

# Basis und Funktionalitäten eines universitären geographischen Informationssystems<sup>1</sup>

(mit 6 Bildern)

Von Karl Neumann, Sarah Tauscher und Ingo Melching, Braunschweig

**ZUSAMMENFASSUNG:** Campusnavigatoren sind spezialisierte geographische Informationssysteme mit reduziertem Funktionsumfang, die hauptsächlich Suchfunktionen für Studierende und Lehrende zu Verfügung stellen. Im vorliegenden Text beschreiben wir den Entwurf und die prototypische Implementierung eines solchen Navigators für die TU Braunschweig, wobei wir uns auf einige Funktionen von Google Maps stützen.

**ABSTRACT:** Campus navigation systems are specialized geographical information systems with reduced functionality. They supply students and lecturers with search functions. In this paper we sketch out the design and a prototypical implementation of a campus navigation system, projected for TU Braunschweig. The system is partially based on the functionality provided by google maps.

## 1 Einleitung

Mit der Aufbereitung des Layouts sowie dem Hinzufügen neuer Funktionen werden die Internetseiten der Technischen Universität Braunschweig (TU Braunschweig) seit dem Jahr 2002 kontinuierlich verbessert und ansprechender gestaltet. Leider fehlt im Web-Angebot bislang ein Campusnavigator, wie er von zahlreichen anderen Hochschulen angeboten wird. So findet man ein sehr gelungenes Beispiel eines solchen Campusnavigators bei der TU Dresden. Wählt man in diesem System die Suche per Karte, wird zunächst eine Übersichtskarte angezeigt, in der die Universitäts-Standorte sowie wichtige Straßen dargestellt werden (vgl. Bild 1). Durch Anklicken eines Bereiches gelangt man auf eine detaillierte Standortkarte, auf der einzelne Gebäude auswählbar sind. Hier kann man sich dann weitere Informationen anzeigen lassen.



Bild 1 – eine Ansicht des Campusnavigators der TU Dresden

<sup>1</sup> Erscheint in Mitteilungen des Bundesamtes für Kartographie und Geodäsie, Frankfurt M., 2009

Dagegen bietet der Web-Auftritt der TU Braunschweig zurzeit lediglich einige Übersichtspläne mit Gesamtübersichten des Zentralbereichs sowie der Teilbereiche "Campus Nord" und "Campus Ost". Diese vorhandenen kartenähnlichen Graphiken können aber die Grundlage eines Campusnavigators bilden, dessen prototypischer Entwurf im Folgenden dargestellt wird.

Dazu erläutern wir im nächsten Abschnitt allgemein Funktionalitäten und Architektur eines Campusnavigators. Danach gehen wir auf die verschiedenen Datenquellen – und die zuständigen Dienststellen – ein, die im Bereich der TU Braunschweig für die Datenbasis des Navigators relevant sind. Im 4. Abschnitt diskutieren wir den Entwurf der benötigten (relationalen) Datenbank, und der 5. Abschnitt präsentiert den implementierten Informationssystem-Prototypen. Im letzten Abschnitt fassen wir die Ergebnisse unserer Arbeit kurz zusammen und geben einen Ausblick auf weitere mögliche Aktivitäten.

Unsere Ausführungen stellen im Wesentlichen eine stark komprimierte Sicht auf die Arbeit von *Melching 2008* dar, auf die wir deshalb an dieser Stelle ausdrücklich verweisen wollen.

## 2 Funktionen eines Campusnavigators

Ein Campusnavigator besteht aus zwei unterschiedlichen Funktionsbereichen: den Funktionen für die "eigentlichen" Benutzer und den Administrationsfunktionen. Diese Zweiteilung spiegelt sich auch in der Architektur des Gesamtsystems wider, das von einem Webserver für die Endbenutzer und einem Backend für die Verwaltung gebildet wird. Beide Komponenten greifen auf eine zentrale Datenbank zu (vgl. Bild 2).

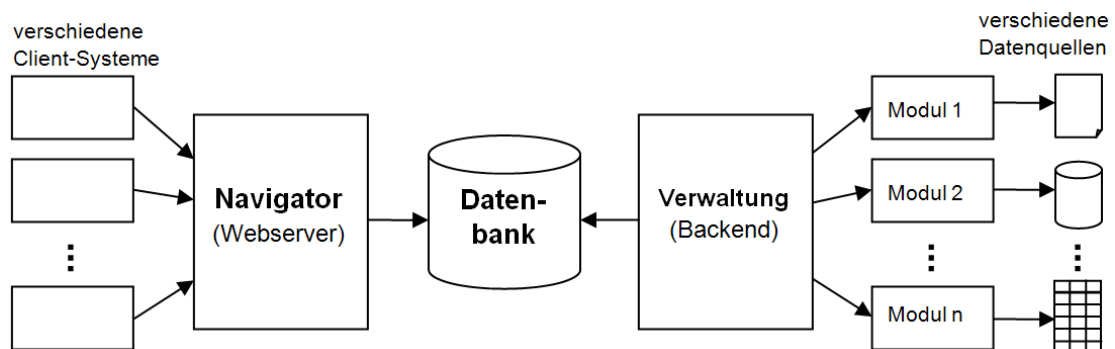


Bild 2 - Grundfunktionen und Architektur eines Campusnavigators

Das erste Teilsystem – der Navigator – stellt hauptsächlich Suchfunktionen für Studierende und Lehrende zu Verfügung. Hier können sich etwa neue Studenten orientieren und nach noch unbekanntenen Hörsälen suchen, oder Dozenten fragen weitergehende Informationen über Ausstattungen ab, z.B. ob ein bestimmter Raum über Beamer und drahtlosen Rechnerzugang verfügt. Dabei sollte die Position eines gesuchten Raumes oder Instituts in wählbaren Zoomstufen auf Präsentationsgraphiken dargestellt werden, die sich an Übersichtskarten, Lageplänen und Grundrissen orientieren (vgl. *Kraak/Brown 2001* und *Korduan/Zehner 2007*). Bei der Eingabe von Hörsaal- oder Institutsbezeichnungen erwartet man – wie bei ähnlichen Webservern üblich – die komfortable Unterstützung durch Listboxen und durch automatische Vervollständigung von Teilbezeichnungen.

Das Administrationsprogramm, das für die Endbenutzer nicht sichtbar und auch nicht erreichbar ist, stellt Funktionen zur Pflege der Daten bereit. Dies sind das laufende Aktualisieren des einmal aufge-

bauten Datenbestands und die initiale Bereitstellung der Datenbasis. Da in einer gewachsenen universitären Umgebung die für einen Campusnavigator relevanten Daten meist aus sehr heterogenen Quellen stammen, werden mehrere unabhängige Konvertierungsmodule zum Aufbau der Datenbasis vorgesehen. Diese nehmen die verschiedenen Eingangsdaten auf und bilden sie auf die zentrale Datenbank ab. Um welche Daten es sich hier im Einzelnen handelt und in welchen Formaten sie vorliegen, skizzieren wir im folgenden Abschnitt.

### 3 Vorhandene Daten

Unsere Recherchen ergaben, dass an der TU Braunschweig mindestens folgende Dienststellen Daten erheben und verwalten, die für einen Campusnavigator relevant sind: Abteilung Gebäudemanagement, Abteilung Elektrotechnik und Mechatronik, Abteilung Netze, Abteilung Kommunikationstechnik, Pressestelle, Stabstelle Infrastrukturplanung.

Die Abteilung Gebäudemanagement ist für die Verwaltung der Gebäude und Liegenschaften zuständig. Dort wurde kürzlich ein CAFM-System (Computer Aided Facility Management) eingeführt, das sich auf eine interne relationale Datenbank stützt. Leider bestehen für den Navigator u.a. aus Gründen des Datenschutzes keine direkten Zugriffsmöglichkeiten auf diese Datenbank. Relevante Gebäudedaten wie Gebäudenummer und -adresse, Standort sowie Baujahr können jedoch problemlos als Textdateien exportiert und über ein entsprechendes Modul automatisch in die Datenbank des Navigators geladen werden. Die Abteilung erfasst außerdem zurzeit die Grundrisse der Universitätsgebäude in einem Vektorformat, allerdings ohne geographische Koordinaten zu benutzen. Wahrscheinlich können diese für die Hörsaalsuche benötigten Grundrisse dennoch als abgeleitete Graphiken für den Navigator verwendet werden.

Zusätzlich zu den Gebäudenummern, -adressen und Standorten werden deren Namen benötigt, da diese geläufiger als die Gebäudenummern sind und deswegen für die Suchfunktion zur Verfügung stehen sollten. Eine passende Liste der Gebäudenamen ist bei der Pressestelle in Form einer PDF-Datei erhältlich. Ebenso kann die Pressestelle Photos von den meisten Gebäuden sowie von größeren Hörsälen bereitstellen. Außerdem gibt es dort eine kartenähnliche Graphik, die für die Öffentlichkeitsarbeit erstellt wurde. Diese Graphik kann als Grundlage für die Präsentation der Ergebnisse der Gebäudesuche dienen (vgl. Bild 3). Die abgebildeten Gebäudenummern, die ausschließlich von der Pressestelle verwendet und für den Navigator irrelevant sind, sind problemlos zu entfernen. Anschließend steht der Lageplan als Pixelgraphik mit sehr guter Auflösung für den Navigator zur Verfügung.

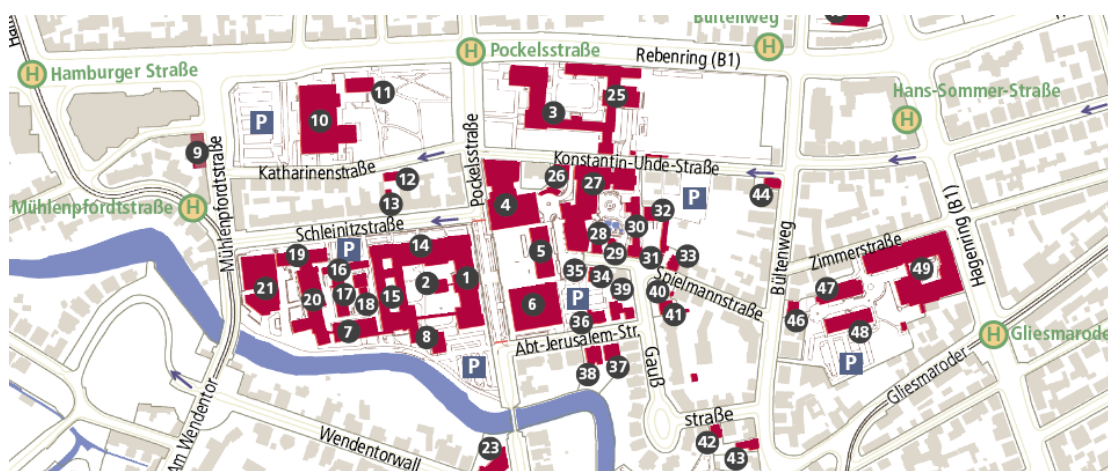


Bild 3 - Lageplan des Zentralbereiches der TU Braunschweig

Eine Raumliste ist als Excel-Datei bei der Stabstelle Infrastrukturplanung verfügbar. Diese Liste könnte automatisch in die Datenbank eingelagert werden, jedoch stimmen die Raumnummern und Stockwerksbezeichnungen teilweise nicht mit den an den Gebäuden angebrachten Bezeichnungen überein. Des Weiteren werden die Räume lediglich nach Hörsälen und Seminarräumen unterschieden, was für den Navigator zu ungenau ist, da zusätzlich zumindest die Angabe von Rechnerräumen und Laboren wünschenswert wäre. Bei der Übernahme der Raumliste müssen diese Daten daher per Hand korrigiert bzw. nacherfasst werden.

Eine weitere Excel-Datei, nun mit Informationen zur technischen Ausstattung von Räumen, wird von der Abteilung Elektrotechnik und Mechatronik geführt. Allerdings werden manche Hörsäle und Seminarräume direkt von einigen Instituten ausgestattet, so dass die Angaben leider nicht vollständig sind. Die ebenfalls zu den Räumen gehörenden Informationen zum drahtlosen Rechnerzugang werden von der Abteilung Netze gepflegt, die momentan ein "Wireless Control System" aufbaut, in dem u.a. die Lage der Accesspoints sowie die Funknetzabdeckung erfasst werden.

Die Angaben über alle Universitätsinstitute und die zentralen Einrichtungen sind am einfachsten über das Telefonbuch der TU Braunschweig zu gewinnen, das von der Abteilung Kommunikationstechnik geführt wird. Hierbei handelt es sich erneut um eine Excel-Datei, die ebenfalls über ein entsprechendes Modul automatisch in die Datenbank eingelagert werden kann.

Die bei den sechs aufgeführten Dienststellen analysierten Daten werden also teilweise manuell vervollständigt und über speziell entwickelte Importmodule in die zentrale Datenbasis des Navigators eingelesen. Die Struktur dieser Datenbank erläutern wir im folgenden Abschnitt.

#### 4 Datenbankentwurf

Gemessen an der Heterogenität und Verteiltheit der für den Navigator relevanten Daten, ist das resultierende Objektklassendiagramm der zentralen Datenbasis sehr überschaubar: Es besteht lediglich aus den fünf Klassen Gebäude, Raum, Grundriss, Institut und Einrichtung (vgl. Bild 4). Zentrales Element ist die Klasse Gebäude mit den Komponenten Raum und Grundriss.

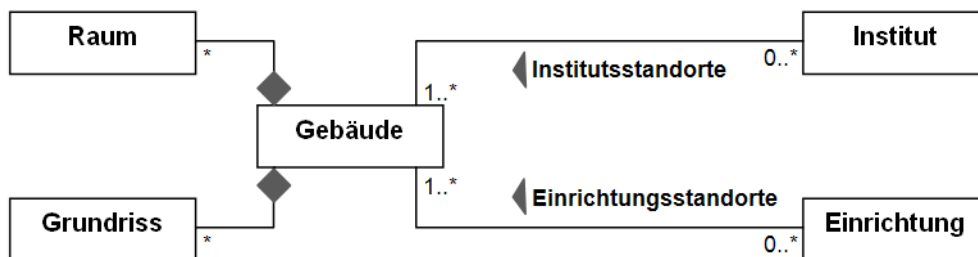


Bild 4 - Objektklassendiagramm der Datenbasis

Bei der Umsetzung des Klassendiagramms in Relationen benötigt man zusätzlich zu den fünf Relationen für die fünf Objektklassen zwei Relationen für die n:m-Assoziationen, die zwischen Gebäuden und Instituten sowie Gebäuden und Einrichtungen bestehen. Damit ergibt sich ein Datenbankschema aus insgesamt sieben Relationen.

Als Beispiel der Einrichtung von Relationen mit der Standardsprache SQL diskutieren wir hier lediglich die Gebäuderelation mit ihren elf Attributen (Zeilen 1–16, weiter unten). Die meisten dieser Attri-

bute beruhen auf speziell definierten Domänen, die als Einschränkungen vorgegebener Datentypen spezifiziert wurden. So basiert der Bereich Koordinaten auf Zeichenketten der Länge 8 und lässt Konstanten von geographischen Koordinaten zu, die in Dezimalgradangaben notiert werden (Zeilen 1 und 2). Die Attribute Länge und Breite, für die der Koordinatentyp definiert wurde, bestimmen den Punkt, an dem bei einer Suche nach Gebäuden eine Markierung platziert werden soll. Dabei erscheint die vorgesehene Genauigkeit von ca. einem Meter für einen Campusnavigator ausreichend.

```

01 CREATE DOMAIN Koordinaten AS VARCHAR(8) CHECK
02 (VALUE SIMILAR TO '[0-9][0-9].[0-9][0-9][0-9][0-9][0-9]');
03
04 CREATE TABLE Gebaeude (
05     Gebaeudenr      Gebaeudenrm NOT NULL,
06     Strasse         Strasse      NOT NULL,
07     HausNr          HausNr       NOT NULL,
08     PLZ             PLZ          NOT NULL,
09     Ort             Ort           NOT NULL,
10     Bereich         Bereiche     NOT NULL,
11     Gebaeudename    VARCHAR(40),
12     Bild            URLs,
13     Text            VARCHAR,
14     Länge           Koordinaten NOT NULL,
15     Breite          Koordinaten NOT NULL,
16     PRIMARY KEY (Gebaeudenr));

```

Bei der Wahl eines Attributs als Schlüssel kann einfach die von der Verwaltung vergebene Gebäudenummer verwendet werden (Zeile 16). Schließlich muss noch beachtet werden, dass die meisten Attributwerte obligat sind (z.B. Gebaeudenr und Strasse, NOT NULL), während einige andere auch unbesetzt sein dürfen (die Angabe NOT NULL fehlt dann). Bei der Definition der Relationen Einrichtungsstandorte und Institutsstandorte, die jeweils die Umsetzung von Assoziationsklassen darstellen, sind wie üblich die Schlüsselattribute der an der Assoziation beteiligten Objektklassen als Fremdschlüssel zu wählen.

Für die sieben Relationen kann eine Reihe von Integritätsbedingungen angegeben werden, etwa dass zwei Gebäude nicht identische Längen- und Breitenangaben haben dürfen. Solche Bedingungen lassen sich systematisch durch Datenbank-Trigger implementieren. In diesem Fall überprüft der zugeordnete Trigger nach jeder Aktualisierung der Relation Gebäude, ob die Längen- und Breitenangaben noch verschieden sind. Falls das nicht der Fall sein sollte, veranlasst der Trigger die Rücksetzung der letzten – nicht erlaubten – Aktualisierung. Alle Domänen-, Relationen- und Triggerdefinitionen werden dann als SQL-Befehle eines Datenbanksystems umgesetzt, in unserem Fall des Datenbanksystems Postgres. Die beiden Funktionsbereiche des Campusnavigators, der eigentliche Navigator und die Administrationsmodule, können nun als Anwendungen auf der implementierten Datenbasis realisiert werden.

## 5 Prototyp

Wie in Abschnitt 2 skizziert, dienen die Administrationsmodule neben der Pflege der zentralen Datenbasis auch deren Aufbau. Am Beispiel der Konvertierung einer Excel-Datei mit Informationen zur technischen Ausstattung von Räumen wollen wir die Funktionsweise eines dieser Module kurz erläutern. Mit Hilfe der Java-Programmierschnittstelle JExcelApi können Excel-Dateien recht einfach ein-

gelesen und weiterverarbeitet werden. Zusammen mit der jeweiligen Raumnummer lassen sich die Ausstattungsdetails (Beamer, Overheadprojektor, Diaprojektor, Audioanlage) daher aus der Excel-Datei extrahieren und in passende Variablen eines Java-Programmes schreiben. Über die Anwendungsprogrammchnittstelle JDBC können die dem richtigen Raum zugeordneten Informationen nun als SQL-Aktualisierungen von Attributen der Raumrelation formuliert werden. Damit sind die gewünschten Daten von einer Excel-Datei in die Postgres-Datenbank transferiert worden.

Zur prototypischen Realisierung des Navigators bieten sich die aus Google Maps bekannten Funktionen zur Anzeige von kartenähnlichen Graphiken an: Ausschnitte können gewählt werden, es gibt Zoom- und Scroll-Funktionen. Diese Funktionalität wird auch als Programmierschnittstelle in Form einer Sammlung von Javascript-Funktionen bereitgestellt. Damit ist es möglich, das von Google Maps bereitgestellte Kartenmaterial mit speziellen Informationen anzureichern und auf einer eigenen Webseite zu präsentieren. Als Voreinstellung sind eine Straßenkarte, eine Satellitenkarte sowie eine Geländedarstellung vorhanden. Es ist aber auch möglich, eigene Kartengraphiken einzubinden, wie Bild 5 zeigt: Hier wurde die modifizierte kartenähnliche Graphik der Pressestelle anstatt der vorgesehenen Geländedarstellung verwendet. Oben rechts wird dies durch die Angabe "Campus" neben den gewohnten Marken "Karte" und "Satellit" symbolisiert.

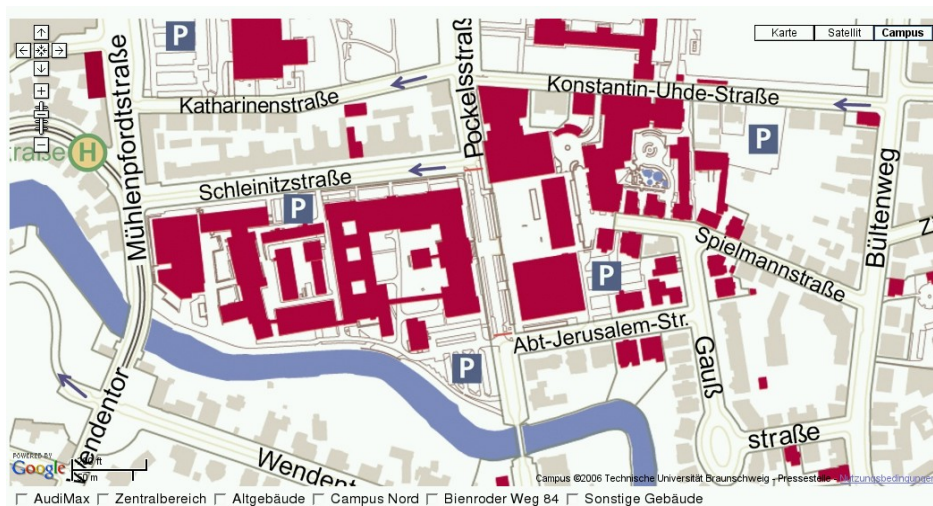


Bild 5 - prototypischer Navigator mit Funktionen von Google Maps

Mit der weiter unten aufgeführten Funktion zum initialen Laden eines Kartenausschnitts (Zeilen 1–12) wird auch dessen Größe festgelegt (Zeile 3) und weitere Parameter eingestellt, etwa in unserem Beispiel das Entfernen der Geländedarstellung (Zeile 4) und das Hinzufügen einer eigenen Kartengraphik (Zeilen 6 und 7). Ferner werden die Koordinaten des Zentrums des Kartenausschnitts (Zeile 5) und die gewünschten Kontrollelemente (Zeilen 8-10) spezifiziert.

```

01 function load() {
02   if(GBrowserIsCompatible()) {
03     Map = new GMap2(document.getElementById("map"),
                                {size:new GSize(640,480)});
04     map.removeMapType(G_HYBRID_MAP);
05     map.setCenter(new GLatLng(52.2732, 10.5287), 17);
06     map.addMapType(custommap);
07     map.setMapType(custommap);

```

```
08  map.addControl(new GLargeMapControl());
09  map.addControl(new GScaleControl());
10  map.addControl(new GMapTypeControl());
11  }
12  }
```

Die anzuzeigenden Graphiken werden von Google Maps stets aus relativ kleinen 256 mal 256 Pixel messenden Kacheln zusammengesetzt. Diese Kacheln werden immer dann nachgeladen, wenn durch Zoomen oder Verschieben ein entsprechender Bereich relevant wird. Insgesamt sind 18 Zoomstufen vorgesehen, für einen Campusnavigator genügen jedoch die vier größten Stufen 15 bis 18. Sieht man eigene Graphiken vor, so müssen diese als einzelne speziell benannte Kachel-Dateien für jede Zoomstufe separat vorgehalten und dann auch dynamisch abhängig von der aktuellen Position und der aktuellen Zoomstufe bestimmt werden. Zu dieser Bestimmung der jeweils passenden Namen der benötigten Kacheldateien muss erneut eine als Rahmen vorgegebene Javascript-Funktion implementiert werden.

Für die Darstellung von weiteren Informationen, etwa von Namen und Adressen von gesuchten Gebäuden, kann die Javascript-Funktion "Markers" eingesetzt werden, deren Parameter u.a. eine geokoordinate Position und auszugebender Text sind. Der Text wird dann automatisch an der richtigen Position auf der Kartengraphik angezeigt. Zum Auslesen der gewünschten Information aus der zentralen Datenbank haben wir die AJAX-Technologie (Asynchronous Javascript and XML) benutzt, womit eine HTTP-Anfrage asynchron an einen Webserver gestellt werden kann (vgl. etwa auch *Purvis/Sambells/Turner 2007*). In unserem Fall werden Name, Adresse, Länge und Breite eines Gebäudes aus der zugehörigen Relation selektiert, als XML-Dokument kodiert und an den Klient geschickt. Dort wird der Inhalt des übermittelten XML-Dokumentes als Parameter der Funktion "Markers" übernommen und entsprechend als Marker von Google Maps dargestellt.

## 6 Zusammenfassung und Ausblick

Im vorliegenden kurzen Text haben wir den Entwurf und die prototypische Teilimplementierung eines Campusnavigators skizziert. Interessanterweise war bislang die wesentliche Herausforderung in diesem Projekt das "Aufspüren" der auf zahlreiche Dienststellen verteilten Datenbestände, die jetzt die Basis unseres Informationssystems bilden. Die eigentliche Realisierung des Prototypnavigators durch Nutzung der von Google Maps bereit gestellten Funktionen gestaltete sich dann eher direkt und unspektakulär. Allerdings gibt es neben dem Vorteil, rasch zu einem lauffähigen System zu gelangen, beim Einsatz von Google Maps auch einige Nachteile. So kann man für die Zukunft nicht sicher davon ausgehen, dass die Dienste auch dann noch angeboten werden, sollte sich der Service für das Unternehmen als unwirtschaftlich erweisen. Ferner besteht die Möglichkeit der künftigen Übertragung von Werbebannern, was nach unserer Meinung nicht zum Charakter eines seriösen Campusnavigators passen würde. Zur Vermeidung dieser Nachteile liegt es nahe, sowohl auf das von Google Maps bereit gestellte Kartenmaterial als auch auf die Lokalisierungs-, Zoom- und Scrollfunktionen zu verzichten.

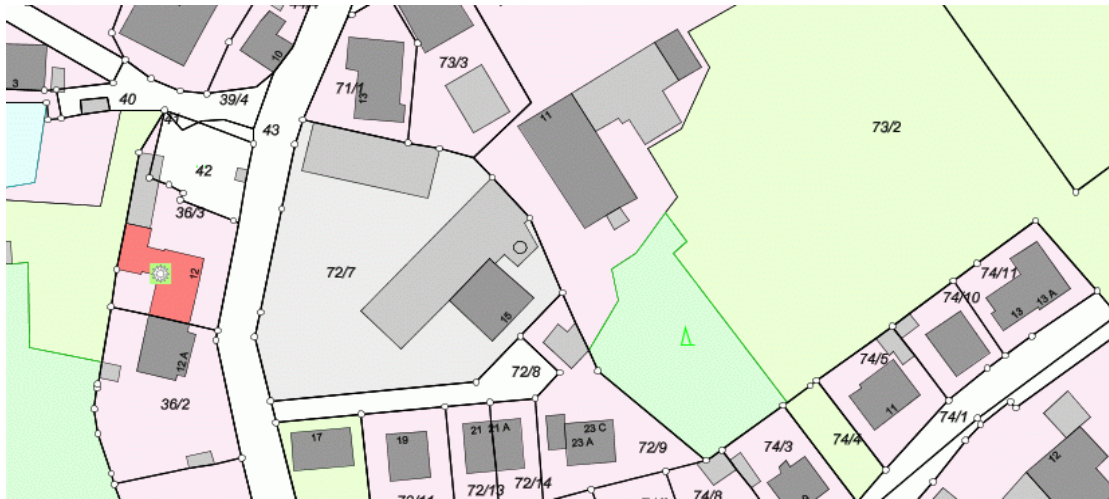


Bild 6 - Ausschnitt aus einer automatisch generierten SVG-Graphik

Geeignete kartenähnliche vektorbasierte – und damit zoombare – Graphiken ließen sich durch unser Projekt "Metaautomation der Liegenschaftskarte" (Neumann *et al* 2007, Neumann/Kupfer/Panse 2008) problemlos generieren, wie Bild 6 zeigt. Voraussetzung dafür sind allerdings ALKIS-Bestandsdatenauszüge im NAS-Format aus dem Stadtgebiet von Braunschweig, die uns zurzeit noch nicht zur Verfügung stehen. Die ebenfalls benötigte Nachimplementierung der Funktionalität von Google Maps wäre zwar deutlich aufwändiger als das Bereitstellen eigenen Kartenmaterials, erscheint uns aber dennoch lohnend.

## Literatur

Korduan, P.; Zehner, M. L.: Geoinformation im Internet. Wichmann, 2007.

Kraak, M.-J.; Brown, A. (Hrsg.): Web Cartography: Developments and Prospects. Taylor & Francis London, 2001.

Melching, I.: Entwurf eines geographischen Informationssystems für einen Universitätscampus unter besonderer Berücksichtigung vorhandener Ressourcen. Diplomarbeit, TU Braunschweig, 2008.

Neumann, K.; Grutza, M.; Nordmann, T.; Schlutow, F.; Wolf, C.: Metaautomation der Liegenschaftskarte. In Mitteilungen des Bundesamtes für Kartographie und Geodäsie, Band 39, Frankfurt M. 2007, 15–29.

Neumann, K.; Kupfer, A.; Panse, F.: Generierung von Gebäude-Präsentationsobjekten für NAS-Bestandsdatenauszüge. Erscheint in Mitteilungen des Bundesamtes für Kartographie und Geodäsie, Frankfurt M., 2008.

Purvis, M.; Sambells, J.; Turner, C.: Google Maps Anwendungen mit PHP und Ajax. mitp, 2007.