht hierfür kein Anlass, sofern ein Knopf zum Zurücksetzen der Ansicht (in OPENLAYERS ist hierfür standardmäßig ein Globussymbol vorgesehen) zur Verfügung steht. Von besonderer Bedeutung ist der in OPENLAYERS als *Layer Switcher* [Ope08] bezeichnete Kontrollbalken. Über diesen sind die angezeigten Inhalte wählbar. Durch ein +-Symbol gekennzeichnet, ist der Layer Switcher diskret am rechten Bildschirmrand verborgen. Nach Anklicken des Symbols entrollt sich der Layerswitcher über das Kartenfenster, und es zeigt sich eine beschriftete Grafik mit *Radiobuttons* und *Checkboxes*. Die Hintergrundkarten (*Baselayer*)

lassen sich nicht komplett ausblenden. Stehen allerdings mehr als zwei alternative Hintergrundlayer zur Verfügung, ist eine exklusive Auswahl über ein Radiobutton selektierbar. Die aufgeblendeten Grafiken des Bebauungsplanes sind über Checkboxes aktivierbar oder deaktivierbar. Im letzteren Fall wird der Layer des Bebauungsplanes ausgeblendet.

Auswahl der Hintergrund Layer

Als Hintergrundkarten sind zwei unterschiedliche Kartenquellen vorgesehen. Einerseits wird eine offene Datenquelle herangezogen, die eine Umgebungskarte bietet; als Alternative bietet sich die Verwendung von GOOGLE MAPS an. Durch die hochauflösenden Straßenkarten und Satellitenbilder von GOOGLE MAPS, insbesondere in den stark besiedelten urbanen Gebieten, kann für den Betrachter durch das GOOGLE Material eine Umgebungskarte zum Bebauungsplan geschaffen werden, die einen detaillierteren Eindruck auf die Auswirkungen der Planung vermittelt, als eine reine Straßenkarte. Dem Betrachter soll die Möglichkeit gegeben werden, zwischen beiden Hintergrundkarten die für ihn bevorzugte Darstellung wählen. Durch ungenaue Datenerfassungen oder Planwiedergaben kann es durchaus passieren, dass das über GOOGLE MAPS referenzierte Kartenmaterial nicht deckungsgleich mit den Bebauungsplan ist und dessen Grenzen nicht mit den Kartenmerkmalen übereinstimmen. Zwar ist in OPENLAYERS ein Weg beschrieben, damit sich GOOGLE MAPS in von OGC-spezifizierten Quellen möglichst nahtlos nutzen lässt, aber dadurch kann keine Garantie für jede beliebige Region gegeben werden. Aus diesem Grund wird eine zweite Quelle angeboten. Da Städte und Gemeinden über ihre eigenen Geodateninfrastrukturen verfügen, mit denen detaillierte Umgebungspläne verfügbar gemacht werden können, soll die Verwendung der beiden hier dargebotenen Quellen jedoch nur einen Eindruck vermitteln, auf welche Weise und mit welchen Auswirkungen Umgebungskarten als Basislayer eingerichtet werden können.

Auswahl der Layer für den Bebauungsplan

Wichtiger als die Wahl der Hintergrundkarten ist die Realisierung einer detailgetreuen Darstellung des Bebauungsplanes. Die Geodaten des Bebauungsplanes sind in der POSTGIS-Datenbank als abrufbare Datensätze hinterlegt und werden vom GEOSERVER zu Feature Types aufbereitet. Durch die vorgegebenen Visualisierungsvorschriften, die eine Darstellung gemäß der Planzeichenverordnung (PlanzV) realisieren, existieren wenig Freiheiten in der Gestaltung der Pläne. Angezeigt werden können jedoch nur Layer, die auch über räumliche Inhalte verfügen. Da ein Bebauungsplan aus mehreren Layern zusammengesetzt wird, unter denen sich auch solche ohne Bildinhalte befinden, ist vorab eine Selektion durchzuführen. Sind alle notwendigen und darstellbaren Layer identifiziert, so kann das Kartenfenster innerhalb der XWIKI-Applikation die Layer anfordern und darstellen.

Abfrage der hinterlegten Feature Informationen

Zu jedem Layer des Bebauungsplanes sind Sachdaten hinterlegt. Diese Informationen lassen sich über den WMS Dienst mit Hilfe des Requests `GetFeatureInfo` abgerufen. Bei der Verwendung der OPENLAYERS-Technologie kann dieser Aufruf mit einem Klick auf ein Kartenelement verknüpft werden. Ist dies eingerichtet, so sorgt der Klick auf ein bestimmtes Ele-

ment des Bebauungsplanes für die automatische Generierung der `GetFeatureInfo`-Aufrufe für die ausgewählten Layer. Die Darstellung der Informationen wird von den Content-Templates vorgenommen, die auf dem GEOSERVER hinterlegt sind und HTML-Elemente zur Strukturierung der Informationen beinhalten.

4.3.3 Interaktion mit der Beteiligungsplattform

Eine Interaktivität wird in der Beteiligungsumgebung geschaffen, sobald ein Client die Fähigkeit erhält, Informationen mit der Umgebung auszutauschen. Der Informationsaustausch bezieht sich weniger auf den Bezug bauleitplanspezifischer Informationen, sondern auf die Möglichkeit, eigene Inhalte über den Interaktionsclient zu publizieren. In diesem Context erwartet eine interaktive Kartenapplikation vom Teilnehmer die Eingabe georeferenzierter Informationen, um sie mit den eingebrachten Inhalten zu verknüpfen. Da die Eingabe georeferenzierter Rohdaten (in Form von Ortskoordinaten) keinem Partizipationsteilnehmer zugemutet werden kann, übernimmt die Kartenapplikation die Umsetzung eines gekennzeichneten Kartenbereichs, den der Teilnehmer mittels einer grafischen GUI in die Karte einzeichnet, zu Raumdatenstrukturen. Diese enthalten alle Koordinaten des Bereichs in einem geografischen Polygon, das mit zusätzlichen beigefügten Sachinformationen zu einem geografischen Feature erweitert wird.

Erstellung eines neuen Features

Als multifunktionales Mittel zur Realisierung einer Kartenapplikation für die Bauleitplanung erweist sich OPENLAYERS als geeignete Technologie. Bereits die detailgetreue Darstellung des Bebauungsplanes, in der die Interaktionsfähigkeit im Hintergrund stand, wird mittels OPENLAYERS-Funktionen ermöglicht. Diese Entwicklung wird als Basis für die interaktive Kartenapplikation vorausgesetzt, mit der sich aktiv geografische Features erstellen lassen. Der Programmablauf sieht in der Phase des *Verfassens eines Einwands* (Vergl. Abb. 4.9) vor, dem Beteiligten eine Eingabemöglichkeit für seinen Einwand zu bieten, der aus einem Einwandtext und einer geografischen Verknüpfung zu bestehen hat. Diese geografische Verknüpfung wird durch Markierung eines Bereichs auf der Kartenapplikation generiert, die zu einem Feature verarbeitet wird.

Die Möglichkeiten des WYSIWYG-Editors

Ein Beteiligter verfasst einen Einwand mit Hilfe des WYSIWYG-Editors, der zum XWIKI-Framework gehört. Über diesen Editor kann die Texteingabe optisch aufbereitet werden, was den Einwandverfasser bei der Strukturierung seines Textes unterstützen soll. Als weitere Möglichkeit, die sich dem Verfasser bietet, gehört das Zufügen von Mediadaten. Sofern freigeschaltet, können Bilddaten, Links zu Webseiten oder weiteres Dokumentenmaterial (beispielsweise PDF-Dateien) dem Einwand zugefügt werden. Angefertigte Zeichnungen oder Fotos können innerhalb des Wiki-Textes erklärend platziert werden. Im über den Postweg durchgeführten Verfahren besitzen die Planungsteilnehmer eine freie Gestaltungsmöglichkeit ihrer Einwände. Eine gesetzliche Vorgabe, wie ein Einwand auszusehen hat und welche Inhalte darin enthalten sein müssen, gibt es nicht. Diese freie Gestaltungsmöglichkeit beim Einreichen der Belange wird durch Verwendung des WYSIWYG-Editors von

XWIKI fortgeführt.

Ablaufsteuerung der Einwandseingabe

Aus der Beteiligungsseite heraus, in der die Informationen und Bebauungspläne des Planungsobjektes publiziert sind, wird die Beteiligungsapplikation gestartet. Die Applikationsseite des XWIKI-CMS, in dem die Eingabe statt findet, besitzt eine feste ID, die beim *Eröffnen eines Einwands* aus Zufallszahlen generiert wird. Die ID wird für das *Feature Mapping* benötigt, das die getrennt gespeicherten Elemente des Einwands, Einwandstext und geografisches Feature, wieder zusammenfügt. Zur weiteren Prozessbehandlung sind zwei Szenarien vorstellbar:

1. Kartenapplikation und Beteiligungseingabe werden in einer Applikationsseite zusammengefasst
2. Durchführen der Kartenapplikation und der Beteiligungseingabe nacheinander in zwei Schritten

Die Unterschiede beim Design des Programmablaufs von der interaktiven Beteiligungsapplikation werden erst auf den zweiten Blick ersichtlich: Während im ersten Szenario die XWIKI-Applikation mit der Generierung einer Zufallszahl für den Einwandlink vertraut ist, wird im zweiten Szenario der Link für die Beteiligungseingabe nach Generierung eines Polygons in der Beteiligungsapplikation durch OPENLAYERS erzeugt. In diesem Fall kann eine für das mittels WFS-T übertragene Polygon erzeugte *FeatureID* als ID für die anschließend erfolgende Einwandgenerierung genutzt werden. Ein *Feature Mapping* wird auf diese Weise „nebenbei“ erzeugt, da die Verwendung der gleichen Referenz ein weiteres Mapping überflüssig macht. Durch dieses Szenario kann auch gewährleistet werden, dass der Beteiligte eine Georeferenzierung durchführt, da diesem der nächste Beteiligungsschritt ansonsten verschlossen bleiben würde. Dennoch liegt gerade hier das Problem: Entscheidet sich der Beteiligte, nach erfolgreicher Übertragung und Speicherung des geografischen Features gegen eine schriftliche Eingabe seines Belanges, so ist zwar das Feature gespeichert, jedoch kein dazugehöriger Einwand. Es müssten weitere Prüfungen implementiert werden, um den dadurch entstandenen inkonsistenten Zustand wieder zu beseitigen. Das Anbieten von Kartenapplikation und Beteiligungseingabe auf einer Seite gemäß Szenario 1 gibt auch dem Beteiligten noch einmal die Gelegenheit, Betrachtungen des Bebauungsplanes im Kartenfenster zur inhaltlichen Gestaltung seines Belanges heranzuziehen. Für den Ablauf ergibt sich dadurch ein neues Bild. Durch die Erzeugung einer Beteiligungs-ID durch die XWIKI-Applikation, ist auch der eingebettete Kartenclient in der Lage, auf diese zu verweisen und in den Sachdatenbestand des zu erzeugenden Features zu übernehmen. In der Datenmodellierung muss dieses zusätzliche Feld berücksichtigt werden. Für das *Feature Mapping* wird diese Information durch die Verwendung von OGC Filterungen wieder aufgegriffen.

Speicherung der Einwanddaten

Die Speicherung der Einwanddaten erfolgt über den in XWIKI definierter Schaltflächen zur Speicherung von Wiki Einträgen. Zur Verfügung stehen die Schaltflächen „Speichern und Fortfahren“ und „Speichern und Ansehen“. Der erste Knopf ist für zwischenzeitliche

Speicherungen vorgesehen und bietet nach Betätigung weiterhin die Möglichkeit, Änderungen am Text vorzunehmen. Nach Betätigung der zweiten Schaltfläche ist eine Änderung am Beteiligungstext nicht mehr möglich. Ein erneutes Öffnen zur weiteren Bearbeitung ist nicht vorgesehen. Mit der Speicherung des Einwands wird ebenso das erzeugte geografische Feature mittels WFS-T übertragen und gespeichert.

4.3.4 Programmorganisation

Die inhaltlichen und den Programmablauf betreffenden Merkmale sind bereits dargestellt worden. Nicht im Zentrum der Betrachtung stehen jedoch weitere Aspekte der Definition eines Beteiligungsclients, die im Folgenden kurz angerissen werden.

Das Rechte-Management

Durch die in XWIKI implementierte Rechteverwaltung ist es möglich, fein abgestimmte Rechte auf bestimmte Applikationsebenen und -funktionen zu verteilen und Gruppen zu definieren, die über bestimmte Rechte verfügen. Ein lesender Zugriff soll für alle an der Bauleitplanung Interessierten ohne Einschränkungen offen sein. Die Informationsseiten, welche allgemeine Angaben, sowie die Planungsinformationen enthalten, sind ohne Anmeldung ersichtlich. Für die aktive Teilnahme an einer Beteiligung der Bauleitplanung ist ebenfalls keine Anmeldung am System erforderlich. Um nach einer Einwandabgabe Feedback der planenden Behörden zu erhalten, kann der Benutzer eine Email-Adresse in seinem Einwand hinterlegen, über die er über die Ergebnisse der Planung informiert werden will. Diese Angabe ist jedoch optional. Alternativ steht dem Beteiligten ein erneuter Besuch der Beteiligungsplattform offen, wo nach Abschluss einer Planung die Resultate veröffentlicht werden.

Navigationshilfen

Im Seitenbereich der Beteiligungsapplikation ist eine Navigationsspalte hinzufügar, die als Navigationshilfe über die Beteiligungsseiten dient. Das von der XWIKI-Applikation gestellte Widget enthält eine Seitenübersicht, die nach Kategorien gegliedert ist. Da die Applikationsseiten innerhalb eines Beteiligungszyklus strikt angeordnet sind, lässt sich diese Reihenfolge der Beteiligungsschritte auch in der Navigationsspalte darstellen.

4.4 Definition eines geeigneten Datenmodells

In der Beteiligungsapplikation existiert kein vorherrschendes Datenmodell. Jede Komponente der Applikation verfügt über ein eigenes Datenmodell. Die Abstimmung dieser Modelle zu einem übergeordneten Datenmodell ist notwendig, um eine komponentenübergreifende Funktion im Beteiligungsclient realisieren zu können. Die Beteiligungsinfrastruktur ist derart aufgebaut, dass die Behandlung der Geodaten von einer Komponente durchgeführt wird, während eine andere Komponente sich mit den anfallenden Sachdaten des Partizipationsrahmens und den (Sach-)Inhalten der Stellungnahmen befasst. Ein übergeordnetes

Datenmodell dient somit als Schnittstelle zwischen den Sachinhalten und den georeferenzierten Daten, damit ein paralleles Arbeiten auf beiden Datenmodellen verwirklicht werden kann. Dies ist eine Herausforderung beim Entwurf eines Applikationsdesigns, welches den Ansprüchen eines Beteiligungsclients und einer dazu entworfenen Beteiligungsinfrastruktur gerecht wird.

4.4.1 Inhalte eines Beteiligungsvorgangs

Der Beteiligungsclient tätigt grundsätzlich den Umgang mit zwei Gruppen von Daten, die inhaltlich nur indirekt aufeinander wirken:

1. Die Inhalte des Bebauungsplans und den dazugehörigen Sachdaten
2. Die Daten eines Einwands, mit zugewiesener Georeferenzierung

Schon die Verfasser der Inhalte sind unterschiedlich: Der Bebauungsplan und die damit zusammenhängenden Sachdaten werden von der planenden Behörde, welche die Partizipation anbietet, bereitgestellt. Der eigentliche Beteiligungsclient ist nur für die Darstellung der Daten zuständig. Ein Beteiligter hat keine Möglichkeit, Änderungen oder Löschungen an dem vorgegebenen Datenbestand des Bebauungsplanes durchzuführen. Er verfügt nur über Leserechte an diesen Daten, über die er sich über laufende Bauleitplanungen und aktuelle Beteiligungsprozesse informieren kann. Die zweite Datengruppe wird von den Beteiligten gestellt. Einwanddaten und die Georeferenzierung werden vom Partizipationsteilnehmern erstellt. Sie bedienen sich der Darstellung der vorgegebenen Bebauungspläne, um die Georeferenzierung zu tätigen.

Als einzige herausstechende Gemeinsamkeit bilden die Bebauungspläne das Bindeglied zwischen den beiden Datengruppen. Die vorgenommene Georeferenzierung einer Stellungnahme wird auf Bebauungsplänen durchgeführt. Durch die Planungsdaten erhalten beide Gruppen zusätzlich eine georeferenzierte Komponente, die unabhängig von den übrigen Sachdaten verwaltet wird. Das dadurch entstehende Verarbeitungsschema ist in Abb. 4.10 dargestellt. Die darin gezeigte Matrix umfasst die Datengruppen und Datenarten, welche vereinfacht in Sachdaten und Geodaten unterteilt sind.

Die rechte Spalte der Abbildung 4.10 enthält die Daten der Stellungnahme, für die ein Datenmodell definiert werden muss. Anhand der Anforderungen sind die Inhalte einer Stellungnahme bereits definiert worden (s. Kap 2.4.5). Auch hier wird wieder zwischen einer aus Sachdaten bestehenden Komponente und einer aus Geodaten hergestellten Komponente unterschieden, wobei durch künstliches Erzeugen eines räumlichen Bezugs entsteht. Hauptkomponente bildet der Einwandtext, der die Anmerkungen des Beteiligten zur Planung enthält. Dieser Komponente zugefügt werden können Bilddateien und Dateianhänge, sofern sie dem Verfasser zur inhaltlichen Erklärung dienlich sind. Durch die Georeferenzierung erhält die Stellungnahme einen Raumbezug, der sich mit dem Bebauungsplan, für den die Stellungnahme verfasst wurde, in Relation setzen lässt. Diese funktionale Ergänzung dient einer späteren Auswertung der auf Behördenseite eingegangenen Stellungnahmen zu einer Bauleitplanung.

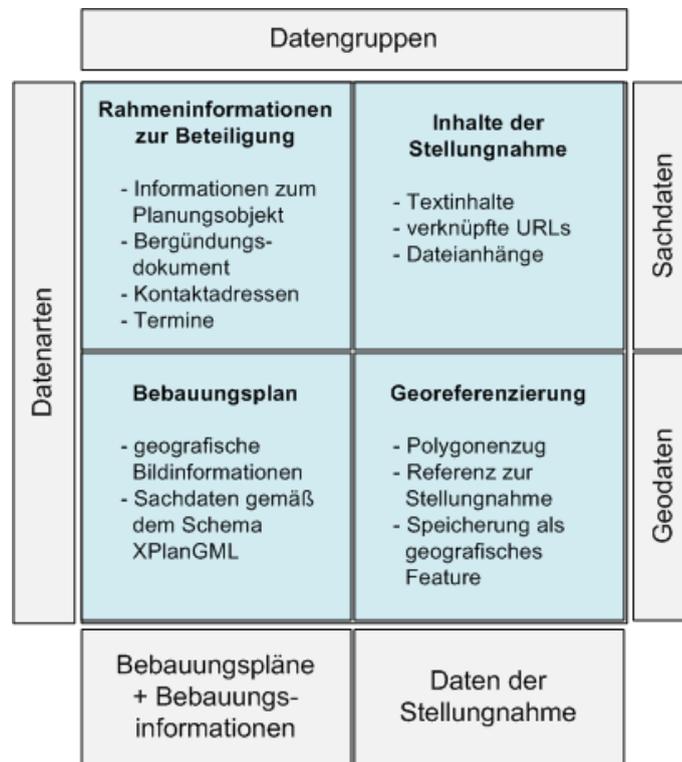


Abbildung 4.10: Übersicht der Datengruppen und -arten

Die Daten eines Bebauungsplanes

Ein Bebauungsplan umfasst georeferenziertes Bildmaterial und ist durch Sachdaten ergänzt. Das zugrunde liegende objektorientierte Datenschema XPlanGML ist bereits in Kapitel 2.2.4 vorgestellt worden. Die Verwaltung der Gesamtheit an Daten des Bebauungsplanes übernimmt der GEOSERVER, der durch die offenen Webschnittstellen WMS und WFS Zugriff auf die hinterlegten Daten bietet. Die für den Bebauungsplan benötigten Bilddaten werden über den Web Map Server angefordert. Dieser liefert png-Bilddateien in Form von Kacheln, die in der Clientumgebung von OPENLAYERS zu einem Gesamtbild zusammengefasst werden. Welche Bilder für welchen angezeigten Bildausschnitt anzufordern sind, entscheidet OPENLAYERS durch einen implementierten Algorithmus, der die benötigten Bildkacheln anhand der dargestellten Position und Auflösung ermittelt. Durch Verschieben des Kartenausschnitts oder durch Zoomen wird der Algorithmus aktiv und ermittelt Bilddaten, die vom WMS-Server bezogen werden. Auf diese Weise ist eine schnelle dynamische Nutzung der Kartenapplikation möglich.

Bilddaten sind jedoch nicht die einzigen Daten des Bebauungsplanes. Die über WMS mit der Anfrage `GetFeatureInfo` abfragbaren Sachdaten werden bei Auswahl eines Kartenobjekts angefordert. Ein im GEOSERVER hinterlegtes Schema, das auf die Rohdaten des FeatureTypes angewandt wird, bereitet diese optisch für eine Ausgabe in der Kartenapplikation auf.

Datenmodell einer Stellungnahme

Die Stellungnahme stellt das zentrale Element der Online-Beteiligung dar. Die Abgabe einer Stellungnahme erfolgt über die Beteiligungsplattform, welche für die Gestaltung, Speicherung und Verarbeitung verantwortlich ist. Da für die Inhalte der Beteiligungseinwände keine Vorgaben existieren, muss mit erhöhtem Textaufkommen gerechnet werden. Das Verfassen einer Stellungnahme geschieht über ein Editorenfenster, das die Eingabe eines Textes ermöglicht, aber auch für die Gestaltung und textliche Strukturierung sorgt. Durch die Möglichkeiten, der Stellungnahme über das Editorenfenster Dateien anzuhängen oder Bilder in den Text einzugliedern, erweitert sich die rein textbasierte Stellungnahme um Multimediadaten, die zusätzlich zur Stellungnahme gespeichert werden. Die Zumsamengehörigkeit des Einwandtextes mit den zugeordneten Multimediadateien erfolgt durch das XWIKI-System und bedarf keiner zusätzlichen Programmierung.

4.4.2 Datenverwaltung der Geodaten

Für die Geodatenverwaltung sind zwei Applikationen zuständig: Der GEOSERVER, der die Datenschemata erhält und die Inhalte zu FeatureTypes oder Layern aufbereitet, sowie die POSTGIS-Datenbank. In der Datenbank sind die Geodaten in speziellen Eingabeschemata hinterlegt, die eine verlustfreie Speicherung der vektorbasierten Rauminhalte durchführt. Beide Applikationen bedienen sich GIS-Funktionalität zur Verarbeitung, Ausgabe und Datenberechnung. Von einer Verwaltung der Geodaten außerhalb dieser Applikationen wird abgeraten, da es zu Transformationsprobleme der Koordinaten oder Datenverluste kommen kann, sobald die Daten innerhalb anderer Non-GIS-Anwendungen verwendet werden.

Datenverwaltung in der PostGIS-Datenbank

Eine Übertragungsmöglichkeit von Geodaten ist durch Verpacken der Rohdaten als SQL-Dump der POSTGIS-Datenbank, unter Mitlieferung des anzuwendenden Applikationsschemas XPlanung gegeben. Die in der Geodatenbank hinterlegten Daten beinhalten bereits die Struktur von FeatureTypes, besitzen aufgrund unterschiedlicher Namensgebung zwischen Datenbank und Applikation, jedoch andere Namen. Die Tabellennamen der FeatureTypes lassen sich zwar 1:1 auf die Namen der FeatureTypes einer zugreifenden Applikation abbilden, weshalb sich die Integration der Daten als unproblematisch erweist, jedoch treten Unterschiede zwischen diesen Namen auf. Auf dieses Mapping muss bei der Verwendung Rücksicht genommen werden, denn die verwaltende Applikation, in diesem Fall der GEOSERVER, übernimmt exklusiv das Mapping der FeatureType-Namen mit den Namen der Tabellen in der POSTGIS-Datenbank. Die Verwendung eines anderen Clients mit Direktzugriff auf die in der Datenbank hinterlegten Geodaten ist somit nicht empfehlenswert, da Inkonsistenzen im Datenbestand auftreten könnten. Der GEOSERVER sollte somit als einzige Instanz Rechte für den Zugriff auf die Geodaten der Bebauungspläne in der POSTGIS-Datenbank besitzen.

Datenverwaltung im Geoserver

Der GEOSERVER verwendet die POSTGIS-Datenbank als persistenten Speicher der hinterlegten Geodaten des Bebauungsplanes. Die Aufbereitung dieser Daten zu OGC-spezifizierten Features, die als Layer in einer Kartenapplikation verwendet werden können, wird durch den GEOSERVER durchgeführt. Über WMS- und WFS-Dienste sind die Daten für Kartenclients wie dem OPENLAYERS-Client abrufbar. Zur Registrierung der Geodaten sind mehrere Verarbeitungsschritte erforderlich, die in Kapitel 5 genauer beschrieben werden. Für das Datenmodell relevant sind jedoch die Informationen und Meta-Informationen die bei der Integration der POSTGIS-Daten in den GEOSERVER einzustellen und zu verknüpfen sind. Als erstes wird im GEOSERVER die Angabe eines *Namensraumes* verlangt, der für die Beteiligungsdaten einer Bauleitplanung gilt. Die Identifikation der FeatureTypes und Layer erfolgt bei Client-Abfragen immer unter Angabe des Namensraumes. Auf diese Weise lassen sich unterschiedliche Beteiligungsprojekte in der Bauleitplanung unterscheiden. Das Zusammenfassen von Layern zu einem großen Layer, das aus der Überdeckung aller zugefügten Layer gebildet wird, kann anhand eines Namensraumes vorgenommen werden. Durch Deklaration eines neuen Gesamt-FeatureTypes, das einen neuen, bisher im Schema nicht enthaltenen Namen erhält, wird die Komplexität bei WMS-/WFS-Aufrufen reduziert. Es sind keine Informationen über alle Applikationslayer notwendig, um Anfragen durchzuführen. Für die Beteiligungsinfrastruktur bedeutet das weniger Recherche beim Spezifizieren der abzufragenden Layer bei jedem implementierten WMS-/WFS-Request. Eine serverseitige Vorbereitung genügt, so dass jede Abfrage nach einem Bebauungsplan nur der Abfrage von einem Layer entspricht. Trotzdem erkennt der GEOSERVER die untergeordneten Layer wieder, wenn ein `GetFeatureInfo`-Request auf ein Element des Gesamt-Bauleitplans erfolgt. Die dabei übergebenen Koordinaten werden auf die originären FeatureTypes, das sich an dem ausgewählten Ort befindet, aufgegliedert.

Ein FeatureType wird im GEOSERVER bei Konfiguration vom System analysiert. Dabei werden die hinterlegten Dateninhalte und -typen automatisch erkannt und typisiert. In vielen Fällen empfiehlt der GEOSERVER jedoch den Datentyp *String* für FeatureType-Inhalte beliebiger Natur. Durch Auswahl eines hinterlegten Datenschemas können die vage definierten Inhalte genauer spezifiziert werden. Eingabeformate, wie beispielsweise Datumsangaben oder Zahlendaten können dadurch sinngemäß anhand eines Schemas klassifiziert werden. Durch die Verwendung von XPlanGML ist das zu verwendende Datenschema im GEOSERVER bereits vorgegeben und muss für jedes neu konfigurierte FeatureType als Datenschema zugeordnet werden.

4.4.3 Datenverwaltung im XWiki-CMS

Zur Realisierung eines Beteiligungsclients wurde XWIKI als Content Management System ausgesucht. Damit befindet sich die Behandlung der Inhalte der Bauleitplanung in der Hand einer Softwarekomponente, die ein eigenes Applikationsschema mitbringt. Als Datenspeicher dient auch hier wieder die POSTGIS-Datenbank, wobei in der für XWIKI geschaffenen Tabelle auf geografische Bearbeitungsfunktionen und -schemata verzichtet werden kann. Die Tabellenorganisation und -verwaltung wird innerhalb der XWIKI-Applikation durchgeführt, so dass hier kein weiterer Entwicklungsaufwand mehr nötig ist. Die konfigurierbaren Eigenschaften und Datenmodifikationen von XWIKI sind jedoch für Elemente, die in einer Beteiligungsplattform von Bedeutung sind, einer intensiveren Analyse zu unterziehen.

Definition eines Eingabetemplates

Ein Eingabetemplate stellt den Rahmen für die einzugebenden Inhalte der Stellungnahme bereit. In ihm enthalten sind eine Eingabeform zur textbasierten Eingabe der Stellungnahme. Da eine Zeichenbegrenzung eine Beschränkung der Eingabemöglichkeit darstellt, wird keine vorgegeben. Die Länge von Einwänden kann somit beliebig lang sein. Da für das Eingabefeld ein WYSIWYG-Editor dargeboten wird, der auch Dateianhänge ermöglicht, wird dafür kein weiteres Eingabefeld benötigt. Als zweites Element befindet sich jedoch die Kartenapplikation der Georeferenzierung in dem Template. Sobald die Beteiligungsseite aufgerufen wird, sorgt das hinterlegte Template für die Bereitstellung der Inhalte. Die hier definierten Inhalte des Editorenfensters für die Eingabe und die Kartenapplikation werden in einer initialen Form ohne hinterlegte Vorgabewerte angezeigt und stehen dem Partizipanten zur Verwendung bereit. Ein erläuternder Hilfetext, wie die Elemente zu verwenden sind, wird ebenfalls auf dem Template hinterlegt und somit auf der Seite zum Verfassen einer Stellungnahme angezeigt.

User und Rechte

Bei der Rechtevergabe müssen die beiden für den Partizipationsvorgang benötigten Benutzergruppen definiert werden. Die Vorbereitung der Beteiligung wird durch Mitarbeiter einer für die Planungsdurchführung verantwortlichen Behörde oder Institution getätigt. Sie sind für die Bereitstellung und das Einpflegen der Inhalte in die XWIKI-Umgebung verantwortlich. Da in der exemplarisch aufgebauten Beteiligungsinfrastruktur das Hauptaugenmerk bei den Partizipationsteilnehmern liegt, werden die Ablaufgestaltung und die Aufgaben der Behördenmitarbeiter durch eine generische Inhalts- und Ablaufgestaltung ersetzt. Die Auswirkungen auf das User- und Rechtemodell bleiben dennoch identisch. Die Schaffung einer Applikationsstruktur wird anhand der eingestellten Inhalte getätigt und obliegt der Verantwortung eines Administrators. Nutzer der Beteiligungsinfrastruktur besitzen keine Rechte, um Änderungen an diesem Schema oder der Inhalte vorzunehmen. Sie verfügen nur über die Möglichkeit, Stellungnahmen zu verfassen, Anhänge beizufügen und eine Georeferenzierung durchzuführen. Die einfachste Form, eine Beschränkung auf diese Weise zu erreichen, ist die Aufteilung der Rechte in zwei Klassen: Die Administratorenrolle und die Beteiligungsrolle. Eine Administratorenrolle, zum Durchführen der *Backend*-Aufgaben und Generieren neuer Beteiligungszyklen für Bauleitplanungen. Eine Anmeldung am System ist erforderlich, um in der Administratorenrolle wirken zu können. Die zweite Rolle ist für alle nicht am System angemeldeten Benutzer vorgesehen. Eine offene, hürdenfreie Nutzung der Beteiligungsinfrastruktur war in den Anforderungen spezifiziert worden. Aus diesem Grund wird auf einen Registrierungs- und Anmeldevorgang für alle Teilnehmer der Partizipationsumgebung verzichtet, der eine Nutzeridentifikation anhand einer Email-Adresse vorgeschrieben hätte. Zusammengefasst ist die anzuwendende Rechteverwaltung in Tabelle 4.3.

4.4.4 Strukturierung der Beteiligungsseiten

Der in 4.3.4 beschriebene Programmablauf wird in diesem Abschnitt als Basis für die Strukturierung der Beteiligungsseiten verwendet. Als Ausgangssituation ist der Besuch der Portalseiten für die Bauleitplanung vorgesehen; das Verlassen des Portals nach erfolg-

Rolle	Login	Planungsinhalte editieren	Einwände erstellen
Administrator	erforderlich	ja	nur Lesezugriff
Beteiligter	ohne	nur Lesezugriff	ja

Tabelle 4.3: Rollen und Berechtigungen

reicher Abgabe einer Stellungnahme wird als Endpunkt einer vollständigen Partizipation festgelegt. Über interne Verlinkungen der einzelnen Webseiten im Beteiligungsprozess wird der Ablauf realisiert. Sprünge zu Beteiligungsseiten, die nicht den Beteiligungszyklus abbilden, werden vernachlässigt. So ist es stets möglich zur Ausgangsseite der Bauleitplanung zurückzuspringen, auch wenn der vorgesehene Ablauf dadurch unterbrochen wird. Eine Wiederaufnahme des Prozesses ist bis zum Verfassen einer Stellungnahme möglich. Wird jedoch eine neu verfasste Stellungnahme durch nicht vorgesehene Programmverlinkungen („zurück“-Button im Browser) unterbrochen, so gehen die bis dahin zusammengestellten, ungespeicherten Inhalte verloren.

Als Seitenstruktur wird die Applikation mit einer *Willkommens Seite* begonnen. Darin enthalten sind allgemeine Informationen über die Bauleitplanung und über anstehende Partizipationen, auf die jeweils verlinkt ist. Über diese Verlinkung wird die *Informationsseite der Bauleitplanung* aufgerufen. Hier sind alle notwendigen Informationen zum Planungsobjekt zusammengefasst. Diese Seite besteht aus vier Teilen, die aus den in Abbildung 4.3 dargestellten Informationen abgeleitet sind:

1. Die *Rahmendaten der Beteiligung*, in denen eine Beschreibung des Planes erfolgt und auf die einzuhaltenden Termine der Beteiligung hingewiesen wird.
2. Der *Bebauungsplan* wird innerhalb einer Kartenapplikation, die in die Informationsseite eingebettet ist, angezeigt.
3. Die *Planungsdokumente*, zu denen die offizielle Begründung gehört, werden ebenfalls in der Informationsseite angeboten. Ob die Bereitstellung als PDF-Dokument oder in reiner Textform erfolgt, ist abhängig vom vorhandenen Material.
4. Der *Beteiligungs-Link* wird zum Starten einer Partizipation verwendet. Nach Betätigung, erscheint die *Partizipations-Seite*

Auf die *Partizipations-Seite* wird durch die in Punkt 4 beschriebene Verlinkung verwiesen. Auf dieser Seite findet der *aktive* Partizipationsprozess statt. Durch Verfassen einer Stellungnahme und Verlinkung dieser mit einem dazu erzeugten geografischen Feature wird eine aktive Partizipation getätigt. Zur Speicherung wird der dazugehörige Button betätigt. Der Beteiligungsvorgang ist jetzt abgeschlossen; es erscheint eine Quittungsinformation, welche die korrekte Speicherung und Übernahme der Daten in die Beteiligungsinfrastruktur belegt.

4.4.5 Ein applikationsübergreifendes Datenmodell

Aus den bisher definierten Datenmodellen ergibt sich für die Beteiligungsapplikation kein Gesamtbild. Zu unterschiedlich sind die Datenmodelle, die jeweils auf eine Anwendung zugeschnitten sind. Angefangen bei den hinterlegten Daten in den verwendeten Softwarekomponenten über die durch Schnittstellen zur Verfügung stehenden Daten bis hin zu den

Strukturen und Inhalten der Beteiligungswebseiten wurden die Datenmodelle aufgestellt. Am Ende der Kette sind die Datenmodelle, wie in Abbildung 4.11 dargestellt, miteinander verknüpft. Durch das Hinzufügen der Georeferenzierung als Beteiligungsfunktion, kann ein komponentenübergreifendes Datenmodell geschaffen werden. Geografische Daten und Sachinhalte erhalten auf der Beteiligungsseite durch die Georeferenzierung einen Bezug zueinander, der ansonsten nicht explizit enthalten wäre. Aber auch auf Seiten der Inhaltepräsentation der Bebauungspläne greift die Datenmodellierung nahtlos auf Geodaten und Sachinhalte zu. Die Geodaten in Form von Bebauungsplänen sind durch das Einfügen in die XWiki-Seitenstrukturen mittels Templates fest in die Umgebung eingegliedert. Sachabfragen sind über WMS auf die Bebauungspläne durchführbar, deren Antworten innerhalb der XWiki-Applikation dargestellt werden.

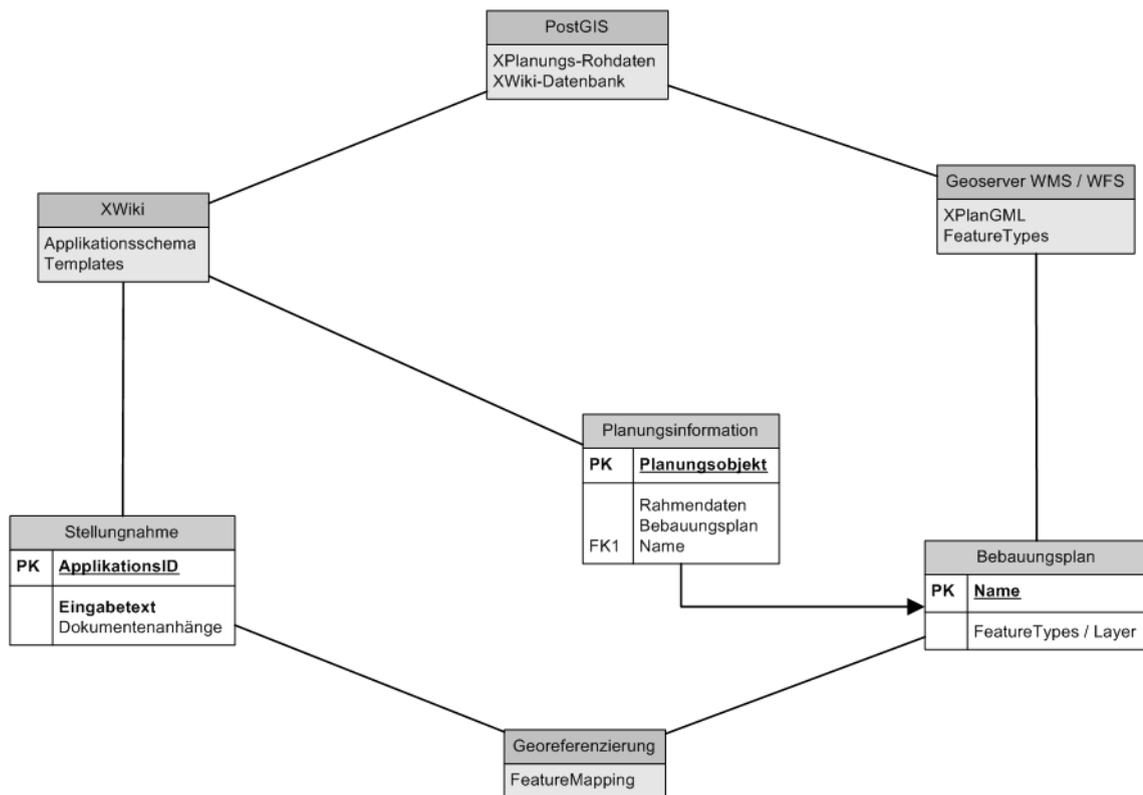


Abbildung 4.11: Gesamtdatenschema

Durch die direkte Eingliederung der Darstellung eines Bebauungsplanes in die Informationsseite der Bauleitplanung (Planungsinformationen) ist eine direkte Zuordnung beider Komponenten geschaffen worden. In Abbildung 4.11 ist diese Zuordnung durch Darstellung einer Referenz zwischen den Planungsinformationen und dem Bebauungsplan dargestellt. Über die Angabe eines *Foreign Keys* wird der Name des Bebauungsplanes referenziert, hinter dem sich die Layer zum Aufbau des Bebauungsplanes verbergen.

4.5 Design einer Softwarearchitektur

Bisher wurde gezeigt, aus welchen Komponenten sich ein interaktiver Beteiligungsclient formen lässt. Es hat sich dabei herausgestellt, dass die XWiki-Applikation als Bindeglied

zwischen Beteiligungsapplikation, den Daten und den Raumdatenkomponenten dient, welche durch Einbinden der OPENLAYERS-Technologie erreichbar sind und in die Verarbeitung mit aufgenommen werden können. Im Folgenden wird die Integration der OPENLAYERS-Technologie in die XWIKI-Umgebung modelliert. Das dafür verwendete Plugin-Modell der XWIKI-Umgebung liefert den Einstieg in die applikationsspezifische Verwendung von OPENLAYERS-Anwendungen in einem mit XWIKI spezifizierten Beteiligungsclient.

4.5.1 Das Openlayers Plugin für XWiki

Die Kartendarstellung wird mit OPENLAYERS realisiert, das in die XWIKI-Umgebung als Applikation, die zu Grunde liegende Funktionalität jedoch als Plugin in die Umgebung, eingebettet ist. Der Aufruf der Kartenapplikation geschieht aus der XWIKI-Applikation heraus; der OPENLAYERS-Code wird vom Beteiligungsplugin erzeugt. Die Kommunikation der Applikation mit dem Plugin ist über die API des Plugins möglich, welche die Klassen und Methoden für einen Kartenaufruf enthält. Im Plugin wird der grundlegende Rahmen für ein Kartenwidget vorgegeben, der fest einprogrammiert ist. Variabel hingegen sind die Inhalte, sowie die Position und der initiale Kartenausschnitt. Diese Parameter müssen aus der Applikation an das Plugin übergeben werden, das dann seinerseits für die Umsetzung sorgt. Die dadurch an den GEOSERVER abgesetzten WMS-Aufrufe werden mit diesen Parametern generiert, wodurch die angefragten Karteninhalte in Form von Rasterbildern geliefert werden. OPENLAYERS erzeugt aus ihnen eine Kartenausgabe in den angeforderten Ausmaßen und Position.

Festlegen eines Grundgerüsts

Nachdem die festen und variablen Inhalte einer OPENLAYERS-Applikation benannt wurden, ist es möglich, das Grundgerüst einer OPENLAYERS-Kartenapplikation zu erzeugen. Zwei Applikationsmodelle müssen hierbei spezifiziert werden. Zum einen wird eine Kartenapplikation benötigt, die mit der Anzeige der Bebauungspläne betraut ist und Abfragen nach hinterlegten XPlanungs-Daten mittels dem WMS `GetFeatureInfo` durchführen kann. Als zweites Anwendungsschema wird die Georeferenzierung benötigt. Als Gemeinsamkeit zwischen beiden Anwendungen stehen die angezeigten Daten. In beiden Fällen wird eine Hintergrundkarte benötigt, auf die ein weiterer Layer, der den Bebauungsplan enthält, darübergelegt wird. Diese Karte muss scrollbar und auch in den Zoomleveln frei steuerbar zu gestalten sein. Der Unterschied der Georeferenzierungs-Anwendung gegenüber der reinen Inheldarstellung liegt in den anwendbaren Funktionen. Die Georeferenzierung erlaubt das Einzeichnen eines Polygonenzuges auf der Karte mit dem angezeigten Bebauungsplan. Aus diesem Polygon wird dynamisch ein Feature erzeugt, wobei ein Zugriff auf die XWIKI-Umgebung nötig ist, um den Bezug zu einer Stellungnahme herzustellen. Eine Speicherung der eingezeichneten Feature-Geometry mitsamt der bezogenen Sachinhalte wird über einen Transactional Web Feature Service realisiert. Die Modellierung eines OPENLAYERS-Plugins für XWIKI muss somit zwei unterschiedliche Kartenapplikationen unterstützen. Im folgenden werden die beiden Kartenapplikationen als **Betrachtungskarte** und als **Referenzierungskarte** bezeichnet.

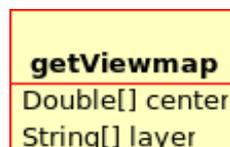
Parameterdefinition für die Betrachtungskarte

Die Aufgabenverteilung zwischen der Beteiligungsapplikation und dem OPENLAYERS-Plugin lässt sich durch die Definition der Parameter erkennen. Als einstellbare Parameter für die Anzeige des Bebauungsplanes in einer OPENLAYERS-Karte können definiert werden:

- Die **Baselayers** zur Einrichtung einer Hintergrundkarte (Straßenkarte).
- Die **Request-URLs**, für die WMS-/WFS-Anfragen, die an den GEOSERVER gestellt werden.
- Die abzubildenden **Layer**, die mit dem WMS visualisiert werden sollen.
- Die **Kartenausmaße**, die gewählt werden müssen, damit sich das Kartenwidget in die Applikationsumgebung eingliedern lässt.
- Der anzuzeigende **Kartenausschnitt**, der bei einem Erstaufwurf die Darstellung über einem Punkt zentriert.
- Die **Zoomstufe** muss für den Initialaufruf definiert werden, damit der Bebauungsplan als Ganzes ersichtlich ist.

Die Frage, welche dieser Einstellungsparameter in dem Plugin fest vorgegeben (*hard coded*) sein sollen und welche über die Applikation festgelegt werden dürfen, resultiert aus der Frage nach den variablen und den festen Applikationsparametern. Eine Initialansicht beim Laden der Bebauungspläne muss insofern vorgegeben werden, kann aber durch den Anwender zu jeder Zeit geändert werden. Somit wären die Auswirkungen der Festlegung für den laufenden Betrieb gering. Bei der Verwendung mehrerer Karten ist es hingegen vorteilhaft, wenn die Content Editoren auch über die Ansichtsparameter entscheiden können. Insbesondere der angezeigte Kartenausschnitt soll frei wählbar sein. Deshalb wird ein Punkt definiert, über dem sich die Kartenansicht bei einer vordefinierten Zoomstufe zentriert. Dieser Punkt, bestehend aus zwei Ortskoordinaten (lon/lat), wird dem OPENLAYERS-Plugin übergeben. Von Bedeutung sind neben der Kartenansicht auch die dargestellten Inhalte. Für den Hintergrundlayer wird eine vorgegebene Ansicht im Plugin verankert. Die Layer des Bebauungsplanes hingegen werden als Parameter aus der Kartenapplikation heraus aufgerufen. In dem OPENLAYERS-Plugin sind lediglich die Pfade zu den Datenquellen vorgegeben.

Im OPENLAYERS-Plugin wird zur Ausgabe der Inhalte eine Methode definiert, welche die übergebenen Parameter verarbeitet. Der auf diese Weise festgelegte Aufruf des Betrachtungsclients ist durch die Methode `getViewmap(String[] layer, double[] center)` modelliert, die in Abbildung 4.12 präsentiert ist.



```
getViewmap
Double[] center
String[] layer
```

Abbildung 4.12: Methode *getViewmap* des Betrachtungsclients

Die Funktionalität, welche die Kartenapplikation bietet ist kein Bestandteil der Beteiligungsapplikation, sondern vollständig über OPENLAYERS definiert. Die vollständige und voll funktionsfähige Karte wird durch das OPENLAYERS-Plugin erzeugt. Die Kombination

der Integration der Kartenapplikation in die in XWIKI erzeugte Beteiligungsumgebung und die OPENLAYERS-Kartenapplikation sind in dem OPENLAYERS-Plugin enthalten.

Parameterdefinition für die Referenzierungskarte

Die Methode zum Bezug der geografischen Karteninhalte in der Referenzierungskarte ist genauso zu definieren, wie in der Betrachtungskarte. Durch die Übergabe der Parameter `Double[] center` und `String[] layer` wird der Rahmen zum Laden der Karteninhalte vorgegeben. Weitere Parameter, die zur Generierung einer Karte benötigt werden, sind im OPENLAYERS-Plugin vordefiniert. Für die Realisierung der zusätzlichen Funktionalität dieser Karte in Form eines zu erzeugenden Features wird jedoch noch ein weiterer Parameter übergeben. Der Featurename wird aus dem **Seitenamen der XWIKI-Stellungnahme** referenziert, der als eindeutige ID eingesetzt wird. Dementsprechend ist eine Übergabe des Strings aus der XWIKI-Applikation, die Kenntnis über den Seitenamen besitzt, an das OPENLAYERS-Plugin notwendig. Hierdurch kann das in Kapitel 4.4.5 definierte applikationsübergreifende Datenmodell verwirklicht werden, denn durch die Verknüpfung der ID der Stellungnahme mit dem zur Georeferenzierung erzeugten Feature lässt sich das *FeatureMapping* betreiben.

Die kartenausgebende Methode `getReferenceMap(...)` des OPENLAYERS-Plugins ist in Abbildung 4.13 hervorgehoben.

getReferenceMap
Double[] center
String[] layer
String opinionId

Abbildung 4.13: Methode `getReferenceMap` des Referenzierungsclients

Als Ergebnis liefert diese Methode den HTML- und Javascript-Code, aus denen die Kartenapplikation zusammengesetzt wird, die in der Beteiligungsumgebung des XWIKI eingebunden wird.

4.5.2 Klassenmodellierung des interaktiven Beteiligungs-Plugins

Als Vorbedingung muss zwischen OPENLAYERS-Objekten und den Objekten des Beteiligungs-Plugins unterschieden werden. Da innerhalb des Plugins die Javascript-Objekte und -Applikationscode keine Funktion besitzen, vollzieht sich die Applikationslogik innerhalb des Plugins durch Java-/Groovy-Methoden. Der Javascript-Code wird als einfache Strings behandelt, die für die Erzeugung einer Kartenapplikation aufbereitet werden müssen. Die an die Plugin-Methoden übergebenen Inhalte werden durch das Plugin verarbeitet, um die Inhalte in den OPENLAYERS-Code an den entsprechenden Stellen einzufügen. Der so erzeugte OPENLAYERS-Applikationscode ist über die Ausgabemethoden `getViewMap` und `getReferenceMap` aus der Applikation heraus abrufbar. Dort werden die HTML-Inhalte, sowie die Javascriptfunktionen in die XWIKI Anwendungsseiten eingebunden. Zur Ausführung gelangen die OPENLAYERS-Funktionen erst in einer Clientumgebung, wo die Javascriptfunktionen direkt im Browser ausgeführt werden.

Modellierung des Plugins

Zwei Klassen gehören zu dem OPENLAYERS-Plugin. Die erste Klasse stellt den Applikationscode bereit. Die Anwendungslogik und die Implementierung der beiden Kartenausgabemethoden sind in ihr enthalten. Als zweite Klasse wird die zum Plugin gehörende API entworfen. Sie stellt die Schnittstelle zur Beteiligungsapplikation dar, in dem sie die Methoden des Plugins an die XWIKI-Umgebung knüpfen. Es wurde die Klasse *OLPlugin* entworfen, in der die Methoden zur Erzeugung der Kartenapplikation erfasst sind. Als Plugin erbt das *OLPlugin* die Eigenschaften der Klasse *XWikiDefaultPlugin* (Abbildung 4.14). Der Konstruktor von *OLPlugin* benötigt zur Erzeugung einen Namen, einen Klassennamen, sowie die Übergabe der Eigenschaftswerte der XWIKI-Applikation, die in Form des Objekts *XWikiContext* gespeichert sind. Diese Klasse enthält die Umgebungsparameter und verfügt des weiteren über die Möglichkeit, Konfigurationswerte aus der Datenbank herauszulesen. Das *OLPlugin* wird über den Konstruktoraufwurf von XWIKI selbstständig erzeugt, sobald das Objekt benötigt wird.

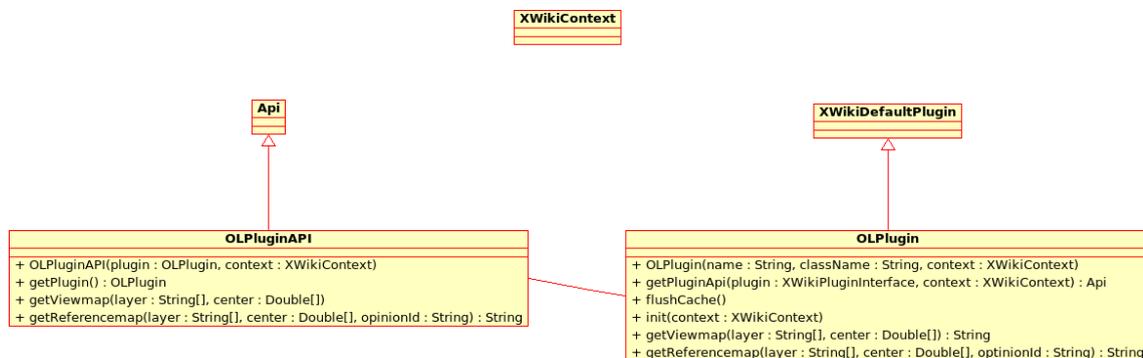


Abbildung 4.14: UML-Diagramm der OLPlugin Klassen

In der Klasse *OLPluginAPI*, die Eigenschaften aus der XWIKI-Klasse *Api* erbt, werden die *getter/setter*-Methoden zur Referenzierung vom *OlPlugin* definiert. Über diese wird das Plugin erreichbar gemacht, so dass die enthaltene Methoden aufgerufen werden können. Die Klasse *OlPluginAPI* übernimmt als *Interface* die Mittlerrolle zwischen der XWIKI-Applikation und der Implementierung vom *OLPlugin*. Es werden dieselben Methodennamen mit denselben Parametern angeboten, wie in der implementierenden Klasse *OLPlugin*. Jedoch werden eingehende Methodenaufrufe durch die jeweiligen Methoden an ihr Pendant in der Klasse *OLPlugin* weitergereicht, wo sie verarbeitet werden. Dieser Vorgang ist in Abbildung 4.15 dargestellt.

4.5.3 Modellierung der Beteiligungsapplikation

In den Rahmen der Beteiligungsapplikation fallen die hinterlegten Inhalte der Bauleitplanung, die Strukturierung der Webseiten und Eingabeformen, die Gestaltung der Abläufe, sowie das Einbinden der Kartenapplikation in die Beteiligungs Umgebung. Die Inhalte und Seitenstrukturierung wurden in den vorherigen Abschnitten bereits ausführlich erläutert. An dieser Stelle wird vornehmlich die Integration der OPENLAYERS-Komponente hervorgehoben und die Auswirkungen auf die Prozessläufe beschrieben.

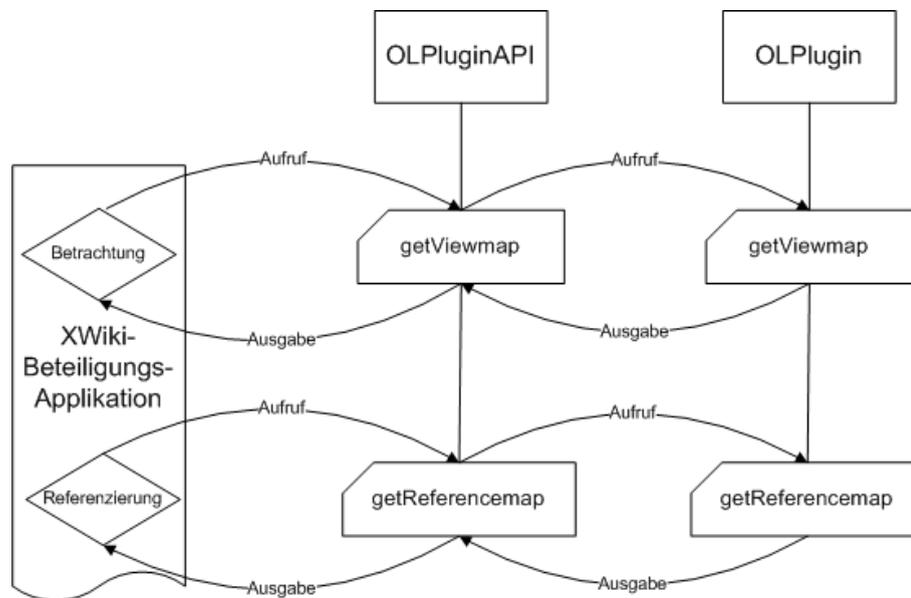


Abbildung 4.15: Weiterleitung der Aufrufe durch das OLPlugin

Seitenmodellierung in XWiki

Zur Seitenmodellierung gehören die Gestaltung der Inhalte der Beteiligungswebseite, sowie die Darstellung der Prozessabläufe durch Applikationsseitenverlinkungen. Da sowohl die Seitengestaltung, als auch die Verlinkung der Seiten mit XWIKI-Methoden realisiert werden, entsteht an dieser Stelle kein Bedarf näherer Erläuterungen. Das Ablaufkonzept der Applikation und die Inhalte der Beteiligungswebseiten sind bereits ausführlich in den Kapiteln 4.3.4 und 4.4.5 beschrieben worden. Als einziger nennenswerter Punkt bei der Seitenmodellierung ist der Prozessschritt *Starten einer Beteiligung* zu nennen. Als einzige, nicht durch XWIKI-Mittel erzeugte Verlinkung enthält sie applikationsrelevante Informationen. Durch eine zu realisierende Verlinkungsmethode wird zeitgleich eine neue Beteiligungswebseite erzeugt, die dem Beteiligungsteilnehmer zur Eingabe der Stellungnahme dient, sowie eine eindeutige ID berechnet, die der Stellungnahme zugeordnet wird. Die ID wird als *Seitenname* der Stellungnahme verwendet und reicht alleine aus, um eine Stellungnahme zu identifizieren und wieder aufrufen zu können. Als mathematische Berechnungsgrundlagen steht die Bibliothek *java.lang.Math* zur Verfügung, deren Methoden auch mittels der in XWIKI verwendeten Groovy-Syntax aufgerufen werden können. Die Methode *random()* liefert eine Zufallszahl im Format *Double* aus. Um aus dieser Zahl eine beispielsweise fünfstelligen Zahlenfolge zu generieren, kann folgender Code verwendet werden:

```
def random = (int) java.lang.Math.ceil((
    new java.util.Random()).nextDouble() * 100000)
```

In der mit Groovy erzeugten Variable `random` wird nach Aufruf durch die Multiplikation mit 10000 ein fünfstelliger Zahlencode berechnet, der zur Erzeugung einer eindeutigen ID für jeweils eine Stellungnahme dient.

Integration der Openlayers Kartenapplikation

Um ein Plugin in der Kartenapplikation nutzen zu können, muss die API verfügbar sein. Das OPENLAYERS-Plugin wird in Form einer *jar-Datei* zusammengestellt, das die kompilierten Klassen enthält. Diese Datei wird zu den anderen Libraries auf dem Application Server dazugelegt. Damit XWIKI Kenntnis über das verfügbare Plugin gewinnt, muss es in einer Konfigurationsdatei registriert werden. Erst dann sind die enthaltenen API-Klassen und -Methoden in der XWIKI Applikationsumgebung verfügbar. Über das in 4.2.3 vorgestellte `$xwiki`-Objekt ist das Plugin aus der Applikation heraus aufrufbar. Zur Anwendung wird ein neues Groovy-Objekt erzeugt, das die Methoden zur Erzeugung der OPENLAYERS-Kartenapplikation mit Angabe der definierten Parameter aufruft. Als Ausgabe wird der HTML-Code mit eingebettetem Javascript zurückgegeben, das von `div`-Objekten umspannt ist. Das in Groovy erzeugte Kartenobjekt enthält dadurch den kompletten Applikationscode der Kartenapplikation. Zum Darstellen der Kartenapplikation auf der Webseite der Beteiligungsanwendung wird über die Methode `print` der Inhalt des Kartenobjektes ausgegeben. Dadurch wird der HTML-Code der Kartenanwendung in die Webseite mit aufgenommen und somit eine Darstellung erzeugt.

4.5.4 Das Feature-Mapping

Über das Feature-Mapping wird die Lücke zwischen Stellungnahmen und Bebauungsplänen geschlossen, in dem eine Georeferenzierung der Stellungnahme stattfindet. Durch Einzeichnen eines Polygonenzuges auf einen Bebauungsplan wird die Georeferenzierung eingeleitet. Zu dieser erzeugten Geometrie werden weitere Daten hinzugezogen, um aus der Gesamtheit der Daten ein Feature zu erzeugen. Das in Abbildung 4.16 dargestellte Applikationsschema verdeutlicht, worum es bei der Georeferenzierung geht:

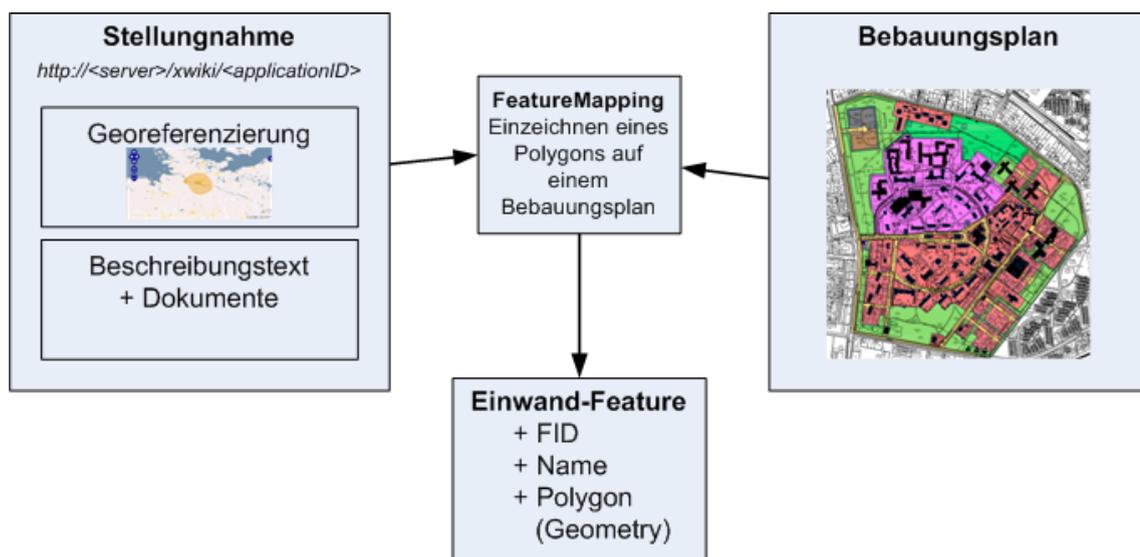


Abbildung 4.16: Georeferenzierung

Es soll ein *Feature Mapping* erzeugt werden, das eine Abbildung einer Stellungnahme mit Elementen eines Bebauungsplanes erlaubt. Die dafür vorgesehene Verknüpfung einer Stellungnahme mit einer geografischen Komponente wird als Georeferenzierung bezeichnet.

Aus ihr geht ein *Einwand-Feature* hervor, das für das Feature Mapping von Bedeutung ist. Durch den darin erfolgten räumlichen Bezug einer Stellungnahme, kann eine Abbildung auf einen Bebauungsplan mittels geografischer Analysen erfolgen. Im Folgenden wird jedoch die Erzeugung des räumlichen Bezugs betrachtet, die in einer Kartenapplikation zur Georeferenzierung generiert wird. Dabei wird auf die Mittel des OGC zurückgegriffen, die eine Speicherung von Featuredaten in einem Geodatenserver erlauben: Den WFS-T-Zugriff.

4.5.5 Definieren der Openlayers-Applikation

Zur Darstellung einer Karte wird das Objekt `OpenLayers.map` benötigt. Zu diesem Objekt werden Optionen und die Inhalte beigefügt, so auch die Kartenlayer, die in Form von `OpenLayers.Layer`-Typen erzeugt werden. Über die Methode `map.addLayers([layer1, layer2, ...])` werden die Layer-Objekte dem Kartenobjekt zugeordnet. Die Darstellung der `map`-Inhalte erfolgt durch Erzeugung eines `<div>`-Objekts, dem eine ID zugeordnet ist. Bei der Erzeugung des `map`-Objekts wird dem zugehörigen Konstruktor diese ID mitgegeben. Die Darstellung der Inhalte erfolgt dadurch dynamisch. Layer-Inhalte lassen sich zu jeder Zeit der Karte zufügen oder entfernen. Eine eventgesteuerte Funktionsvielfalt des OPENLAYERS-Framework erlaubt somit die Definition von Kontrollstrukturen zur dynamischen Änderung der angezeigten Inhalte oder zum Absetzen von Requests zu WMS-/WFS-Diensten, die statt Bilderdaten, Sachdaten produzieren. Die zurückgelieferten Inhalte können ebenfalls in `<div>`-Elementen zur Präsentation untergebracht werden.

Die Betrachtungskarte

Das in der Betrachtungskarte erzeugte `map`-Objekt wird für die Darstellung der Bebauungspläne vorbereitet. Als *baselayer* wird dem Objekt eine Hintergrundkarte (als Layer) beigefügt. Baselayer verfügen über die Eigenschaft, den gesamten Kartenbereich vollständig zu überdecken, denn sie bilden die Basis für die Überblendung weiterer Layer, welche *transparent* zu erzeugen sind, damit die Hintergrundkarte weiterhin sichtbar bleibt. Die der Plugin-Methode `getViewmap` übergebenen Parameter werden in der OPENLAYERS-Umgebung verwendet, um die Kartenapplikation anhand dieser aufzubauen und zu gestalten. Von wesentlicher Bedeutung ist die Aufbereitung der Inhalte. Durch eine Inhalte durchlaufende Schleife wird für jeden extrahierten Layer aus dem übergebenen String-Array ein `OpenLayers.Layer`-Objekt erzeugt, das dem `map`-Objekt zugefügt wird. Für die Abfrage der Feature-Informationen über den Web Map Service werden sowohl der Request, als auch das Ereignis definiert, wann ein `GetFeatureInfo`-Request abgesetzt werden soll. Da bei einem Mausklick auf ein Feature der Karte ein Aufruf erfolgen soll, ist zunächst ein *event* zu definieren. Über das Objekt `map.events` wird eine auszuführende Funktion beschrieben, die für das Zusammenstellen des Requests verantwortlich ist. OPENLAYERS verfügt über eigene Event-Listener Klassen, die in der Lage sind, Event-Parameter mit zu übergeben. Bei dem hier benötigten *click*-Event, lassen sich die geografischen Koordinaten, an welcher Stelle der Karte der Klick erfolgte, extrahieren. Diese Informationen werden in den Requeststring vom `GetFeatureInfo` mit aufgenommen. Anhand der Parameter einer angezeigten Karte kann OPENLAYERS die Kartenausmaße erkennen, die in den Parameter *BBOX* aufgenommen wird, der ebenfalls dem Request beigefügt wird.

Die interaktive Referenzierungskarte

Die Kartendarstellungsfunktionen und das Hinzufügen der Layer eines Bebauungsplanes erfolgt auf dieselbe Weise wie bei der Betrachtungskarte. Statt einem Event, das einen `GetFeatureInfo`-Request absetzt, werden in der Referenzierungskarte Zeichenfunktionen definiert. Zum Zeichnen eines Polygons auf eine Karte, stellt `OPENLAYERS` eine Reihe von Funktionen bereit, auf die zugegriffen werden kann. In der Klasse `OpenLayers.Control` ist die Methode `DrawFeature` enthalten, mit denen sich Vektorgeometrien erzeugen lassen. Als zu übergebene Parameter benötigt die Methode ein Objekt, in dem die Geometrie hinterlegt wird, einen Handler der Klasse `OpenLayers.Handler`, der die Zustandsfunktionalität einer Geometrie bei der Zeichnung steuert und einen Parameter `displayClass`, der die CSS-Klasse für die Anzeige definiert. Da die Speicherung über WFS-T erfolgt, bietet sich an, die Vektorgeometrie einem WFS-Objekt beizufügen, welches bereits von einem WFS geladen wurde. Bevor eine *Transaction* erfolgen kann, müssen für das WFS-Objekt weitere Eigenschaften definiert werden. So ist die Angabe des Namensraumes, des Namens und der URL zum WFS-Server erforderlich, damit eine eindeutige Zuordnung zu den im `GEOSERVER` vorbereiteten `FeatureTypes` stattfinden kann. Über die Eventsteuerung lässt sich eine Funktion definieren, die bei einem Druck auf eine Schaltfläche oder einem ähnlichen Element ausgeführt wird. Hier ist vorgesehen, eine WFS-Transaktion durchzuführen. Die erzeugte Geometrie und die hinzugefügten Informationen werden zu einem WFS-T-Requeststring verarbeitet, der an den `GEOSERVER` übertragen wird. Durch Änderung des Zustands vom WFS-Objekt nach `OpenLayers.State.INSERT`, wird der Requeststring an den `GEOSERVER` abgesetzt und das erzeugte Feature ist darin persistent hinterlegt. Es kann über reguläre WFS-Aufrufe jederzeit wieder auf eine Karte geladen werden.

5 Prototypische Realisierung der Softwarearchitektur

Im vorigen Kapitel wurden die Komponenten vorgestellt, die für den Aufbau einer Beteiligungsplattform benötigt werden. Dabei hat sich herausgestellt, dass sich eine GIS-basierte Benutzungsschnittstelle mit der in Kapitel 3 ausgewählten Technologie realisieren lässt. Die dafür notwendigen Schnittstellen und Datenmodelle sind aufgestellt worden und geben den Weg für eine Implementierung der Benutzungsschnittstelle vor. In diesem Kapitel wird die Benutzungsschnittstelle in Form einer Integration der OPENLAYERS Kartentechnologie in die mit XWIKI realisierte Beteiligungsplattform durchgeführt. Dabei stehen die GIS-Aspekte im Vordergrund der Betrachtung.

5.1 Einrichtung der OGC Webservices

Als OGC Webservices sind für die Verwendung in der prototypisch realisierten Beteiligungsplattform für die Bauleitplanung der Web Map Server und der Web Feature Server vorgesehen. Zur Bereitstellung dieser Dienste bietet der GEOSERVER eine spezifikations-treue Umgebung an, die sowohl quelloffen als Open Source Software vertrieben wird, als auch eine simple Möglichkeit bietet, eigene OGC Webdatendienste in einem Netzwerk einzurichten. In einem Apache-Tomcat-Container eingerichtet, ist der GEOSERVER über das Netzwerk erreichbar und bietet ein Webfrontend an, über das die Konfiguration durchgeführt werden kann. Wesentlich sind hier das Einbinden der Geodaten, sowie die Konfiguration der Services. Beispieldatensätze, die das XPlanGML-Schema nutzen sind in einer PostGIS-Datenbank hinterlegt. Mittels JDBC-Connectors ist der GEOSERVER in der Lage, auf den Datenbestand zuzugreifen, zumal der Server es ermöglicht, Geodaten der PostGIS-Datenbank auszulesen, zu interpretieren und zurückzuspeichern. Als Alternative ist auch die Verwendung von Shapefiles oder GML-Dateien als Datenquelle möglich. Ist der Zugriff auf die Geodaten im GEOSERVER eingerichtet, können die einzelnen Dienste WMS und WFS auf den Datenbestand zugreifen, bedürfen jedoch zusätzlich weiterer Konfiguration.

5.1.1 Verwendung von XPlanung als Datenschema

Das Fachschema XPlanung umfasst für jeden Bebauungsplan eine Reihe von Kategorien, die sich auf jene abbilden lassen, die im Baugesetzbuch definiert sind. Nicht alle Elemente dieser Kategorien werden in jedem Bauleitplan benötigt. So kann es passieren, dass Bahnverkehrsverbindungen in einem vom Bebauungsplan umfassten Bereich nicht vorhanden sind. Durch das vorgegebene Fachschema ist dieses Element jedoch als *BP_BahnVerkehr* spezifiziert [XPL07b]. Daher kann es vorkommen, dass dieses Feature als Teil des Bebauungsplanes mit zum GEOSERVER übertragen und konfiguriert wird, jedoch keine Inhalte

geografischer oder textbasierter Art enthält. Wird eine WMS-Anfrage an den GEOSERVER abgesetzt, die als Parameter den inhaltslosen Layer übergibt, so wird dem Client statt einem Bild ein Fehler ausgeliefert, da die nicht vorhandenen Inhalte des FeatureTypes nicht gerendert werden können. OPENLAYERS erzeugt in einem solchen Fall fehlerhafte Kartenkacheln, die auch die Anzeige korrekt erzeugter WMS-Bilder anderer Layer überdecken. Die Darstellung eines Bebauungsplanes ist somit nur unter Ausschluss leerer oder fehlerhafter Layer möglich. Eine Vorauswahl kann durch Betrachten jedes einzelnen zum Bebauungsplan gelieferten Layers erfolgen. Durch Einführung eines Bearbeitungsschrittes zur Qualitätssicherung können fehlerhafte Layerdarstellungen oder leere FeatureTypes am sichersten indentifiziert und bereinigt werden.

5.1.2 Konfiguration des Geoservers

Befinden sich die Geodaten im Zugriffsbereich des GEOSERVERS, so kann die Konfiguration der OGC Webservices vorgenommen werden. Von Bedeutung ist hierbei, dass die Geodaten zu *FeatureTypes* zusammengesetzt werden. Im dafür vorgesehenen *FeatureType Editor* des GEOSERVER Webinterfaces werden die FeatureTypes automatisch erkannt und können detailliert bearbeitet werden. Nach Festlegung des zu verwendenden FeatureType-Namens, ist noch Folgendes festzulegen:

- Das zu verwendende **Koordinatenreferenzsystem** (SRS). Der GEOSERVER ist bei Bedarf in der Lage, dies automatisch zu erkennen.
- Eine **BoundingBox**, welche die geometrischen Ausmaße des FeatureTypes auf der Karte in Form eines Rechtecks festlegt. Sind die Ausmaße nicht a priori bekannt, so kann der GEOSERVER sie eigenständig durch Analyse des Datenbestandes festlegen.
- **Metadaten** in Form von Schlüsselworten und einer Kurzbeschreibung sollen bei der Kategorisierung des FeatureTypes helfen.
- Als **technische Einstellungen** stehen Cache-Settings und Begrenzungen der Feature-Anzahl zur Verfügung.
- Durch das festzulegende **Basisschema** sind die zum FeatureType gehörigen Sachdaten einzuordnen. Sollten die vom GEOSERVER gefundenen Default-Einstellungen bezüglich der Datentypen nicht korrekt sein, so können sie manuell angepasst werden. Vererbungen von Applikationsschema-Definitionen sind durch Einbinden des verwendeten Applikationsschemas möglich.
- Die Visualisierung mittels **Styled Layer Descriptors** wird im FeatureType Editor konfiguriert. Es bieten sich hier die Möglichkeiten der Verknüpfung des FeatureTypes mit einem bereits vorhandenem Schema oder die Erstellung eines neuen Schemas.

Über den FeatureType Editor erzeugte FeatureTypes sind für die Verwendung sowohl im WFS als auch im WMS verfügbar. Zur semantischen Trennung mehrerer Applikationsschemata können Namensräume angegeben werden, welche die FeatureTypes der jeweiligen Anwendung zusammenfassen. Für den Web Map Server steht eine weitere Funktion zur Verfügung, mit der sich mehrere FeatureTypes zu einem WMS-Layer zusammenfügen lassen. Eine Gesamtkarte, bestehend aus mehreren Einzelfeatures lässt sich auf diese Weise generieren.

5.1.3 Template-Gestaltung im Geoserver

Zur Gestaltung der Inhalte, die über einen `GetFeatureInfo`-Request von dem WMS-Server bezogen werden, wurde folgendes Schema für alle `FeatureTypes` eingerichtet, die dem XPlanGML-Schema angehören:

```
<#list features as feature>
<div id=${feature.fid.value}>
  <h5>Informationen &uuml;ber ${type.name}</h5>
  <table border="1">
    <tr>
      <th>Attribut</th>
      <th>Wert</th>
    </tr>
    <#list feature.attributes as attribute>
      <#if !attribute.isGeometry>
        <#if attribute.value != "">
          <tr><td>${attribute.name}</td><td>${attribute.value}</td></tr>
        </#if>
      </#if>
    </#list>
  </table>
</div>
</#list>
```

Durch die in FREEMARKER angegebene Parametrisierung wird durch die Sachinhalte der `FeatureTypes` durchiteriert. Die gleich zu Anfang definierte Anweisung `<#list features as feature>` erzeugt eine Laufvariable `feature`, über die der Zugriff auf die Inhalte und Struktur eines jeden Features bezogen werden können. In den folgenden Zeilen wird mit HTML das Grundgerüst zu einem Tabellenformat definiert. Es enthält zwei Spalten, die mit `Attribut` und `Wert` gekennzeichnet sind. Durch eine weitere Iterierung werden die zu jedem Feature gehörenden Attribute ausgewählt. Die Laufvariable `attribute` wird für jedes gefundene Attribut mittels der `if`-Abfragen auf ihre Inhalte untersucht, die als `attribute.value` referenziert werden. Durch die erste `if`-Klausel (`<#if!attribute.isGeometry>`) werden Attribute herausgefiltert, deren Inhalte eine Geometrie darstellen. Die zweite Klausel sorgt für die Filterung von Attributen mit leeren Inhalten (`<#if attribute.value != "">`). Alle nach den Filterungen gefundenen Werte werden in der Tabellenform eingetragen. Die Iterierungsschleifen sorgen für die Wiederholung der Tabellensyntax bis alle Attribute und Features durchlaufen wurden.

5.2 Realisierung der Kartendarstellung

Die Einrichtung der XWIKI-Applikation für die Verwendung als Beteiligungsclient erfolgt in mehreren Schritten. Zuerst wird die Seitengestaltung erstellt. Templates. Dafür werden Inhalte zusammengestellt und mit internen Applikationslinks versehen, um den Arbeitsprozess abzubilden. Als weiterer Schritt erfolgt die Gestaltung eines Templates für die Eingabe

von Stellungnahmen (Kap. 5.3.3). Zur Verwendung des Kartenclients im Beteiligungsclient wird in diesem Kapitel die Integration des OPENLAYERS-Plugins in die XWIKI-Umgebung erklärt. Der Aufbau, die Implementierung und die Funktionsweise des Plugins werden dargestellt und auf die Verwendung im Beteiligungsclient ausgerichtet.

5.2.1 Openlayers-Integration in XWiki

Aufrufe von XWIKI an das OPENLAYERS-Plugin werden über die darin programmierte API getätigt (s. Kap. 4.5.5). Sie ist in der Klasse *OLPluginAPI* enthalten und stellt dieselben Methoden zum Aufruf bereit, die sich in der Implementierungsklasse *OLPlugin* finden. Die API stellt somit die Schnittstelle zu den aufrufbaren Funktionen des Kartenclients bereit und dient als Bindeglied zwischen XWIKI und der Kartenapplikation, die im *OLPlugin* implementiert ist.

Die Klasse OLPluginAPI

Neben den Methoden zur Kartenerstellung *getViewmap* und der funktionalen Referenzierungskarte *getReferencemap* sind noch weitere Methoden in der API-Klasse definiert. Es handelt sich dabei um vorgegebene Administrationsmethoden, die in Form von *getter/setter*-Methoden realisiert sind. Sie dienen der Integration des Plugins in die XWIKI-Umgebung durch Setzen des Plugins.

```
class OLPluginAPI extends Api {

    OLPlugin plugin;

    public OLPluginAPI(OLPlugin plugin, XWikiContext context) {
        super(context);
        setPlugin(plugin);
    } // constructor (plain old java)

    public OLPlugin getPlugin() {
        return plugin;
    }

    public void setPlugin(OLPlugin plugin) {
        this.plugin = plugin;
    }

    public String getViewmap(String[] layer, Double[] center) {
        return plugin.getViewmap(layer, center)
    }

    public String getReferencemap(String[] layer, Double[] center, String opinionId) {
        return plugin.getReferencemap(layer, center, opinionId)
    }
}
```

Als globales Objekt wird die Implementierungsklasse vom *OLPlugin* in der Variablen *plugin* hinterlegt. In den Administrationsmethoden ist dieses Objekt zentraler Bestand-

teil. Durch die Methode `getPlugin()` wird das Objekt `plugin` ausgegeben. Ebenso kann es durch `setPlugin(OLPlugin plugin)` gesetzt werden, was der API-Konstruktor bei Instanziierung erledigt.

Beide funktionalen Methoden der API, die der Kartenerzeugung und -ausgabe dienen, geben ihre Aufrufe an die Implementierungsklasse weiter. In der Methode `getViewmap` erfolgt der Aufruf der gleichnamigen Methode in der Klasse `OLPlugin`. Durch den `return`-Befehl wird die erzeugte Ausgabe an die XWIKI-Umgebung weitergereicht, welche den API-Aufruf getätigt hat. Die Ausgabe erfolgt als Datentyp *String* und enthält den vom `OLPlugin` erzeugten HTML-Code mit dem eingebetteten Javascript-Teil der OPENLAYERS-Applikation.

5.2.2 Implementierung der Betrachtungskarte

Das Map Objekt

In der Implementierungsklasse `OLPlugin` ist der Quellcode für die Kartenapplikation vorhanden. Dieser wird innerhalb der Plugin-Umgebung als reine Strings behandelt und verfügt über keine Funktion. Als zentrales Element der OPENLAYERS-Applikation ist die Klasse `OpenLayers.Map` definiert. Sie wird bei Instanziierung an ein HTML-Element gekoppelt und sorgt als globales Kartenobjekt für den Aufbau der Kartenapplikation. Alle Kartenelemente, Layer, Optionen und Kontrollstrukturen werden an das Kartenobjekt geknüpft und realisieren auf diese Weise die Kartenapplikation. Änderungen am Kartenobjekt können dynamisch durchgeführt werden. Auf diese Weise erhält die Kartenapplikation die Funktionalität und Steuerungsmöglichkeiten, die AJAX-Applikationen ausmachen.

Laden der Applikationskonfiguration

In der Implementierungsklasse `OLPlugin` ist der Quellcode für die Kartenapplikation vorhanden. Dieser wird innerhalb der Plugin-Umgebung als reine Strings behandelt und verfügt über keine Funktion. Als zentrales Element der OPENLAYERS-Applikation ist die Klasse `OpenLayers.Map` definiert. Sie wird bei Instanziierung an ein HTML-Element gekoppelt

Grundvoraussetzung zur Nutzung der OPENLAYERS-Klassen und -Funktionen ist das Laden der Bibliothek `Openlayers.js`. Der Pfad zu ihr ist in der XWIKI-Konfigurationsdatei `xwiki.cfg` abgelegt und wird von der Konstruktor-Methode ausgelesen.

```
def OLFILE
def API_KEY

public OLPlugin(String name, String className, XWikiContext context) {
super(name, className, context);
XWiki wiki = context.getWiki();
if (wiki != null) {
XWikiConfig config = wiki.getConfig();
if (config) {
API_KEY = config.getProperty("GoogleMapAPIKey");
}
```

```
if (API_KEY == null) {
API_KEY = "";
}
OLFILE = config.getProperty("OpenlayersLib");
if (OLFILE == null )
OLFILE = "http://134.28.70.209/openlayers/lib/OpenLayers.js";
}
}
} // constructor (plain old java-syntax)
```

In den beiden globalen Variablen `OLFILE` und `API_KEY` werden die Konfigurationen für die `OPENLAYERS`-Bibliothekdatei und den für die Nutzung von `GOOGLE MAPS` erforderlichen `API` Schlüssel gespeichert. Der Konstruktor entwickelt aus dem übergebenen `context` die zugehörige Klasseninstanz des `xwiki`, aus der die Konfiguration ausgelesen wird. Über die Methode `getConfig()` wird die Gesamtkonfiguration aufrufbar gemacht, aus der mittels `getProperty(<Konfigurationsschlüssel>)` der für einen Schlüssel hinterlegte Wert in Form eines Strings ausgelesen wird. Auf diese Weise werden wichtige, anwendungsrelevante Umgebungsvariablen gesetzt.

In der `OPENLAYERS`-Applikation werden die Konfigurationen wie folgt verwendet:

```
<script src="{OLFILE}" type="text/javascript"></script>
<script src='http://maps.google.com/maps?file=api&
v=2&key={API_KEY}'></script>
```

Die Variable `OLFILE` wird als Quellenangabe für die Datei `Openlayers.js` im `SRC`-Parameter eines `<script>`-Tags eingesetzt. Hierdurch sind die darin enthaltenen Klassen und Funktionen in dem Plugin verwendbar. Zur Nutzung von `GOOGLE MAPS` Kartenmaterial muss der `API` Schlüssel dem `GOOGLE MAPS` Framework mitgeteilt werden. Durch den Aufruf der URL von `GOOGLE MAPS` zu Beginn der Kartenapplikation, erfolgt die Schlüsselübergabe als Parameter dieses Aufrufs.

Grundstruktur der Kartenapplikation

Die in der Klasse `OLPlugin` implementierte Methode `getViewmap` verwendet die mitgegebenen Parameter `String[] layer` und `Double[] center` zur Erzeugung einer Kartenanwendung. Während die `layer` die angezeigten Inhalte des Bebauungsplanes vorschreiben, ist in `center` ein geografischer Punkt definiert, der als Mittelpunkt der initialen Kartenansicht zu implementieren ist. Aufgabe der Methode ist es, den vorgegebenen Rahmen der `OPENLAYERS`-Kartenapplikation zu erzeugen, die mitgelieferten Parameter in den `OPENLAYERS`-Quelltext einzufügen und in Form eines `Strings` auszugeben.

Zur Grundstruktur der Betrachtungskarte gehört die Registrierung der Hintergrundkarten (`baselayer`). In dem folgenden Codeabschnitt der Methode `getViewmap` wird das Gerüst der `OPENLAYERS`-Anwendung dafür aufgebaut.

```
<div id="map" style="width: 500px; height: 400px;border: 1px solid #000;">
```

```

<script type="text/javascript">
var lon = ${center[0]};
var lat = ${center[1]};
var zoom = 15;
var map, layer;
OpenLayers.ProxyHost = "/cgi-bin/proxy.cgi?url=";
map = new OpenLayers.Map( 'map' );
layer = new OpenLayers.Layer.WMS( "OpenLayers WMS",
"http://labs.metacarta.com/wms/vmap0", {layers: 'basic'} );
map.addLayer(layer);

var gmaps = new OpenLayers.Layer.Google(
"Google Maps",
{type: G_HYBRID_MAP, { sphericalMercator: true }}
);
map.addLayer(gmaps);
map.setCenter(new OpenLayers.LonLat(lon, lat), zoom);
map.addControl( new OpenLayers.Control.LayerSwitcher() );
...

```

Eingeschlossen in einem `<div>`-Element mit der ID *map*, das eine vorgegebene Größe besitzt, die an der Informationsseite der Bauleitplanung im Beteiligungsclient ausgerichtet ist, befindet sich der Javascript-Code zum Aufruf von OPENLAYERS. Eingeleitet durch das `<script>`-Tag, das die Verwendung von Javascript kennzeichnet, beginnt die Deklaration der notwendigen Variablen. Längengrad und Breitengrad werden durch die Variablen `lon` und `lat`, gekennzeichnet. Ihre Werte erhalten sie durch die in Groovy übliche Inhaltssubstitution mittels `${}`-Angaben. Die in dem Array `center` gespeicherten Werte des ersten und zweiten Feldes werden so an die Koordinatenvariablen übergeben. Sie enthalten die geografischen Koordinaten eines Punktes, der als Mittelpunkt der Kartenansicht festgelegt ist. Die Zoomstufe ist mit 15 als allgemeiner Initialwert festgelegt. Durch Ausführen der OPENLAYERS-Methode `setCenter`, der die Mittelpunktswerte, sowie die Zoomstufe übermittelt werden, werden die Darstellungsparameter der Karte gesetzt.

Aufgrund von systembedingten Sicherheitsrichtlinien, die Abfragen externer Datenquellen verhindern, sofern sie von innerhalb einer Webanwendung abgesetzt werden, wird ein Nachladen von HTML-Seiten entfernter Quellen verhindert. Dieser Schutz soll das Einschleusen bösartiger Anwendungscodes verhindern und kann durch die Einrichtung eines Proxy-Hosts umgangen werden, in dem alle entfernten Server gelistet sind, die aus der eigenen Webanwendung heraus aufgerufen werden dürfen. Wird der Proxy-Host nicht gesetzt, so können keine Anfragen an den GEOSERVER ausgeführt werden, die Sachinformationen in HTML oder XML ausliefern.

Als Hintergrundlayer sind zwei Kartenquellen definiert. Davon ist eine ein WMS-Server, der zweite lädt die über die GOOGLE MAPS API beziehbare *Hybridkarte*, die Luftaufnahmen mit eingblendeten Straßen- und Ortsnamen verbindet. In der Kartenapplikation sind beide Karten exklusiv als Hintergrundkarte wählbar. Durch Hinzufügen des Objekts `LayerSwitcher` mit der Methode `addControl`, wird die Schaltfläche dem Kartenobjekt hinzugefügt. Die Definition der Hintergrundkarten erfolgt durch Instanzieren der Klassen `OpenLayers.Layer.Google` für die GOOGLE Karte und `OpenLayers.Layer.WMS` für die

WMS Karte. Für den WMS Layer werden ein Anzeigename für den *LayerSwitcher*, die URL des Servers und die zu ladenden Namen der Kartenlayer verlangt. Der Aufruf für das GOOGLE Material verzichtet auf den Servernamen und enthält dagegen nur einen Anzeigennamen, sowie die zu ladende Kartenform aus GOOGLE MAPS. Durch den Aufruf von `addLayer` wird die jeweilige Karte dem Kartenobjekt (`map`) beigefügt.

Hinzufügen des Bebauungsplanes

Der Bebauungsplan besteht aus mehreren Einzellayern, die vom GEOSERVER zu einem oder mehreren umfassenden Layern zusammengefasst werden können. Ungeachtet dessen, aus wie vielen Layern der Bebauungsplan zusammengestellt ist, werden die Layernamen vom Beteiligungsclient an das *OLPlugin* zur Erzeugung der Karte übermittelt. In einem Stringarray sind sie zusammengefasst und werden innerhalb der Methode `getViewmap` wieder extrahiert, um für jeden übermittelten Layernamen einen Layer in der OPENLAYERS-Karte zu erzeugen.

```
def newlayer = []
def url = "http://134.28.70.209/geoserver/wms"
layer.each{ name ->
  newlayer << ""
  var ${name} = new OpenLayers.Layer.WMS(
    "${name}", "${url}",
    {layers: "xplan:${name}", transparent: "true", format: "image/png" });
  map.addLayer(${name});
  ...
}
```

Anpassungen zur Nutzung der Google Maps Layer

Aufgrund der proprietären Eigenschaften der Anwendung GOOGLE MAPS, inklusive des dargebotenen Kartenmaterials, sind einige Modifikationen beim Einbeziehen dieses Materials in eine OGC-konforme Umgebung notwendig. Für die GOOGLE MAPS Layer wurde von der OPENLAYERS Entwicklergemeinde ein neues Koordinatenreferenzsystem definiert¹. Es wird als *EPSG:900913* bezeichnet und wurde nötig, um das GOOGLE Kartenmaterial mit Karten anderer Referenzsysteme zu kombinieren. Bei der Verwendung des allgemein gebräuchlichen Koordinatensystems *World Geodetic System 1984* (*WGS84*), auch bekannt unter *EPSG:4326*, stellt OPENLAYERS Konvertierungsfunktionen zum Übergang von und nach *EPSG:900913* bereit. In Form eines *Spherical Mercator* [Sch08] wird das GOOGLE Referenzsystem in die OPENLAYERS-Umgebung eingebunden. Durch zusätzliche Angabe der Option `sphericalMercator: true` bei der Definition des GOOGLE MAPS Layers, wird die Umwandlung aktiviert. Das Setzen der übrigen Layer in das WGS84-System erfolgt durch die Option `projection: new OpenLayers.Projection("EPSG:4326")`. Eine Umprojizierung in dieses Koordinatenreferenzsystem ist erforderlich, damit die Umwandlungsfunktionen des `OpenLayers.Layer.SphericalMercator` greifen.

¹<http://spatialreference.org/ref/user/google-projection/>

5.2.3 Kartendarstellung und Informationsgewinnung

Zur Informationsgewinnung werden die vom WMS-Server unterstützten Requests `getFeatureInfo` generiert. Dies erfolgt beim Anklicken auf ein Kartenelement des Bebauungsplanes innerhalb der Kartenapplikation. `OPENLAYERS` definiert zu diesem Zweck für jeden dargestellten WMS Layer des Bebauungsplanes eine Javascript-Funktion, die auf ein *'click' event* vom Browser wartet. Die Funktion wird in der *handler*-Klasse für Browsererevents registriert und hat folgenden Inhalt:

```
map.events.register('click', map, function (e) {
OpenLayers.Util.getElement('nodeList').innerHTML = "Loading... please wait...";
    var url = ${name}.getFullRequestString({
        REQUEST: "GetFeatureInfo",
        EXCEPTIONS: "application/vnd.ogc.se_xml",
        BBOX: ${name}.map.getExtent().toBBOX(),
        X: e.xy.x,
        Y: e.xy.y,
        INFO_FORMAT: 'text/html',
        QUERY_LAYERS: ${name}.params.LAYERS,
        WIDTH: ${name}.map.size.w,
        HEIGHT: ${name}.map.size.h
    });
    OpenLayers.loadURL(url, '', this, setHTML);
    OpenLayers.Event.stop(e);
});
```

Die Variable `e` enthält die vom Event-Handler übergebenen Parameter in Form der geografischen Koordinaten der Kartenposition, an welcher der Klick erfolgt ist. Die jeweiligen X- und Y-Koordinaten werden aus diesem Parameter extrahiert und dem `GetFeatureInfo` Request beigefügt. Für den Aufbau des Requests werden weitere, vom Layer abhängige Parameter benötigt. So werden der Layername, die umspannende *BoundingBox*, sowie die Ausmaße der Kartendarstellung übermittelt. In der Groovy-Variablen `${name}`, verbirgt sich der jeweilige Layer der Karte und ist Teil der Schleife, die in 5.2.2 erläutert ist.

Über die Methode `loadURL` wird der erzeugte `getFeatureInfo` Request an den `GEOSERVER` abgesetzt und erwartet eine Antwort in Form eines HTML-Textes. Die in Kapitel 5.1.3 vorbereiteten Ausgabemplates werden vom `GEOSERVER` mit Inhalten gefüllt, die durch den Request angefordert wurden. Als Antwort wird das gesamte HTML-Dokument an den Kartenclient übertragen, wo es durch AJAX Funktionen in ein `<div>`-Element in die Bauleitplanungs-Informationssseite dynamisch eingegliedert wird.

5.3 Implementierung der Bedienfunktionen

Die Voraussetzung zur Implementierung der Bedienfunktionen sind geschaffen, da der Datenbestand und die Kartendarstellung von Bebauungsplänen realisiert ist. Weiterhin wird jedoch eine interaktive Karte benötigt, die die eingegebenen geografische Informationen an den `GEOSERVER` zur dortigen Speicherung überträgt. Diese noch zu implementierende

Referenzierungskarte ist Teil der aktiven Beteiligung, da sie mit der Eingabemöglichkeit der Stellungnahme zusammen auf einer Applikationsseite präsentiert wird. Im Folgenden fallen somit mehrere zu realisierende Aufgaben an:

1. Realisierung der Programmabläufe, sowie die Verlinkung zu einer Eingabeseite für Stellungnahmen, nach den Vorgaben aus Kapitel 4.5.3.
2. Erstellen einer interaktiven Beteiligungskarte mit der Fähigkeit, neue Features zu erzeugen. Die Vorgaben dazu sind in den Kapiteln 4.3.3 und 4.5.4 bereits zusammengetragen worden.
3. Implementierung des Eingabetemplates mit dem in Kapitel 4.4.3 definierten Grundgerüst.

5.3.1 Realisierung der Programmabläufe

Die in Kapitel 4.3.4 festgelegten Schritte im Programmablauf werden an dieser Stelle wieder aufgegriffen, um sie in der Beteiligungsplattform der Bauleitplanung umzusetzen. Es wurden drei Applikationsseiten aufgestellt, mit denen sich durch Verlinkungen der Programmablauf darstellen lässt. Zur Begrüßung erhält ein Beteiligter bei Aufruf des Portals die *Willkommenseite*, von der aus zu einzelnen Bauleitplanungen verwiesen wird. Über die *Seite eines Bebauungsplanes* ist die *Eröffnung einer Beteiligung* möglich. Dazu wird eine Applikationsseite aufgerufen, in der ein Eingabefeld zum *Verfassen eines Einwands* dargeboten wird. Der Beteiligungsprozess ist damit beendet und lässt sich durch einen erneuten Besuch der Beteiligungsplattform beliebig wiederholen.

Verlinkungen mit Bebauungsplänen

Auf der *Willkommenseite* (Abb. 5.1) befinden sich die Verlinkungen für die jeweiligen Projektseiten der Bauleitplanungen. In der *Willkommenseite* wird dafür eine GOOGLE MAPS Karte angezeigt, auf der Markierungen eingezeichnet sind, die jeweils auf einen Planungsgegenstand verweisen. Beim Klick auf eine der Markierungen öffnet sich das in Abbildung 5.1 angezeigte *Placemarks*, das eine Verlinkung zu den Planungsinformationen des gekennzeichneten Planungsobjektes enthält.

Diese beispielhafte Kartenanwendung wurde mit der GOOGLE MAPS API realisiert und verdeutlicht die Nutzung von *Placemarks* als Träger von Verlinkungen. Zur Realisierung wurde das GOOGLE MAPS PLUGIN von XWIKI verwendet [XWi08], das auf die Anzeige von Punkten und Placemarks auf GOOGLE MAPS Karten beschränkt ist. Zum Erstellen von applikationsinternen Verlinkungen sieht XWIKI die Syntax

```
["Name">"Link zur XWiki-Seite"]
```

vor. Ein Link für XWIKI-Seiten ist aus zwei durch einen Punkt getrennten Teilen zusammengesetzt: Dem *Space* und dem *Seitennamen*. Letzterer enthält die eindeutige Bezeichnung der XWIKI-Seite, während die Angabe des *Space* eine Zuordnung zu einem Namensraum bewirkt. Auf diese Weise lassen sich Kontexte definieren. Der im Placemark platzierte Link besitzt diese Form:

```
[zur Projektbeschreibung>Beteiligung.langenhorn22].
```

Die referenzierte XWIKI-Seite gehört somit dem Namensraum (Space) *Beteiligung* an und verweist auf die Planungsseite des Projekts *langenhorn22*.

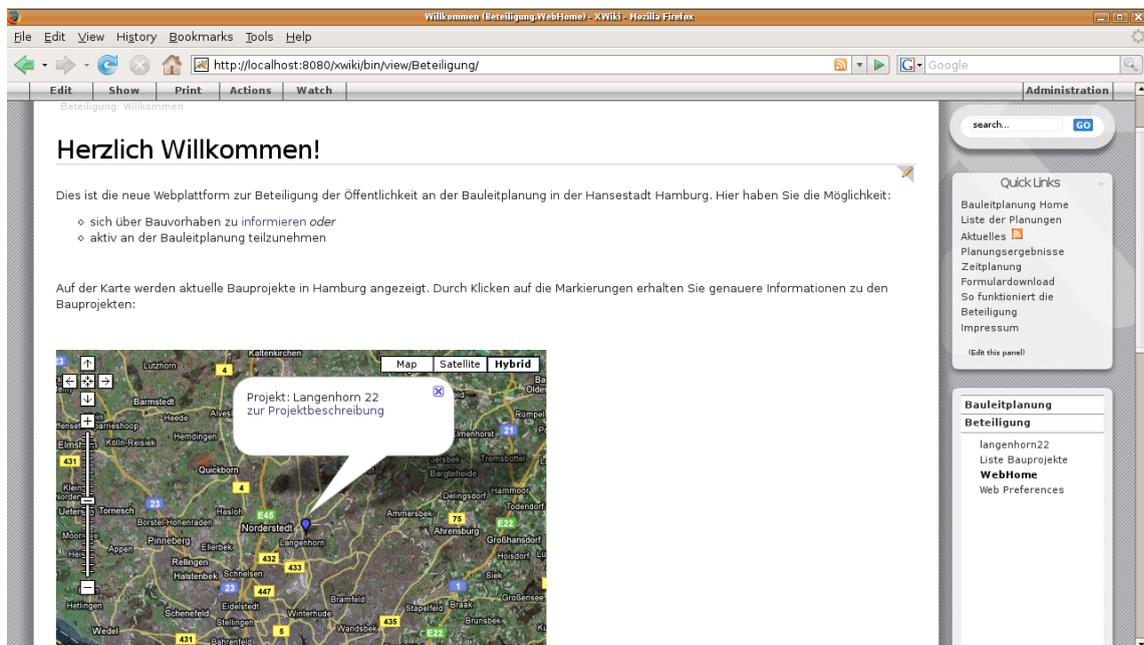


Abbildung 5.1: Beispiel einer Willkommens-Seite

Eröffnen einer Stellungnahme durch Verlinkung

In der Softwarearchitektur (Kap. 4.5.5) sind die Aufgaben dieser speziellen Verlinkung klar dargestellt worden. Im Gegensatz zu den Verlinkungen zu Bebauungsplänen, wird in diesem Fall auf Seiten referenziert, die noch nicht existieren. Es ist in der Anwendung vorgesehen, nur neue Stellungnahmen zu eröffnen und keine Änderungen an bereits abgesetzte Stellungnahmen zuzulassen. Da jede Stellungnahme eindeutig zu sein hat, wird für jede Einzelne eine neue ID generiert, mit der sich die Stellungnahme eindeutig identifizieren lässt. Die ID wird bereits für die Eingabeform der Stellungnahme generiert und wird für die fertig verfasste Stellungnahme übernommen.

Innerhalb eines Groovy-Blocks wird eine Zufallszahl unter Verwendung der in Kapitel 4.5.3 vorgestellten Codezeilen generiert. Die so erzeugte Zahl wird einem Link beigefügt, der die Eingabeseite für Stellungnahmen aufruft. Dieser befindet sich nicht im Groovy-Block, wie in folgenden Zeilen zu sehen ist:

```
<%
...
//generating 5-digit random number
def random = (int) java.lang.Math.ceil(
    (new java.util.Random()).nextDouble() * 100000)
%>

[Beteiligung starten!>Beteiligung.langenhorn22_stellungnahme_${random}]
```

Der Link ist mit einem Beschreibungstext versehen und verweist auf eine Seite im Namensraum *Beteiligung*. Fest vorgegeben für den Seitennamen der Stellungnahme ist die

Bezeichnung des Planungsobjektes (*langenhorn22*), sowie das Präfix *stellungnahme*. Der Inhalt der mit Groovy erzeugten Variable `random`, ist an das Ende des Namens der Stellungnahme angehängt.

5.3.2 Implementierung der Referenzierungskarte

Hauptaufgabe der Referenzierungskarte ist es, ein geografisches Feature zu erzeugen, das eine von einem Beteiligten erstellte Geografie enthält und in dem die ID der Stellungnahme als Sachdaten hinterlegt ist. Die Erzeugung der geografischen Komponente des Features wird durch Einzeichnen einer Polygon-Geometrie auf der Referenzierungskarte vom Beteiligten vorgenommen. Das Verknüpfen dieser Geometrie mit der aus der Applikationsseite gewonnenen ID zu einem Feature wird von der Referenzierungskarte durchgeführt. Eine Speicherung erfolgt über eine WFS-*Transaction* auf dem GEOSERVER. Zunächst werden die Funktionalitäten aufgeteilt in die *Zeichenkomponente* und die *Datenkomponente*. Die *Zeichenkomponente* ist Bestandteil der interaktiven Benutzungsschnittstelle der Kartenapplikation und wird im nächsten Abschnitt ausführlich behandelt. Die Beschreibung der *Datenkomponente* hingegen bezieht sich auf das Extrahieren und Zusammensetzen der Daten zu einem Feature und dem WFS-T-Versand. Diese Themen werden im daran anschließenden Abschnitt erläutert.

Erzeugen einer interaktiven Karte

Die OPENLAYERS-Kartenapplikation wird innerhalb des Plugins aufgebaut. Als Ausgabe erhält die aufrufende XWIKI-Applikation ein `<div>`-Element, das den gesamten in Javascript verfassten Applikationscode enthält. Dieser wird auf den XWIKI-Applikationsseiten der Beteiligungsplattform eingebettet, so dass eine Ausführung der Kartenapplikation im Browser des Beteiligungsteilnehmers ausgeführt wird.

Durch die Plugin-Methode `getReferencemap` wird die Kartenanwendung erzeugt und auf der *Seite einer Stellungnahme* angezeigt. Über Maussteuerung ist es möglich:

- ein Polygon durch Maussteuerung zu erzeugen,
- ein existierendes Polygon zu ändern,
- ein existierendes Polygon zu löschen.

Nach erfolgreichem Erstellen des Polygons wird dies bei Betätigung des „Speichern“-Knopfes an den GEOSERVER übertragen. Die Methode `getReferencemap` besteht, wie auch die `getViewmap`, aus einem dynamischen Teil und einem fest vorgegebenen Rahmen, der die OPENLAYERS-Basisstruktur vorgibt. In der Referenzierungskarte stellt der fest vorgegebene Rahmen den Hauptteil der OPENLAYERS-Applikation. Hier werden die Auswahl an Hintergrundkarten definiert, ebenso die Art der Projektion, sowie die Funktionen, die für die Interaktion verantwortlich sind.

Der variable Rahmen beinhaltet die Darstellung der übergebenen Layer des Bebauungsplanes. Die Verarbeitung erfolgt auf die gleiche Weise wie in der Betrachtungskarte in einer Schleife, die jedes übergebene Layer-Element dem Kartenelement `map` beifügt.

Im festen Rahmen der OPENLAYERS-Applikation erfolgen zu Anfang Style-Definitionen, um die Anzeige der Polygonfeatures, sowie der Schaltflächen für die Eingabesteuerung festzulegen. Es werden vier Schaltflächen definiert: drei für die oben genannten Funktionen und eine weitere zur Kartensteuerung mittels Drag'n Drop. Dies ist die Initialfunktion zum Einstellen der gewünschten Kartenansicht. Für jede Funktion sind zwei PNG-Grafiken hinterlegt, die jeweils die Aktivierung und Deaktivierung anzeigen. Ein Ausschnitt der Style-Definition ist hier dargestellt:

```
.olControlDrawFeaturePolygonItemInactive {
background-image: url("${imgpath}/editing_tool_bar.png");
background-repeat: no-repeat;
background-position: -26px 0px;
}
.olControlDrawFeaturePolygonItemActive {
background-image: url("${imgpath}/editing_tool_bar.png");
background-repeat: no-repeat;
background-position: -26px -23px ;
}
```

Hinter dem Style-Abschnitt erfolgt die Definition der *Baselayer*:

```
<script type="text/javascript">
var lon = ${center[0]};
var lat = ${center[1]};
var zoom = 15;
var opinionid = "${opinionId}";
var map, wfs;
OpenLayers.ProxyHost = "/cgi-bin/proxy.cgi?url=";
map = new OpenLayers.Map('map', {
projection: new OpenLayers.Projection("EPSG:900913"),
displayProjection: new OpenLayers.Projection("EPSG:4326"),
units: "m",
numZoomLevels: 20,
maxResolution: 156543.0339,
maxExtent: new OpenLayers.Bounds(
-20037508.34, -20037508.34, 20037508.34, 20037508.34
),
controls: new Array(new OpenLayers.Control.PanZoom())
});
var ghy = new OpenLayers.Layer.Google(
"Google Satellitenkarte",
{type: G_HYBRID_MAP, sphericalMercator: true}
);
var gstreets = new OpenLayers.Layer.Google(
"Google Strassenkarte",
{sphericalMercator: true}
);
```

Die übergebenen Parameter der Variablen `center` und `opinionId` werden in die Javascript-Umgebung übertragen. Es werden zwei GOOGLE-basierte Hintergrundkarten definiert (Satellitenkarte/Straßenkarte), die für die Kartenanwendung verfügbar sind. Der Wechsel zwischen den GOOGLE Karten ist über den `LayerSwitcher` möglich, der dem `map`-Kartenelement hinzugefügt wird. Als Besonderheit bei dieser Form der Kartendefinition ist die Verwendung des *sphericalMercator* zu nennen, der für die GOOGLE Layer definiert ist. Daraus resultiert eine Kartendarstellung auf Grundlage des Koordinatenreferenzsystems von GOOGLE (EPSG:900913), wobei alle weiteren zugefügten Elemente (WMS/WFS-Layer) einer Umprojizierung unterzogen werden müssen. Dies wird global in den Optionen des `map`-Elementes definiert, die in der obigen Codedarstellung zu sehen sind.

Für die Definition eines Vektors zur Erzeugung eines Polygons wird folgender Code verwendet:

```
wfs = new OpenLayers.Layer.Vector("Stellungnahme", {
  strategies: new Array(new OpenLayers.Strategy.BBOX(), saveStrategy),
  projection: new OpenLayers.Projection("EPSG:4326"),
  protocol: new OpenLayers.Protocol.WFS({
    version: "1.1.0",
    srsName: "EPSG:4326",
    url: "http://134.28.70.209/geoserver/wfs?strict=true",
    featureNS : "http://www.xplanung.de/xplangml",
    featureType: "stellungnahme",
    geometryName: "the_geom" ,
    extractAttributes: "true",
    style: "polygonstyle"
  })
});

map.addLayers(new Array(ghy, gstreets, wfs));
```

Neben dem Vektor (*Stellungnahme*) sind die Eigenschaften des WFS mit angegeben. Dies dient der eindeutigen Zuordnung des zu erzeugenden Vektors mit einem im GEOSERVER registrierten FeatureType. Die URL zum WFS-Dienst des GEOSERVERS, der Namensraum, sowie der Name der Geometrie des FeatureType sind hier hinterlegt.

Als weiterer fest vorkonfigurierbarer Teil der Referenzkartenapplikation ist die Implementierung der Interaktionsfunktionen von Bedeutung.

```
var navigate = new OpenLayers.Control.Navigation({
  title: "Kartensteuerung",
});

var draw = new OpenLayers.Control.DrawFeature(
  wfs, OpenLayers.Handler.Polygon,
  {
    title: "Markierung zeichnen",
    displayClass: "olControlDrawFeaturePolygon",
```

```

        handlerOptions: {multi: true}
    }
);

var edit = new OpenLayers.Control.ModifyFeature(wfs, {
    title: "Markierung ändern",
    displayClass: "olControlModifyFeature",
});

var del = new DeleteFeature(wfs, {title: "Delete Feature"});

var save = new OpenLayers.Control.Button({
    title: "Markierung speichern",
    trigger: function() {
        if(edit.feature) {
            edit.selectControl.unselectAll();
        }
        saveStrategy.save();
    },
    displayClass: "olControlSaveFeatures"
});
panel.addControls(new Array(navigate, save, del, edit, draw));
panel.defaultControl = navigate;
map.addControl(panel);
map.addControl(new OpenLayers.Control.LayerSwitcher());

```

In den dargestellten Funktionsvariablen `navigate`, `draw`, `edit` und `del` ist die Implementierung der Kartenfunktionalität enthalten. Beim Aufruf der Zeichnungs- oder Änderungsoption werden jeweils die entsprechenden `OPENLAYERS`-Objekte der Klasse *OpenLayers.Control* aufgerufen, denen die benötigten Parameter übergeben werden. Dazu gehört in erster Linie das Vektorelement `wfs`, das die Geometrie enthält. Die Implementierung des Löschvorgangs und der Speicherung erfolgt durch zwei in dieser Umgebung implementierte Methoden, deren Funktionsweise im nächsten Abschnitt beschrieben werden. Die Referenz auf die anfangs implementierten Style-Vorschriften erfolgt durch die Angabe des Parameters `displayClass`.

Eine beispielhafte Ausgabe der erzeugten Referenzierungskarte ist in Abbildung 5.2 dargestellt. Auf der `GOOGLE` Satellitenkarte sind die Layer des Bebauungsplans abgebildet. In orange ist auf dem Bild ein teilweise transparenter Polygonenzug mit der Kartenfunktion `draw` eingezeichnet worden. Die Bedienungsknöpfe an der oberen rechten Kartenecke sind mit Tooltips hinterlegt, worin die jeweilig hinterlegten Funktionen erklärt sind, sobald der Mauszeiger über den Symbolen platziert wird. Über den Disketten-Knopf wird das Polygon an den WFS-T-Server übertragen.

Durchführen einer WFS-Transaction

Die Basisfunktionen zur Erzeugung von Vektorgeometrien, die an ein Feature gebunden werden, wurden bereits veranschaulicht. Als weiteres Element müssen die Sachdaten einem

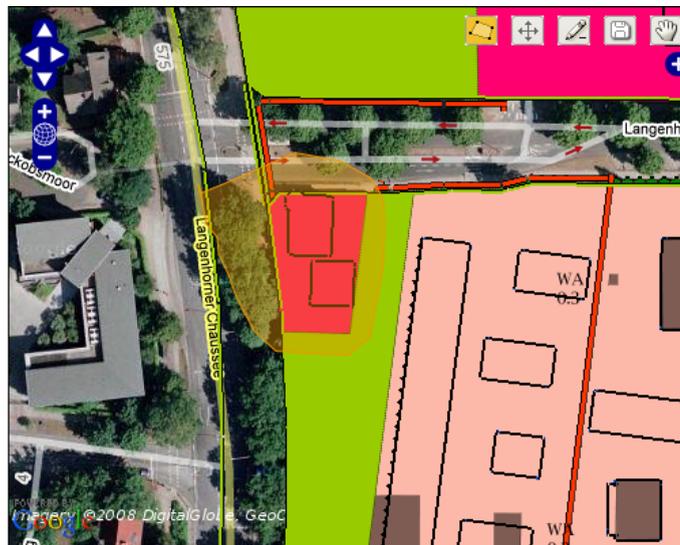


Abbildung 5.2: Ein erzeugtes Polygon auf der Referenzierungskarte

Feature zugefügt werden. Aus der definierten Softwarearchitektur (Kap. 4.5.1) geht als einzig benötigter Parameter die *opinionId* hervor, mit der das *FeatureMapping* zwischen der Beteiligungsapplikation und der Geodatenverwaltung realisiert wird (Kap. 4.5.4). Die *opinionId* wird der Methode `getReferenceMap` als Parameter beigelegt und als Variable vom Typ *String* behandelt. Der Javascript-Umgebung, welche die Kartenapplikation generiert, wird die Groovy-Variable durch die Codezeile `var opinionid = "${opinionId}";` übermittelt. Das Extrahieren der Daten ist somit erledigt.

Als weiterer Aspekt bei dem Aufbau des Features wird eine *saveStrategy* entworfen, eine `OPENLAYERS`-Klasse, die für die Speicherung des Features durch Zustandsänderung sorgt.

```
var saveStrategy = new OpenLayers.Strategy.Save({
    'attribute': 'opinionid',
    'value' : opinionid
});
```

Die aufgerufene `OPENLAYERS`-Klasse `OpenLayers.Strategy.Save` wurde für diesen Zweck angepasst, damit zusätzlich eine Speicherung der übergebenen *attribute/value*-Kombination erfolgt. Funktional wird durch die Klasse eine Kopie (*Clone*) des Features erzeugt, dem der Attributwert übergeben wird. Der in einer Schleife ausgeführte Ausdruck `clone.attributes.opinionid = this.value;` in der Datei `Save.js` sorgt für diese Übergabe.

Die Speicherung des Features wird eingeleitet nach der Betätigung der Schaltfläche zur Speicherung in der Kartenapplikation. Eine Änderung des `FeatureType` durch Speicherung eines erzeugten, gelöschten oder modifizierten Features wird per `WFS-T` an den `GEOSERVER` übermittelt. Für den Zeitraum zwischen der Änderung und der Speicherung erzeugt die Klasse `Save` die erwähnte Kopie des Features zur Pufferung. Die Zustandsdifferenz zwischen dem lokalem `FeatureType` und dem im `WFS`-Datenspeicher hinterlegtem wird dadurch überbrückt. Als weiterer Vorteil ergibt sich daraus die Möglichkeit zur Projektierung auf andere Koordinatenreferenzsysteme.

In dem *OLPlugin* wird bei Speicherung die folgenden Javascript-Methode ausgeführt:

```
var save = new OpenLayers.Control.Button({
  title: "Markierungen speichern",
  trigger: function() {
    if(edit.feature) {
      edit.selectControl.unselectAll();
    }

    saveStrategy.save();
  },
  displayClass: "olControlSaveFeatures"
});
```

Durch die enthaltene *if*-Abfrage werden zuerst die als modifiziert gekennzeichneten Features ausgewählt, um danach den in der Klasse *Save* hinterlegten Speichervorgang auszuführen. Ein XML-Dokument wird durch OPENLAYERS generiert, das die Featuredaten, bestehend aus den Polygon-Koordinaten und den Sachdaten (*opinionid*), an den GEO-SERVER überträgt. Folgendes Beispiel verdeutlicht den Aufbau einer bei der *Transaction* verwendeten XML-Datei:

```
<wfs:Transaction xmlns:wfs="http://www.opengis.net/wfs" service="WFS" version="1.1.0"
xsi:schemaLocation="http://www.opengis.net/wfs
  http://schemas.opengis.net/wfs/1.1.0/wfs.xsd"
xmlns:xsi="http://www.w3.org/2001/XMLSchema-instance">
  <wfs:Insert>
    <feature:stellungnahme xmlns:feature="http://www.xplanung.de/xplangml">
      <feature:the_geom>
<gml:MultiSurface xmlns:gml="http://www.opengis.net/gml" srsName="EPSG:4326">
  <gml:surfaceMember>
    <gml:Polygon>
      <gml:exterior>
        <gml:LinearRing>
          <gml:posList>10.014413595199596 53.67101706204697
                    10.014317035675049 53.67101070606105
                    10.014102458953857 53.67082638205266
                    . . .
                    10.014413595199596 53.67101706204697
          </gml:posList>
        </gml:LinearRing>
      </gml:exterior>
    </gml:Polygon>
  </gml:surfaceMember>
</gml:MultiSurface>
      </feature:the_geom>
      <feature:opinionid>http://localhost:8080
        /xwiki/bin/inline/Beteiligung/Stellungnahme_31946</feature:opinionid>
    </feature:stellungnahme>
```

```
</wfs:Insert>  
</wfs:Transaction>
```

Im Falle des Löschens wird der Zustand der Features auf *DELETE* gesetzt. Die aufrufende Klasse `DeleteFeature` stellt die Bedienfunktion durch Setzen eines Handlers, der auf ein *Click*-Event wartet, bereit.

```
var DeleteFeature = OpenLayers.Class(OpenLayers.Control, {  
  initialize: function(layer, options) {  
    OpenLayers.Control.prototype.initialize.apply(this, new Array(options));  
    this.layer = layer;  
    this.handler = new OpenLayers.Handler.Feature(  
      this, layer, {click: this.clickFeature}  
    );  
  },  
  clickFeature: function(feature) {  
    // if feature doesn't have a fid, destroy it  
    if(feature.fid == undefined) {  
      this.layer.destroyFeatures(new Array(feature));  
    } else {  
      feature.state = OpenLayers.State.DELETE;  
      this.layer.events.triggerEvent("afterfeaturemodified",  
        {feature: feature});  
      feature.renderIntent = "select";  
      this.layer.drawFeature(feature);  
    }  
  },  
  setMap: function(map) {  
    this.handler.setMap(map);  
    OpenLayers.Control.prototype.setMap.apply(this, arguments);  
  },  
  CLASS_NAME: "OpenLayers.Control.DeleteFeature"  
});
```

Die für den Löschvorgang selektierten Features, sowie jene ohne gültige ID werden dem Löschvorgang unterzogen.

5.3.3 Erstellen eines Eingabetemplates

Eine Definition von Seitentemplates ist innerhalb der XWiki-Applikation möglich. Anhand mehrerer Prozessschritte wird ein solches Template erzeugt, mit Seitenklassen verknüpft und Seitenelemente darin eingebunden. Bei jedem Aufruf einer Applikationsseite, die an ein Template gebunden ist, werden die Seitenelemente erzeugt und in die Applikationsseite eingegliedert. Als Seitenelemente sind die *Referenzierungskarte* und der *WYSIWYG-Editor* zum Verfassen einer Stellungnahme vorgegeben. Erzeugt werden müssen jetzt:

- Eine **Klasse**, die für jede neu eröffnete Seite einer Stellungnahme gültig ist.

- Das **Template**, dem die Seitenelemente beigefügt sind.
- Zuletzt erfolgt die **Verknüpfung** der Templates mit den Klassen.

Auf diese Weise wird das Grundgerüst für die Eingabeseiten der Stellungnahmen festgelegt.

Bereitstellen einer Klasse für die Referenzierungskarte

Für die template-basierte Verwendung der Referenzierungskartenapplikation ist es notwendig eine Groovy-Klasse auf einer weiteren Wiki-Seite zu verfassen. Diese wird von der Template-Klasse instanziiert, um die darin generierten Inhalte als ein Template-Element aufzunehmen. Im Folgenden wird die Groovy-Klasse *MapClass* definiert.

```

* Map Class ## */

class MapClass {

def xwiki;
def context;

    void setObjects(xwiki, context) {
        setXWiki(xwiki);
        setContext(context);
    }

    void setXWiki(xwiki) {
        this.xwiki = xwiki;
    }

    void setContext(context) {
        this.context = context;
    }

def center = [10.00794, 53.67240] as Double[]
def layer = ["BPlan"] as String[]

String createMap() {
    return xwiki.OLPlugin.getReferencemap(layer, center, xwiki.getRequestURL());
}
}
/* ## */

```

Diese Seite mit dem Namen *StellungnahmeMap* enthält die Klassendefinition. Die *setter*-Methoden zum Setzen der XWIKI-Umgebungsvariablen sind als erstes darin definiert. Fest vorgegeben sind hier die Angaben zu den angezeigten Layern (**layer**) und der **center**-Variablen, die den Mittelpunkt der Initialansicht in der Kartenapplikation beschreibt. Diese Werte werden in der bekannten Methode **getReferencemap** als Parameter angegeben. Als zusätzlicher Parameter wird der jeweilige Seitenname der Stellungnahme an die Methode

übergeben. Hier wird sich der Umgebungsvariablen `xwiki` bedient, die den aufgerufenen Seitennamen mittels `getRequestURL()` ausgibt. Über die Methode `createMap()` wird die Referenzierungskarte von außen zugänglich und abrufbar gemacht.

Von Bedeutung sind die Angabe von *Velocity*-Kommentaren zu Beginn und zum Ende der Klasse. Sie haben zur Folge, dass die Inhalte nicht von der *Velocity*-Engine ausgeführt oder gerendert werden, sofern sie Ausgabe- oder Steuerbefehle der Sprache enthalten sollten.

Eingabetemplates für die Stellungnahmen

Zum Zusammenführen der Referenzkartenapplikation mit der Eingabefunktionalität des WYSIWYG-Editors ist der Aufbau eines Klassentemplates erforderlich. Dieses Template wird zum Verfassen der Stellungnahmen verwendet und dient somit zum Zusammenbau des interaktiven Bedienungs-Frontends. Mit jeder neu erstellten Stellungnahme kommt das Klassentemplate zum Tragen, in dem es die für den Beteiligten benötigten Eingabemöglichkeiten auf einer Eingabeseite zusammenträgt.

XWIKI stellt eine Webapplikation zum Erstellen und Modifizieren dieser Templates bereit. Zu einer Templatedefinition sind drei Dokumente zu verfassen, die jeweils für einen Aspekt der Darstellung und Inhaltgliederung aufkommen. Als oberstes Element der Hierarchie ist die Klasse *StellungnahmeClass* definiert worden. In ihr werden die enthaltenen Elemente in Form von *Properties* definiert. Ein *Property* besteht aus einer Bezeichnung und einem vorgegebenen Types, der aus einem einfachen Datentyp (*String*, *Number*, *Boolean*) oder aus Elementen der XWIKI-Umgebung (Datenbanktabelle, Userliste, u.v.a.) bestehen kann. Für die Klasse *StellungnahmeClass* wurden zwei *Properties* definiert:

1. Ein **Beschreibungsfeld** vom Typ *String*
2. Ein **WYSIWYG-Editorenfeld** vom Typ *TextArea*

In den weiteren Dokumenten der Template-Definition ist jeweils eine in *Velocity* verfasste Verknüpfung mit der *StellungnahmeClass* vorhanden. Die weiteren Inhalte sind für die Funktion nicht relevant.

Das **WYSIWYG-Editorenfeld** ist ein vorgegebenes Property-Element, das der Klasse beigelegt werden kann. Über die Länge des Textfeldes und die Art des Editors- denn wahlweise wird auch ein reiner Texteditor angeboten- entscheidet die Konfiguration des Elements. Bei dem **Beschreibungsfeld** existiert die Möglichkeit, einen vorgefassten Text einzustellen. An dieser Stelle ist es sinnvoll, einen kurzen beschreibenden Text zu formulieren, der den Gebrauch der Beteiligungsapplikation beschreibt. Zum Einbinden der Referenzierungskarte wird das Beschreibungsfeld ebenfalls verwendet. Über *Velocity*-Skriptzeilen wird die im vorigen Abschnitt beschriebene Groovy-Klasse *MapClass* der XWIKI-Seite *StellungnahmeMap* eingebunden, die den Aufruf der Kartenapplikation enthält.

Im Beschreibungsfeld des Klassentemplates *StellungnahmeClass* erfolgt der Aufruf der Groovy-Klasse durch das *Velocity*-Skript:

```
#set($mapObject =
$xmlwiki.parseGroovyFromPage("Beteiligung.StellungnahmeMap"))
$mapObject.setObjects($xmlwiki, $context)
```

`$mapObject.createMap()`

Zuerst werden die Groovy-Inhalte der Klasse *StellungnahmeMap* extrahiert und in der Variablen `$mapObject` hinterlegt. Als nächstes folgt die Instanziierung der Groovy-Klasse durch Übergabe der XWiki-Umgebungsvariablen. Als Letztes wird die Methode `createMap()` der Groovy-Klasse ausgeführt. Die erhaltenen HTML- und Javascript-Elemente werden direkt im Beschreibungsfeld integriert. Die Ausgabe einer beispielhaft erzeugten Stellungnahme, welche das definierte Template verwendet, kann in Abbildung 5.3 betrachtet werden.

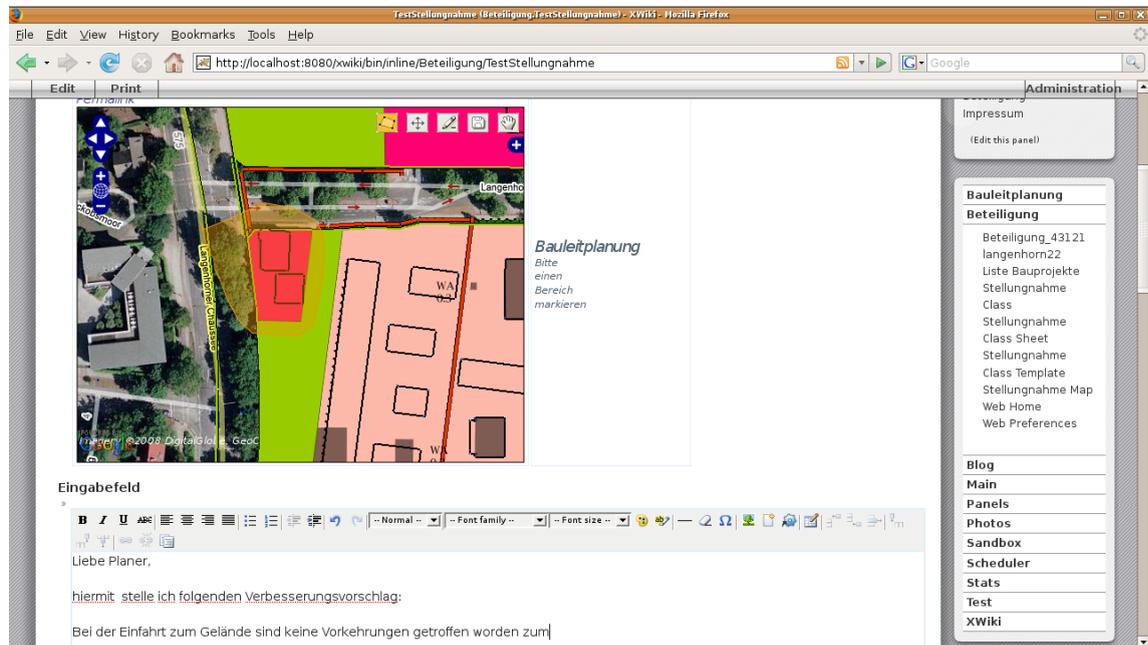


Abbildung 5.3: Seite einer Stellungnahme

Der darin dargestellte Browserausschnitt zeigt die Referenzierungskarte und den WYSIWYG-Editor, an denen jeweils bereits Eintragungen vorgenommen wurden.

5 Prototypische Realisierung der Softwarearchitektur

6 Zusammenfassung und Ausblick

In dieser Arbeit wurde eine GIS-basierte Beteiligungsschnittstelle konzipiert, die sich für die Nutzung in einer Beteiligungsplattform eignet und sich in diese integrieren lässt. In diesem Kapitel werden die Ergebnisse der vergangenen Kapitel noch einmal zusammengefasst, und es wird ein Ausblick auf zukünftige Entwicklungen gegeben. Dabei werden die Ergebnisse dieser Arbeit genutzt, um potentiell daraus hervorgehende Trends zu definieren.

6.1 Zusammenfassung

Mit der Zusammenfassung der Ergebnisse wird der Abschluss dieser Arbeit eingeleitet. In der Einführung in das Thema (Kap. 1) erfolgt eine Beschreibung der Zielsetzungen und Motivation dieser Arbeit. Dabei wird die Problemstellung des Beteiligungsprozesses in der Bauleitplanung angerissen und begründet, weshalb die Durchführung dieser Arbeit notwendig ist.

Die Rahmenbedingungen, die eine Beteiligungsschnittstelle der Bauleitplanung umgeben, sind Bestandteil von Kapitel 2. Darin werden die grundsätzlichen Eigenschaften von *Geografischen Informationssystemen* (Kap. 2.1.7) dargestellt, die in der Bauleitplanung eingesetzt werden. Eine Vorstellung der Schnittstellenbeschreibungen des OPENGEOSPATIAL CONSORTIUM (OGC), die als Grundlage für die weitere Entwicklung der Beteiligungsschnittstelle dienen, ist in Kapitel 2.1.4 erfolgt. Das auf den OGC-Schnittstellen basierende Datenaustauschformat *XPlanung* wurde als Grundlage für die Darstellung und Wiedergabe der Bebauungspläne festgelegt (Kap. 2.2.4). Nach Beschreibung der technischen Vorgaben der Bauleitplanung, wurde ein Einblick in die gesetzlichen Bestimmungen des BauGB gegeben (Kap. 2.3.1). Sie dienen als Grundlage für die Durchführung einer Bauleitplanung, inklusive des Beteiligungsprozesses, der im Fokus dieser Arbeit steht. Aus den gesetzlichen Vorgaben wurden Anforderungen abgeleitet, die für eine GIS-basierte Beteiligungsschnittstelle gelten (Kap. 2.4.5).

Kapitel 3 befasst sich mit der Analyse von GIS-basierten Clienttechnologien, die für den Aufbau einer Beteiligungsschnittstelle verwendet werden. Es werden Kriterien definiert (Kap. 3.1.5), an denen eine Auswahl an GIS-Clients gemessen wird. Eine detaillierte Beschreibung der technischen Fähigkeiten, der verfügbaren Schnittstellen und dem vorherrschenden Bedienkonzept eines jeden Clients ist dafür notwendig (Kap. 3.2.4). Als Ergebnis der Analyse hat sich OPENLAYERS als die bestgeeignete Clienttechnologie erwiesen (Kap. 3.3.5). Für den Einsatz in einem interaktiven Beteiligungsclient dient dieses Ergebnis als Grundlage von Kapitel 4.

Im Kapitel 4 wird das Design der Beteiligungsclients mit der OPENLAYERS Technologie vorgenommen. Um den Client als Teil einer Beteiligungsplattform zu gestalten, werden zuerst die Kernkomponenten definiert 4.1.4. Hier wird anhand einer beispielhaft zusammen-

gestellten Beteiligungsapplikation, die Integration des interaktiven Clients vorgenommen. Die Abläufe und Prozessschritte der Online-Beteiligung werden anhand dieser Applikation abgebildet. Zentrale Elemente der Beteiligungsinfrastruktur bilden der GEOSERVER und das Content-Management-System XWIKI (Kap. 4.2.5). Eine Anbindung des GIS-Clients an diese Infrastruktur wird definiert, um eine Softwarearchitektur daraus zu entwickeln (Kap. 4.5.5). Ein Blick auf die Datenebene zeigt, dass ein applikationsübergreifendes Datenmodell zur Verbindung der GIS-Welt mit der Beteiligungswelt zu bilden ist (Kap. 4.4.5). Dabei stellt sich heraus, dass die zu implementierende Anbindung auf ein Plugin hinausläuft, das den OPENLAYERS-Kartenclient an das Content-Management System XWIKI koppelt. Die Definition des Plugins erfolgt im Kapitel 4.5.1.

Die Implementierung einer GIS-basierten Benutzungsschnittstelle für die Beteiligungsplattform in Form eines Plugins ist Bestandteil des Kapitel 5. Hier wird auf unterschiedlichen Ebenen taktiert:

1. Zuerst erfolgt eine serverseitige Vorbereitung der Daten für die Verwendung mit dem interaktiven GIS-Client (Kap. 5.1.3).
2. Als weiterer Schritt erfolgt die Realisierung des Plugins, das die OPENLAYERS- Kartenapplikation mit der Beteiligungsinfrastruktur zusammenführt. Dieser Rahmen wird geschaffen, um die nicht gis-basierten Beteiligungsumgebung um die Möglichkeiten der Kartendarstellung und interaktiven Kartenanwendung zu erweitern.
3. Des Weiteren wird mit OPENLAYERS die Kartenapplikation erzeugt. Mit der Technologie werden die Implementierungen für eine Betrachtungskarte (Kap. 5.2.3) und eine interaktive Beteiligungskarte (Kap. 5.3.3) erzeugt. Hier spielen die Anbindungen an den GEOSERVER eine zentrale Rolle, von dem die Geodaten des Bebauungsplanes abgeholt und die der Stellungnahme gespeichert werden. Die OGC-Webschnittstellen WMS und WFS-T kommen hier zum Einsatz.
4. Als letzter Schritt erfolgt die Realisierung der Beteiligungsplattform auf Grundlage des Content Management Systems XWIKI. Die Abbildung der Beteiligungsschritte erfolgt durch Verlinkungen von Applikationsswebseiten (Kap. 5.3.1). Die Realisierung eines Eingabetemplates zum Verfassen von Stellungnahmen verdeutlicht die Möglichkeiten der Integration des interaktiven Beteiligungsclients mit der Beteiligungsanwendung (Kap. 5.3.3).

Auf Basis von offenen Schnittstellen, dem Einsatz von Open Source Software und der Verwendung einer clientbasierten GIS-Technologie wird eine funktionsfähige Lösung geschaffen, um eine Benutzungsschnittstelle für die Beteiligung an der Bauleitplanung zu realisieren. Für die Integration dieser Benutzungsschnittstelle in eine prototypisch realisierte Beteiligungsplattform wird eine Softwarearchitektur definiert und angewandt. Die gewonnenen Erkenntnisse bieten die Möglichkeit eines Ausblicks auf zukünftige Einsatzfelder und Weiterentwicklungen.

6.2 Fazit

Anhand dieser Arbeit wurde gezeigt, wie sich eine GIS-basierte Benutzungsschnittstelle, die mit dem GIS-Framework OPENLAYERS erzeugt wurde, in eine exemplarisch zusammengesetzte Beteiligungsplattform eingliedern lässt. Ein grundlegendes Beteiligungskonzept

konnte mit dem Wiki-System XWIKI aufgebaut werden. Definierte Abläufe und Datenstrukturen ließen sich mit diesen Komponenten abbilden und trugen zur Softwarearchitektur bei. Die Unterstützung der geforderten offenen Schnittstellen des OPENGEOSPATIAL CONSORTIUM ist durch die Verwendung der OPENLAYERS-Technologie gewährleistet. Über Schnittstellen konnten die Komponenten zu einer Architektur zusammengefügt werden. Insgesamt wurde ein funktionierendes Testsystem entworfen, das die Informationsgewinnung und die aktive Beteiligung durch Abgabe von georeferenzierten Stellungnahmen gestattet. Durch die Kombination clientbasierter Technologien mit serverseitigen Elementen entstanden technische Barrieren, die es zu überwinden galt. Die im Browser des Beteiligten ausgeführte Kartenapplikation benötigt Informationen, die aus der serverseitigen Beteiligungsanwendung extrahiert werden müssen. Die Überwindung dieses Übergangs bereitete bei der Entwicklung die größten Probleme. Durch die Implementierung eines auf der Beteiligungsapplikation aufsetzenden Plugins, ist die Vereinigung zwischen server- und clientbasierten Sprachen gelungen. Die interaktive Kartenanwendung ist so zu einem integrierten Teil der Beteiligungsplattform geworden, welche als Einheit partizipative Prozesse der Bauleitplanung unterstützt.

6.3 Ausblick auf zukünftige Entwicklungen

Im Bereich der Bauleitplanungen stehen derzeit interessante Entwicklungen auf dem Programm. Darunter befindet sich weiterhin die Realisierung von Benutzungsschnittstellen für EGovernment-Portale im Fokus, mit dem Ziel, eine noch höhere Akzeptanz bei den Bürgern zu erzielen. Durch das Angebot einer neuen und größeren Funktionsvielfalt, kombiniert mit besseren Darstellungsfunktionen und einfacherer Bedienung, soll ein möglichst breiter Benutzerkreis an E-Partizipationen teilhaben. Im Bezug auf die Bauleitplanung und die städteplanerischen Gestaltungsvorgänge unter Einbeziehung der Bevölkerung, die mittels elektronischer Teilnahme an Planungsvorgängen mitwirken können, werden diverse Konzepte derzeit getestet.

Die Erprobung von Beteiligungsprozessen, bei denen offen über Gestaltungsvorschläge diskutiert wird oder Planungskonzepte von Bürgern selbstständig erzeugt werden können, sind Bestand vom Projekt DOMPLATZ HAMBURG¹. Hier lag der Schwerpunkt beim Angebot einer neuen Funktionsvielfalt, unter Verwendung von Web 2.0 Technologien, die Abstimmungsprozesse einer neu entstandenen und für jedermann zugänglichen Planungscommunity erprobten.

Andere Projekte dienen dem Praxistest neuer Visualisierungskonzepte. Insbesondere im Hinblick auf die Verwendung von 3-D Visualisierungen in der Stadtplanung ist das niederländische Projekt VIRTUOCITY² zu nennen. Hier wird in Form einer virtuellen Städtetour ein dreidimensionales Stadtbild erzeugt, durch das virtuelle Rundgänge möglich sind. Die Bedienung ist einem Computerspiel nachempfunden und somit leicht und intuitiv erlernbar. Das Portal eignet sich daher insbesondere zur Informationsveröffentlichung neuer städtischer Planungen.

Alle vorgestellten Beteiligungskonzepte werden wissenschaftlich hinreichend auf Akzeptanz, Kosten, Nutzungstrends, sowie auf sozialwissenschaftliche Themen hin analysiert und in

¹<http://www.hamburg-domplatz.de/>

²<http://www.cebra.eu/>

Form von Studien veröffentlicht. Durch realitätsnahe Praxistests werden die dazu notwendigen Datenerhebungen praktiziert. Welche Konzepte sich auf lange Sicht durchsetzen, wird die Zukunft zeigen. Wünschenswert wäre jedoch in jedem Falle eine weitere Verwendung offener Schnittstellen wie denen vom OPENGEOSPATIAL CONSORTIUM, mit denen Transparenz bezüglich der zugrunde liegenden Daten und Technologien durchgesetzt werden kann.

Hierin liegt der Ansatz dieser Arbeit. Alle verwendeten Softwarekomponenten unterliegen Formen von Open-Source Lizenzen und stehen zur Erweiterung offen. Die GIS-basierten Elemente unterstützen von Haus aus die offenen Schnittstellen des OGC. Wie an dieser Arbeit gezeigt wurde, ist es möglich, einfache, aber umfangreiche Bedienkonzepte (OPENLAYERS), offene Datenformate (XPLANUNG), sowie Content Management Funktionen (XWIKI) miteinander zu verbinden, um eine GIS-basierte Beteiligungsumgebung für die Bauleitplanung zu entwickeln. Dieser Vorgang sollte in zukünftigen Entwicklungen berücksichtigt werden, um von den Vorteilen von offenen Schnittstellen und freier Software zu profitieren.

Literaturverzeichnis

- [ASF08] ASF, Apache Software F.: *Velocity Website*. November 2008. – <http://velocity.apache.org>
- [BdI08] BDI, Bundesministerium des I.: SAGA Version 4.0 - Standards und Architekturen für E-Government-Anwendungen / Bundesministerium des Innern. 2008. – Forschungsbericht
- [BdJ06] BDJ, Bundesministerium der J.: *Baugesetzbuch 2006*. Neugefasst durch Bek. v. 23.9.2004 I 2414; zuletzt geändert durch Art. 1 G v. 21.12.2006 I 3316. Bundesministerium der Justiz, 2006
- [Ber05] BERNARD, Fitzke Jens Wagner Roland M. (. Lars: *Geodateninfrastruktur*. Erste. Herbert Wichmann Verlag, 2005. – ISBN 3-87907-395-3
- [Bod06] BODENDORF, Freimut: *Daten- und Wissensmanagement*. Zweite. Springer Berlin Heidelberg, 2006. – ISBN 3-540-28743-4
- [Cod08] CODEHAUS, The C.: *Groovy - An agile dynamic language for the Java Platform*. November 2008. – <http://groovy.codehaus.org>
- [Dav07] DAVIS, Scott: *GIS For Web Developers*. First. The Pragmatic Programmers LLC., 2007. – ISBN 978-0-9745140-9-3
- [Dav08] DAVIS, Scott: *Groovy Recipes*. First. Pragmatic Bookshelf, 2008. – ISBN 0-9787392-9-9
- [Ebe05] EBERSBACH, Glaser Markus Heigl R. Anja: *Wiki-Tools: Kooperation im Web*. Erste. Springer Berlin Heidelberg, 2005. – ISBN 978-3-540-27543-5
- [Ent08] ENTERA, Entera Ingenieurgesellschaft für Planung und I.: *Entera Website*. October 2008. – <http://www.entera.de>
- [FHH06] FHH, Freie und Hansestadt H.: Spezifikationsbericht XPlanung / Freie und Hansestadt Hamburg, MEDIA@Komm-Transfer. 2006. – Forschungsbericht
- [Gel04] GELZER, Bracher Christian-Dietrich Reidt O. Konrad: *Bauplanungsrecht*. Siebte. Schmidt, 2004. – ISBN 3-504-15736-4
- [Geo08] GEOSERVER, Geoserver C.: *Geoserver Website*. November 2008. – <http://www.geoserver.org>
- [Goo08a] GOOGLE: *Google Earth API Documentation*. Sep 2008. – <http://code.google.com/apis/earth/>
- [Goo08b] GOOGLE: *Google Earth Website*. Sep 2008. – <http://earth.google.com/>
- [Goo08c] GOOGLE: *Google Maps API Documentation*. Sep 2008. – <http://code.google.com/apis/maps/>
- [Goo08d] GOOGLE: *Google Maps Website*. Sep 2008. – <http://maps.google.com/>
- [Goo08e] GOOGLE: *KML Reference*. Sep 2008. – http://earth.google.de/kml/kml_tags_21.html

- [HPM08] HANS-PETER MEISTER, Felix O.: *Beteiligung – ein Programm für Politik, Wirtschaft und Gesellschaft*. Erste. Physica Verlag, 2008. – ISBN 978–3–7908–1601–3
- [Kor08] KORDUAN, Zehner M. Peter: *Geoinformation im Internet*. Erste. Herbert Wichmann Verlag, 2008. – ISBN 3–87907–456–9
- [Kra] KRAUSE, Kai-Uwe: *X-Planung: Stand und Perspektive*. Präsentation,
- [Meu06] MEUNIER, Corinne: *Öffentlichkeitsbeteiligung in der Bauleitplanung*. Erste. Dortmunder Vertrieb - Verl. für Architektur, Bau- und Planungsliteratur, 2006. – ISBN 3–929797–25–9
- [Mit08] MITCHELL, Tyler: *Web Mapping mit Open Source-GIS-Tools*. Erste. O’Reilly Verlag, 2008. – ISBN 978–3–89721–723–2
- [OGC02] OGC, Opengeospatial Consortium I.: *Styled Layer Descriptor Implementation Specification / Opengeospatial Consortium Inc.* 2002. – Forschungsbericht
- [OGC03] OGC, Opengeospatial Consortium I.: *OGC Reference Model / Opengeospatial Consortium Inc.* 2003. – Forschungsbericht
- [OGC04] OGC, Opengeospatial Consortium I.: *OGC Web Map Service Interface / Opengeospatial Consortium Inc.* 2004. – Forschungsbericht
- [OGC05a] OGC, Opengeospatial Consortium I.: *OpenGIS® Filter Encoding Implementation Specification / Opengeospatial Consortium Inc.* 2005. – Forschungsbericht
- [OGC05b] OGC, Opengeospatial Consortium I.: *Web Feature Service Implementation Specification / Opengeospatial Consortium Inc.* 2005. – Forschungsbericht
- [OGC07] OGC, Opengeospatial Consortium I.: *OpenGIS Geography Markup Language (GML) Encoding Standard / Opengeospatial Consortium Inc.* 2007. – Forschungsbericht
- [OGC08] OGC, Opengeospatial Consortium I.: *Opengeospatial Website*. May 2008. – <http://www.opengeospatial.org/>
- [Ope08] OPENLAYERS: *Openlayers Website*. Sep 2008. – <http://www.openlayers.org/>
- [Pos08] POSTGRESQL, PostgreSQL Global Development G.: *PostgreSQL Website*. June 2008. – <http://www.postgresql.org/about>
- [Qua08] QUANTUMGIS: *QuantumGIS Website*. Sep 2008. – <http://www.qgis.org/>
- [Ref08a] REFRACTIONS, Refrations R.: *PostGIS Manual 1.3.3 / Refrations Research*. 2008. – Forschungsbericht
- [Ref08b] REFRACTIONS, Refrations R.: *PostGIS Website*. November 2008. – <http://postgis.refrations.net>
- [Sch08] SCHMIDT, Christopher: *Spherical Mercator*. November 2008. – http://crschmidt.net/~crschmidt/spherical_mercator.html
- [She08] SHEKAR, Xiong Hui (. Shashim: *Encyclopedia of GIS*. First. Springer Science + Business Media, LLC., 2008. – ISBN 978–0–387–35973–1
- [Sp"06] SPÄTH, Jochen Dieter (Hg.) und G. Dieter (Hg.) und Günther: *Open Source Software - Strukturwandel oder Strohfeuer?* In: *Fraunhofer IAO (2006)*
- [SW04] SCHULZE-WOLF, Tilmann: *Neue Kommunikation mit den Bürgern: Online Beteiligung / Ingenieurgesellschaft Entera*. 2004. – Forschungsbericht

- [Whe08] WHEREGROUP: *WhereGroup Website*. July 2008. – <http://www.wheregroup.com/>
- [XPL07a] XPLAN, GDI-DE Arbeitskreis X.: Modellprojekt XPlanung - Abschlussbericht / GDI-DE. 2007. – Forschungsbericht
- [XPL07b] XPLAN, Projektgruppe X.: Objektartenkatalog XPlanung / Projektgruppe XPlanung. 2007. – Forschungsbericht
- [XWi08] XWIKI, XWiki C.: *XWiki Website*. November 2008. – <http://www.xwiki.org>