

Konzeption und Entwicklung eines webbasierten Unterstützungsgeräts für Fachanwender von Bevölkerungsdaten

Tobias Kirschke

Zusammenfassung

Mit Blick auf die Herausforderungen des demografischen Wandels benötigen Akteure der raumbezogenen Planung Bevölkerungsdaten, die flexibel räumlichen Aggregationsebenen zugeordnet werden können und Softwarelösungen, mit denen Planer die Daten fachlich in Wert setzen können. Hierfür existieren u.a. digitale Planungsunterstützungssysteme, die jedoch von den Anwendern größtenteils nicht akzeptiert werden. Dieser Artikel zeigt die Gründe der Ablehnung derartiger Systeme und beschreibt eine Möglichkeit, wie sich auf Basis von Technologien und Methoden der Geoinformatik dem Problem der Planungsunterstützung im Kontext des demografischen Wandels genähert werden kann. Hierfür wurden zunächst die Anforderungen an ein Unterstützungssystem herausgearbeitet. Auf dieser Basis wurde ein Konzept unter Verwendung von Geoinformationstechnologien erarbeitet und implementiert. Im Anschluss erfolgte mit Planungsakteuren die Evaluierung des Entwicklungsergebnisses.

Summary

With a view to the challenges of the demographic change, stakeholders of spatial planning need population data, which can be assigned to flexible spatial aggregation levels and software solutions, which enable users to set the data professionally in value. For this purpose, there are among others, digital planning support systems, which are often not accepted by the users. This article shows the reasons for the rejection of such systems and describes a way how the problem of planning support can be approached in the context of demographic change on the basis of technologies and methods of geoinformatics. For this purpose, first the requirements to a support system were established. On this basis, a concept using spatial information technologies was developed and implemented. This was followed by an evaluation of the development result with planning actors.

Schlüsselwörter: Unterstützungssystem, Planung, Bevölkerungsdaten, Melderegister, Geoinformatik

1 Hintergrund und Zielsetzung

Der demografische Wandel bringt für die Kommunen, aber auch für die übergeordneten Verwaltungsebenen eine Reihe von Konsequenzen mit sich. Zu den Konsequenzen gehören Veränderungen in der Bevölkerungsentwicklung, der Alters- und Geschlechterstruktur, der

ethnischen Zusammensetzung, der regionalen Verteilung der Bevölkerung und der Lebensformen (siehe u.a. BMI 2011). Die Auswirkungen, die sich dadurch ergeben, sollten frühzeitig erkannt werden, um bei Bedarf darauf reagieren zu können. Im Fokus stehen dabei u.a. viele Prozesse, die innerhalb der räumlichen Planung bei den Verwaltungsebenen stattfinden. Dort existieren Fragestellungen, die unterschiedliche Bereiche umfassen und viele Informationen für ausgewogene Planungsleistungen verknüpfen müssen (BMVBS und BBR 2007).

Vor diesem Hintergrund benötigen die Bearbeiter und Entscheider in den Verwaltungsebenen Instrumente, die ihre Arbeit unterstützen und dabei helfen, möglichst viele räumliche Problemstellungen zu lösen. Geoinformationssysteme (GIS) sind ein etabliertes und geeignetes Werkzeug zur Bearbeitung von Aufgaben im Rahmen der Planungsunterstützung (Klosterman 1997; Geertman und Stillwell 2009; Hochwimmer et al. 2009; Bill 2010). Für die raumbezogene Planung sind GIS u.a. deshalb interessant, da Planer diese räumlichen Informationen um weiterführende Informationen aus unterschiedlichen Quellen ergänzen können, mit dem Ziel, anschließend vielfältige Analysen oder Abfragen durchzuführen und die Ergebnisse entsprechend zu visualisieren. Obwohl ein GIS ein umfassendes Werkzeug zur Erfassung, Speicherung, Bearbeitung, Analyse und Darstellung von raumbezogenen Daten ist, kann es die Bedürfnisse eines Planers nicht ausreichend erfüllen. Notwendig sind dafür spezielle Instrumente zur Lösung spezifischer Planungsaufgaben. Dazu zählen beispielsweise wirtschaftliche sowie demografische Analyseverfahren und Vorhersagen, Werkzeuge zur Transportplanung oder die Entwicklung von Landnutzungsmustern. Außerdem müssen Technologien wie Expertensysteme oder Entscheidungsunterstützungsmethoden enthalten sein (Klosterman 1997).

Ein weiteres Werkzeug im Bereich der raumbezogenen Planung sind Planungsunterstützungssysteme (Planning Support Systems: PSS). Geertman erklärt PSS als geoinformationstechnologiebasierte Instrumente, die eine Reihe von Komponenten (Theorien, Daten, Informationen, Wissen, Methoden, Werkzeuge) enthalten, welche gemeinsam bei professionellen Planungsaufgaben unterstützen (Geertman 2013; Brail und Klosterman 2001; Geertman und Stillwell 2003). PSS vereinen somit die Funktionen von Geoinformationssystemen, Modellen und Visualisierungstechniken zum gesammelten Strukturieren, Analysieren und Kommunizieren der Informationen im Planungsprozess (Vonk et al. 2005).

Allerdings sind PSS in der Planungspraxis noch nicht weit verbreitet bzw. werden nicht intensiv genutzt, obwohl die Komplexität von Planungsaufgaben wächst (Brail und Klosterman 2001; Geertman und Stillwell 2003, 2009). Verschiedene Umstände hemmen die Verwendung der Systeme (Geertman und Stillwell 2009). Mit den Problemfeldern haben sich in den vergangenen Jahren mehrere Studien befasst (siehe Vonk et al. 2005, 2007a, 2007b und Vonk 2006). Diese Entwicklungen konnten zeigen, dass es zwar eine Vielzahl von Systemen, jedoch nur wenige Standards gibt. Außerdem existieren Diskrepanzen zwischen den potenziellen Nutzern und den Systementwicklern. Während in der Praxis leicht bedienbare PSS für informative Aufgaben im Planungsprozess gewünscht sind, wurde die Mehrheit der entwickelten PSS auf analytische Funktionen inklusive der Modellerstellung und Vorausberechnung fokussiert (Vonk et al. 2007b). Weitere Probleme sind beispielsweise das fehlende Bewusstsein über die Existenz von PSS, der Mangel an Erfahrung, die unzureichende Benutzerfreundlichkeit und Zweckmäßigkeit sowie die Datenqualität (Geertman und Stillwell 2009; Vonk et al. 2007b).

Da PSS auf Geoinformationstechnologien basieren und GIS in der räumlichen Planung schon lange als nützliches Instrument etabliert sind, wird die Bedeutung der Geoinformatik in diesem Kontext ersichtlich. Neben den entsprechenden Werkzeugen müssen den Planungsakteuren für nachhaltige Betrachtungen u.a. auch Bevölkerungsdaten zur Verfügung stehen. Diese sind für eine langfristige raumbezogene Planung von großer Bedeutung, da nur so unter den gegebenen finanziellen Rahmenbedingungen eine bedarfsgerechte Versorgung der Bevölkerung in allen Regionen erreicht werden kann (BMVBS und BBR 2007). Der Fokus dieser Betrachtungen liegt daher auf der raumbezogenen Planungsunterstützung im Besonderen unter Verwendung von Bevölkerungsdaten. Die zu untersuchenden Fragen sind: »Wie stellen sich Fachanwender von Bevölkerungsdaten ein Unterstützungsgerüst für ihre Arbeit vor?« und »Wie können unter Nutzung der Methoden und aktueller Entwicklungen der Geoinformatik diese Anforderungen umgesetzt werden?«

2 Anforderungsanalyse

Die Funktionalität einer Anwendung hängt in erster Linie von den Anforderungen der Nutzer an das System ab. Grundlage für die Ermittlung der Anforderungen im Rahmen der zu betrachtenden Fragestellungen bilden Untersuchungen von Anwenderbedürfnissen in Form von Literaturangaben sowie Gespräche mit Planern bzw. zukünftigen Nutzern. Nachfolgend wird hauptsächlich auf Anforderungen eingegangen, die nicht auf die Entwicklung eines PSS im klassischen Sinn abzielen, sondern als Ergebnis der vorherigen Betrachtungen der Erstellung einer Software zur raumbezogenen Planungsunterstützung unter Verwendung von Bevölkerungsdaten dienen.

Als Konsequenz aus den Literaturrecherchen sind wesentliche Probleme bei der Entwicklung von Systemen zur Planungsunterstützung die fehlende Kommunikation und Absprache mit den Anwendern der Software. Diese wird oftmals entwickelt, ohne auf die Bedürfnisse der Nutzer zugeschnitten zu sein. Aus diesem Grund wurde neben den Literaturangaben die Verknüpfung zu einem laufenden Projekt hergestellt. Während die Literaturangaben eher auf grundsätzliche Anforderungen an ein PSS eingehen, diente das nachfolgend beschriebene Projekt der Erfassung der Nutzeranforderungen an eine Unterstützungssoftware für Planungsaufgaben in Verbindung mit Bevölkerungsdaten. Die innerhalb des Projekts erfassten, aufbereiteten und bereitgestellten Bevölkerungsdaten dienen gleichzeitig als Datengrundlage für die zu entwickelnde Software zur Planungsunterstützung. Im Ergebnis liegen für die Erstellung eines Softwarekonzepts Anforderungen aus den Gesprächen mit den Planungsakteuren vor, die um Erkenntnisse aus der Literatur ergänzt werden. Diese Verknüpfung erleichtert den Zugang bezüglich der Anwenderbedürfnisse, da sich die potenziellen Nutzer mit dem System identifizieren können, und ermöglicht gleichzeitig die Entwicklung einer praxisbezogenen prototypischen Anwendung.

Aufgrund der in der Vergangenheit in Sachsen-Anhalt durchgeführten Gemeindegebietsreformen entstanden flächenmäßig große Gemeinden, die teilweise die Flächengröße ehemaliger Landkreise aufweisen können. Infolge des gesetzlichen Auftrags stehen nur auf Ebene der heutigen Gemeinden Bevölkerungsdaten des statistischen Landesamtes zur Verfügung. Für die Betrachtung der demografischen Situation bei Planungsvorhaben in Kommunen oder übergeordneten Gebietskörperschaften sind jedoch teilweise kleinräumigere Bevölkerungszahlen wichtig (Schaffert und Koppers 2013). Zur Überwindung dieses Problems wurde durch das Ministerium für Landesentwicklung und Verkehr des Landes Sachsen-Anhalt das Projekt »Verfügbar machen und Bereitstellen von Bevölkerungszahlen in Sachsen-Anhalt« initiiert (siehe Vilser 2014). Für das Projekt wurden exemplarisch die Gemeinden Gardelegen und Möckern ausgewählt. Innerhalb des Projekts wurden adressgenau Bevölkerungsdaten über die Einwohnermeldestellen der zugehörigen Gemeinde aus dem Melderegister ausgelesen und unter Verwendung einer eigens entwickelten Software für jeden Ortsteil von 1990 unter Berücksichtigung des Datenschutzes aufbereitet. Anschließend erfolgte die Datenbereitstellung über den Geofachdatenserver des Landes Sachsen-Anhalt als Web-Services in Form von WMS als Darstellungsdienst und WFS als Downloaddienst. Im Ergebnis stehen Datensätze zur Bevölkerungsstruktur in Altersgruppen mit 5-Jahres-Abständen und in Lebensphasen zur Verfügung. Außerdem werden Datensätze bereitgestellt, welche die Wanderung des Ortsteils innerhalb des Gemeindegebiets, dem Land Sachsen-Anhalt und über die Landesgrenze betreffen. Diese liegen jeweils ebenso in Altersklassen und Lebensphasen vor. Ziel ist die Verwendung der

Bevölkerungsdaten als ein Hilfsmittel für örtliche Planungen. Hierzu beinhaltete das Projekt auch Methoden zur Präsentation und Auswertung der Daten.

Die Anforderungen an ein Unterstützungsgerät, die sich aus den Gesprächen mit den Planungsakteuren für das vorgestellte Projekt und den Erkenntnissen aus der Literatur zusammensetzen, stimmen zum Teil überein oder ergänzen sich. Im Allgemeinen soll es sich bei dem Unterstützungsgerät um eine Anwendung handeln, die durch die Bereitstellung von Informationen etwa in Form von Diagrammen einen informativen Charakter hat. Gleichzeitig muss die Möglichkeit der Durchführung von Analysen, insbesondere die Bildung von Puffern (mit einer flexibel einstellbaren Reichweite) zur Ermittlung der Bevölkerungsdaten in dem räumlichen Bereich, vorhanden sein. Dies ist aus dem Grund von Bedeutung, da es sich bei der Pufferbildung um eine grundlegende räumliche Analysefunktion handelt, die in Verbindung mit den Bevölkerungsdaten vielseitig eingesetzt werden kann. Hierzu gehören beispielsweise die Ermittlung der betroffenen Bevölkerung im Hochwasserfall oder die Bestimmung der Anzahl der Personen im relevanten Alter bei der Planung von Spielplätzen. Eine weitere Anforderung ist, dass Analysen gegenüber der bekannten Anwendung in einem Desktop-GIS einfacher und zeitsparender durchführbar sein müssen. Dabei ist ein hoher Grad an Automatisierung anzustreben. Es ist erforderlich, dass die Analysefunktionen von der Idee und Umsetzung nachvollziehbar sind und nicht einer Black-Box ähneln. Bei der gewünschten Pufferfunktion ist die Herangehensweise hinreichend verständlich.

Zur Durchführung der Analysen und der Darstellung von Informationen sind Daten erforderlich. Diese sollen von unterschiedlichen Quellen eingebunden werden können. Dabei ist das Einhalten von Standards zu beachten, welche dies letztlich ermöglichen. Über allen Funktionen ist die Bedienbarkeit der Anwendung ein Hauptaspekt. Hierbei ist darauf zu achten, dass die Werkzeuge anwenderfreundlich zur Verfügung gestellt werden. So muss die Bedienung einfach und intuitiv möglich sein, um die Akzeptanz zu erhöhen. Insgesamt soll die Anwendung leistungsfähig und verständlich sein, darf jedoch die Übersichtlichkeit und Zuverlässigkeit nicht verlieren.

3 Vorüberlegungen

Auf der Basis der Anforderungen sind verschiedene Ansätze der Umsetzung denkbar. Hierzu gehören die Umsetzung innerhalb eines Desktop-GIS, Web-GIS oder weiteren Visualisierungswerkzeugen. Letztgenannte, wie interaktive Karten und Diagramme auf Basis von speziellen Programmierungen oder Softwarebibliotheken, dienen vorrangig der Visualisierung und nicht der Datenanalyse.

Die Ansätze zur Lösung der Anforderungen besitzen jeweils Vor- und Nachteile. Ein aktuelles Desktop-GIS hat

in der Regel den größten Funktionsumfang zu bieten. Das Einbinden von Web-Services wie WMS und WFS sowie vielen weiteren Datenquellen ist ohne Probleme möglich. Innerhalb der Anwendung steht eine große Bandbreite von Analysewerkzeugen und Visualisierungsmethoden zur Verfügung. Die Erstellung eines Puffers, das Verknüpfen mit den Bevölkerungsdaten sowie die Darstellung von Attributen und Diagrammen stellt keine Herausforderung für ein Desktop-GIS dar, allerdings sind hierfür vergleichsweise viele Arbeitsschritte notwendig. Unter dem großen Funktionsumfang leiden die Einfachheit und damit die Gebrauchstauglichkeit der Software, vor allem in Bezug auf Personen, die sich nicht täglich im GIS-Umfeld bewegen. Somit ist ein Lernprozess notwendig, um die Funktionalitäten innerhalb eines Desktop-GIS zu beherrschen.

Vom Funktionsumfang können Web-GIS mit Desktop-GIS durchaus konkurrieren. Je nach Ausführung sind viele Funktionen eines Desktop-GIS in einer Weblösung enthalten, mit den gleichen Problemen hinsichtlich der einfachen Bedienbarkeit. Es existieren aber auch Lösungen, die nur Teile der Funktionsmöglichkeiten implementiert haben. Entsprechend einfacher ist in diesem Fall die Bedienung. Die Bandbreite reicht von einfachen Viewing-Lösungen bis zu voll funktionsfähigen GIS. Dementsprechend ist es nicht überall möglich, Puffer zu erstellen und mit den Bevölkerungsdaten zu verbinden. Auch die Darstellung von Diagrammen zur anschaulichen Visualisierung der Attributwerte ist nicht immer vorhanden. Außerdem sind die Möglichkeiten zur Einbindung von Daten unterschiedlich ausgeprägt. Mit Hilfe eines Web-GIS ist jedoch im Gegensatz zu einem Desktop-GIS das Veröffentlichen von interaktiven Karten für eine breite Anwendungsgruppe möglich.

Neben den klassischen Geoinformationssystemen als Desktop- oder Webanwendung existieren weitere Visualisierungswerkzeuge, die beispielsweise die Erstellung von interaktiven Karten und Diagrammen in Verbindung mit Onlinekartendiensten und Tabellenkalkulationsprogrammen oder auf Basis aktueller Webtechnologien ermöglichen. Hierzu gehören die untersuchten Werkzeuge amCharts, amMap, StatPlanet, Esri Maps for Office und GeoFlow for Excel. Je nach Produkt sind dabei eigene Programmierleistungen erforderlich, um interaktive Karten zu erstellen. Diese sind entweder nur lokal auf dem Rechner verfügbar oder können über das Internet bereitgestellt werden. Das direkte Einbinden von Web-Services, sofern sie nicht vom Softwarehersteller selbst gehostet werden, ist dabei in den untersuchten Softwarelösungen nicht vorgesehen. Die Daten liegen somit in Dateien vor, müssen für die Visualisierungswerkzeuge aufbereitet werden und sind selbstständig aktuell zu halten. Die Kartenvisualisierungen sind durch die zusätzliche Verwendung von Diagrammen von guter Qualität und einfach zu bedienen. Diese Einfachheit sorgt jedoch dafür, dass GIS-Techniken nicht voll ausgeschöpft werden. So sind die Erstellung von Puffern und die weitere Verarbeitung

dieser nicht möglich. Daher kann eine zentrale Anforderung auf diesem Wege nicht erfüllt werden.

Keiner der vorgestellten Ansätze kann alle geforderten Anforderungen hinreichend erfüllen. Funktionen, die in einer Software enthalten sind, fehlen wiederum in einer anderen Lösung. Selbst wenn die technischen Anforderungen erfüllt werden, treten Probleme hinsichtlich der Gebrauchstauglichkeit auf. Die einfache, verständliche und benutzerfreundliche Bedienung ist aber für die spätere erfolgreiche Nutzung der Anwendung von entscheidender Bedeutung. Dies ist der Hintergrund für die Entwicklung der nachfolgend beschriebenen Lösung. Dabei werden die Vorteile aus den verschiedenen Ansätzen vereint. Hierbei zeigt sich die Bedeutung hinsichtlich der Entwicklung einer Webanwendung, welche in der Lage ist, die Anforderungen umsetzen zu können. Diese Webanwendung fungiert als eine Art Hybridlösung zwischen einem Desktop-GIS mit umfassenden Funktionen und einer Web-Viewing-Anwendung, die auf das Anzeigen von Karten und Diagrammen beschränkt ist. Im Ergebnis stellt die Softwarelösung die gewünschten Analysefunktionen und Informationsabfragen bereit und ist dabei gleichzeitig einfach zu verwenden.

4 Konzept

Auf Basis der Anforderungen und der Erkenntnisse aus den Vorüberlegungen wurde das nachfolgende Konzept der Webanwendung erstellt. Zunächst wird das Gesamtsystem mit den erforderlichen Komponenten sowie deren Zusammenspiel erläutert. Der darauffolgende Abschnitt beschreibt die Benutzeroberfläche und Benutzerführung zur Erlangung einer hohen Gebrauchstauglichkeit.

4.1 Architektur des Gesamtsystems

Aus der Anforderungsanalyse und der damit verbundenen Entwicklung einer Webanwendung ergeben sich die notwendigen Komponenten für das Gesamtsystem (Abb. 1). Ein zentraler Bestandteil des Systems ist der Client. Unter Nutzung eines Webbrowsers erfolgt die Darstellung und Interaktion mit der Anwendung. Der Client dient als Schnittstelle zwischen dem Anwender und den restlichen Komponenten des Systems. Um dem Client eine Weboberfläche bzw. die gewünschten Funktionen bereitzustellen zu können, ist ein Webserver notwendig. Der Anwender erzeugt mit Hilfe des Browsers eine Anfrage an den Webserver, welcher die entsprechende Antwort gegebenenfalls unter Nutzung weiterer Komponenten zurückliefert. Bei der Webanwendung handelt es sich aus der Sicht des Servers um eine statische

HTML-Webseite, da dieser die Seite in seinem Speicher vorliegen hat und dementsprechend an den Browser übergibt. Aufgrund des in der HTML-Datei enthaltenen JavaScripts sind auch dynamische Elemente enthalten, die aber clientseitig ausgeführt werden, um Darstellung und Funktionalität der Oberfläche zu verändern.

Über den Anwendungsserver erfolgen die Berechnung der Pufferfläche sowie die Verschneidung mit den Bevölkerungsdaten. Hierzu hat der Anwendungsserver Zugriff auf die Webdienste (WMS und WFS) der Geodateninfrastruktur (GDI) des Landes Sachsen-Anhalt, welche in diesem Fall durch den Geofachdatenserver repräsentiert wird. Zum einen wird über den Client auf die Daten der GDI zugegriffen, um in der Karte Geodaten wie z.B. die Bevölkerungsdaten, Verwaltungsgrenzen sowie je nach Fachthema weitere Geofachdaten anzeigen zu können, und zum anderen muss der Anwendungsserver mit dem enthaltenen Programmablauf auf diese Geodaten zugreifen, um damit die erforderlichen Berechnungen durchzuführen zu können. Die Webseite wird in der Zwischenzeit nicht neu geladen, da der Aufruf der Funktion über Ajax (Asynchronous JavaScript and XML) erfolgt. Von der Berechnung, die im Hintergrund durchgeführt wird, merkt der Anwender zunächst nichts, da die Oberfläche aufgrund der Ajax-Funktionalität weiter bedienbar bleibt. Die Puffererstellung erfolgt, wie bei Analysefunktionen gefordert, weitgehend automatisiert. Erforderlich sind lediglich das Geometrieobjekt, um das der Puffer gebildet wird, und der Radius. Diese Informationen werden in der Benutzeroberfläche erfasst und an den Webserver bzw. nachfolgend an den Anwendungsserver übergeben. Dort erfolgt automatisiert die Berechnung und Verschneidung mit den Bevölkerungsdaten. Das Berechnungsergebnis, also das Geometrieobjekt mit den Attributinformationen wird nach Übergabe an den Client in die Kartenanwendung eingebunden.

Die Webdienste der GDI sind standardisiert und ermöglichen somit das Einbinden in die Anwendung, da die genutzten Softwarekomponenten ebenfalls auf diesen Standards aufbauen. Neben der Verwendung der Bevölkerungsdaten über die GDI können auf diese Weise auch andere standardkonforme Webdienste eingebunden

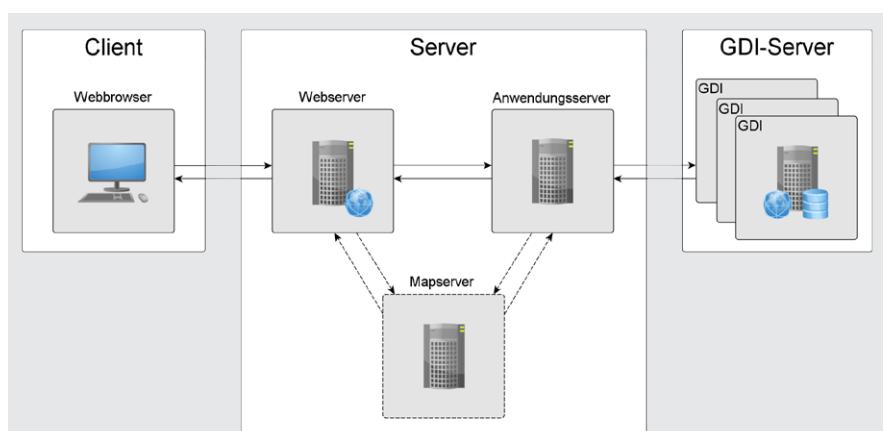


Abb. 1: Architektur des Gesamtsystems

werden. Von Bedeutung ist die Wahl der JavaScript-Bibliothek zur Erstellung interaktiver Karten (in diesem Fall OpenLayers), welche die standardisierten Datenformate unterstützen muss. Die gestellten Anforderungen hinsichtlich des Einbindens von externen Datenquellen können somit erfüllt werden. Innerhalb des hier dargestellten Konzepts wurde für Testzwecke und zur Entwicklung der prototypischen Anwendung ein Mapserver für die Bereitstellung der Dienste verwendet. Dies geschah vor dem Hintergrund der noch nicht eingepflegten Bevölkerungsdaten in die GDI und für das Einbinden eigener Datensätze zur Darstellung der Möglichkeiten, die sich mit dieser Technologie in Verbindung mit der Webanwendung ergeben können.

4.2 Benutzeroberfläche und Benutzerführung

Die Präsentation der Benutzeroberfläche ist eng verbunden mit dem Begriff »Usability«. Darunter wird laut Stapelkamp (2010) verstanden, die Benutzerfreundlichkeit eines Produkts oder einer Dienstleistung zu gewährleisten. Allerdings bedeutet dies nicht, dass es nur um die Einfachheit der Anwendung bzw. Vereinfachung des Gebrauchs geht. Darüber hinaus muss ebenso der Aufwand, der benötigt wird, um das beabsichtigte Aufgabenziel mit der Anwendung zu erreichen, beachtet werden. Es geht somit auch um Effektivität und Effizienz (Stapelkamp 2010). Je nach Erfahrung der Nutzer von webbasierten Kartenanwendungen kann die Erwartungshaltung an solchen Technologien variieren. Dies liegt vor allem an dem Aufkommen von Kartendiensten wie Google Maps, Bing Maps oder OpenStreetMap. Die Erwartungshaltung ist insofern gestiegen, da Anwender nicht mehr bereit sind, Karten mit wenigen intuitiven Navigationsformen zu verwenden. Hierbei wird auch vom »Google Maps-Effekt« gesprochen (Peterson 2008), da sich die Nutzer an die Handhabung von Google Maps gewöhnt haben und diese Funktionen auch in anderen Systemen erwarten (Heidmann 2013).

Für die Entwicklung einer Webanwendung mit interaktiven Karten sollten bereits bei der Konzeption verschiedene Aspekte, welche aus dem Bereich der Informationsvisualisierung kommen, beachtet werden. Hierzu gehören die zukünftige Zielgruppe, der Nutzungskontext, in dem die Karte verwendet wird, die damit zu unterstützenden Aufgaben, die verwendeten Daten, die Repräsentation der Daten sowie das Ausgabemedium der Karte (Heidmann 2013; Preim und Dachselt 2010). Werden diese Aspekte auf die zu entwickelnde Anwendung projiziert, ergeben sich erste Erkenntnisse für die Benutzerführung. Gemäß den Anforderungen handelt es sich bei der Zielgruppe

vorrangig um Planungsakteure, welche zumindest grundlegende Erfahrungen mit räumlichen Informationen besitzen. Allerdings können nicht bei jedem Kenntnisstand über GIS-Technologien vorausgesetzt werden. Die Anwendung soll, wie sich aus der Zielgruppe bereits ergibt, im Rahmen von Planungsaktivitäten zur Unterstützung der dort vorliegenden Aufgaben eingesetzt werden. Hierzu gehört auch die Wiedergabe von Bevölkerungsinformationen in einem abgegrenzten Bereich, wie einem Puffer. Die Datengrundlage bilden aufbereitete Melderegisterdaten der Kommunen, welche ortsteilbezogen vorliegen. Die Qualität der Daten ist aufgrund rechtlicher Verpflichtungen zur Führung des Melderegisters gegeben. Die Repräsentation der Daten soll einen möglichst hohen Informationsgehalt liefern. Dies hat zum einen über anschauliche Diagramme zu erfolgen, welche die abstrakten Daten und Werte übersichtlich wiedergeben, sowie in Form der Kartendarstellung mit Interaktionsmöglichkeiten zur Ansicht der Informationen. Letztlich ist das Ausgabemedium durch die Anforderungen in Form einer Webanwendung vorgegeben.

Der grundsätzliche Aufbau der Benutzeroberfläche verfolgt das Ziel, diese den Anforderungen entsprechend möglichst einfach zu halten, damit sie anwenderfreundlich und intuitiv zu bedienen ist. Gleichzeitig müssen alle Funktionen enthalten sein, die von einer Webmapping-

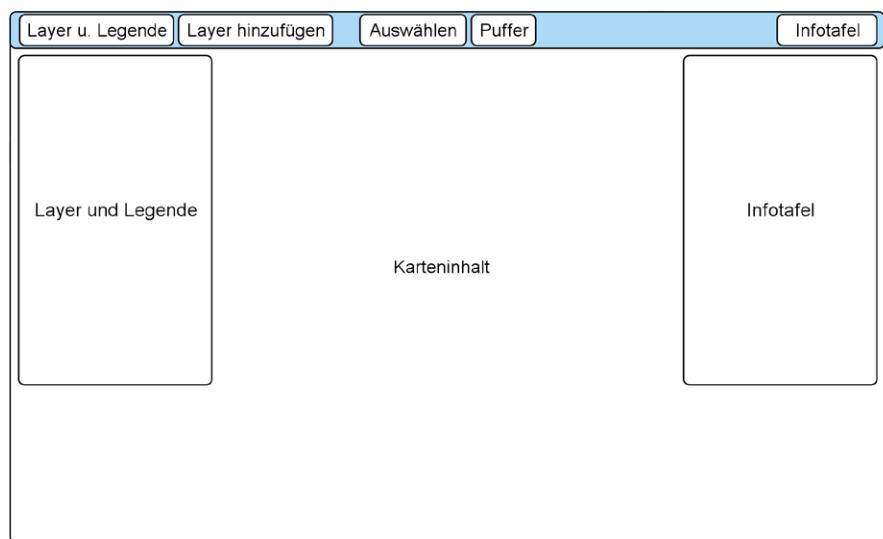


Abb. 2: Aufbau der Benutzeroberfläche

Anwendung bekannt sind. Hierzu gehören das Zoomen, das Verschieben der Karte und die Ansicht eines Layerbaums sowie die dazugehörige Legende. Demnach gliedert sich die Webseite in zwei Bereiche, zum einen die im oberen Teil angeordnete Funktionsleiste und zum anderen darunter die Kartenansicht. Zusätzlich wird je ein Fenster auf beiden Seiten angeordnet, welche links den Layerbaum sowie die Legende beinhalten und rechts die Infotafel (Abb. 2). Beide Elemente werden über Buttons in der Funktionsleiste ein- bzw. ausblendbar sein. Die konkrete Ausgestaltung dieser zwei Fenster ergibt sich aus den darzustellenden Inhalten. So sind etwa Tabs oder

auch das Accordion-Layout zur Unterteilung der Fenster in mehrere Bereiche anzuwenden. Der Kartenbereich nimmt die gesamte Breite und Höhe mit Ausnahme der Funktionsleiste ein. Durch das Ausblenden der beschriebenen Fenster rückt die Kartendarstellung stärker in den Fokus des Betrachters.

In der Funktionsleiste sind außerdem die Funktionen angeordnet, die zusätzlich zur Verfügung stehen. Dies sind etwa das Einladen weiterer Layer, das Auswählen der Objekte in der Karte und der Aufruf der Pufferfunktion. Für die Bezeichnung der Funktionsbuttons werden deutschsprachige nachvollziehbare Angaben gewählt, welche die jeweilige Aufgabe, die sich hinter dem Button verbirgt, widerspiegelt (Stapelkamp 2010). Textbezeichnungen werden in diesem Fall der Anzeige von Icons vorgezogen, um möglichst schnell die Funktion zu erkennen und nicht das Icon zunächst interpretieren zu müssen. Navigationsfunktionen wie das Hinein- bzw. Herauszoomen oder das Verschieben der Karte, welche als Grundfunktionalitäten von interaktiven Kartenanwendungen bekannt sind, können ohne zusätzliche Buttons umgesetzt werden, da diese Funktionen über die Maustasten zugänglich sind. Weitere Interaktionen werden durch Be-tätigen der Buttons zunächst gestartet und letztlich durch Mausklick ausgelöst. Diese sind etwa das Auswählen von Objekten zur Informationsabfrage oder das Setzen eines Punktes zur Pufferbildung.

5 Prototypische Umsetzung

Die nachfolgenden Ausführungen beschreiben ausschnittsweise das Ergebnis der prototypischen Entwicklung und zeigen den Nutzen der Webanwendung für Planer im Kontext des demografischen Wandels bzw. in Verbindung mit den bereitgestellten kleinräumigen Bevölkerungsdaten. Um dies zu verdeutlichen, wurden exemplarisch mehrere themenrelevante Ebenen in die Anwendung eingebunden. Zu den dauerhaft vorgesehenen und notwendigen Ebenen gehören die Bevölkerungs- und Wanderungsebenen für Altersklassen und Lebensphasen sowie Layer, die für die Puffer-Funktionalität notwendig sind (Punkte, Linien, Polygone, Puffer). Die Ebenen mit Bevölkerungs- und Wanderungsdaten werden nach Abschluss der Testphase durch den Geofachdatenserver des Landes Sachsen-Anhalt bereitgestellt und von dort eingebunden. Hierzu können auch thematisch aufbereitete Layer gehören, wie z.B. »Hochbetagte« (Anteil der Personen ab 80 Jahre).

In der Testphase erfolgt die Nutzung eines eigenen Map-servers. Thematisch ergänzende Layer, die zur Vorstellung der Möglichkeiten der Anwendung eingebunden und austauschbar sind, sind die Ebenen »Interkommunal«, »Hochwasserzone« und »Isochronen«. Über die Layerauf-listung können die gewünschten Ebenen ein- bzw. ausge-blendet und in der Reihenfolge verschoben werden. Zusätzlich sind zwei Grundkarten eingebunden. Diese sind exemplarisch »OpenStreetMap«, welche standardmäßig aktiviert ist und eine Basisgrundkarte der verwendeten JavaScript-Kartenbibliothek darstellt, sowie »Luftbilder« als eingebundener WMS von amtlicher Seite. Aufgrund des Architekturkonzepts und der damit einhergehenden Möglichkeit des Einbindens von Web-Services ist beispielsweise auch die Nutzung des bundesweit verfügbaren WebAtlasDE auf Basis amtlicher Geobasisdaten umsetzbar. Wie im Konzept definiert, verfügt die Funktionsleiste neben den Schaltflächen für »Layer und Legende« sowie »Infotafel« über weitere Buttons, die entsprechend ihrer Funktion beschriftet sind. Eine Hauptfunktionalität der Anwendung wird durch den Punkt »Auswählen« zur Ver-fügung gestellt. Hiermit kann ein Objekt, welches über ei-nen Datendienst (Web Feature Service) in die Oberfläche eingebunden wurde, ausgewählt werden. Infolge des Aus-wählens wird das Objekt optisch markiert und im Fenster »Infotafel« werden die zugehörigen Informationen dazu unmittelbar dargestellt (Abb. 3). Im Reiter »Daten« werden die hinterlegten Attribute des ausgewählten Objekts vom Layer »Bevölkerung in Altersklassen« angezeigt. Zusätz-lich ist unter dem entsprechend beschrifteten Reiter ein Diagramm dargestellt, das die Anzahl der Gesamperso-nen in den jeweiligen Altersklassen zeigt.

Welcher Reiter zu wählen ist, kann anhand des Layer-namens entschieden werden. Diese Vorgehensweise ist von Bedeutung, da bei der Erstellung eines Puffers die Anzahl der Diagramme steigt und die Daten sowohl hin-sichtlich Altersklassen und Lebensphasen gemeinsam ausgewertet werden. Mit der Anwendung kann beispiels-weise übersichtlich gezeigt werden, dass die Verteilung

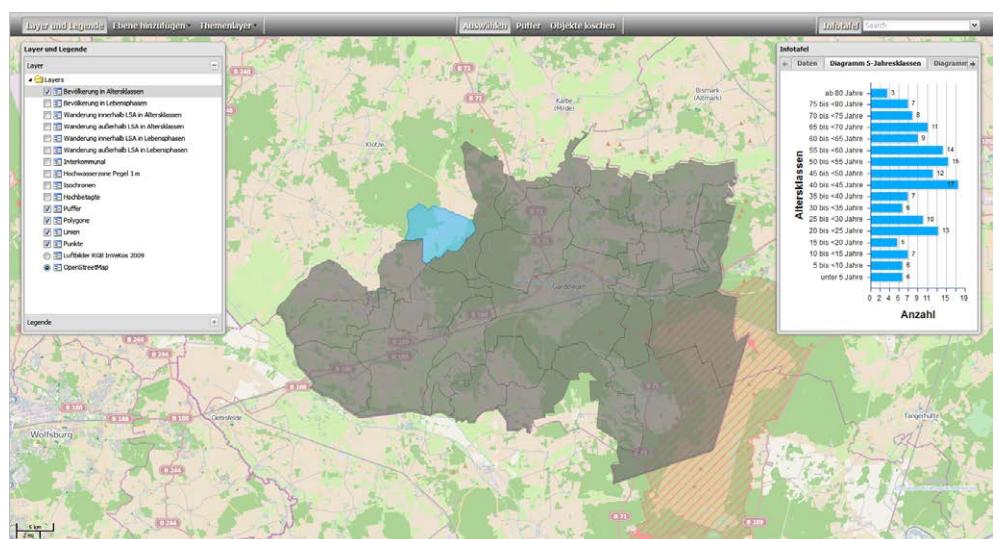


Abb. 3: Auswahl eines Ortsteils und Ansicht des Altersklassen-Diagramms

der Altersstruktur im Raum, etwa zwischen den Ortsteilen innerhalb einer Gemeinde, unterschiedlich ist.

Um Vergleiche zwischen den Ortsteilen zu erlauben, ist zusätzlich die Ansicht der Anteile interessant. Exemplarisch wird dies über den Layer »Hochbetagte« dargestellt (Abb. 4). Allerdings enthalten die Bevölkerungsdaten in der bereitgestellten Ursprungsform keine direkten Informationen über Anteile. Sie bieten lediglich absolute Zahlen, was eine Umrechnung notwendig macht. Diese wird hier automatisiert bei der Definition der farblichen Darstellung der Daten durchgeführt. Das Ergebnis dieser Berechnung ist wiederum ein Layer, der als WMS zur Verfügung steht. Die Berechnung erfolgt, ohne dass ein Bearbeiter sie im GIS aktiv durchführen muss. Die Art der Berechnung muss lediglich einmal durch den Dienstanbieter definiert und auf dem Server abgelegt werden. Es erfolgt dann dauerhaft auf Basis der Vektordaten eine neue Berechnung. Ändern sich die Werte in der Datengrundlage, so ändert sich die Darstellung. Eine solche Symbolik der Anteilsdarstellung kann für alle Lebensphasen oder Altersklassen umgesetzt werden.

Außer der bisher gezeigten Darstellung der Bevölkerungsstruktur besteht zusätzlich die Möglichkeit, das Wanderungsverhalten näher zu betrachten (Abb. 5). Implementiert aufgrund der Datenverfügbarkeit sind beim Prototyp die Layer Wanderung aus dem Ortsteil in das Land Sachsen-Anhalt und umgekehrt sowie aus dem Ortsteil nach außerhalb Sachsen-Anhalt und umgekehrt.

Diese beiden Varianten werden für die Gruppierung in Altersklassen und Lebensphasen angeboten.

Die Webanwendung hat als weitere Hauptfunktionalität, wie in den Anforderungen gewünscht, zusätzlich die Möglichkeit der Pufferbildung integriert. Dabei kann um ein beliebiges zu zeichnendes Objekt ein Radius angegeben werden, mit dessen Hilfe sich ein neues Objekt in der gewählten Größe bildet. Diese neue Geometrie wird mit den sechs demografischen Layern verschneitten. Dies bedeutet, dass alle Ortsteile, die von der Geometrie geschnitten werden, analysiert werden. Die in den Ortsteilen enthaltenen Attributwerte werden dabei aufsummiert und

dem Umkreisobjekt übergeben. Somit enthält dieses Objekt alle demografischen Informationen, die in den einzelnen Ortsteil-Objekten der Bevölkerungs- und Wanderungslayer für das Gebiet enthalten sind, jedoch aggregiert.

Im Ergebnis enthält das Pufferobjekt zahlreiche Informationen, die in Diagrammen, wie in der bereits beschriebenen Vorgehensweise, dargestellt werden. Da alle Informationen der Bevölkerungs- und Wanderungslayer

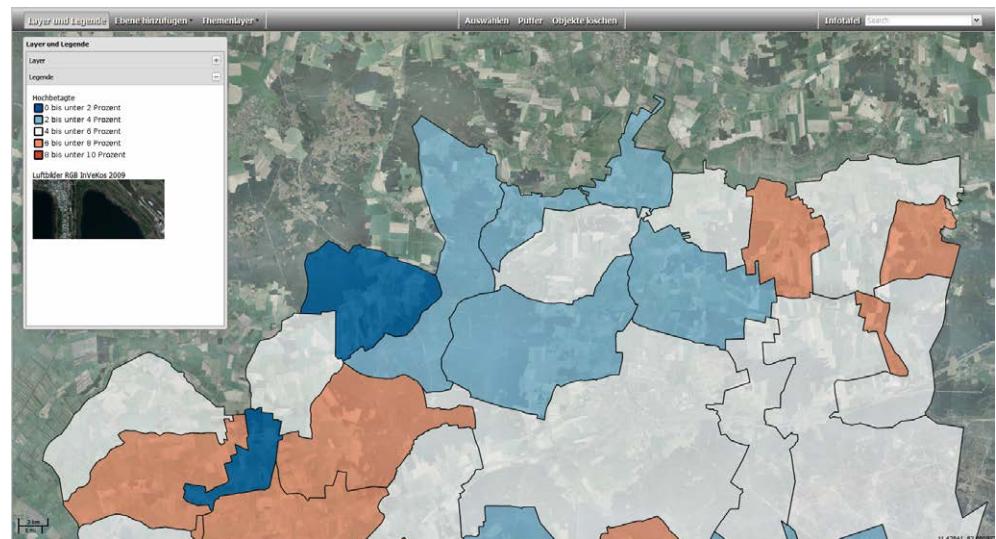


Abb. 4: Darstellung der Hochbetagten-Anteile

Hintergrund: Digitale Orthophotos InvKoS 2009; Landesanstalt für Landwirtschaft, Forsten und Gartenbau Sachsen-Anhalt

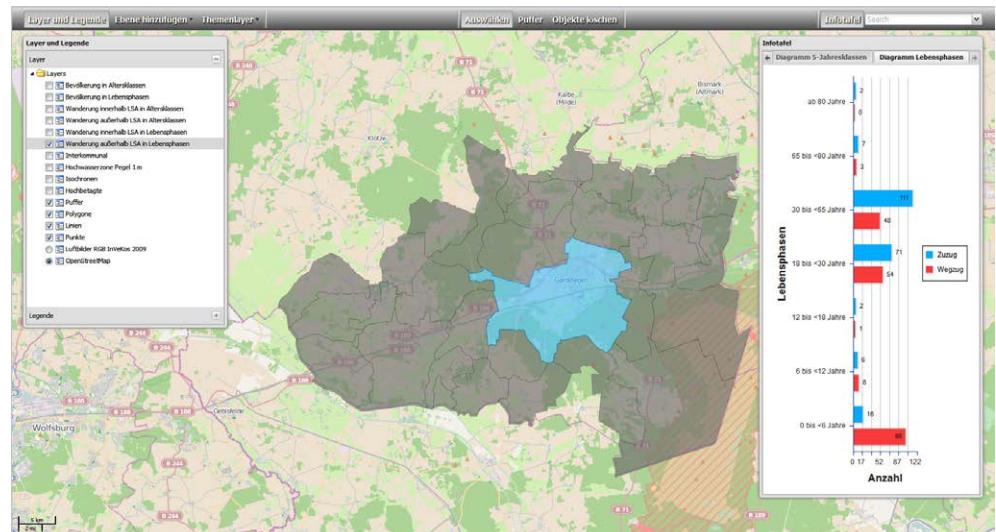


Abb. 5: Wanderung von und nach Sachsen-Anhalt des Ortsteils Gardelegen

Hintergrundkarte von OpenStreetMap: www.openstreetmap.org

im Puffer enthalten sind, werden insgesamt sechs Diagramme erstellt. Sobald flächendeckend demografische Ortsteilinformationen im Land zur Verfügung stehen, kann die Pufferbildung beispielsweise als Instrument der interkommunalen Planung genutzt werden, da die Puffergenerierung ebenso wie demografische Prozesse nicht an Gemeindegrenzen hält. Als Ausgangsgeometrie für die Puffergenerierung können neben der Erstellung eines Punktes auch Linien und Polygone gezeichnet werden. Denkbar ist hier etwa das Nachzeichnen einer Straße oder eines Sportplatzes zur Ermittlung der umliegenden Bevölkerung.

Liegen Daten in Form eines Vektorlayers vor, wie z.B. ein Hochwassergebiet, dann besteht die Möglichkeit, diese Geometrie direkt für die Puffererstellung zu nutzen (Abb. 6). Hierfür wird das Objekt ausgewählt, der gewünschte Radius eingestellt und anschließend die Schaltfläche »Puffer um Auswahl erstellen« ausgeführt. Dies führt zur Erzeugung eines Umkreisobjektes mit den beschriebenen Informationen als Attribute.

Über die Funktion der Puffererstellung können auch aggregierte Informationen von mehreren Ortsteilen angezeigt werden. Zur Wahrung der Übersichtlichkeit kann es von Vorteil sein, selbst erstellte Objekte, wie die gezeichneten Geometrien bzw. die daraus erzeugten Umkreisobjekte, zu löschen. Eine entsprechende Funktion ist ebenso integriert. Daneben besteht die Möglichkeit der Einbindung weiterer, von anderer Stelle bereitgestellter standardkonformer Datendienste. Hierbei kann es sich etwa um fachspezifische Layer für die jeweilige Benutzergruppe handeln. Diese können entweder direkt beim Aufruf in die Webanwendung integriert oder über die Auswahl im »Themenlayer«-Button eingeladen werden. Weitere Möglichkeiten zum Hinzufügen von Layern bestehen durch Einladen von WMS- oder WFS-Ebenen. Als zusätzliche Funktion kann der integrierte Geocoder genutzt werden. Dieser dient dazu, die Gemeinde zu suchen und dorthin zu navigieren.

6 Ergebnisevaluierung

Für den Erfolg von Unterstützungssystemen bzw. Anwendungen aller Art ist es von Vorteil, wenn Entwickler und Anwender zusammenarbeiten. Dies liegt z.B. daran, dass Entwickler ihre Programme eher abstrakt formulieren, um sie so effizient wie möglich zu gestalten (Zumbrägel 2003). Hierzu fanden im Vorfeld die durchgeführten Literaturrecherchen sowie Gespräche mit Landesplanern und Kommunalvertretern statt. Nach der Umsetzung der dabei ermittelten Anforderungen in eine prototypische Anwendung wurde diese den Akteuren aus der Landesverwaltung sowie den Städte- und Gemeindevertretern präsentiert. Dabei konnten Anregungen, Kritik und Wünsche abgegeben werden mit dem Ziel der zukünftigen Verbesserung der Anwendung.

Die Bedienung der Anwendung und die Oberflächengestaltung werden grundsätzlich als gut und gelungen bewertet. Hervorzuheben ist der im Vergleich zu Desktop-GIS einfach und verständlich gehaltene Aufbau und die

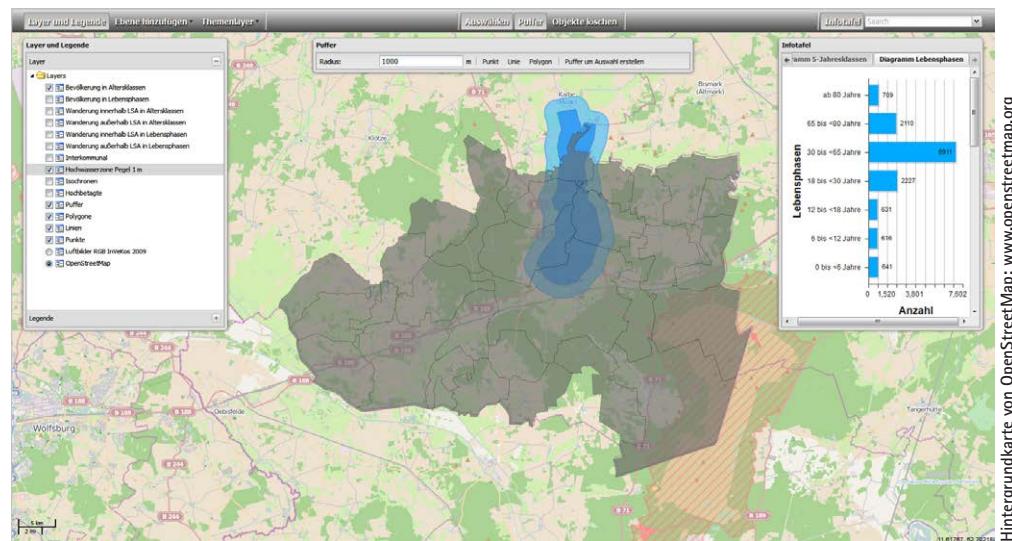


Abb. 6: Verwendung eines eingebundenen Objektes zur Erstellung eines Umkreisobjektes

damit verbundene Bedienung. Zur weiteren Unterstützung könnten zusätzlich Hinweisfelder für die Benutzerführung integriert werden. Hinsichtlich der Puffer- bzw. Umkreisfunktionalität wurden einige Vorschläge unterbreitet, die die Funktionalität erhöhen und für planerische Aufgaben nützlich sein können. Die Varianten sind an dieser Stelle vielseitig und diskutabel. Zu beachten ist dabei wiederum die Einfachheit der Benutzerführung.

Aufgrund der Aussagen haben die Institutionen wie etwa Kommunen (z.B. für die Daseinsvorsorgeplanung) ein Interesse, die gezeigten Funktionen und Möglichkeiten der Anwendung zu benutzen. Dieses Potenzial kann durch zukünftige spezialisierte Funktionen und anwenderbezogene Daten noch größer werden. Letztlich soll das Werkzeug für verschiedene Nutzer passgenau bereitgestellt werden können. Dabei müssen die Fähigkeiten der Bearbeiter mit berücksichtigt werden, um »einfache« Werkzeuge bereitzustellen. Wichtig ist das Einbinden eigener Daten.

7 Fazit und Ausblick

Das Ziel, ein Unterstützungsgerät zu entwickeln, das Planer auf verschiedenen Verwaltungsebenen mit unterschiedlichen Ansprüchen hilft ihre Aufgaben zu bewältigen, konnte erreicht werden. Der Fokus lag dabei auf der Verwendung von Bevölkerungsdaten auf Ortsteilebene innerhalb der Anwendung. Um dieses Ziel zu erreichen, wurden in Workshops mit den zukünftigen Nutzern und auf der Basis von Literaturrecherchen die Anforderungen ermittelt. Auf diese Weise konnte untersucht werden, wie sich Fachanwender von Bevölkerungsdaten ein Unterstützungsgerät für ihre Arbeit vorstellen. Die Erkenntnisse bilden die Grundlage für ein Konzept, welches neben den gewünschten Funktionen und deren technische Umsetzung auch auf die Benutzerführung eingeht.

Planungsunterstützungssysteme nutzen die sich ergebenden Möglichkeiten eines GIS, in dem sie selbst auf

Geoinformationstechnologien basieren. Auch Bevölkerungsdaten weisen einen Raumbezug auf und bieten sich daher für Analysen mit einem GIS an. Somit ist die Technologie der Geoinformationssysteme ein nützliches Werkzeug zur Planungsunterstützung. Die Methoden und Instrumente der Geoinformatik bilden daher die Grundlage zur Umsetzung der Anforderungen. Die Bedeutung der Geoinformatik wird auch durch die zunehmende Bereitstellung von Daten über Web-Services etwa durch Geodateninfrastrukturen ersichtlich. Diese Geodatendienste erlauben vielfältige Möglichkeiten der Verwendung ausgelagerter Datenbestände in eigene Anwendungen zur Planungsunterstützung.

Die Anforderungen und darauf aufbauende Vorberichtigungen in Hinblick auf existierende Softwaremöglichkeiten haben gezeigt, dass die Neuentwicklung einer Webanwendung unter Verwendung von GIS-basierten Funktionen die beste Lösung darstellt. Das erarbeitete Konzept nutzt eine Client-Server-Architektur zur Verteilung der Aufgaben der Webanwendung. Die Benutzeroberfläche ist einfach gehalten. So sind die ausführbaren Funktionen der Webanwendung auf ein Minimum an Einstellungsmöglichkeiten reduziert, um den Benutzer den Gebrauch des Unterstützungswerkzeugs entsprechend den Anforderungen so einfach wie möglich zu gestalten.

Das Ergebnis der programmiertechnischen Umsetzung des Konzepts wurde von Planungsakteuren bewertet. Die Evaluierung führte zu Verbesserungen des Prototypen und zeigte, dass der eingeschlagene Weg hinsichtlich einer einfach zu bedienenden Webanwendung mit integrierten Datensätzen und den auf die Nutzer zugeschnittenen Funktionen richtig ist. Dabei wurde auch deutlich, dass die Nutzer neuen Anwendungen offen gegenüberstehen, wenn ihre Anforderungen erfüllt sind. Damit eingeschlagenen Begehrlichkeiten, die Anwendung auf weitere Funktionen und Anwendergruppen zu erweitern. Dies ist grundsätzlich möglich, erfordert jedoch eine Anpassung und gleichzeitig eine Erweiterung des Konzepts, auf die in diesem Artikel nicht näher eingegangen werden kann.

Im Ergebnis ist festzustellen, dass Planungsunterstützungswerkzeuge unter Nutzung der Technologien aus der Geoinformatik erstellt werden können. Wichtig ist es dabei, die Anwender in den Prozess der Softwareentwicklung einzubeziehen. Hierzu gehören die Anforderungsanalyse, die Entwicklung des Konzepts und die Betrachtung nach der Programmierung. Dies fördert die Qualität der Anwendung und erhöht die Akzeptanz bei der späteren Nutzung.

Literatur

- Bill, R.: Grundlagen der Geoinformationssysteme. 5., völlig neu bearb. Aufl. 2009. Wichmann, Berlin, 2010.
- Bundesministerium des Innern (BMI) (Hrsg.): Demografiebericht – Bericht der Bundesregierung zur demografischen Lage und künftigen Entwicklung des Landes. 2011. URL: www.bmi.bund.de/SharedDocs/Downloads/DE/Broschueren/2012/demografiebericht.pdf?__blob=publicationFile, letzter Zugriff 05/2015.

- Bundesministerium für Verkehr, Bau und Stadtentwicklung (BMVBS) und Bundesamt für Bauwesen und Raumordnung (BBR) (Hrsg.): Strategien der Landes- und Regionalplanung zur Bewältigung des demografischen Wandels. Bonn, 2007. URL: <http://d-nb.info/985187727/34>, letzter Zugriff 05/2015.
- Brail, R.K., Klostermann, R.E.: Planning support systems: Integrating geographic information systems, models, and visualization tools. ESRI Press, Redlands, Calif., 2001.
- Geertman, S.: Planning support: from systems to science. In: Proceedings of the ICE – Urban Design and Planning (2013), Nr. 166, S. 50–59.
- Geertman, S., Stillwell, J.: Planning support systems in practice. Springer, Berlin, New York, 2003.
- Geertman, S., Stillwell, J.: Planning Support Systems: Content, Issues and Trends. In: Geertman, S., Stillwell, J. (Eds.): Planning Support Systems Best Practice and New Methods, Bd. v. 95. Springer, Dordrecht, S. 1–26, 2009.
- Heidmann, F.: Interaktive Karten und Geovisualisierungen. 2013. URL: http://link.springer.com/content/pdf/10.1007%2F978-3-642-15453-9_3.pdf, letzter Zugriff 05/2015.
- Hochwimmer, B., Prinz, T., Strobl, J.: Potenzialmodelle für zentrale Einrichtungen in Wien. 2009.
- Klosterman, R.E.: Planning Support Systems: A New Perspective on Computer-Aided Planning. In: Journal of Planning Education and Research (1997), Nr. 17, S. 45–54.
- Peterson, M.: Maps and the Internet: What a Mess It Is and How To Fix It. 2008.
- Preim, B., Dachselt, R.: Interaktive Systeme. Band 1. Springer, Heidelberg, Dordrecht, London, New York, 2010.
- Schaffert, M., Koppers, L.: Dem demografischen Wandel mit Ansätzen der Geoinformatik auf der Spur – Planungsunterstützung für ländliche Kommunen. In: Schriftenreihe des WZW, Lutherstadt Wittenberg (2013), Nr. 11, S. 56–59.
- Stapelkamp, T.: Usability. 2010. URL: http://link.springer.com/content/pdf/10.1007%2F978-3-642-02074-2_5.pdf, letzter Zugriff 05/2015.
- Vilser, I.: Bereitstellung ortsteilbezogener Bevölkerungszahlen für die Landes- und Regionalplanung. In: LSA VERM (2014), 20. Jahrgang, Nr. 2, S. 119–130.
- Vonk, G., Geertman, S., Schot, P.: Bottlenecks blocking widespread usage of planning support systems. In: Environment and Planning A (2005), Nr. 37, S. 909–924. URL: http://igitur-archive.library.uu.nl/milieu/2008-0115-214524/schot_05_bottlenecksblocking.pdf, letzter Zugriff 05/2015.
- Vonk, G., Geertman, S., Schot, P.: New Technologies Stuck in Old Hierarchies: The Diffusion of Geo-Information Technologies in Dutch Public Organizations. In: Public Administration Review (2007), Nr. 67, S. 745–756, 2007a.
- Vonk, G., Geertman, S., Schot, P.: A SWOT analysis of planning support systems. In: Environment and Planning A (2007), Nr. 39, S. 1699–1714. URL: http://igitur-archive.library.uu.nl/milieu/2008-0115-214249/schot_07_aswotanalysis.pdf, letzter Zugriff 06/2014, 2007b.
- Vonk, G.A.: Improving planning support: The use of planning support systems for spatial planning. Bd. 340. Utrecht: Koninklijk Nederlands Aardrijkskundig Genootschap, Faculteit Geowetenschappen Universiteit Utrecht, 2006. URL: <http://igitur-archive.library.uu.nl/dissertations/2006-0403-200010/full.pdf>, letzter Zugriff 05/2015.
- Zumbrägel, M.: Anwendung eines DSS: WadBOS. 2003.

Anschrift des Autors

M. Eng. Tobias Kirschke
Hochschule Anhalt
Bauhausstraße 8, 06846 Dessau-Roßlau
t.kirschke@afg.hs-anhalt.de

Dieser Beitrag ist auch digital verfügbar unter www.geodaeis.info.