

Elektronische Planzeichenverordnung – Modellierung, Datenaustausch und Visualisierung von Bauleitplänen mit OGC-Standards

Joachim BENNER & Kai-Uwe KRAUSE & Markus U. MÜLLER

(Dr. Joachim Benner, Forschungszentrum Karlsruhe, Institut für Angewandte Informatik, Postfach 3640, D- 76021 Karlsruhe, Joachim.Benner@iai.fzk.de

Dr.-Ing. Kai-Uwe Krause, TU Hamburg-Harburg, Arbeitsbereich 1.05 Stadtplanung (CAD/GIS in der Stadtplanung), Kasernenstrasse 10, 21073 Hamburg, k.krause@tu-harburg.de

Dr. Markus U. Müller, lat/lon Gesellschaft für raumbezogene Informationssysteme mbH, Aennchenstraße 19, 53177 Bonn, mueller@lat-lon.de)

ABSTRACT

Die Aufstellung von Bauleitplänen wird in Deutschland von einer Vielzahl gesetzlicher Bestimmungen geregelt. Im Rahmen der eGovernment Initiativen „Deutschland Online“ und „Media@Komm-Transfer“ wird im Projekt Elektronische Planzeichenverordnung (EPlanzV) unter der Federführung der Freien und Hansestadt Hamburg (Landesbetrieb Geoinformation und Vermessung) und des Kreises Segeberg in einer Arbeitsgruppe mit Vertretern aus kommunalen und hochschulnahen Institutionen versucht, ein geometrisch/semantisches Datenmodell und ein GML-3 konformes Austauschformat für die Festsetzungen und Regelungen der Bauleitplanung zu entwickeln. Ziel des Projektes ist es, die Interoperabilität der in der Bauleitplanung eingesetzten DV-Systeme zu verbessern, die Visualisierung der Pläne zu standardisieren, und automatisierte Auswerteverfahren für z.B. das Monitoring der Planumsetzung oder die Prüfung von Bauanträgen zu ermöglichen. Langfristig ist auch daran gedacht, den Prozess der Aufstellung, Genehmigung und Änderung von Bauleitplänen (BPlänen) durch entsprechende Datenmodelle zu standardisieren.

Der Beitrag beschreibt den Stand des Projektes, das sich bislang primär auf die Aufstellung von Bebauungsplänen nach dem Bundes-Baugesetzbuch (BauGB) konzentriert hat. Es wird die Objektstruktur des mehr als 40 punkt-, linien- und flächenförmige Einzelobjekte umfassenden Modells skizziert, und exemplarisch die Klasse „Baugebiet“ (Festsetzungen über Art und Maß der baulichen Nutzung) vorgestellt. Weiterhin wird ein Konzept zur internetgestützten Visualisierung von BPlänen vorgestellt.

Hier ist ein flexibles und für einzelne Kommunen auch anpassbares Konzept besonders wichtig. Deshalb wird daran gearbeitet, die in der Planzeichenverordnung (PlanzV) festgelegten Signaturen durch Bitmaps oder SVG-Graphiken zu modellieren, und die Visualisierung eines BPlanes durch ein SLD (Styled Layer Descriptor) Script zu spezifizieren. Eine Untersuchung der Möglichkeiten der Umsetzung der PlanzV mit Hilfe von SLD wird gegenwärtig im Rahmen des EU-Projektes FLOWS durchgeführt und definiert so einen komplementären Aktivitätsstrang zum EPlanzV-Projekt. Diese Vorgehensweise innerhalb der Projekte wird im Beitrag erläutert und mit ersten Ergebnissen illustriert.

1 EINLEITUNG

Eine moderne öffentliche Verwaltung ist Voraussetzung für den wirtschaftlichen Erfolg eines jeden Landes. eGovernment leistet dazu einen entscheidenden Beitrag. Dabei erfordert gutes eGovernment eine umfassende Integration und Optimierung der Verwaltungsprozesse – auf allen Verwaltungsebenen und ebenenübergreifend. In Deutschland steht diesem Ziel die gegenwärtig heterogene IT-Landschaft von Bund, 16 Bundesländern, über 300 Kreisen und weit über 13.000 Kommunen entgegen. Medienbruchfreie elektronische Abläufe zwischen Bund, Ländern und Kommunen sind deshalb derzeit noch die Ausnahme, nicht die Regel. Diese Situation zu verbessern ist das Ziel verschiedener Initiativen von Bund, Ländern und Kommunen wie Deutschland-Online oder Media@Komm-Transfer. Während es bei Deutschland-Online vor allem um die vertikale Integration zwischen Bund, Ländern und Kommunen geht, steht bei Media@Komm-Transfer die horizontale Verbreitung von eGovernment-Lösungen auf kommunaler Ebene im Vordergrund.

Ein in beiden Initiativen bearbeiteter Anwendungsbereich ist die Geodatenverarbeitung im Bereich der kommunalen Bauleitplanung. Die Aufstellung von Flächennutzungsplänen (FNP) und Bebauungsplänen (BPlan) wird in vielen Kommunen schon von IT-Systemen unterstützt. Die Funktionalität der eingesetzten Systeme geht aber selten über die reine Visualisierung hinaus. Obwohl die Art der Visualisierung im Prinzip durch die Planzeichenverordnung (PlanzV) bundesweit geregelt ist, haben viele Kommunen Besonderheiten bei der Darstellung kommunaler Bauleitpläne, was aufwändige Spezialanpassungen der eingesetzten IT-Systeme erfordert. Das Fehlen eines standardisierten Datenmodells und Datenaustausch-Formats verhindert weitgehend den elektronischen Plan-Austausch zwischen den Kommunen und eine effektive IT-Unterstützung beim Aufstellungsverfahren. Anwendungen des rechnergestützten Bauleitplans, die über die reine Visualisierung hinausgehen - z. B. die automatische Erstellung von Flächenbilanzen, oder die Bereitstellung spezifischer Informationen für die Immobilienwirtschaft - sind derzeit kaum möglich.

Im Teilprojekt EPlanzV der Initiativen Deutschland-Online und Media@Komm-Transfer wird deshalb die Standardisierung im Bereich der Bauleitplanung vorangetrieben. Vorrangig werden dabei die folgenden Ziele verfolgt:

Die Entwicklung eines standardisierten, objektorientierten Datenmodells für den BPlan und den FNP;

Die Entwicklung einer standardisierten Visualisierungsvorschrift („Elektronische Planzeichenverordnung“);

Die Gewährleistung des uneingeschränkten Datenaustauschs zwischen unterschiedlichen IT-Systemen (GIS, CAD, Viewer) durch Entwicklung eines standardisierten Austausch-Formats.

Dabei sind existierende gesetzliche Vorgaben wie das Baugesetzbuch (BauGB) oder die Landes-Bauordnungen genauso zu berücksichtigen wie neue Gesetzesinitiativen im nationalen oder EU-weiten Raum. Das langfristige Ziel des Projektes ist es auch, den Prozess der Plan-Aufstellung und der Verfahrensführung durch ein geeignetes Prozessmodell zu standardisieren, das als Grundlage für entsprechende Internet-Applikationen dienen kann. Die Daten-Modellierung soll auf der Basis von UML (Jeckle et al. 2004), d.h. objektorientiert und unabhängig von einer konkreten Programmiersprache erfolgen. Bei den Austauschformaten werden nationale Standards wie ALKIS oder NAS (AdV 2004) genauso berücksichtigt wie internationale Standards von ISO oder OGC.

Der vorliegende Beitrag beschreibt den Stand des Projekts, in dem bisher vor allem die Modellierung von Bebauungsplänen bearbeitet worden ist. Kapitel 2 gibt einen kurzen Überblick über die gesetzlichen Grundlagen und Rahmenbedingungen, die vom Standard zu berücksichtigen sind, und skizziert einige potentielle Anwendungen. Das Objektmodell des BPlans wird im Kap. 3 vorgestellt. Alle nach BauGB möglichen Festsetzungen sind darin als Objektklassen repräsentiert, die punkt-, linien- oder flächenhafte Geometrielemente referieren. Beispielhaft wird die Objektklasse „Baugebiet“ näher vorgestellt. Die Visualisierung von Bebauungsplänen ist Thema von Kap. 4. Es ist vorgesehen, einen Standard für die Visualisierung von BPlänen mit Hilfe der StyledLayerDescriptor (SLD) Technik zu spezifizieren. Erste Ergebnisse aus dem EU-Projekt FLOWS über Möglichkeiten und Grenzen dieser Technologie werden ebenfalls referiert. Im abschließenden Kap. 5 wird noch ein Ausblick auf die nächsten Projektschritte gegeben.

2 RANDBEDINGUNGEN UND GESETZLICHE GRUNDLAGEN

Bei der Modellierung eines Objektmodells für die Festsetzungen der Bauleitplanung sind die Bestimmungen des Baugesetzbuches (BauGB) sowie des Raumordnungsgesetzes (ROG) maßgebend. § 9a BauGB ermächtigt das Bundesministerium für Verkehrs, Bau- und Wohnungswesen, mit Zustimmung des Bundesrates durch Rechtsverordnung Vorschriften u. a. über die Ausarbeitung der Bauleitpläne einschließlich der dazugehörigen Unterlagen sowie über die Darstellung des Planinhalts, insbesondere über die dabei zu verwendenden Planzeichen und ihre Bedeutung zu erlassen. 1990 ist die aktuell gültige „Verordnung über die Ausarbeitung der Bauleitpläne und die Darstellung des Planinhalts (Planzeichenverordnung 1990 – PlanzV 90)“ in Kraft getreten. Die Terminologie der Planzeichenverordnung, d.h. Karten und Planzeichen ist noch mit der analogen, zeichnerisch manuellen Bearbeitung von Bauleitplänen verbunden.

2.1 Planwerke der Bauleitplanung

Die Bauleitplanung hat gemäß § 1 BauGB die Aufgabe, die bauliche und sonstige Nutzung der Grundstücke einer Gemeinde vorzubereiten und zu leiten. Der Flächennutzungsplan (§ 5 BauGB) als vorbereitender Bauleitplan stellt für das gesamte Gemeindegebiet die sich aus der beabsichtigten städtebaulichen Entwicklung ergebende Art der Bodennutzung nach den vorhersehbaren Bedürfnissen der Gemeinde in den Grundzügen dar. Ein Flächennutzungsplan kann in Kooperation mit benachbarten Gemeinden als gemeinsamer Flächennutzungsplan (§ 204 BauGB) aufgestellt werden. In verdichteten Räumen oder bei sonstigen raumstrukturellen Verflechtungen kann ein Plan (§ 9 Abs. 6 ROG) zugleich die Funktion eines Regionalplans und eines gemeinsamen Flächennutzungsplans übernehmen. Prominentes Beispiel für die Aufstellung eines solchen Planwerkes ist aktuell das Verfahren im Planungsverband Ballungsraum Frankfurt / Rhein-Main. Der Bebauungsplan (§ 8 BauGB) enthält die rechtsverbindlichen Festsetzungen für die städtebauliche Ordnung. Die Inhalte eines Bebauungsplanes werden in § 9 Abs. 1 BauGB abschließend aufgezählt. Die Inhalte eines Flächennutzungsplans sind hingegen offener. § 5 Abs. 2 BauGB regelt die Darstellung der Inhalte, die im Besonderen dargestellt werden können. Ebenso offen sind die Festsetzungen eines vorhabenbezogenen Bebauungsplanes (Vorhaben- und Erschließungsplan) gemäß § 12 BauGB. Im Bereich eines Vorhaben- und Erschließungsplans ist die Gemeinde nicht an die Festsetzungen nach § 9 BauGB gebunden. Neben diesen Planwerken kann die Gemeinde auch noch in kommunalen Satzungen die Nutzung von Grundstücken (z.B. § 34 Abs. 4 BauGB) oder z.B. den Erhalt baulicher Anlagen regeln.

2.2 Aktuelle gesetzliche und funktionale Randbedingungen

Als Grundlage für eine Modellierung wurden bereits die neuen Bestimmungen des EAG Bau vom 24.6.2004 beachtet. So wurde u. a. die Möglichkeit gemäß § 9 Abs. 2 BauGB berücksichtigt, festgesetzte bauliche oder sonstige Nutzungen und Anlagen nur für einen bestimmten Zeitraum als zulässig oder bis zum Eintritt bestimmter Umstände als zulässig oder nicht zulässig auszuweisen. Auch die auf erneuerbare Energien ausgerichteten Festsetzungen in Bebauungsplänen wurden in der Modellierung schon berücksichtigt. § 4c BauGB sieht in seiner seit dem 20. Juli 2004 geltenden Fassung vor, dass die Gemeinden die erheblichen Umwelteinwirkungen, die auf Grund der Durchführung der Bauleitpläne auftreten, überwachen (Monitoring). Die Grundlage der Überwachung bildet der Umweltbericht. Der Zweck der Überwachung aller erheblichen Umweltauswirkungen liegt zunächst insbesondere darin, unvorhergesehene nachteilige Auswirkungen frühzeitig zu ermitteln. Untersuchungen raumwirksamer Planungen mit ihren Bewertungen des Beeinträchtigungsrisikos für einzelne Umweltfaktoren lassen sich nur durch die Verknüpfung aller vorhandener Daten realisieren. Die Hauptlast der Informationsbeschaffung und Informationsbewertung liegt bei den Fachbehörden, die in diesem Wege die Gemeinden darüber unterrichten müssen, welche unvorhergesehenen nachteiligen Umweltauswirkungen die Durchführung der Bauleitpläne mit sich bringt. Der (digitale) Austausch von Informationen zwischen Gemeinden und Fachbehörden gewinnt damit wachsende Bedeutung. Dies macht es in Zukunft notwendig, digitale Bauleitpläne in einem einheitlichen Datenformat abzugeben, um den Integrations-Aufwand auf Seiten der Fachbehörden gering zu halten.

Die Etablierung eines Datenaustauschformats im Rahmen der Aufstellung eines Bauleitplanes wird auch vor dem Hintergrund der Bestimmungen der Abschichtungsregelung des § 2 Abs. 4 Satz 5 BauGB wichtig. Die Abschichtungsregelung hat das Ziel, Doppelprüfungen auf den verschiedenen Planungsebenen (Raumordnungs-, Flächennutzungs- oder Bebauungspläne) und bei der Vorhabensgenehmigung im Rahmen der Umweltprüfung zu vermeiden. Ist eine Umweltprüfung auf einer Planungsebene durchgeführt worden, wird die Umweltprüfung und/oder Umweltverträglichkeitsprüfung in einem zeitlich nachfolgenden oder sonst darauf aufbauenden Plan- und Genehmigungsverfahren auf zusätzliche oder andere erhebliche Umweltauswirkungen beschränkt.

Die ergänzenden Bestimmungen bzw. Ausweisungen des sich aktuell in der Diskussion befindlichen Gesetzes zur Verbesserung des vorbeugenden Hochwasserschutzes lassen sich in das Modell einarbeiten.

Das Ziel, ein geometrisch/semantisches Datenmodell und ein GML-3 konformes Austauschformat für die Festsetzungen und Regelungen der Bauleitplanung zu erstellen, lässt sich nur stufenweise erarbeiten, denn es gibt zu viele unterschiedliche Planarten. Die Arbeitsgruppe hat sich zunächst mit der Definition eines Datenmodells für Bebauungspläne beschäftigt (GML Anwendungsschema BPlan). Bebauungspläne sind auch das Tagesgeschäft der Planung, währenddessen vorbereitende Planwerke in längeren Zeitspannen neu aufgestellt werden. Allerdings sind vorbereitende Planwerke auch der zunehmenden gesellschaftlichen und

wirtschaftlichen Dynamik unterworfen. Der Gesetzgeber hat darauf reagiert und sieht u. a. vor, dass Flächennutzungspläne spätestens nach 15 Jahren, soweit es erforderlich ist, geändert, ergänzt oder neu aufgestellt werden sollen. Parallel zu dieser Regelung werden Flächennutzungspläne auch aufgrund konkreter Planungsanlässe häufig geändert.

Nachdem die Modellierung der Festsetzungen eines Bebauungsplans abgeschlossen wurde und einer Qualitätssicherung unterworfen wird, beschäftigt sich die Arbeitsgruppe mit der Modellierung weiterer Objektmodelle für Vorhaben und Erschließungspläne, Flächennutzungsplanung, Übernahme von „Altplänen“ oder kommunale Satzungen. Die oben angeführte Möglichkeit der Aufstellung eines regionalen Flächennutzungsplan nach § 9 BauGB, Abs. 6 ROG als Planungsebenen übergreifendes Planwerk lässt den Bedarf an der Übernahme von Objektdaten der Flächennutzungsplanung in eine Systematik von Regionalplänen erkennen. Der Austausch bzw. die Zusammenführung von Regionalplänen ist z.B. auch auf der Bundesebene im Rahmen der Bundesverkehrswegeplanung sinnvoll. Auf der kommunalen Ebene ist die Übernahme bzw. Verarbeitung von Daten der Flächennutzungsplanung zur interkommunalen Abstimmung von Flächennutzungen wichtig. Diese ist vor dem Hintergrund des Wettbewerbs von Regionen im internationalen Wettbewerb sinnvoll.

2.3 Methodische Randbedingungen

Ein Bebauungsplan (sog. verbindlicher Bauleitplan) wird auf der Grundlage von Karten der Vermessungsverwaltung erstellt. Als Kartengrundlage werden in der Regel die digitalen Daten des automatisierten Liegenschaftskatasters (ALK) bzw. Daten digitaler Stadtgrundkarten zugrunde gelegt. Diese Daten werden über diverse Schnittstellenformate wie EDBS, dxf, shp oder dwg in die jeweiligen Zielsysteme (CAD oder GIS) zur Erstellung eines Planwerkes importiert. Die Fachverfahren ALK und das automatisierten Liegenschaftsbuch (ALB) werden aktuell als amtliches Liegenschaftskataster-Informationssystem (ALKIS) integriert. Ein Datenaustausch mit ALKIS wird über die normierte Austauschschnittstelle NAS-AAA bereitgestellt. Die NAS basiert auf dem durch das World Wide Web Consortium (W3C) entwickelten XML-Standard, insbesondere XML, XML Namespaces, XML Schema, XLink, XPointer und XPath. Für die Beschreibung der Objektarten in der NAS wird die Geography Markup Language (GML), Version 3.1, des Open Geospatial Consortium (OGC) verwendet. Da Bebauungspläne in Zukunft auf dieser Datengrundlage erstellt werden und sich GML als Standard-Austauschformat zunehmend durchsetzt, hat die Arbeitsgruppe von Anfang an das Ziel formuliert, sich den Standards von ALKIS anzupassen. In wie weit Bebauungspläne in dem Fachverfahren ALKIS integriert geführt werden, muss dagegen noch diskutiert werden.

Eine Standardisierung der Vorgehensweise zur Modellierung von Anwendungen und Produkten mit geographischen Informationen (z.B. Bauleitplanung) erfolgt gemäß der ISO 19100er Normenserie. Im Einklang mit ISO 19109 (Rules for Application Schema) sollen Anwendungen mit der Unified Modelling Language (UML) modelliert werden. Dementsprechend wurde auch das Datenmodell eines Bebauungsplanes mit UML modelliert.

Gemäß dem XML- und dem darauf basierenden GML Standard werden die Objekte und deren Visualisierungsvorschriften voneinander getrennt gehalten. Die Übernahme der Darstellung von einem Quellsystem in ein Zielsystem ist bis heute ein Problem. Die Darstellung der Planzeichen ist zwar de facto nach der PlanzV standardisiert, z.B. Flächenfärbung „rot mittel“ für die Ausweisung allgemeiner Wohngebiete, jedoch pflegen viele Kommunen ihre eigenen grafischen Gestaltungsvorstellungen. Auch schon zu Zeiten einer analogen, zeichnerisch manuellen Kolorierung von Plänen wurden die Vorgaben der PlanzV z.B. durch die Nutzung eines Pantone-Farbmodells interpretiert. Bei einer Novellierung der Planzeichenverordnung wäre es angebracht, die Darstellungsvorschriften auf Standard Farbpaletten für z.B. RGB Werte anzupassen.

In der Datenaustauschdatei eines Bebauungsplanes werden in Zukunft lediglich die Objektgeometrien beschrieben. Es obliegt dem jeweiligen Zielsystem, diese zu interpretieren und zu visualisieren. Dabei wird davon ausgegangen, dass die Zielsysteme in der Lage sind, die Visualisierungsvorschriften der Planzeichenverordnung umzusetzen und zu ergänzen. Die Möglichkeiten und Grenzen, diese Visualisierungsvorschriften gemäß offener Standards zu beschreiben, werden in Kap. 4 diskutiert. Im Rahmen einer interkommunalen Zusammenarbeit ist damit zukünftig die Übernahme eines Planes einer Nachbarkommune und seine Visualisierung gemäß einer eigenen Interpretation der Vorgaben der PlanzV kein Problem. Die Festsetzungen eines Bebauungsplans erfolgen bislang durch Zeichnung, Farbe, Schrift und Text. In Zukunft können alle diese Festsetzungen durch eine GML Datei beschrieben werden. Bei einem Datenaustausch werden dann Objektmodelle anstelle von Zeichnungen ausgetauscht. Da es sich bei Bauleitplänen um Rechtsdokumente handelt, müssen diese natürlich im Rahmen eines Datenaustausches vor Veränderungen geschützt werden.

3 OBJEKTMODELL BEBAUUNGSPLAN

Das Objektmodell des Bebauungsplans basiert auf dem Baugesetzbuch. Im §9 dieses Regelwerkes ist festgelegt, welche Festsetzungen überhaupt in einem Bebauungsplan getroffen werden können. Im Regelfall beziehen sich diese Festsetzungen auf genau festgelegte Teile des Planungsgebietes mit flächenförmiger, linienförmiger, oder punktförmiger Geometrie. Festlegungen, die sich auf das Planungsgebiet als Ganzes beziehen, werden im Modell nur als Text-Attribut modelliert, das dem Rahmenobjekt „BPlan“ (s. Abb. 1) zugeordnet ist.

3.1 Klassenhierarchie

Die Basisklasse für alle Einzelobjekte des BPlan-Modells ist die Klasse *BPlanObjekt*. Sie ist als abstrakte Klasse definiert, die nicht direkt instanziiert werden kann. *BPlanObjekt* ist Basisklasse dreier abgeleiteter Klassen:

BPlanGeoObjekt: Dies ist eine ebenfalls abstrakte Basisklasse, von der alle Objektklassen abgeleitet sind, die Festsetzungen mit konkretem Raumbezug modellieren.

BPlanRasterObjekt: Über diese Objektklasse kann eine georeferenzierte Rasterkarte in das Modell integriert werden. Damit können auch eingescannte Altpläne erfasst werden, deren vollständige Neu-Modellierung häufig technisch und wirtschaftlich nicht möglich ist.

BPlanSignaturObjekt: Die (abstrakte) Basisklasse für alle Signaturobjekte, die nur zur Visualisierung des Bebauungsplans benötigt werden. Im Regelfall soll die Visualisierung der Objekte direkt aus der Objektklasse und den zugeordneten Attributen abgeleitet werden, s. Kap. 4. Nur wo dies nicht möglich ist, weil z.B. ein Planzeichensymbol an einer definierten Position dargestellt werden soll, können Signatur-Objekte verwendet werden, die aber noch nicht abschließend spezifiziert sind.

Alle Festsetzungen mit spezifischem geographischem Bezug werden über Objektklassen definiert, die von *BPlanGeoObjekt* abgeleitet sind. Die nähere Spezifikation einer Festsetzung geschieht dann über Attribute der Basisklasse und der abgeleiteten Klassen. Die Basisklasse verwaltet dabei die Attribute, die für alle Festsetzungen eines BPlans von Bedeutung sind (s. Tabelle 1). Alle diese Attribute sind optional, d.h. in einer Objekt-Instanz kann der Attributwert angegeben sein, muss es aber nicht.

Attribut	Typ	Bedeutung
text	CharacterString	Textliche Festsetzung, die einer Objekt-Instanz zugeordnet werden kann
nachrichtlUebernahme	Boolean	Nachrichtliche Übernahme einer Festsetzung
aufnahmeAlsFestsetzung	Boolean	Übernahme von landesrechtlichen Regelungen als Festsetzung
bedingungStart	CharacterString	Notwendige Bedingung für die Wirksamkeit einer Festsetzung
bedingungEnde	CharacterString	Notwendige Bedingung für das Ende der Wirksamkeit einer Festsetzung
startDatum	Date	Start-Datum der Wirksamkeit einer Festsetzung
endDatum	Date	End-Datum der Wirksamkeit einer Festsetzung
bundesland	CharacterString	Bundesland

Tabelle 1: Attribute der Basisklasse

Die Attributierung der Objektklassen ist so gestaltet, dass eine definierte Erweiterungsmöglichkeit für neue Festsetzungen besteht. So enthalten z.B. fast alle Aufzählungstypen von Zweckbestimmungen den Wert „Sonstiges“, der über ein optionales Textattribut „SonstigeZweckbestimmung“ näher spezifiziert werden kann.

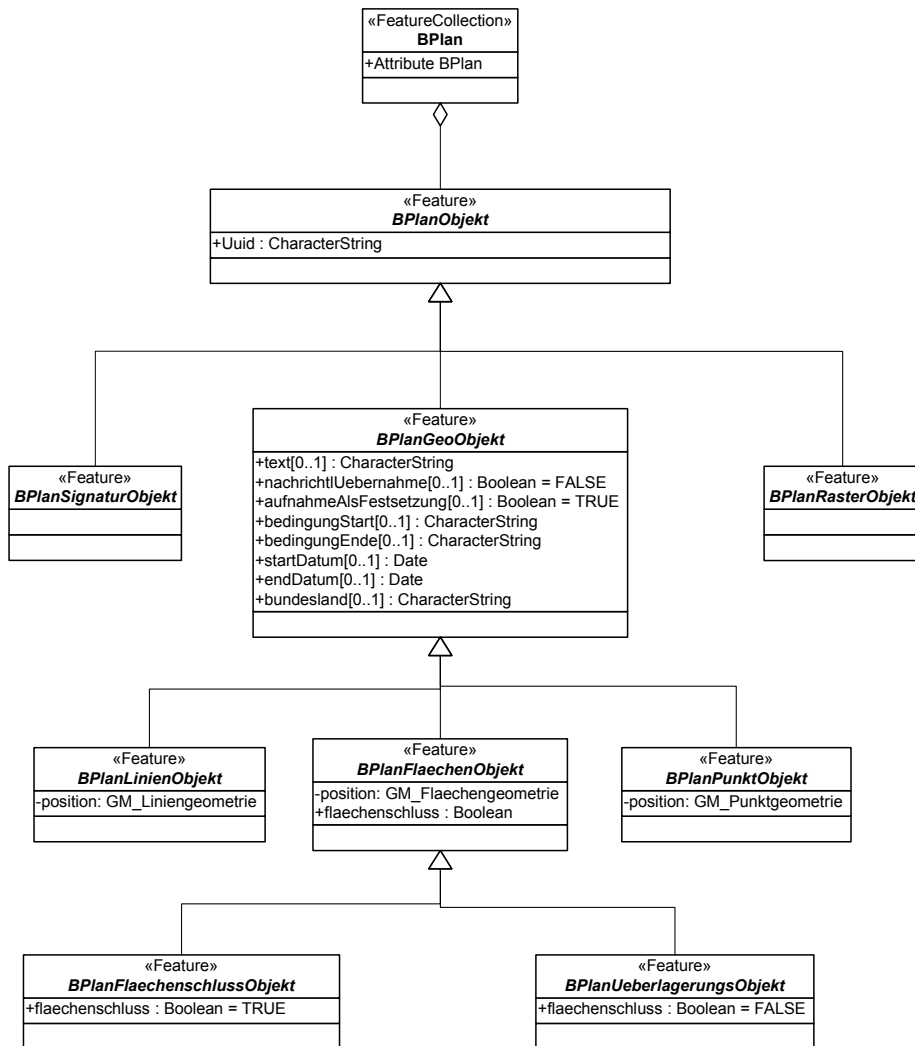


Abb. 1: Klassenhierarchie des Objektmodells

Die Festsetzungen eines BPlans können sich auf Teilflächen, Linien, oder einzelne Punkt-Positionen beziehen. Bei den flächenhaften Festsetzungen ist zu beachten, dass für jeden Teilbereich des Planungsgebietes (mindestens) eine Festsetzung getroffen werden muss,

und dass sich bestimmte Festsetzungen gegenseitig ausschließen. So kann z.B. ein bestimmter Bereich nicht gleichzeitig als Gemeinbedarf-Fläche und als landwirtschaftlich genutzte Fläche ausgewiesen werden. Es gibt aber auch flächenhafte Ausweisungen, die andere Festsetzungen überlagern können oder müssen. So kann z.B. eine Fläche für die Ablagerung von Aufschüttungen und Abgrabungen (§9 Abs. 1 Nr. 17 BauGB) entweder unabhängig festgesetzt, oder innerhalb einer Gewerbegebiets-Fläche (§9 Abs. 1 Nr. 1 BauGB) ausgewiesen werden. Dagegen werden Flächen, in denen bestimmte luftverunreinigende Stoffe nicht oder nur eingeschränkt verwendet werden dürfen (§9 Abs. 1 Nr. 23 BauGB) immer im Zusammenhang mit einer Basis-Festsetzung (z.B. als Baugebiet, Gemeinbedarf-Fläche o. Ä.) getroffen werden.

Die flächenhaften Festsetzungen eines BPlans kann man damit in 2 Gruppen separieren. Eine Gruppe besteht aus den Teilflächen, die einen eindeutigen Flächenschluss bilden (Flächenschluss-Objekte), und eine zweite Gruppe (Überlagerungs-Objekte) aus den restlichen Teilflächen, die Flächenschluss-Objekte überlagern. Geometrisches Merkmal der Flächenschluss-Objekte ist, dass sich je zwei Flächen nur am gemeinsamen Rand berühren, aber nicht überlappen können, und dass die Vereinigung aller Flächenschluss-Objekte das gesamte Planungsgebiet überdeckt.

Für die Strukturierung der Objektklassen mit flächenhafter Geometrie gibt es dementsprechend drei Basisklassen (s. Abb. 1):

BPlanFlaechenObjekt: Basisklasse für Objekte, die kontextabhängig als Flächenschluss-Objekte oder als Überlagerungs-Objekte ausgewiesen werden können. Hierunter fallen u. a. Flächen mit besonderem Nutzungszweck (§9 Abs. 1 Nr. 9 BauGB), Ver- und Entsorgungsflächen (§9 Abs. 1 Nr. 12 u. 14 BauGB), Wasserrechtliche Flächen und Flächen für Wasserwirtschaft und Hochwasserschutz (§9 Abs. 1 Nr. 16 BauGB), und Flächen für Aufschüttungen, Abgrabungen, und die Gewinnung von Bodenschätzen (§9 Abs. 1 Nr. 17 BauGB).

BPlanFlaechenschlussObjekt: Basisklasse für Objekte, die immer als Flächenschluss-Objekte ausgewiesen werden. Dies umfasst Baugebiets-Flächenteile (s. Kap. 3.2), Gemeinbedarf-Flächen (§9 Abs. 1 Nr. 5 BauGB), Spiel- und Sportanlagen (§9 Abs. 1 Nr. 5 BauGB), Verkehrsflächen und Verkehrsflächen besonderer Zweckbestimmung (§9 Abs. 1 Nr. 11 BauGB), Wasserflächen (§9 Abs. 1 Nr. 16 BauGB), Flächen für Landwirtschaft und Wald (§9 Abs. 1 Nr. 18 BauGB), sowie Grünflächen (§9 Abs. 1 Nr. 15 BauGB).

BPlanUeberlagerungsObjekt: Basisklasse für Objekte, die immer als Überlagerungs-Objekte ausgewiesen werden. Hierunter fallen u. A. die Grenze des räumlichen Geltungsbereichs des Bebauungsplans (§9 Abs. 7 BauGB), Flächen mit besonderen Auflagen in Bezug auf Luftreinhaltung oder Immissionsschutz (§9 Abs. 1 Nr. 23 BauGB), oder Flächen, die mit einem Geh-, Fahr- und Leitungsrecht zu belasten sind (§9 Abs. 1 Nr. 21 BauGB).

Neben flächenhaften Festsetzungen gibt es Festsetzungen, die sich auf Linien (z.B. Einfahrtsbereich, Baulinien, Baugrenzen) oder Einzelpositionen (z.B. Anpflanzungen, Denkmalschutz-Anlagen) beziehen. Die zugehörigen Objekte sind immer als „Überlagerungs-Objekte“ anzusehen und werden von den Basisklassen *BPlanLinienObjekt* bzw. *BPlanPunktObjekt* abgeleitet.

3.2 Objektklasse Baugebiet

Abb. 2 zeigt beispielhaft die Modellierung des Objektes „Baugebiet“, mit dessen Hilfe Art und Maß der baulichen Nutzung (§9 Abs. 1 Nr. 1 BauGB, detailliert durch die BauNVO) modelliert werden können.

Jedes Baugebiet setzt sich aus ein oder mehreren Objekten *BaugebietFlaechenTeil* zusammen. Maßgeblich für die Objektbildung ist, dass innerhalb eines *BaugebietFlaechenTeil* Art und Maß der baulichen Nutzung konstant sind. Die Attribute dieser Objektklasse sind (s. Abb. 2):

Die Art der baulichen Nutzung nach Abschnitt 1 der BauNVO;

Die rechtliche Herkunft der Festsetzung;

Eine vorgeschriebene Bauweise (§22 BauNVO);

Die Angabe einer vertikalen Ebene, auf die sich die Festsetzung bezieht;

Festsetzungen zum Maß der baulichen Nutzung (Abschnitt 2 BauNVO);

Festsetzungen zu Gestaltungsmerkmalen, die nach verschiedenen Landes-Bauordnungen möglich sind.

Die ebenfalls regelmäßig vorgenommene Festsetzung der überbaubaren Grundstücksfläche (z.B. durch Ausweisung von Baugrenzen oder Baulinien) geschieht durch spezielle Objekte mit linienhafter Geometrie. Eine direkte Zuordnung zum *Baugebiet* oder *BaugebietFlaechenTeil* ist nicht vorgesehen, da diese Information durch eine geometrische Verschneidung gewonnen werden kann.

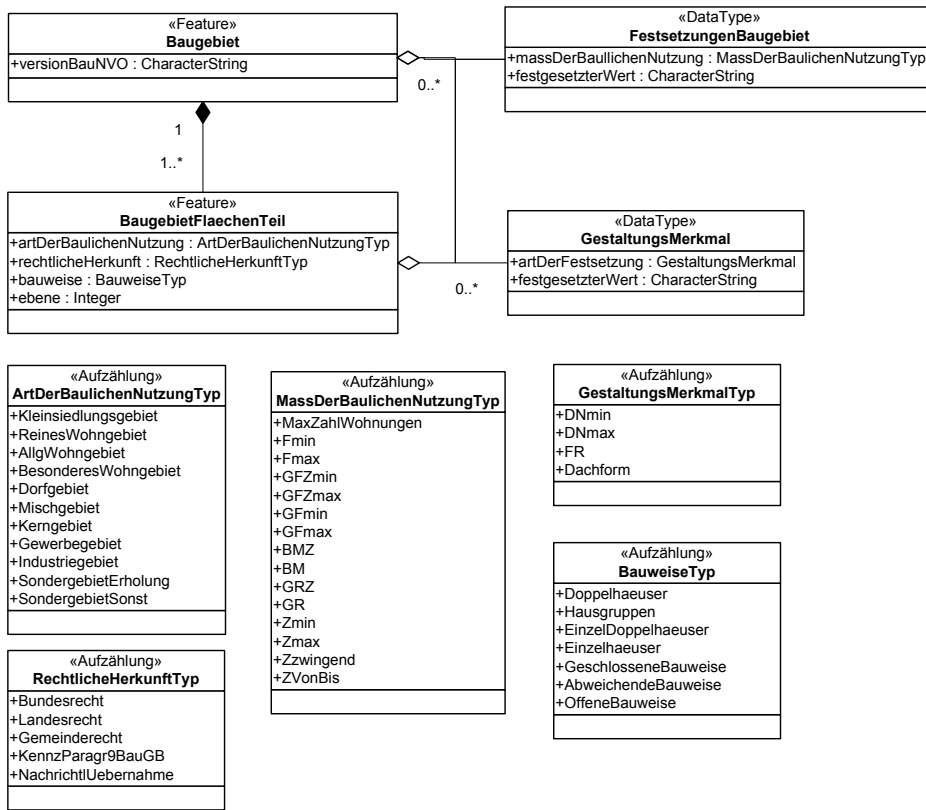


Abb. 2 Objektmodell Baugebiet

4 VISUALISIERUNG EINES BEBAUUNGSPLANS

Den allgemeinen Erstellungsprozess digitaler Karten stellt Abbildung 3 dar.

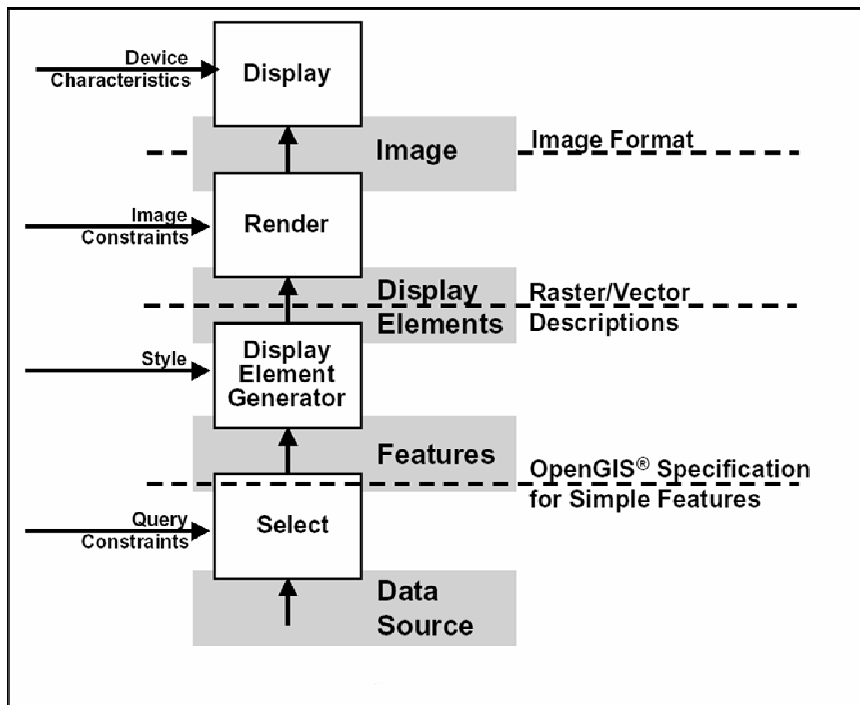


Abb. 3: Portrayal Model (aus Cuthbert 1997)

Grundlage und Rohstoff für die Kartenerstellung sind verschiedene Datenquellen („Data Source“). Dies sind Daten, die in Datenbanken mit raumbezogener Funktionalität vorliegen oder in Vektor- oder Rasterdateien gespeichert sind. Aus diesen Datenquellen und auf Basis bestimmter Anfragebedingungen („Query Constraints“) wird eine Menge von Geobjekten selektiert. Obwohl hier die „OpenGIS Specification for Simple Features“ genannt wird, ist diese Vorgehensweise generisch, die Erzeugung von Geobjekten („Features“) kann auch mittels anderer Schnittstellen oder Mechanismen vor sich gehen.

Die selektierte Menge von Geoobjekten wird nun durch Anwendung von Darstellungsinformationen („Style“) zu Darstellungsobjekten umgewandelt („Display Elements“). Darstellungsobjekte müssen keine weiteren Informationen enthalten, außer der Angabe wie sie gezeichnet werden müssen, sie bestehen also aus Geometrien, Farben, Strichstärken etc. Darstellungselemente können spezielle Objekte einer Programmiersprache oder API sein aber auch beispielsweise SVG⁶⁵-Elemente. Bei der Erstellung von Darstellungselementen kommt der Standard SLD ins Spiel, dieser definiert auf eine herstellerunabhängige Weise die benötigten Darstellungsinformationen.

Darstellungselemente werden dann eingeschränkt durch „Image Constraints“ gerendert, das heißt sie werden gezeichnet und können so für den Nutzer dargestellt werden.

Die Trennung von Geoobjekten und ihren Darstellungsvorschriften, wie sie am Portrayal Model idealtypisch gezeigt wird bringt bestimmte Vorteile mit sich. Insbesondere können die Darstellungsvorschriften und Geoobjekte getrennt voneinander weiterentwickelt werden, wenn die Schnittstelle der beiden Komponenten wohldefiniert ist. Darüber hinaus wird hierdurch ermöglicht, dass eine Darstellungsvorschrift auf verschiedene Mengen von Geoobjekten angewandt wird, ohne dass diese jedes Mal neu definiert werden müssen und es ist problemlos möglich, verschiedene Darstellungen aus einem Datensatz zu generieren.

4.1 Styled Layer Descriptors

Der OGC-Standard Styled Layer Descriptor (SLD, Lalonde 2002) definiert ein herstellerunabhängiges Format für Zeichenvorschriften. SLD selbst ist eine XML-Sprache, die mittels definierter Tags die Darstellung von Flächen, Linien, Punkten und Annotationen fest schreibt. Der SLD-Standard ist eng verbunden mit dem Web Map Service (WMS)-Standard des OGC (De la Beaujardiere 2004). Über SLD-Funktionalität ist es möglich auf die Darstellung von Layern Einfluss zu nehmen, die durch einen WMS angeboten werden. Das Format kann aber daneben auch eingesetzt werden, um den Austausch von Zeichenvorschriften zwischen Desktop-Applikationen zu ermöglichen.

Der SLD-Standard ist im Umfeld des Web Mapping entstanden und dementsprechend an den WMS-Standard gekoppelt. Ein so genannter SLD-WMS erlaubt es Geodaten auf Basis von SLD zu visualisieren.

SLD definiert verschiedene Konstrukte zur Visualisierung von Geodaten. Es können Flächen, Linien, Punkte und Annotationen mit verschiedenen Farben, Strichstärken und Symbolen dargestellt werden. Für spezielle grafische Symbole ist es möglich, Pixelgrafiken (png, gif oder ähnliches) oder SVG-Grafiken einzubinden oder zu referenzieren.

4.2 Umsetzung der Planzeichenverordnung 1990

Im Rahmen des FLOWS-Projektes (FLOWS 2004) wurde untersucht, welche Möglichkeiten SLD bietet, Planungsdaten zu visualisieren, um so zu einer standardisierten Darstellung zu gelangen. Es wurden alle durch die PlanzV 90 definierten Symbole auf ihre Umsetzbarkeit mit Hilfe von SLD 1.0.0 untersucht. Die Visualisierungsvorschriften konnten allerdings in Gruppen eingeteilt werden, die äquivalente Anforderungen an die Visualisierung stellen.

Die Vorgehensweise der Untersuchung sah vor, dass ein spezielles Polygon benutzt wird, um alle Darstellungsvorschriften darauf anzuwenden. Dieses Polygon musste einigermaßen typisch sein, sollte also weder eine zu einfache noch eine ungewöhnlich komplexe Geometrie beinhalten. Das Polygon wurde in einen deegree-WMS (Fitzke et al., 2004) eingebunden, der auch die benötigte SLD-Unterstützung bietet, um die Darstellungsvorschriften zu untersuchen.

Beispiele für einfache Visualisierungen sind in Abbildung 4a) und 4b) zu sehen. Dort werden Planzeichen für Gewerbegebiete dargestellt, in 4a) die farbige Variante (es wurde eine Zeichenvorschrift gewählt, die „farbig“ grau ist aus Gründen des Drucks) und in 4b) die entsprechende schwarz-weiß Darstellung. Darstellungen dieser Art sind mit einem so genannten `PolygonSymbolizer` einfach umzusetzen.

Diese Visualisierungsvorschrift kann als stellvertretend für alle Planzeichen für die Art der baulichen Nutzung gelten. Die verschiedenen Flächensignaturen und deren Beschriftungen sind problemlos mit SLD darstellbar. Die einzige Problematik, die hier existiert ist dass die Annotationen beziehungsweise Symbole, so sie direkt auf ein Polygon angewandt werden, nur eingeschränkt verschiebbar sind. Es bleibt der jeweiligen Implementierung überlassen, wo das Planzeichen gesetzt wird, vorgeschlagen von Seiten des Standards wird die Benutzung des Zentroids oder eines vergleichbaren repräsentativen Punktes des Polygons. In der gerade in Entwicklung befindlichen nächsten Version des SLD-Standards wird dieses Defizit zumindest teilweise gelöst, man kann dort `GraphicSymbols` beliebig verschieben.

4c) und 4d) zeigen komplexere Visualisierungen hinsichtlich der Zeichenvorschrift für die Außenbegrenzungen. Bei beiden Nutzungsarten, Flächen für Aufschüttungen und Hochwasserrückhaltebecken, wird die Liniensignatur durch ein sich wiederholendes Symbol definiert. Hier und insbesondere in 4c) kann man erkennen, worin im Detail die Probleme liegen, die PlanzV mittels SLD zu visualisieren: Die korrekte Ausgestaltung von Ecken ist schwer umzusetzen.

⁶⁵ Scalable Vector Graphics, eine XML-Anwendung zur Beschreibung von Vektorinformationen
10th International Conference on Information & Communication Technologies (ICT)
in Urban Planning and Spatial Development and Impacts of ICT on Physical Space

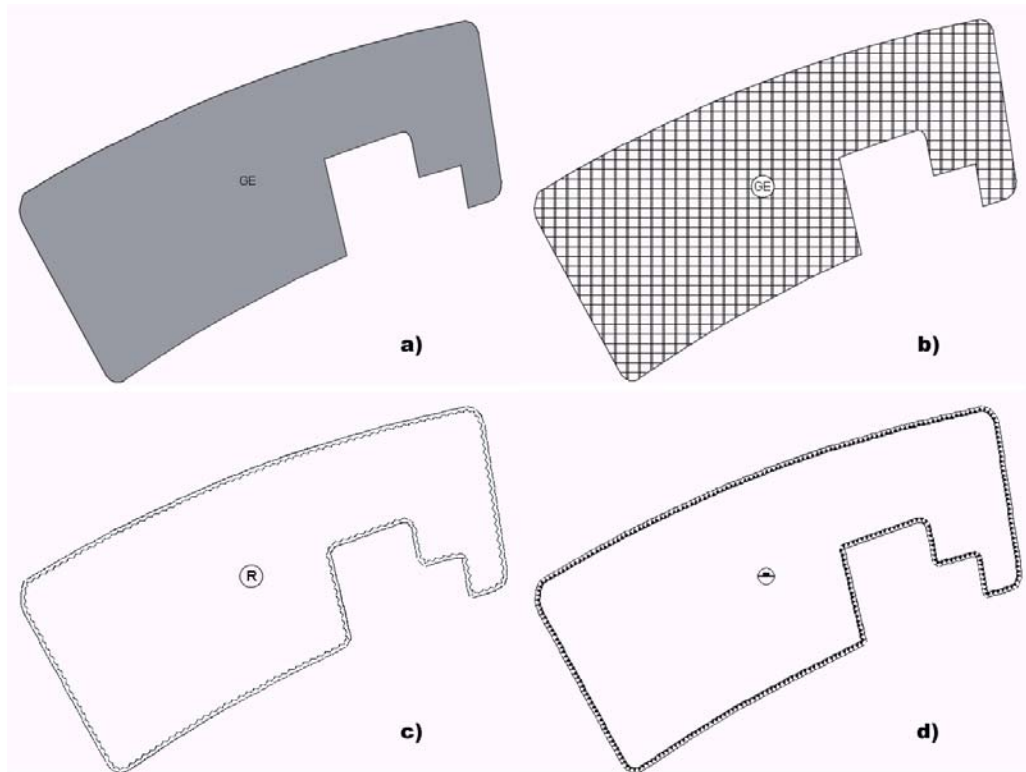


Abb. 4: Visualisierungen verschiedener Nutzungsarten

In Abbildung 5 ist aus Gründen der Anschaulichkeit das Problem noch einmal im Detail dargestellt. Komplexe Visualisierungsvorschriften für Linien werden bei SLD durch das wiederholte Zeichnen einer Pixelgrafik umgesetzt, die wieder und wieder aneinandergesetzt wird. Dies kann zu Lücken, Überschneidungen und teilweise gerundeten Ecken führen. Insbesondere die Ausgestaltung von Ecken, die durch die PlanzV sehr präzise vorgegeben ist, ist mit SLD im vorhandenen Status nicht möglich.

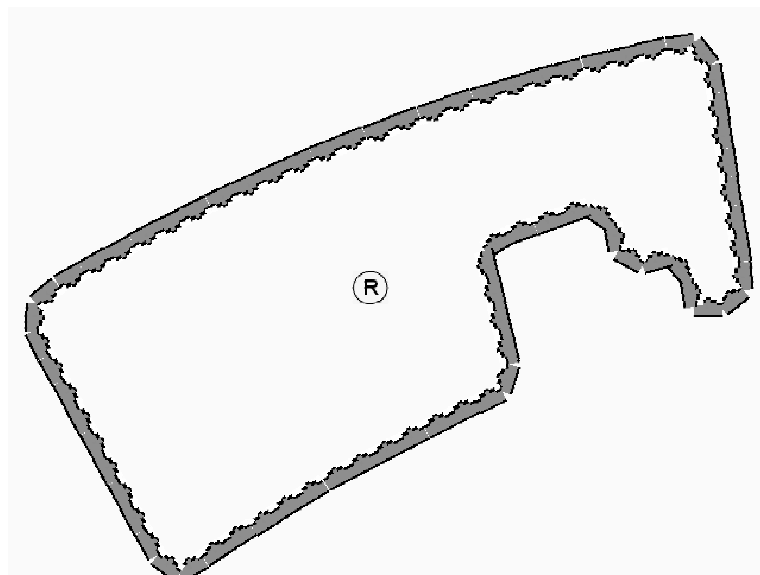


Abb. 5: SLD-Visualisierung eines Hochwasserrückhaltebeckens

Ein weiteres Problem bei der akribischen Umsetzung der PlanzV ist die Darstellungsgröße der Signaturen, die maßstabsabhängig ist. Beispielsweise sollten spezielle Liniensignaturen im Maßstab 1:1000 3 mm breit gezeichnet werden, im Maßstab 1:2000 aber nur in 1,5 mm Breite. SLD erlaubt die Definition von maßstabsabhängigen Zeichenvorschriften, wobei diese immer nur intervallweise definiert werden können. Durch diesen Mechanismus kann man für Standard-Maßstäbe dieses Problem in den Griff bekommen, es ist aber nicht möglich eine kontinuierliche Anpassung der Darstellungsgröße in Beziehung zum Maßstab zu definieren.

4.3 Ergebnisse der Untersuchung

Grundlegend ist es möglich, die PlanzV mit Hilfe des SLD-Standards umzusetzen, die Beschränkungen hierbei liegen im Detail. Insbesondere die saubere Ausgestaltung von Ecken bei komplexen Liniensignaturen ist auch mit kleineren Änderungen am SLD-Standard nicht möglich. Dies rührt daher, dass letztendlich der SLD-Standard aus einer anderen konzeptionellen Welt herrührt als die PlanzV. Die PlanzV wurde als eine Darstellungsvorschrift für analoge Kartenwerke entwickelt, die manuell oder seit der jüngeren

Vergangenheit mit CAD-Systemen hergestellt wurden, während der SLD-Standard im WebGIS-Umfeld entwickelt wurde. Die PlanzV wird normalerweise eng interpretiert, die gezeichneten Planzeichen werden sehr präzise in Bauplänen umgesetzt. Inhaltlich wäre es letztendlich nicht notwendig, eine solch akribische Umsetzung vorzunehmen, wichtig ist die äquivalente Abbildung der Inhalte.

Im Rahmen der Projektgruppe hat man sich entschlossen, über Szenarien der Darstellung der PlanzV nachzudenken, was als Teil der ePlanzV-Umsetzung zu verstehen ist. Für rechtlich nicht verbindliche, rein informative Darstellungen von Bauplänen würde der Einsatz der SLD-Technologie und die Definition vorgegebener SLD-Dokumente, die auf dem ebenfalls in der Initiative entwickelten Objektmodell aufbauen, die standardisierte und einheitliche Visualisierung von Bauplänen erlauben. Die integrierte und vollständig vergleichbare Darstellung von B-Plänen in Web, die durch verschiedene Kommunen erstellt worden sind, wird hiermit möglich.

5 PROJEKTSTAND UND AUSBLICK

Das in der Arbeitsgruppe erarbeitete geometrisch/semantische Objektmodell der Festsetzungen und Regelungen eines Bebauungsplanes hat sich stabilisiert. Das Objektmodell bedarf als nächstem Schritt einer fachlichen Qualitätssicherung durch möglichst viele Akteure. Der Kreis der einzubeziehenden Gremien reicht von den kommunalen Spitzenverbänden (Deutscher Städtetag, Deutscher Städte- und Gemeindebund, Landkreistag) über die berufsständigen Vertretungen von Stadtplanern, wie z.B. dem SRL, dem IVR oder den Architektenkammern, Experten aus dem Vermessungs- und Liegenschaftswesen bis hin zu Applikationsherstellern der Bauleitplanung aus dem CAD / GIS Umfeld. Aufbauend auf diesem Objektmodell gilt es ein GML-3 konformes Applikationsschema für einen Bebauungsplan als Basis eines Austauschformates zu entwickeln. Fachfirmen sollen möglichst schnell an den Ergebnissen der Arbeitsgruppe partizipieren können, um zu ersten Interoperabilitätstests zu kommen. Neben dieser Arbeit wird parallel die Arbeit an der Definition weiterer Objektmodelle wie z.B. ein Modell zur Beschreibung der Darstellungen eines Flächennutzungsplanes oder Vorhaben- und Erschließungsplanes fortgesetzt. Es gilt, die Standardisierungsarbeit im Jahre 2005 möglichst weit voranzubringen, um einerseits die Unterstützung der Arbeit durch die Media@Komm – Transferagentur, vertreten durch die Fa. CapGemini, und andererseits die Diskussion um die ALKIS Implementation zu nutzen. Diese gibt aktuell die Chance, einen neuen technologischen Austauschstandard auf Basis der Standards des OGC durchzusetzen, ohne eine Entscheidung über die Tiefe der Einbindung in das ALKIS Fachverfahren vorwegzunehmen. So formuliert der Leitfaden zur Modellierung von Fachinformationen unter Verwendung der GeoInfoDok u. a. das Ziel: „Eine integrierte Führung von ALKIS-Daten und kommunalen Daten muss unterstützt werden, Inkonsistenzen müssen vermieden werden. Beispiel: Wenn ein Flurstück untergeht, dann müssen auch die zu diesem Flurstück ergänzend geführten Fachdaten untergehen.“ Dies ist natürlich für die Belange der Bauleitplanung problematisch. Die Festsetzungen eines Flurstückes dürfen auf keinen Fall untergehen.

Weiterhin gilt es zu prüfen, in wie weit das Bundesministerium für Verkehr, Bau und Wohnungswesen hinsichtlich einer aktualisierten Fassung einer Planzeichenverordnung gesetzgeberisch tätig werden sollte. Das visuelle Bild der Planzeichenverordnung ist sehr dem analogen Zeichnen mit Hilfsmitteln wie z.B. Selbstklebefolien oder –bändern verhaftet. Die Arbeit an Bauleitplänen wird mittlerweile in großem Umfang digital durchgeführt. Es hat lange genug gedauert, bis das visuelle Bild der Planzeichenverordnung computergestützt wiedergegeben werden konnte. Von einigen Programmen werden immer noch nicht alle Planzeichen digital zufrieden stellend wiedergegeben. Es stellt sich die Frage, ob man die Darstellung der Planzeichenverordnung nicht entschlacken könnte. Die Planzeichenverordnung müsste sowieso ergänzt werden, da das EAG Bau u. a. neue Festsetzungen für das Abstellen von Fahrrädern oder zeitliche begrenzte Festsetzungen ermöglicht, für den es bislang keine adäquaten Visualisierungsvorschläge gibt.

Das visuelle Bild war bislang die einzige Möglichkeit, die Inhalte eines Bebauungsplanes wiederzugeben und für andere transparent zu machen. Die fachlichen Inhalte dieses Bildes waren bislang jedoch meist nur Experten auf den ersten Blick vermittelbar. In Zukunft ist der Träger der Inhalte eines Bebauungsplans nicht mehr das Bild allein. Die Inhalte eines Bebauungsplans sind in einem Datenfile (GML Datei) beschrieben, das auf einem einheitlichen Objektmodell beruht. Auf Grundlage dieses Datenfiles könnten unterschiedliche Visualisierungsvorschriften angewandt werden, um den Inhalt eines Bebauungsplans zielgruppenspezifisch oder jeweils für ein Ausgabemedium (Bildschirm, PDA, Druck, ...) optimiert wiederzugeben. Dieses Vorgehen würde dann eine Abkehr von Karten und Planzeichen als Informationsträger hin zu interoperablen ISO-konformen Datenmodellen und Visualisierungsvorschriften bedeuten. Dieses Vorgehen ist jedoch bislang nicht durch die gesetzlichen Bestimmungen der Planzeichenverordnung gedeckt. Bebauungspläne sind rechtsverbindliche Pläne, die als Satzungen oder Rechtsverordnungen verabschiedet werden und der Unterschrift eines Bevollmächtigten (Bürgermeister, Bezirksamtsvorsteher – näheres regeln die Gemeindeordnungen der Bundesländer) bedürfen. Ein Bebauungsplan ist ein Rechtsdokument. Der semantische Inhalt eines Bebauungsplans kann in Zukunft auch durch den Datensatz eindeutig bestimmt werden. Folgerichtig müsste dann auch dieser digital signiert werden. Ein Ausdruck und eine handschriftliche Signatur sind jedoch auch in Zukunft auf alle Fälle sinnvoll, um auch die längerfristige Lagerung eines Rechtsdokuments zu ermöglichen. Die Gemeindeordnungen müssten um die Möglichkeit ergänzt werden, auch Rechtsdokumente digital signieren zu können.

Die Definition einer elektronischen Planzeichenverordnung, basierend auf einem einheitlichen Objektmodell, kann jedoch nur der erste Schritt eines eGovernment Projektes zur Unterstützung der Bauleitplanung sein. Es gilt das gesamte Verfahren der Aufstellung oder Änderung eines Bauleitplanes digital in Form einer digitalen Planungsakte zu unterstützen. Anstatt Berge von Aktenordern einer Genehmigungsbehörde zu übermitteln, sollte in Zukunft das gesamte Verfahren digital beschrieben und einer Genehmigungsbehörde elektronisch übermittelt werden können. In dieser digitalen Planungsakte wären dann alle Dokumente, die das Verfahren beschreiben, hinterlegt. Weiterhin müssten alle Beteiligungsverfahren dokumentiert werden. Ergebnisse des Media@Komm Transfer Projektes „Beteiligungsverfahren in Planungsprozessen“ sollten in die Beschreibung dieses Verfahrens einfließen. Eine digitale Beschreibung und Dokumentation des Verfahrens erleichtert auch in Zukunft die Navigation in den Akten für die Allgemeinheit. Das Verfahren müsste so aufbereitet sein, dass es den Anforderungen an zukünftige Informationsfreiheitsgesetze genügt. Bürger und Bürgerinnen könnten an Terminals in der Verwaltung (unter Wahrung datenschutzrechtlicher Bestimmungen) in der Verfahrensakte eigenständig recherchieren. Dieses Verfahren würde sich in die Reihe der XÖvs Standards einreihen, z.B. als „XPlanung“. Diese

Verfahren hätte dann auch eher den Charakter eines Dokumentenmanagementverfahrens (Beispiel: DOMEA). Eine genaue Festlegung auf Inhalte ist in diesem Stadium allerdings noch zu früh. Die Etablierung eines Objektmodells zur Beschreibung der Inhalte eines Bauleitplanes ist jedoch unabdingbare Voraussetzung, um dieses zukünftige Projekt anzugehen.

An dieser Stelle möchten wir allen Mitgliedern der Arbeitsgruppen EPlanV bzw. XPlanung sowie der Projektleitung für die äußerst produktive Gruppenarbeit der letzten Monate danken.

6 LITERATUR

- AdV - Arbeitsgemeinschaft der Vermessungsverwaltungen der Länder der Bundesrepublik Deutschland: Dokumentation zur Modellierung der Geoinformationen des amtlichen Vermessungswesens (GeoInfoDok), Version 3.0, 2004
- AdV - Arbeitsgemeinschaft der Vermessungsverwaltungen der Länder der Bundesrepublik Deutschland: Modellierung von Fachinformationen unter Verwendung der GeoInfoDok, Leifaden, Version 1.0, Stand: 01.10, 2004
- Cuthbert A.: User interaction with geospatial data. OpenGIS Project Document 98-060, 1997, <http://www.opengis.org/wwwmap/>
- Deutschland-Online: <http://www.deutschland-online.de/index.htm>
- de La Beaujardière J. (Hrsg.): OpenGIS® Web Map Service Version 1.3. OpenGIS Project Document 04-024, 2004, <http://www.opengeospatial.org/specs/?page=specs>
- Fitzke J., Greve K., Müller M und Poth A: Building SDIs with Free Software – the deegree project. In: Proceedings of CORP 2004, 25. - 17. Februar 2004 in Wien, Österreich. http://corp.mmp.kosnet.com/CORP_CD_2004/archiv/papers/CORP2004_papers_neu.htm
- FLWS: <http://www.interregnorthsea.org/project-details.asp?id=1-16-31-7-546-02>, 2004
- Jeckle M., Rupp C., Hahn J., Zengler B., Queins S.: UML 2 glasklar; Carl Hanser Verlag, 2004.
- Lalonde W. (Hrsg.): Styled Layer Descriptor Implementation Specification. OpenGIS Project Document 02-070, 2002, <http://www.opengeospatial.org/specs/?page=specs>
- MEDIA@Komm-Transfer: <http://www.mediakomm-transfer.de/>
- OGC – Open Geospatial Consortium: <http://www.opengeospatial.org/>