

# Aufbau eines PPGIS zur Standortplanung von Fahrradstationen

Karsten Weißmann<sup>1</sup>, Jonas Pieper<sup>1</sup>, Conrad Franke<sup>1</sup>, Jürgen Schweikart<sup>1</sup>

<sup>1</sup>Beuth Hochschule für Technik Berlin · karsten.weissmann@gmx.de

**Zusammenfassung:** Die Partizipation der Bürgerinnen und Bürger kehrt zunehmend in moderne GIS-Applikationen ein und geht weit über Crowdsourcing hinaus. Mit webbasierten Anwendungen ist es möglich, Bürger aktiv in die Prozesse der Stadtplanung einzubeziehen. Gleichzeitig können die Planer von der Mitarbeit der Bürger profitieren. Am Beispiel der Planung von Lade- und Ausleihstationen für E-Bikes wird ein solches Tool vorgestellt. Es baut vollständig auf Open-Source-Komponenten und offenen Geodaten auf. Zwei Benutzergruppen werden angesprochen: die Bürger, die ihre Wünsche in das System einbringen und den Prozess mitgestalten und die Planer, die mittels GIS-gestützter Analyse und zusätzlichen Daten die geeigneten Ladestationen für E-Bikes finden können.

**Schlüsselwörter:** Öffentliches partizipatives GIS, Stadtplanung, Open Source, Web-GIS

*Abstract:* Public participation increasingly occurs in the context of modern GIS applications and goes much further than just crowd sourcing. Those web based applications enables the user to be actively involved in urban planning processes. Additionally, planners do profit from the participation of public. By the example of charging station for e-bikes, the participatory planning process is shown in this paper. The application is completely built on open source technologies and free available data. Two user groups are addressed by the application: citizens that would like to add their ideas to an urban planning process, and planners, that would like to identify most ideal locations for e-bike-stations by using GIS-based analysis in combination with additional information.

**Keywords:** Public Participation GIS (PPGIS), Urban Planning, Open Source, WebGIS

## 1 Einleitung

„Spatial Decision Support Systems“ (SDSS) sind Werkzeuge, mit deren Einsatz Entscheidungen auf Grundlage von räumlichen Informationen getroffen werden. Nutzergruppen werden bei Entscheidungen unterstützt, bei denen geographische und räumliche Aspekte relevant sind (KEENAN 2001). Dies geschieht mithilfe von Grafiken, GIS-Analysen und Geovisualisierungen. Waren solche Systeme zunächst geschlossen, werden heute immer öfter internetbasierte SDSS entwickelt, die einen leichten Zugang für einen großen Nutzerkreis bereitstellen (MALCZEWSKI & RINNER 2015).

„Public Participation GIS“ (PPGIS) ermöglichen der Öffentlichkeit aktiv bei Entscheidungsprozessen mitzuwirken. Nicht privilegierten Nutzergruppen wird die Mitarbeit an individuellen räumlichen Problemlösungen ermöglicht. GIS-spezifische Vorkenntnisse sind dabei nicht erforderlich. Somit ist PPGIS eine online bereitgestellte und partizipative Anwendung für unterschiedliche Akteure, um räumlich-strukturelle Entscheidungsprozesse zu beeinflussen (DUNN 2007, OBERMEYER 1998, OXLEY et al. 2004, SIEBER 2006). Sie ermöglichen eine transparente Kommunikation zwischen allen Beteiligten kommunaler Planungsprozesse. Der Öffentlichkeit kann alles Wissenswerte über Planungsvorhaben und -fortschritte präsentiert werden. Planungsinstanzen können durch PPGIS auf das kleinräumige Wissen der Lebens-

und Erfahrungswelten von Bürgern zugreifen und helfen eine bürgerorientierte Planung umzusetzen (RAMBALDI et al. 2006).

Ziel ist es, ein Online-Tool zu entwickeln mit dessen Hilfe sowohl Planer, als auch Bürger befähigt sind aktiv an Planungsprozesse teilzuhaben. Somit enthält das zu entwickelnde Tool Elemente eines SDSS, als auch eines PPGIS.

## **2 Anwendungshintergrund E-Bike**

Immer mehr Einwohner von Großstädten nutzen das Fahrrad, um sich in der Stadt fortzubewegen. Der Trend ist nicht nur in Deutschland zu beobachten, sondern weltweit. Radfahren gilt als Chance gegen Stau und Parkplatzmangel und stellt somit über kurze und mittlere Distanzen eine überzeugende Alternative zum Auto dar. Städteplaner stellt diese Entwicklung vor Herausforderungen. Die Nutzung von Elektrofahrrädern, einschließlich deren Ladestationen, ist ein Teil der öffentlichen Mobilität im urbanen Raum, die seit 2007 stetig zunimmt (vgl. Abb. 1) und besondere Anforderungen an die Infrastruktur moderner Städte stellt (MIDGLEY 2009, DE CHARDON & CARUSO 2015). E-Bikes bieten im Vergleich mit herkömmlichen Fahrrädern Vorteile, da man mit ihnen größere Distanzen überwinden, größere Lasten transportieren und natürliche Hindernisse wie Höhenunterschiede oder Wind leichter bewältigen kann. 2014 gab es in Deutschland ca. 1,6 Mio. E-Bikes. Die Bundesregierung möchte den Radverkehrsanteil von zurzeit 10 % auf 15 % im Jahr 2020 erhöhen (WACHOTSCH et al. 2014).

Mithilfe der Anwendung ist es möglich geeignete Standorte für E-Bike Ausleih- oder Aufladestationen vorzuschlagen, bzw. Standorte bereits vorhandener Stationen zu bewerten und zu vergleichen. Städteplanern sowie Entscheidungsträgern liefert es eine Hilfestellung, ideale Standorte für Fahrradverleihstationen zu identifizieren.

## **3 Methode**

### **3.1 Technische Umsetzung**

Für die Umsetzung wurden ausschließlich Open-Source-Komponenten verwendet. Die Darstellung der Geodaten im Webbrowser wird durch die JavaScript-Bibliothek leaflet realisiert. Mit ihr lassen sich interaktive Web-Mapping-Karten erstellen, die alle wesentlichen Funktionalitäten zur Erstellung von Online-Karten enthalten. Zum Speichern der verwendeten Geodaten wird eine PostgreSQL Datenbank mit der PostGIS-Erweiterung verwendet. Mithilfe dieser Datenbank lassen sich diverse raumbezogene Abfragen bewerkstelligen, wie z. B. Entfernungsmessungen, Routings und Verschneidungen (OBE & HSU 2011). Alle Berechnungen werden aus Performancegründen auf Datenbankebene durchgeführt. Um diese Daten im Webbrowser anzeigen zu können wird die ebenfalls frei verfügbare Mapserver-Software GeoServer verwendet. Mit ihr lassen sich die Geodaten über OGC-konforme Webdienste (WMS/WFS) auf der Web-Mapping-Karte integrieren. Zusätzlich zu den eigenen gespeicherten Geodaten lassen sich auch externe Daten über den WMS Webservice zu der Karte hinzufügen.

### 3.2 Datengrundlage

Die Fahrradverleihstationen werden von privaten Unternehmen errichtet und betrieben. Um die Wirtschaftlichkeit der vorgeschlagenen Standorte zu gewährleisten, werden die Vorschläge mit zusätzlichen Informationen bewertet. Soziodemographische Daten wie Bevölkerungsstruktur und Altersverteilung sowie der Motorisierungsgrad oder das politische Wahlverhalten von Anwohnern in der Umgebung werden zusätzlich betrachtet. Mithilfe dieser Daten erfolgt eine Auswertung der Einzugsgebiete. Damit wird die voraussichtliche Profitabilität der Verleihstationen abgeschätzt. Mit Städteplanern und Anbietern von Fahrradverleihsystemen werden die soziodemographischen Daten und weitere Einflussfaktoren benannt und definiert.

Als Datengrundlage dienen kostenfrei verfügbare Datensätze, die von der Stadt Berlin, dem Amt für Statistik Berlin-Brandenburg, dem Open-Data-Portal Berlin und dem Berliner Geoportal FIS-Broker bereitgestellt werden. Dazu gehören Daten zu Lebensweltlich orientierten Räumen (LOR), zur Flächennutzung, Demographie sowie sozioökonomische Daten. Die Modellierung von Einzugsgebieten erfolgt auf der Datengrundlage von OpenStreetMap (OSM). Daten zu Verkehrsverbindungen und Beförderungszahlen des öffentlichen Personennahverkehrs werden ebenso eingebracht. Zudem werden Standortdaten von kulturellen Einrichtungen, Veranstaltungsorten und sonstigen Hot Spots implementiert, die Bestandteil des OSM-Datenpakets sind. Bei zukünftiger kommerzieller Nutzung des entwickelten Tools können zusätzlich Daten integriert werden, die für die Anforderungen der jeweiligen Anwendung erhoben werden. Als Untersuchungsgebiet wurden exemplarisch sieben zentral gelegene Ortsteile von Berlin verwendet, in denen 723.049 Einwohner leben (AMT FÜR STATISTIK BERLIN-BRANDENBURG 2015).



**Abb. 1:** Entwicklung des E-Bike Verkaufs in Deutschland (nach WACHOTSCH et al. 2014)

## 4 Ergebnisse

Zur Entscheidungsfindung werden zwei Vorgehensweisen für zwei Nutzergruppen angeboten. Bei einer werden anhand von den zuständigen Planern einzustellender Kriterien die geeignetsten Standortflächen innerhalb eines Untersuchungsgebietes ermittelt. Bei der anderen können interessierte Nutzer konkrete Standorte vorschlagen und diese hinsichtlich ihrer Eignung miteinander vergleichen.

Für die Pilotanwendung werden, in Abstimmung mit einem in der E-Bike Planung erfahrenen Unternehmen, fünf Datensätze als für die E-Bike-Nutzung ausschlaggebende Kriterien integriert. Dabei wird unterschieden zwischen Variablen mit positiver Wirkung auf eine Standortentscheidung und denen mit negativem Einfluss. Für einen E-Bike Standort sprechen in der Pilotanwendung ein hoher Anteil der erwachsenen Bevölkerung zwischen 25 und 55 Jahren, ein hoher Männeranteil und ein hoher Anteil an Wählern, die mit ihrer Erststimme die Partei der Grünen wählen. Es ist davon auszugehen, dass diese Merkmale eine hohe Nachfrage erzeugen. Außerdem wirkt sich die Nähe zu S- und U-Bahnhöfen positiv auf die E-Bike Nutzung aus. Als ein Argument gegen einen Standort ist die Nähe zu einer weiteren Station zu sehen, sofern diese nicht vollständig ausgelastet ist. Der Kriterienkatalog der Anwendung kann beliebig erweitert werden.

Abbildung 2 zeigt die Anwendungsperspektive eines Planers. Er ist nach kurzer Einarbeitungszeit in der Lage GIS-Analysen wie Buffer und Verschneidung, zu nutzen. Der Ansatz bietet die Möglichkeit, die ausschlaggebenden Geodatensätze auszuwählen. Der Planer ist also nicht auf eine fest programmierte Kombination von Standortkriterien beschränkt, sondern die angebotenen Variablen können auf Basis einer einheitlichen und leicht erweiterbaren Datenbankstruktur und einer einfach zu bedienenden Funktionalität individuell verknüpft werden. Für jeden ausgewählten Datensatz werden Schwellwerte festgelegt, ab welcher Wertausprägung er für einen Standort als geeignet gilt. Die Flächen, die laut Schwellwert geeignet sind werden in jedem Datensatz ausgewählt und die verschiedenen Datensätze miteinander verschneidet. Die jeweils kleinräumigste Ebene aller berücksichtigten Datensätze bestimmt die Flächen, für welche die Werte angezeigt werden. In der Pilotstudie ist das die Wahllokalebene, wenn die Variable „Erststimme Grüne“ ausgewählt wird.



**Abb. 2:** Anwendungsperspektive Planer (eigene Abbildung)

Um die Bewertung zu erleichtern wird ein Eignungsindex berechnet. Dazu werden alle standardisierten Einzelwerte der Geodatensätze auf Wahllokalebene aufsummiert. Im gezeigten Beispiel (vgl. Abb. 2) werden die Wahllokalflächen hervorgehoben, in denen die erwachsene Bevölkerung einen Anteil von über 55 % hat und die Wähler der Grünen einen Anteil

von über 25 %, da diese Variablen ausgewählt wurden. Die Flächen werden anhand ihres Eignungsindex klassifiziert und visualisiert. Geeignete Standorte können zusätzlich weiter eingegrenzt werden, indem weitere positive oder negative Kriterien, wie Entfernung zum ÖPNV oder zu bereits vorhandenen Standorten, als Buffer visualisiert werden. Mit dem Tool hat der Planer alle Möglichkeiten, die für ihn relevanten Parameter zu definieren und Schwellwerte zu setzen. Damit wird er in die Lage versetzt dies ohne GIS-Kenntnisse im Entscheidungsprozess zu nutzen.

Beim zweiten Ansatz hat jeder interessierte Nutzer die Möglichkeit potenzielle Standorte vorzuschlagen, die der persönlichen Präferenz entsprechen und deren Eignung mittels Geanalysen zu bewerten (vgl. Abb. 3). Über das Straßennetz werden für die vorgeschlagenen Standorte Einzugsgebiete von 600 Metern ermittelt. Die im Einzugsgebiet lebende Wohnbevölkerung wird berechnet und mit den Eckdaten zur Bevölkerung ergänzt, die für das Pilotprojekt als ausschlaggebend definiert wurden. Außerdem wird die Entfernung über das Straßennetz zur nächstgelegenen S- oder U-Bahn-Station berechnet. Alle Ergebnisse zur Auswertung des Standortes und seines Einzugsgebietes werden in einem Info-Fenster angezeigt. Zusätzlich werden die bereits bestehenden Standorte auf der Karte angezeigt, wodurch dem Nutzer eine übersichtliche optische Bewertung ermöglicht wird. Werden mehrere Standorte vorgeschlagen, lässt sich mittels Vor- bzw. Zurückpfeil zwischen den Standorten wechseln, sodass der Nutzer die Möglichkeit hat sie miteinander zu vergleichen und den potenziell besten Vorschlag auszuwählen.

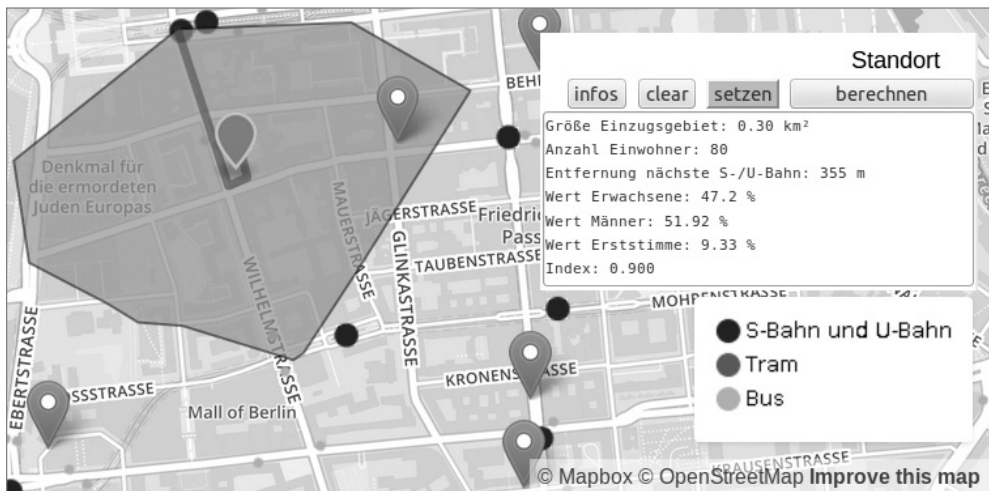


Abb. 3: Anwendungsperspektive interessierte Nutzer (eigene Abbildung)

## 5 Fazit

Das PPGIS-Tool ermöglicht eine aktive Beteiligung von vielen Bürgern an der Stadtplanung. Die interaktive Teilhabe am stadtplanerischen Prozess führt zur erhöhten Akzeptanz der Planung. Das Werkzeug ist leicht verständlich und ermöglicht Anwendern einen schnellen Ein-

stieg, ohne dass sie Erfahrung mit GIS-Tools brauchen. Für Unternehmen bietet es eine aussagekräftige Unterstützung zur Entscheidungsfindung, da es auf Wünschen und Beiträgen der späteren Nutzer aufbaut. Dieser Ansatz schafft für Unternehmen mehr wirtschaftliche Sicherheit.

Das Tool ist geeignet, um es in bestehende Planungs- und Partizipationsplattformen zu integrieren. Für die kommerzielle Nutzung werden die Datensätze auf Basis unternehmensinterner Daten und Erfahrungen ausgewählt. Dabei sollten Frequenzbringer wie Universitäten, Einkaufszentren, Bürokomplexe etc. berücksichtigt werden. Am Beispiel der Fahrradverleihstationen ist davon auszugehen, dass dadurch eine erhöhte Nachfrage induziert wird.

## Literatur

- AMT FÜR STATISTIK BERLIN-BRANDENBURG (2015), Einwohnerinnen und Einwohner in den Ortsteilen Berlin am 31.12.2014. <http://daten.berlin.de/datensatze/einwohnerinnen-und-einwohner-den-ortsteilen-berlins-am-31122014> (19.04.2016).
- DE CHARDON, C. M. & CARUSO, G. (2015), Estimating bike-share trips using station level data. *Transportation Research Part B: Methodological*, 78, 260-279.
- DUNN, C. E. (2007), Participatory GIS – people’s GIS? *Progress in Human Geography*, 31 (5), 616-637. doi: 10.1177/0309132507081493.
- KEENAN, P. B. (2001), Spatial decision support systems. *Decision Making Support Systems: Achievements and Challenges for the New Decade*, 28-39.
- MALCZEWSKI, J. & RINNER, C. (2015), *Multicriteria Decision Analysis in Geographic Information Science. Series: Advances in Geographic Information Science. Springer Science+ Business Media, New York*, 331 S. doi: 10.1007/978-3-540-74757-4\_1.
- MIDGLEY, P. (2009), The role of smart bike-sharing systems in urban mobility. *Journeys*, 2, 23-31.
- OBERMEYER, N. J. (1998), The evolution of public participation GIS. *Cartography and Geographic Information Systems*, 25, 65-66.
- OBE, R. O. & HSU, L. S. (2011), *PostGIS IN ACTION*. Manning Publications Co., Stamford, 492 S.
- OXLEY, T., MCINTOSH, B. S., WINDER, N., MULLIGAN, M. & ENGELN, G. (2004), Integrated modelling and decision-support tools: A Mediterranean Example. *Environmental Modelling & Software*, 19 (11), 999-1010. doi:10.1016/j.envsoft.2003.11.003.
- RAMBALDI, G., KWAKU KYEM, P. A., MCCALL, M. & WEINER, D. (2006), Participatory Spatial Information Management and Communication in Developing Countries. *The Electronic Journal of Information Systems in Developing Countries*, 25 (1), 1-9.
- SIEBER, R. (2006), Public Participation Geographic Information Systems: A Literature Review and Framework. *Annals of the Association of American Geographers*, 96 (3), 491-507. doi:10.1111/j.1467-8306.2006.00702.x.
- WACHOTSCH, U., KOŁODZIEJ, A., SPECHT, B., KOHLMAYER, R. & PETRIKOWSKI, F. (2014), E-Rad macht mobil. Potenziale von Pedelecs und deren Umweltwirkung. *Umweltbundesamt, Dessau-Roßlau*, 32 S.