

Geoinformationssysteme mit Sprache steuern – eine erste Evaluation

Matthias Stein¹, Morin Ostkamp¹, Andreas Wytzisk²

con terra GmbH¹
Hochschule Bochum²

m.stein@conterra.de, m.ostkamp@conterra.de, andreas.wytzisk@hs-bochum.de

Zusammenfassung

Durch die Verbreitung von Smartphones werden Informationen bzw. Dienste mit Raumbezug in web-basierten Geoinformationssystemen (Web-GIS) zunehmend auch mobil genutzt. Eine zentrale Komponente vieler Web-GIS ist die Steuerung der dargestellten Karteninhalte. Für diese Steuerung stellen sowohl die kleinen Bildschirme als auch die unterschiedlichen Erfahrungen und Anforderungen der meist heterogenen Benutzergruppen eine Herausforderung dar. Viele existierende Ansätze übernehmen die Prinzipien von Desktop-Anwendungen und erschweren dadurch oft eine effektive, effiziente und zufriedenstellende Arbeit auf mobilen Geräten. Dieser Artikel stellt einen neuartigen Ansatz zur Steuerung von Karteninhalten für mobile Web-GIS durch ein Voice User Interface (VUI) vor. Die Ergebnisse der Evaluation anhand einer Benutzerstudie zeigen, dass dieser Ansatz die hedonische Qualität des mobilen Web-GIS steigert, während die pragmatische Qualität nahezu unverändert bleibt.

1 Einleitung

Web-basierte Geoinformationssysteme (Web-GIS) sind seit Jahren Bestandteil unseres Alltags. Sie ermöglichen den unkomplizierten Zugriff auf Karten bzw. die darin enthaltenen Geoinformationen. Die Anwendungsfälle sind dabei genauso vielfältig wie die Benutzergruppen: Zum Beispiel lassen sich Touristen in fremden Städten zum nächsten Restaurant dirigieren und Bauherren durchforsten Landstriche virtuell nach geeigneten Grundstücken. Damit diese heterogenen Benutzergruppen „effektiv, effizient und zufriedenstellend“ (vgl. 2.2) mit dem jeweiligen Web-GIS interagieren können, ist eine gute Usability unumgänglich.

Die Usability eines Web-GIS kann durch verschiedene Maßnahmen gezielt verbessert werden. Dazu zählen u.a. Usability-Tests, bei denen Anwender genau bestimmte Aufgaben absolvieren sollen. Als IT-Integrator für Geoinformationssysteme führt die con terra GmbH regelmäßig

solche Usability-Tests durch. Dabei fiel wiederholt auf, dass Anwender die im GIS bereitgestellte Suchfunktion (siehe Abbildung 1) nicht nur zur Recherche von Fachdaten, sondern auch zur Steuerung des GIS nutzen wollten. So gaben Anwender beispielsweise nicht nur den Suchbegriff „Pizzeria“ ein, sondern auch Sätze oder Satzfragmente wie etwa „italienische Restaurants anzeigen“. Aufgrund dieser Beobachtung wurden weitere Arbeiten im Rahmen einer Masterarbeit durchgeführt, die sich mit dem Potential von natürlicher Sprache zur Steuerung von Karteninhalten in web-basierten Geoinformationssystemen befassen.

Dieser Artikel ist im Weiteren wie folgt strukturiert: Zunächst werden verwandte Arbeiten in Bezug zu Web-GIS, Usability und Voice User Interfaces vorgestellt. Der darauf folgende Abschnitt stellt den Ansatz dar, anhand dessen die neuartige Steuerung von Karteninhalten für mobile Web-GIS hergeleitet wurde. In den anschließenden Abschnitten wird der Ansatz zunächst evaluiert und dann diskutiert. Im Fazit werden die gewonnenen Erkenntnisse abschließend zusammengefasst und Ausblicke auf mögliche zukünftige Arbeiten gegeben.



Abbildung 1: Exemplarische Suchfunktion in einem Web-GIS.

2 Verwandte Arbeiten

Der in diesem Artikel vorgestellte Ansatz basiert auf den Erkenntnissen aus verschiedenen wissenschaftlichen Bereichen, u.a., GIS bzw. Web-GIS, Usability und Voice User Interfaces. Die folgenden Abschnitte beleuchten diese Bereiche, indem sie relevante verwandte Arbeiten aufzeigen und einordnen.

2.1 Web-GIS

Ein Web-GIS ist ein Geoinformationssystem (oder auch Geographisches Informationssystem, GIS), das vollständig im Browser lauffähig ist (Kraak, 2004). Die Hauptfunktion ist die Anzeige von Geodaten bzw. Informationen mit Raumbezug. Web-GIS können aufgrund der technischen Plattform, beispielsweise HTML und JavaScript, meist einfacher auf die individuellen Anforderungen der Nutzer zugeschnitten werden, als vergleichbare Desktop-Systeme. Der Benutzer sieht dann z. B. nur die Werkzeuge und Dialoge, die er zum Erreichen seines individuellen Ziels benötigt. Durch diesen passgenauen Zuschnitt erhöht sich die Zugänglichkeit, Transparenz und Akzeptanz im Vergleich zu den meist komplexeren GIS auf Desktop-Systemen.

Über die Steuerung von Karteninhalten in (Web-)GIS scheint es bislang nur wenige Veröffentlichungen zu geben, wie etwa von Hong und Su (H. Hong und T. Su, 2016). Die Autoren stellen dort die Metapher eines Inhaltsverzeichnisses (Table Of Content, TOC), als weit verbreiteten Ansatz dar. Dabei werden die verschiedenen Karteninhalte meist tabellarisch strukturiert dargestellt (siehe Abbildung 2). Neben den eigentlichen Karteninhalten werden oft auch zusätzliche Steuerelemente angezeigt, etwa zur Einstellung der Reihenfolge oder Transparenz.

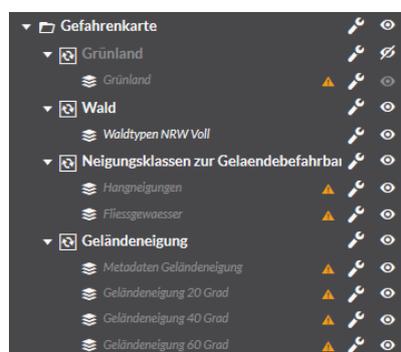


Abbildung 2: Steuerung für Karteninhalte als Table Of Content (TOC).

2.2 Usability

Die ISO-Norm 9241-11 beschreibt Usability als das Ausmaß, in dem bestimmte Benutzer ein System, Produkt oder Dienst in einem bestimmten Kontext nutzen können, um bestimmte Ziele effektiv, effizient und zufriedenstellend zu erreichen (DIN, 2010). Ins Deutsche übersetzt wird der Begriff mit „Benutzbarkeit“ oder „Gebrauchstauglichkeit“ (Richter und Flückiger, 2010). Nach Gould ist eine gute Usability insbesondere für GIS und Web-GIS ein entscheidender Faktor (Gould, 1989). Neben den oben genannten drei Eigenschaften aus der ISO-Norm (Effektivität, Effizienz und Zufriedenheit) wirkt sich die Usability auch auf die Erlernbarkeit, Einprägbarkeit und Fehlerrate solcher Systeme aus (Nielsen, 2010).

Zur Evaluation der Usability stehen verschiedene Methoden bereit, u.a. heuristische Evaluationen, Analyse von Logdaten und Benutzerstudien (Nielsen, 2010). Das Ziel einer Benutzerstudie ist es, möglichst aussagekräftige Informationen über den tatsächlichen Einsatz eines Systems zu erhalten. Dazu durchlaufen mehrere Studienteilnehmer ein realistisches Anwendungsszenario. Ihre Aktionen und ihr Verhalten werden dabei protokolliert, beispielsweise anhand von Notizen oder Bild- und Tonaufnahmen (Krug, 2014). Neben Methoden zur Evaluation der Usability stellt Nielsen auch eine Heuristik zur Verbesserung der Usability von Softwaresystemen vor (Nielsen, 2010). Diese Heuristik umfasst zehn Leitlinien und wird seit ihrer Veröffentlichung im Jahr 1990 bis heute oft verwendet (Bader et al., 2017).

2.3 Voice User Interface

Im Vergleich zu einer graphischen Benutzerschnittstelle (Graphic User Interface, GUI) bezeichnet eine Sprachschnittstelle (Voice User Interface, VUI) ein System, das auf der Ein- und Ausgabe von gesprochener Sprache basiert. Bekannte Beispiele für solche Benutzerschnittstellen sind Sprachassistenten wie Siri, Alexa oder Google Assistant. VUIs haben im Vergleich zu konventionellen GUIs besondere Eigenschaften: Zum einen benötigen Benutzer keine zusätzlichen Eingabegeräte, wie etwa eine Maus oder eine Tastatur, die sie mit den Händen steuern müssen. Deshalb ist es in der Regel möglich, VUIs parallel zu anderen Tätigkeiten, z. B. während des Autofahrens, zu benutzen. Ein weiterer Vorteil aktueller VUIs ist, dass sie flexibel auf

Spracheingaben reagieren können. Benutzer müssen meist keine bestimmte Syntax erlernen und einhalten, sondern können Befehle auf verschiedene Weisen formulieren. Dieser Vorteil adressiert zwei Punkte von Niensens Heuristik: „Match between system and the real world“ und „Recognition rather than recall“ (Nielsen, 2010).

Um diese Flexibilität auch tatsächlich gewährleisten zu können, stellen VUIs große Anforderungen an die zugrundeliegende Spracherkennung. Der Bereich der Künstlichen Intelligenz (KI), der sich mit dem Verständnis bzw. der Interpretation von natürlicher Sprache beschäftigt, heißt Natural Language Understanding (NLU). Dabei kann der Prozess der Interpretation als eine Übersetzung von natürlicher Sprache in eine eindeutige und maschinenlesbare Formensprache beschrieben werden. Anhand dieser Formensprache können konkrete Reaktionen auf die Befehle der Benutzer erfolgen (Ovchinnikova, 2012).

Am MIT entwickelte Terry Winograd von 1968–1970 SHRDLU¹, eines der ersten Programme, das natürliche Sprache interpretieren konnte. Mittels Texteingabe und eines einfachen Displays konnte der Anwender sich mit dem Computer über simple Geometrien unterhalten und ihm Fragen dazu stellen – SHRDLU nutzte somit eine Kombination von GUIs und VUIs. David H.D. Warren und Fernando C.N. Pereira entwickelten in den frühen 1980er Jahren CHAT-80. Das Programm erlaubte es dem Benutzer, eine Datenbank nach geographischen Fakten mittels natürlicher Sprache zu durchsuchen (Warren und Pereira, 1982).

3 Ansatz

Ausgehend von den Beobachtungen vorangegangener Usability-Tests war es das Ziel, einen neuartigen Ansatz zur Steuerung von Karteninhalten für mobile Web-GIS zu entwerfen. Dabei sollte der Entwurf auf etablierten Ansätzen basieren und dort eventuell vorhandenes Usability-Potential ausschöpfen. Dazu kamen die in 2.2 erwähnten Benutzerstudien zum Einsatz. Das Vorgehen wird nachfolgend näher erläutert. Der anschließende Abschnitt beschreibt dann den Entwurf eines VUI für mobile Web-GIS.

3.1 Usability-Analyse aktueller Ansätze

Drei Softwaresysteme waren der exemplarische Untersuchungsgegenstand für aktuelle Ansätze zur Steuerung von Karteninhalten für mobile Web-GIS: ArcGIS Online Web AppBuilder², map.apps³ und der Stadtplan Bocholt⁴. Eine Benutzerstudie sollte Aufschlüsse darüber geben, wie echte Anwender einen TOC zur Kartensteuerung in einem realistischen Szenario einsetzen. Die Anwender sollten dazu drei Aufgaben durchführen: (i) Einen bestimmten Karteninhalt aktivieren, (ii) auf eine bestimmte Hintergrundkarte wechseln, (iii) einen bestimmten Karteninhalt deaktivieren. Die Teilnehmer wurden gebeten, während der Bearbeitung der Aufgaben

¹<http://hci.stanford.edu/winograd/shrdlu/>, zuletzt besucht am 05.04.2018

²<http://mstein.maps.arcgis.com/apps/webappviewer/index.html?id=41de0d8b543c4f73b7759f4bd7c19f38>, zuletzt besucht am 05.04.2018

³https://demos.conterra.de/mapapps/resources/apps/mobiletoc_usability, zuletzt besucht am 05.04.2018

⁴<http://webgis.bocholt.alt4cloud.com/atlasfx/js/index.html?mapId=107>, zuletzt besucht am 05.04.2018

laut zu denken (Think Aloud), damit der Testleiter entsprechende Notizen und Beobachtungen festhalten kann. Um möglichst viele Ergebnisse zu erhalten, folgte die Studie dem Within Subject-Design, d.h. alle Teilnehmer haben alle drei Web-GIS mit allen Aufgaben getestet. Um mögliche Seiteneffekte zu minimieren, wurde die Reihenfolge der getesteten Web-GIS und die jeweiligen Aufgaben randomisiert. Für jedes der drei Web-GIS wurden ca. 10 Minuten für die Durchführung veranschlagt – ein Gesamtdurchlauf dauerte also ungefähr 30 Minuten pro Teilnehmer. Insgesamt haben neun Teilnehmer an der Benutzerstudie teilgenommen, die per E-Mail und sozialen Netzwerken rekrutiert wurden. Drei Teilnehmer hatten bereits viele Erfahrungen mit dem Umgang von Web-GIS gesammelt; zwei Teilnehmer gaben an bereits zuvor mindestens einmal ein Web-GIS benutzt zu haben. Vier Teilnehmer hatten bisher noch nie ein Web-GIS benutzt. Die Altersklassen der Teilnehmer umfassten 20 bis 50 Jahre. Als Messgrößen wurde die Effektivität (Anzahl der erfolgreich abgeschlossenen Aufgaben) und die Zufriedenheit festgelegt. Letztere wird anhand des SUS- (Brooke, 1996) und UEQ-Fragebogens (Laugwitz et al., 2008) ermittelt. Als mobiles Gerät kam ein Motorola G3 zum Einsatz.

Alle Teilnehmer waren in der Lage, die drei Testaufgaben mit jedem der drei Web-GIS erfolgreich abzuschließen. Die folgenden Beobachtungen wurden außerdem gemacht: (i) Einige Teilnehmer hatten Probleme, die im Web-GIS verwendeten Symbole bzw. Icons richtig zu interpretieren (16 Beobachtungen); so wurden bspw. Funktionen verwendet, die nicht zur Lösung der Testaufgaben benötigt wurden. (ii) Mehrere Teilnehmer haben das Web-GIS durch die „Zurück-Schaltfläche“ des Browsers unbeabsichtigt verlassen (7 Beobachtungen). (iii) In 5 Beobachtungen zeigte sich, dass einige Teilnehmer Probleme mit der Steuerung von GUI-Elementen hatten, die nicht für den mobilen Einsatz optimiert waren. (iv) Ebenso versuchten einige Teilnehmer die dargestellten Karteninhalte auf den Ausgangszustand zurückzusetzen (5 Beobachtungen). (v) Unerfahrene Teilnehmer haben versucht Befehle, z. B. „Grundschulen anzeigen“, in die Suche der Anwendung (siehe Abbildung 1) oder in die Adresszeile des Browsers einzugeben (4 Beobachtungen). Die weiteren Ergebnisse des SUS- und UEQ-Fragebogens fasst Tabelle 1 zusammen.

3.2 Entwurf einer VUI für Web-GIS

In vorangegangenen Benutzerstudien (siehe 1 und 3.1) versuchten manche Benutzer das Web-GIS mittels natürlicher Sprache zu steuern. Deshalb wurde im nächsten Schritt ein VUI zur Steuerung des Karteninhalts in einem mobilen Web-GIS entworfen, prototypisch implementiert und evaluiert. Der Prototyp basiert dabei auf dem Web-GIS „map.apps“ der con terra GmbH. Um ähnlich flexibel wie Siri oder Alexa auf die Befehle der Anwender reagieren zu können, sollte auf im Vorfeld fest definierte Sprachbefehle verzichtet werden. Vielmehr sollte eine KI auch Variationen in den Befehlen erkennen und behandeln können.

Um hierbei möglichst gute Ergebnisse zu erreichen, wurden etablierte Werkzeuge verwendet: Für die Umsetzung der gesprochenen Sprache in Text kommt die Web Speech API⁵ zum Einsatz, die im ersten Quartal 2018 von den meisten Browsern unterstützt wird. Google Chrome benutzt wiederum die Google Cloud Speech API⁶, deren Fehlerrate laut Google zur Zeit bei

⁵https://developer.mozilla.org/en-US/docs/Web/API/Web_Speech_API, zuletzt besucht am 05.04.2018

⁶<https://cloud.google.com/speech/docs>, zuletzt besucht am 05.04.2018

4,9 % liegt (Rixecker, 2017). Die so transkribierten Texte werden dann mit Hilfe des Open Source-Projektes RASA NLU⁷ analysiert und interpretiert. Dazu wandelt RASA NLU die Sprach- bzw. Texteingabe in strukturierte Daten um. Diese Daten beinhalten u.a. Informationen über die identifizierten Absichten (intent classification) und Entitäten (entity extraction). Die Anfrage „Zeige mir alle Grundschulen“ liefert beispielsweise folgende JSON-Antwort:

```
{ "entities": [{ ...  
    "value": "Grundschulen",  
    "entity": "layer"  
  }],  
  "intent": {  
    "confidence": 0.705603681758392,  
    "name": "show_layer"  
  },  
  "text": "Zeige mir alle Grundschulen",  
  "intent_ranking": [...]}  
}
```

Diese JSON-Antwort enthält verschiedene Informationen: Im vorliegenden Beispiel wurde das Wort „Grundschulen“ als Entität vom Typ „Layer“ erkannt. Weitere Entitäten wurden nicht festgestellt, können in anderen Fällen aber auftreten. Zusätzlich zu den Entitäten wurde der Intent „show_layer“ erkannt. Die Genauigkeit dieser Erkennung wird ebenfalls angegeben („confidence“), um die Qualität des Ergebnisses einschätzen zu können. Bevor RASA NLU solche Ergebnisse liefern kann, muss zunächst ein s.g. Modell trainiert werden. Dabei kommen verschiedene Verfahren des Machine Learnings zum Einsatz. Dieses Training basiert auf Beispielsätzen, die neben der möglichen Texteingabe auch die entsprechend gewünschten Befehle (Intents) und Objekte (Entities) umfassen. Üblicherweise wird ein solches Modell mit mindestens 100 bis 1.000 Beispielen trainiert, damit es verlässliche Ergebnisse liefern kann. Das in der Evaluation (siehe 4) verwendete Modell wurde mit ca. 150 Beispielen trainiert.

Auch für eine Sprachsteuerung muss eine GUI entworfen werden, um die Spracherkennung zu starten oder Text einzugeben. Letzteres kann besonders in lauten Umgebungen nützlich sein oder wenn Befehle mit sensiblen Informationen nicht von umher stehenden Personen mitgehört werden sollen. Außerdem visualisiert eine GUI den Zustand des Systems, etwa ob die Spracheingabe aktiv ist oder die Spracheingabe zur Zeit analysiert wird. Nielsen empfiehlt eine solche Sichtbarkeit des Systemzustands („Visibility of System Status“ (Nielsen, 2010)).

4 Evaluation

Nach der prototypischen Umsetzung des neuen Ansatzes wurde dieser mit den existierenden und zuvor untersuchten Ansätzen verglichen. Um vergleichbare Ergebnisse zu erhalten, wurden dazu dieselben Methoden wie beim ersten Usability-Test angewandt (siehe 3.1). Die Ergebnisse der Evaluation ermöglichen es so eine Aussage darüber zu treffen, ob sich die Usability des neuen Ansatzes im Vergleich zu den bereits existierenden Ansätzen verbessert hat. Gleichzeitig soll die Benutzerstudie möglichst viele Probleme des neuen Ansatzes aufdecken. Um die Ergebnisse der beiden Studien vergleichen zu können, folgten beide Benutzerstudien

⁷<https://rasa.ai/products/rasa-nlu/>, zuletzt besucht am 05.04.2018

demselben Aufbau und identischen Aufgaben, Material und Teilnehmern (siehe 3.1). Da im Vergleich zur ersten Benutzerstudie nur ein Web-GIS getestet wurde dauerte die zweite Studie zur Evaluation des neuen Ansatzes nur insgesamt 10 Minuten pro Teilnehmer.

Alle Teilnehmer der Benutzerstudie waren in der Lage, die drei Testaufgaben mit Hilfe des neuen Ansatzes erfolgreich abzuschließen. Dabei wurden außerdem die folgenden Beobachtungen gemacht: (i) Einige Teilnehmer konnten gewünschte Aktionen nicht ausführen lassen, da die KI die Spracheingaben nicht korrekt interpretiert hat (6 Beobachtungen). (ii) Ebenso oft sagten die Teilnehmer, dass sie die Spracheingabe den konventionellen TOC-Ansätzen vorziehen würden (6 Beobachtungen). (iii) Manche Teilnehmer hielten den Knopf zur Aktivierung der Spracheingabe gedrückt, während sie in das Mikrofon sprachen (3 Beobachtungen) – die übrigen Teilnehmer tippten lediglich kurz. Die weiteren Ergebnisse des SUS- und UEQ-Fragebogens fasst ebenfalls Tabelle 1 zusammen.

Tabelle 1: Ergebnisse der SUS- und UEQ-Fragebögen für die drei vorhandenen Ansätze und das neue VUI

	Web AppBuilder	Stadtplan Bocholt	map.apps mit TOC	map.apps mit VUI
Mittelwert ²	85,00 (113,23–56,77)	58,06 (73,40–42,71)	88,61 (95,58–81,65)	88,06 (75,94–100,17)
Attraktivität ³	0,55	-0,07	1,83	2,52
Durchschaubarkeit ³	0,57	0,44	2,92	2,47
Effizienz ³	0,25	0,42	2,92	2,28
Steuerbarkeit ³	0,75	0,86	2,17	2,11
Stimulation ³	0,25	-1,75	1,19	2,25
Originalität ³	0,18	-1,83	1,22	2,44

5 Diskussion

Laut den Ergebnissen des SUS scheint eine VUI die Usability zur Steuerung von Karteninhalten für mobile Web-GIS im Vergleich zu konventionellen Methoden nicht zu verbessern. Tatsächlich ist sogar eine leichte Verschlechterung des SUS-Mittelwertes erkennbar (TOC: 88,61, VUI: 88,06, siehe Tabelle 1). Dieser Unterschied scheint aber in Anbetracht der Einschränkungen der durchgeführten Evaluation (siehe unten) vernachlässigbar zu sein. Die Ergebnisse des UEQ deuten hingegen darauf hin, dass ein mobiles Web-GIS durch VUIs attraktiver (TOC: 1,83, VUI: 2,52), stimulierender (TOC: 1,19, VUI: 2,25) und origineller (TOC: 1,22, VUI: 2,44) wirkt. Je nach Anwendungskontext des Web-GIS können diese Vorteile bzgl. der

²SUS-Mittelwert; 0,95-Konfidenzintervall in Klammern

³Dimension des UEQ-Fragebogens

„hedonischen Qualität“ (Laugwitz et al., 2008) die Nachteile bzgl. der „pragmatischen Qualität“ (ebd.) überwiegen. Zum Beispiel könnte ein mobiles Web-GIS, das vornehmlich von bestimmten Fachanwendern benutzt wird, konventionelle Methoden, wie etwa einen TOC, einsetzen; Systeme, die von der Öffentlichkeit oder einer ähnlich heterogenen Anwendergruppe benutzt werden, könnten hingegen VUIs als attraktivere Alternative verwenden.

Bei heterogenen Anwendergruppen sollte außerdem beachtet werden, dass diese unterschiedliche Erfahrungen mit dem Umgang von VUIs haben können. Die Benutzerstudie zeigte, dass manche Benutzer die Schaltfläche zur Aktivierung der Spracheingabe während des Sprechens gedrückt hielten. Dies entspricht dem Verhalten vieler aktueller Instant-Messaging-Dienste, wie etwa WhatsApp oder Telegram. Andere Benutzer hingegen tippten nur kurz auf die Schaltfläche, um die Spracheingabe zu aktivieren, wie es bei digitalen Assistenten, z. B. Siri, Alexa oder Google Assistant, üblich ist. Das Interaktionsdesign einer VUI sollte deshalb so robust entworfen sein, dass möglichst viele Interaktionsarten zielführend sind – ein solches Design genügt Niensens Konzept der „Error Prevention“ (Nielsen, 2010). In ähnlicher Weise erhöhen VUIs die Flexibilität eines Web-GIS, da der Benutzer eine bestimmte Aktion durch verschiedene Sprachbefehle auslösen kann. Das System kann sich also dem Benutzer anpassen, was Nielsen in der Heuristik „Flexibility and efficiency of use“ (Nielsen, 2010) empfiehlt.

Durch den Einsatz einer VUI konnten einige der zuvor identifizierten Usability-Probleme vermieden werden. Unter anderem kann auf mehrdeutige oder zu kleine Symbole verzichtet werden, da die entsprechenden Funktionen über einen oder mehrere Sprachbefehle gesteuert werden können. Ebenso ist es unwahrscheinlicher, dass der Benutzer das Web-GIS ungewollt beendet, da sich das Interaktionsdesign des Web-GIS und des mobilen Browsers weniger bis gar nicht mehr überschneiden: Es ist unwahrscheinlicher, dass der Benutzer die GUI-Elemente des Browsers, insbesondere die Schaltfläche, um zur zuletzt besuchten Webseite zurückzukehren, mit denen des Web-GIS verwechselt.

Wie die meisten Benutzerstudien unterliegt auch die hier vorgestellte Studie gewissen Einschränkungen. Möglicherweise ist die Auswahl der Teilnehmer nicht repräsentativ und ist beispielsweise hinsichtlich des durchschnittlichen Alters oder der typischen Erfahrung mit mobilen Web-GIS verzerrt. Ebenso kann die Aufgabenstellung bzw. das gewählte Szenario die Ergebnisse der Benutzerstudie beeinflusst haben. So könnten die Ergebnisse bezüglich der Usability in Anwendungsfällen mit einem erhöhten Bedarf an Barrierearmut positiver ausfallen. Aufgrund der Struktur und der zeitlichen Rahmenbedingungen konnte die Benutzerstudie nur bedingt Ergebnisse über die Erlernbarkeit und Einprägbarkeit der Steuerung von Karteninhalten mittels des neuen Ansatzes generieren; eine zusätzliche Langzeitstudie könnte weitere Erkenntnisse über diese zwei Aspekte liefern. Die beobachtete Effektivität des neuen Ansatzes deutet allerdings auf eine gute Erlernbarkeit hin: Alle Teilnehmer waren in der Lage die Testaufgaben erfolgreich abzuschließen (siehe 4).

Trotz der oben genannten Einschränkungen stellt die Benutzerstudie zumindest vorläufige Ergebnisse bereit, die darauf hindeuten, dass VUIs einen positiven Einfluss auf die Steuerung von Karteninhalten für mobile GIS zu haben scheinen.

6 Fazit

Dieser Artikel präsentiert und evaluiert einen neuartigen Ansatz zur Verbesserung der Usability bei der Steuerung von Karteninhalten für mobile, web-basierte Geoinformationssysteme (Web-GIS). Der Ansatz basiert auf einem Voice User Interface (VUI), das mittels etablierter Verfahren aus dem Bereich der Künstlichen Intelligenz, nämlich des „Natural Language Understanding“ (NLU), flexibel auf verschiedene Benutzer und deren Anforderungen reagieren kann. Dadurch können Benutzer ein mobiles Web-GIS über Sprachbefehle steuern, ähnlich wie andere Softwaresysteme oder Geräte über Sprachassistenten wie etwa Siri, Alexa oder Google Assistant gesteuert werden können.

Der Entwurf des VUI basiert auf einer Analyse vorhandener Ansätze, und adressiert die dabei identifizierten Usability-Potentiale, insbesondere das unbeabsichtigte Verlassen der mobilen Anwendung und die Steuerung auf kleinen mobilen Bildschirmen. Die Evaluation des Ansatzes im Rahmen einer Benutzerstudie zeigt, dass die hedonische Qualität der Steuerung von Karteninhalten für mobile Web-GIS gesteigert werden konnte: Ein VUI wird als attraktiver, stimulierender und origineller wahrgenommen. Die pragmatische Qualität bzw. die Usability hingegen konnte nicht deutlich gesteigert werden.

Die in dieser Arbeit dargestellten Ergebnisse zeigen auch zukünftige Arbeitsbereiche auf. So könnte eine Langzeitstudie Erkenntnisse über die Erlernbarkeit und Einprägbarkeit des neuen Ansatzes im Vergleich zu konventionellen Methoden ermöglichen. Ebenso könnten die hier vorgestellten Analysen in anderen Anwendungskontexten wiederholt werden, insbesondere hinsichtlich der Barrierearmut. Außerdem könnte analysiert werden, wie das zugrundeliegende NLU-Modell erweitert werden kann, um noch flexibler auf die Spracheingaben von verschiedenen Benutzern reagieren zu können.

Literaturverzeichnis

- Bader, F., Schön, E. M. & Thomaschewski, J. (2017). Heuristics Considering UX and Quality Criteria for Heuristics. *International Journal of Interactive Multimedia and Artificial Intelligence, In Press*(In Press), 1.
- Brooke, J. (1996). SUS: A quick and dirty usability scale. In P. W. Jordan, B. Weerdmeester, A. Thomas & I. L. Mclelland (Hrsg.), *Usability evaluation in industry*. Taylor und Francis.
- DIN. (2010). DIN EN ISO 9241-210: Ergonomics of human-system interaction: Part 210: Human-centred design for interactive systems. Beuth.
- Gould, M. D. (1989). Human factors research and its value to GIS user interface design. *GIS/LIS, Orlando, Florida, USA (GIS/LIS'89)*, 2(2), 541–550.
- H. Hong, J. & T. Su, Y. (2016). VISA: An Automatic Aware and Visual Aids Mechanism for Improving the Correct Use of Geospatial Data. *ISPRS - International Archives of the Photogrammetry, Remote Sensing and Spatial Information Sciences, XLI-B2*, 399–406.
- Kraak, M.-J. (2004). The role of the map in a Web-GIS environment. *Journal of Geographical Systems*, 6(2), 83–93.

- Krug, S. (2014). *Don'T Make Me Think, Revisited: A Common Sense Approach to Web Usability* (3rd). New Riders Publishing.
- Laugwitz, B., Held, T. & Schrepp, M. (2008). Construction and Evaluation of a User Experience Questionnaire. In *Proc. USAB '08* (S. 63–76). Springer-Verlag.
- Nielsen, J. (2010). *Usability engineering* (Nachdr.). Kaufmann.
- Ovchinnikova, E. (2012). *Integration of World Knowledge for Natural Language Understanding*. Atlantis Thinking Machines. Atlantis Press.
- Richter, M. & Flückiger, M. D. (2010). *Usability Engineering kompakt: benutzbare Software gezielt entwickeln* (2. Aufl). kompakt-Reihe. Spektrum Akad. Verl.
- Rixecker, K. (2017). Spracherkennung: Google senkt Fehlerquote massiv. <https://t3n.de/news/spracherkennung-google-reduziert-824325/>. zuletzt besucht am 05.04.2018.
- Warren, D. H. D. & Pereira, F. C. N. (1982). An Efficient Easily Adaptable System for Interpreting Natural Language Queries. *Comput. Linguist.* 8(3-4), 110–122.



Stein, Matthias

Matthias Stein ist Software-Engineer bei der con terra GmbH und dort in verschiedensten Projekten tätig. Insbesondere setzt er sich dafür ein, das Thema der Künstlichen Intelligenz im Unternehmen voran zu bringen. Vor dieser Tätigkeit studierte er Geoinformatik an der Hochschule Bochum. Seine Masterarbeit wurde ebenso wie seine Bachelorarbeit mit dem ESRI EDC Student of the Year Award ausgezeichnet.



Ostkamp, Morin

Morin Ostkamp begeistert sich für verschiedene Themen im Bereich der Mensch-Computer-Interaktion. Bei der con terra GmbH liegt sein Schwerpunkt auf der User Experience von web-basierten Anwendungen mit Raumbezug, z. B. Geographischen Informationssysteme (GIS). Eingebettet in eine ganzheitliche Strategie – der Spatial UX – untersucht er, wie man die User Experience solcher Systeme gezielt optimieren kann.



Wytzisk, Andreas

Andreas Wytzisk ist Professor für Geoinformatik/Informatik im Fachbereich Geodäsie der Hochschule Bochum. Er gestaltete maßgeblich das erste Architekturkonzept der Geodateninfrastruktur Deutschland, konzipierte die Strategie zur Nationalen Geodateninfrastruktur Kroatiens und leitete zahlreiche nationale und internationale Projekte, z. B. zum Aufbau einer Geodateninfrastruktur für die Europäische Kommission.