

Benjamin Dienstl, BSc

Ein Echtzeit Feedbacksystem für Mikro-ÖV
unter Zuhilfenahme von „Volunteered Geographic Information“

Masterarbeit

zur Erlangung des akademischen Grades

Master of Science

Masterstudium Geospatial Technologies

eingereicht an der

Technischen Universität Graz

Betreuer

Ass.-Prof. Dipl.-Ing.(FH) Dr.techn. Johannes Scholz

Institut für Geodäsie

Graz, Mai 2018

AFFIDAVIT

I declare that I have authored this thesis independently, that I have not used other than the declared sources/resources, and that I have explicitly indicated all material which has been quoted either literally or by content from the sources used. The text document uploaded to TUGRAZonline is identical to the present master's thesis.

Date

Signature

EIDESSTATTLICHE ERKLÄRUNG

Ich erkläre an Eides statt, dass ich die vorliegende Arbeit selbstständig verfasst, andere als die angegebenen Quellen/Hilfsmittel nicht benutzt, und die den benutzten Quellen wörtlich und inhaltlich entnommenen Stellen als solche kenntlich gemacht habe. Das in TUGRAZonline hochgeladene Textdokument ist mit der vorliegenden Dissertation identisch.

Datum

Unterschrift

Aus Gründen der leichteren Lesbarkeit wird in der vorliegenden Masterarbeit die gewohnte männliche Sprachform bei personenbezogenen Substantiven und Pronomen verwendet. Dies impliziert jedoch keine Benachteiligung des weiblichen Geschlechts, sondern soll im Sinne der sprachlichen Vereinfachung als geschlechtsneutral zu verstehen sein.

ZUSAMMENFASSUNG

Die Übermittlung von Feedback im öffentlichen Verkehr (ÖV) stellt oft eine beachtliche Schwierigkeit dar. Des Öfteren ist das Feedback von Kunden, obgleich positiv oder negativ, nur eine Momentaufnahme und ist meist bis zum Ende der Fahrt vergessen. Besonders „wann“ und „wo“ sich ein Vorfall ereignet, ist derzeit für Unternehmen schwer zurückzuverfolgen. Diese Studie beschäftigt sich mit der Entwicklung eines Echtzeit-Feedbacksystems für den ÖV, im Speziellen, „Mikro-ÖV“. Der Versuch basiert auf Citizen Science, einer wissenschaftlichen Methode, welche die Bevölkerung in Projekte miteinbindet. So können beispielweise Einwohner einer Gemeinde, mit Zuhilfenahme von Volunteered Geographic Information (VGI) als Sensor fungieren und Information mit Lagebezug an Unternehmen oder Forschungseinrichtungen weiterleiten.

Das Ziel dieser Arbeit ist es zu untersuchen, ob VGI im ÖV verwendet werden kann. In weiterer Folge wird anhand von abgegebenen Kundenfeedback untersucht, ob die Bevölkerung in der Gemeinde Gratwein-Straßengel mit dem Mikro-ÖV-Angebot zufrieden ist. Zunächst werden Definitionen aus den Fachbereichen der Geodäsie, der Informatik, des Verkehrswesen und der Begriff VGI behandelt. Im Mittelpunkt stehen die verschiedenen Anwendungsbereiche von VGI. Im dritten Kapitel wird auf aktuelle Applikationen, die VGI verwenden, eingegangen. Aufbauend auf Literatur und aktuellen Projekten beschäftigt sich der Hauptteil der Studie mit dem Versuch ein Echtzeit-Feedbacksystem im ÖV umzusetzen. Ferner wird auf die ÖV-Ausgangslage in der Gemeinde Gratwein-Straßengel und die Entwicklung der Webanwendung, welche zur Ermittlung der Zufriedenheit des Mikro-ÖV-Angebot dient, eingegangen. Das Ergebnis zeigt, dass das VGI im ÖV angewendet werden kann, jedoch gibt es Verbesserungsvorschläge hinsichtlich des Interfaces der Applikation und der Verortung der Position. Zudem ist die Bevölkerung im peripheren Raum durchaus zufrieden mit dem Mikro-ÖV-Angebot.

ABSTRACT

Submitting the feedback in public transport is often considerable difficult. Often the customers feedback, positive or negative, is just a snapshot and is usually forgotten until the end of the ride. Especially “when” and “where” an incident happens is currently hard to detect for the service provider. The study makes an approach for a development of a realtime feedback system in public transport, in particular a demand responsive transport system. The approach draws on Citizens Science, a method where the communities are involved for scientific purposes. In this case people act as a sensor and provide data for companies or scientific purposes.

The aim of this thesis is to determine whether VGI can be used in public transport. Furthermore, submitted customer feedback will be used to investigate, if the population of the municipality of Gratwein-Straßengel is satisfied with the demand responsive transport system. First, the study gives an overview of the formal definition from divisions of geodesy, computer science, transport and the term VGI. Especially VGI and the various applications of VGI are in the focus. The third chapter is about current applications which uses VGI. The main part of the thesis is building on the literature and current applications and making an approach for a realtime feedback system in public transport. Furthermore, it covers the current situation of public transport in the municipality of Gratwein-Straßengel and the development of the application for customer feedback of the demand responsive transport system. The results show that VGI can be used in public transport. However, there are suggestions for improvement for the interface of the feedback system and the detection of the position. Moreover, the population of the municipality of Gratwein-Straßengel is pleased with the service of the demand responsive transport system.

DANKSAGUNG

Ich möchte mich herzlichst bei meiner Freundin Monika und meiner Familie für die Unterstützung während der Masterarbeit und des Studiums bedanken. Des Weiteren möchte ich den Geschäftsführen von verkehrplus Dr. Markus Frewein und Dr. Ulrich Bergmann für die Möglichkeit der Erstellung meiner Masterarbeit im Zusammenhang mit meinen Tätigkeiten in der Firma danken. Schließlich möchte ich mich bei Herrn Prof. Johannes Scholz für die Betreuung und großartige Unterstützung während der Masterarbeit bedanken.

INHALTSVERZEICHNIS

Abkürzungsverzeichnis	xvii
1 Einleitung	1
1.1 Problemstellung	2
1.2 Zielsetzung	2
1.3 Arbeitsmethodik und Arbeitsgrundlagen	3
1.4 Vergleichbare Arbeiten	3
2 Grundlagen und State of the art	9
2.1 Grundlagen der Geodäsie	9
2.2 Grundlagen der Informatik	13
2.3 Grundlagen des Verkehrswesens	16
2.4 Volunteered Geographic Information	17
3 Aktuelle Anwendungen als Beispiel	23
4 Forschungsdesign	29
4.1 Fragebogen	30
4.2 Feldtest	32
4.3 Deskriptive Datenanalyse und GIS-Analyse	32
5 Echtzeit-Feedbacksystem für Mikro-ÖV	33
5.1 Ausgangslage	33
5.2 Entwicklung des Prototyps	38
5.2.1 Frontend	39
5.2.2 Backend	43
5.3 Ergebnisse	44
5.4 Bewertung und Interpretation der Ergebnisse	56
6 Conclusio	69
Literaturverzeichnis	75

ABBILDUNGSVERZEICHNIS

1	Punktbestimmung kartesisches Koordinatensystem (Universität Würzburg 2017)	9
2	Punktbestimmung im erdfesten Koordinatensystem (Spektrum 2000)	10
3	Webseite OpenStreetMap (OSM) Ausschnitt Untersuchungsgebiet Gemeinde Gratwein-Straßengel (OpenStreetMap 2017)	19
4	Webseite GeoCommon vom Erdbeben Haiti (Zook et al. 2010)	20
5	Schau auf Graz – Schritt 1 (Eigener Entwurf (EE))	24
6	Schau auf Graz – Schritt 2 (EE)	24
7	Ping-Button (Schaap 2017)	25
8	Ping-Heatmap der gefährlichen Stellen (Schaap 2017)	26
9	Strava-Heatmap von England (Mapbox 2015)	27
10	Strava-Heatmap von England (Strava 2016)	27
11	Waze – Navigation in Graz (EE)	28
12	Waze – Navigation in New York (Hard 2018)	28
13	Workflow-Diagramm (EE)	30
14	Bevölkerungsverteilung und -dichte (Registerzählung 2015) (EE)	34
15	ÖV-Linien und ÖV-Haltestellen (EE)	35
16	Infopoints und Verknüpfungspunkte (EE)	37
17	Systemarchitektur der Webanwendung (EE)	39
18	Ausschnitt Frontend Frage 1–3 (EE)	40
19	Ausschnitt Frontend Frage 7–10 (EE)	40
20	Echtzeit Feedbacksystem Kundenposition (EE)	45
21	Geschlechterverteilung der befragten Kunden (EE)	46
22	Ortsteilansässigkeit der befragten Kunden (EE)	46
23	Alter der Fahrgäste und Häufigkeit der Benutzung des Rufbusses (EE)	47
24	Beschäftigung der Fahrgäste und Häufigkeit der Benutzung des Rufbusses (EE)	47
25	Häufigkeit der Benutzung des Rufbusses (EE)	48
26	Alter der Fahrgäste und Häufigkeit der Benutzung des Rufbusses (EE)	48
27	Beschäftigung der Fahrgäste und Häufigkeit der Benutzung des Rufbusses (EE)	49

28	Möglichkeiten zur Fortbewegung ohne Rufbus (EE)	49
29	Erreichbarkeit der Infopoints & Bestellung der Fahrt über das Telefon (EE)	50
30	Verbesserungsvorschläge für die Bedienzeit des Rufbusses (EE)	51
31	Zukünftige Kostenträger für den Betrieb des Rufbusses (EE)	51
32	Auslastung der Infopoints (EE)	53
33	Gesamtansicht Start- und Zielpunkte (EE)	54
34	Verschneidung der Kundenposition, des Start- und Zielpunk- tes und der Route (EE)	55
35	Feedbacksystem: Fehlerhafte Position (EE)	63
36	Feedbacksystem: Fehlerhafte Position St. Oswald bei Plan- kenwart (EE)	64
37	Fahrtenbuch: Fehlerhafte Position (EE)	65
38	Sendekataster Gratwein–Straßengel (WIGeoGIS 2010a) . . .	66
39	Sendekataster St. Oswald bei Plankenwart (WIGeoGIS 2010b)	67

ABKÜRZUNGSVERZEICHNIS

CSS	Cascading Style Sheets
DB	Datenbank
DBS	Datenbanksysteme
DBMS	Datenbankmanagementsystem
EE	Eigener Entwurf
EPSG	European Petroleum Survey Group
EW	Einwohner
GI	Geographische Informationen
GIS	Geographische Informationssysteme
GPS	Global Positioning System
HTML	Hypertext Markup Language
JS	JavaScript
OSM	OpenStreetMap
ÖV	öffentlichen Verkehr
PHP	PHP: Hypertext Preprocessor
SQL	Structured Query Language
UGC	User-generated content
UTM	Universal Transverse Mercator
UTM33N	Universal Transverse Mercator 33 Nord
VGI	Volunteered Geographic Information
WGS84	World Geodetic System 84

KAPITEL 1

EINLEITUNG

Mit dem Stichtag 1. Jänner 2017 hat Österreich einen Bevölkerungstand von rund 8,77 Millionen Einwohnern (Wirtschaftskammer Österreichs 2018). Um die täglichen Ziele zu erreichen und wieder nach Hause zu kommen legen Österreicher pro Werktag im Durchschnitt eine Strecke von 36 Kilometern zurück. Rund 58% dieser Wege werden mit dem Auto zurückgelegt, zirka 17% der Strecken werden mit dem öffentlichen Verkehr (ÖV) bewältigt. Gerade im ländlichen Raum stellt die sogenannte „letzte Meile“, jener Weg von der nächstgelegenen ÖV-Haltestelle zum eigenen Wohnort, ein Hindernis dar. Diese Hürde ergibt sich einerseits aus der Entfernung zur nächsten ÖV-Haltestelle und andererseits aus der Qualität der verfügbaren Verkehrsverbindung (Tomschy et al. 2016). Um die Hindernisse zu beseitigen und der Bevölkerung des ländlichen Raumes einen besseren Zugang zum bestehenden ÖV zu ermöglichen, sind flexible alternative Mobilitätsangebote, sogenannter „Mikro-ÖV“, eingeführt worden. „Mikro-ÖV“ ist ein Nahverkehrsangebot, das bedarfsorientiert eingesetzt werden kann und im Vergleich zum gängigen ÖV in seiner Dimensionierung klein ist. (STS und verkehrplus 2016).

Heutzutage werden von öffentlichen oder privaten Einrichtungen für die Erhebung von Daten, wie beispielsweise der Sauberkeit in Städten, Beschädigungen oder Defekten von öffentlichem Eigentum, oder gefährlichen Stellen im Radverkehr, vermehrt Freiwillige eingesetzt. Dieses Feedback, bei dem Freiwillige die Koordinaten ihres Standortes übermitteln, werden durch Anwendungen für das Smartphone erhoben und Volunteered Geographic Information (VGI) genannt. VGI ist gegenwärtig ein Grundbaustein einer jeden erfolgreichen Feedback- oder Informationsanwendung (Zipf 2009). Das „Echtzeit-Feedbacksystem für den Mikro-ÖV“ bietet ein Mittel, zeitliche und ortsgenaue Informationen von Kunden zu erlangen, um so die Qualität des Angebotes und die Zufriedenheit der Bevölkerung über den Mikro-ÖV in der Gemeinde Gratwein-Straßengel nachzuweisen und gegebenenfalls zu verbessern.

1.1 PROBLEMSTELLUNG

VGI, erstmals von Goodchild (2007) verwendet, ist ein von Nutzern generierter Inhalt oder auch User-generated content (UGC), bei dem freiwillig die Koordinaten übermittelt werden. Darüber hinaus kann VGI als Methode zur freiwilligen Erhebung von Daten, mit geographischer Information verstanden werden. Bei der Verwendung und Einbindung von VGI gibt es viele unterschiedliche Möglichkeiten. Eine der am meisten genutzten Arten ist Citizen Science, eine wissenschaftliche Methode, bei der die Bevölkerung in Projekte miteingebunden wird. Nach Haklay (2013) kann Citizen Science je nach Einbindungsgrad der Bevölkerung in vier Typen gegliedert werden. Am häufigsten wird der erste Typ, „das Crowdsourcing“, verwendet. Beispielsweise können Einwohner einer Gemeinde unter Zuhilfenahme von VGI als Sensor funktionieren und so Daten mit einer Lageinformation an Unternehmen oder Forschungsinstitute weiterleiten.

Da im Öffentlichen Verkehr das Feedback von Kunden, obgleich positiv oder negativ, nur Momentaufnahmen sind, wird in dieser Arbeit der Ansatz des Citizen Science verwendet, um Echtzeit-Feedback mit geographischen Bezug zu erlangen. Dieser Versuch soll dazu dienen, bestehende Eingabehürden bei der Abgabe von Feedback im ÖV zu beseitigen und so zu einer vermehrten Abgabe von Feedback anregen. In dieser Studie werden folgende zwei Forschungsfragen untersucht:

- Kann VGI im ÖV verwendet werden?
- Ist die Bevölkerung der Gemeinde Gratwein-Straßengel mit dem Mikro-ÖV Angebot zufrieden?

1.2 ZIELSETZUNG

Das Ziel dieser Studie ist die Entwicklung einer Webanwendung für Kunden des Mikro-ÖVs, welche es ermöglichen soll, ein sofortiges und ortsbezogenes Feedback abzugeben. Als Ergebnis soll eine Aussage geliefert werden, ob VGI im ÖV eingesetzt werden kann und ob Mikro-ÖV ein Nahverkehrsmittel ist, welches einerseits von der ländlichen Bevölkerung angenommen wird und andererseits den bestehenden ÖV ergänzt.

Darüber hinaus wird eine zweite Webanwendung für den Fahrer des anbietenden Unternehmens entwickelt, die es ermöglichen soll, ein elektronisches Fahrtenbuch zu führen. Als Untersuchungsgebiet ist die Gemeinde Gratwein-Straßengel gewählt worden, im Genaueren die Kunden und Bediensteten des dort ansässigen flexiblen alternativen Mobilitätsangebotes.

1.3 ARBEITSMETHODIK UND ARBEITSGRUNDLAGEN

Zu Beginn werden die zum Verständnis notwendigen Definitionen aus den Fachbereichen

- der Geodäsie
- der Informatik
- des Verkehrswesens

und der Begriff VGI erläutert. In weiterer Folge wird auf aktuelle Smartphone-Anwendungen, die VGI verwenden, eingegangen. Diese sind:

- „Schau auf Graz“
- „PING if you care“
- „Strava“
- „Waze“

Der Hauptteil dieser Masterarbeit beschäftigt sich mit der gegenwärtigen Ausgangslage in Gratwein-Straßengel, sowie der Erstellung des Frontends und des Backends der Applikationen. Im Anschluss erfolgt eine quantitative und visuelle Auswertung der Daten. Abschließend werden die Ergebnisse interpretiert und bewertet.

Die von den Kunden ermittelten Daten sind in Form eines standardisierten Fragebogens in der Webanwendung gewonnen worden. Als Arbeitsgrundlage für die Begriffserklärungen und vergleichbare Smartphone-Anwendungen sind gebundene Fachliteratur, wissenschaftliche Publikationen, sowie Onlinemedien für Geoinformation und Verkehrswesen verwendet worden.

1.4 VERGLEICHBARE ARBEITEN

Nachfolgend werden vergleichbare wissenschaftliche Arbeiten, welche ebenfalls den Ansatz von VGI im ÖV verfolgen, beschrieben. Themenschwerpunkte sind:

- Echtzeit-Feedback
- Auslastungs- und Qualitätsmessungen
- Planungsinstrument für den zukünftigen ÖV

Des Weiteren wird auf eine Arbeit für ein elektronisches Fahrtenbuch eingegangen.

verkehrplus, FH JOANNEUM et al. (2015) verfolgt einen ähnlichen Ansatz wie jener, der in dieser Arbeit verwendet wird. Das Ziel war es, mit Hilfe von Echtzeit-Feedback die Qualität im ÖV zu verbessern, um in weiterer Folge Kunden zu gewinnen. Durch eine Anwendung für das Smartphone hatten die Fahrgäste eines Verkehrsunternehmens die Möglichkeit, positives oder negatives Feedback an den ÖV-Betreiber zurückzugeben. Für die Abgabe des Feedbacks sind verschiedene Hauptkategorien, mit diversen Subkategorien definiert worden, zwischen denen der Nutzer wählen konnte. Diese sind:

- Personal,
- Sauberkeit und Komfort,
- Fahrkarten,
- Fahrplan und Pünktlichkeit,
- Sicherheit und
- Belästigung

Darüber hinaus konnte durch die Betätigung eines markierten Buttons ein Notfall gemeldet werden. Um zurückverfolgen zu können, in welchem Fahrzeug das Feedback abgegeben worden ist, sind sogenannte Beacons (Sender), welche die Fahrzeugnummer übermitteln verwendet worden.

Zusätzlich ist ein Social Media Monitoring betrieben worden. Hierbei sind soziale Medien wie beispielsweise Facebook oder Twitter auf Beiträge, welche sich mit dem Verkehrsunternehmen auseinandersetzten, untersucht worden. Das System ist so entwickelt worden, dass das Verkehrsunternehmen die Möglichkeit hatte, dem Kunden eine Antwort auf sein Feedback zu geben. Die Positionsübermittlung des Fahrgastes ist infolge der mitgesendeten Fahrzeugnummer nicht unbedingt notwendig gewesen.

Nunes et al. (2014) befassen sich mit der Möglichkeit von Echtzeit Feedback im ÖV in London. In diesem Fall ist eine Applikation für Smartphones entwickelt worden, bei der Fahrgäste zu Beginn einer Fahrt einen sogenannten „Check-In“ vollziehen und so mit anderen Anwendern sowie dem Betreiber Informationen über ihre Fahrt austauschen können.

Überdies ist der Nutzer in der Lage sein Feedback zur Fahrt abzugeben. Die abgegebenen Feedbacks werden von den Betreibern der Applikation im Zufallprinzip an andere Nutzer gesendet um auf Richtigkeit überprüft und bewerten zu werden. Um die Fehlerquote zu minimieren ist ein Punktesystem eingeführt worden, bei denen die Nutzer Belohnungen für korrekte Feedbacks bekommen.

Teymurian et al. (2013) hingegen beschreiben in ihrer Studie anhand von wissenschaftlichen Arbeiten die Vorteile von VGI im ÖV und identifiziert dabei drei Einsatzbereiche:

- Information – Verkehrsinformation und mögliche Ankunftszeiten,
- Planung – Erstellung von Fahrplänen
- und Überwachung – Leistungs- und Qualitätsmessungen.

Des Weiteren wird ein konzeptionelles Modell zur Erhebung von Fahrgastzahlen in Teheran aufgestellt, welches ebenfalls dazu dienen soll, Schwachstellen im bestehenden ÖV-Netz aufzuzeigen und zu verbessern.

Zur Erhebung der Daten werden zuvor definierte Kriterien und Leistungsindikatoren verwendet, die in zwei Gruppen unterteilt werden können. Einerseits die Datenerhebung von aktuellen und potenziellen Kunden, Experten und Betreibern zur Messung der Kundenzufriedenheit mittels VGI und andererseits die von Behörden automatisiert durchgeführten Messungen des Transitverkehrs, um die Auslastung des ÖV zu ermitteln.

Attard et al. (2016) geben einen Überblick auf Technologien und Services, welche VGI verwenden und zu nachhaltiger Mobilität beitragen, gegeben. Näher wird das große Potenzial von VGI im ÖV, beschrieben da es schon jetzt das Verkehrsverhalten der Bevölkerung beeinflusst und positiv verändert. Steinfeld et al. (2009) beschreiben das Potenzial von Citizen Science im ÖV hinsichtlich des Feedbacks und der Datenerfassung. Hierbei liegt der Fokus auf der Erfassung von barrierefreien Zugängen im ÖV, da besonders Menschen, die körperlich oder geistig beeinträchtigt sind, Schwierigkeiten damit haben, das vorhandene Angebot zu nutzen.

Vemula et al. (2015) befassen sich in seiner Studie mit der Erfassung von Daten des ÖV in Indien mit dem Ziel, eine Informationsapplikation für den ÖV zu entwickeln und dessen Qualität zu steigern. Die Erhebung der Daten, wie beispielsweise Verkehrsauslastung der Straßen oder der Auslastung der Fahrzeuge, erfolgt hierbei mittels Crowdsourcing.

Filippi et al. (2013) beschreibt wie Crowdsourcing dazu beitragen kann, den ÖV zu verbessern. Ein frühes Einbinden der Kunden soll dazu beitragen, die wichtigen Probleme des bestehenden ÖV zu erkennen. Durch einen ständigen

Austausch von Informationen zwischen den Betreibern, der Behörden und den Kunden werden die nachfolgenden sechs Stadien durchlaufen und so der ÖV verbessert .

1. Ideenentwicklung
2. Entwurf
3. Feinkonzept
4. Umsetzung eines Pilotversuchs
5. Finalkonzept
6. Vollständige Umsetzung

Remke et al. (2015) beschreiben die Entwicklung und Vorteile der Anwendung „enviroCar“. Hierbei handelt es sich um eine Android-Applikation, welche über einen Adapter auf die Fahrzeugsensorik zugriff erhält und Daten über Position, Zeit, Schadstoffausstoß, Drehzahl und vieles mehr sammelt. Die gewonnenen Daten werden zur Verkehrsplanung, für die Ermittlung der Luftschadstoff-Emissionen und für Schätzungen zum Energiebedarf für die Elektromobilität verwendet .

Tang und Thakuriah (2012) beschreiben in seiner Studie die Auswirkungen des „CTA Bus Tracker“ in einem Zeitraum von acht Jahren in Chicago. Der CTA Bus Tracker ist eine Global Positioning System (GPS)-gestützte Anwendung, welche den Nutzern Informationen über Busankünfte an Haltestellen per SMS mitteilt. Das Ziel der Untersuchung ist es durch statistische Modelle einen Anstieg der Fahrgastzahlen im ÖV zu beweisen, welcher auf die Anwendung zurückzuführen ist .

Griffin und Jiao (2015) beschäftigen sich mit der Erhebung von Daten der Fitness Anwendung „Strava“. Bei „Strava“ handelt es sich einerseits um eine Anwendung zur Navigation und Routenaufzeichnung von Fitnessstrecken, andererseits wird der Gesundheitszustand der Nutzer erhoben. Da die Nutzer die aufgezeichneten Routen für die Fitness-Community bereitstellen, bezieht sich Griffin auf die verkehrsplanerischen Möglichkeiten, welche sich durch die Applikation ergeben .

Nelson et al. (2015) befasst sich mit der Webanwendung „bikeMaps.org“. Hierbei handelt es sich um einen Onlinekartendienst zur VGI-basierten Datenerfassung und Visualisierung von folgenden Faktoren:

- Radunfällen
- beinahe Kollisionen
- Gefahrenstellen
- Diebstählen

Im Vordergrund der Arbeit steht die Erfassung der beinahe Kollisionen und Gefahrenstellen da diese einen guten Beitrag zur Radfahrersicherheitsforschung beitragen.

verkehrplus und easymobiz (2013) beschäftigten sich mit der Erstellung einer Smartphone-Applikation. In der Anwendung ist einerseits das Mobilitätsverhalten der Nutzer erhoben worden und andererseits fungierte die Applikation als Routentracker.

1. Die Erhebungsinhalte bei der Mobilitätsbefragung richteten sich nach Tomschy et al. (2016) und sind in folgende Aspekte gegliedert worden:
 - Haushalt
 - Personen
 - Wege und Aktivitäten
2. Für das Routentracking über das Smartphone ist ähnlich wie in dem vorliegenden Versuch das GPS-Signal genutzt worden. Bei GPS-Signalverlust sind Sendemasten und WLAN verwendet worden. Für eine optimierte Routenverfolgung sind Map-Matching-Algorithmen verwendet worden. Auf den Begriff Map-Matching wird in Kapitel 6 eingegangen. Darüber hinaus sind dem Nutzer vor dem Beginn und nach dem Ende der Aufzeichnung mehrere nachfolgende Eingabe- und Bearbeitungsfelder zur Verfügung gestellt worden.
 - Eingabe des Wegzweckes
 - Eingabe des Verkehrsmittels
 - Nachträgliche Bearbeitungsmöglichkeit der Route

KAPITEL 2

GRUNDLAGEN UND STATE OF THE ART

2.1 GRUNDLAGEN DER GEODÄSIE

Die Basis für die Bestimmung der Position bilden Koordinatensysteme. Jede Position wird durch Koordinaten, je nach Betrachtungsart in der Ebene von einem Paar und im dreidimensionalen Raum von drei Koordinaten, beschrieben. Damit man die Koordinaten einer Position bewerten kann, muss bekannt sein, in welchem Koordinatensystem man sich befindet.

In den meisten Fällen kommen Systeme zum Einsatz, bei denen die Achsen, beispielsweise die X-, Y- und Z-Achse, im rechten Winkel aufeinander stehen. Wenn dies der Fall ist, spricht man von einem kartesischen Koordinatensystem. Um die Position in einem dreidimensionalen kartesischen System bestimmen zu können, müssen der Ursprung, sowie die Richtung in die sich die Achsen aufspannen, bekannt sein (siehe Abbildung 1).

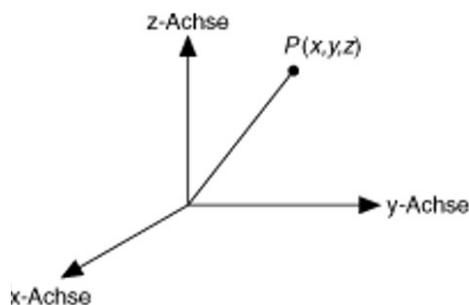


Abbildung 1: Punktbestimmung kartesisches Koordinatensystem (Universität Würzburg 2017)

Für die Bestimmung der Position auf der Erde werden Polar- beziehungsweise geographische Koordinaten verwendet. Das Prinzip ist analog zu dem kartesischen Koordinatensystem zu verstehen (Wieser und Hafner 2011).

Der Ursprung liegt im Geozentrum. Die drei Achsen werden gebildet durch:

- die Rotationsachse oder die Erddrehachse
- der Schnittgeraden aus der Äquatorebene und der Meridianebene (die Meridianebene beinhaltet die Drehachse, gewöhnlich Greenwich)
- eine dritte Achse, die orthogonal beziehungsweise im rechten Winkel zu den beiden anderen Achsen steht

Um einen Punkt auf der Erde exakt bestimmen zu können, benötigt man zwei Winkel, die Geographische Breite und die Geographische Länge. Die Geographische Breite ist der Winkel zwischen einem Punkt auf der Erdoberfläche und dem Äquator. Die Geographische Länge ist der Winkel zwischen der Meridianebene eines Punktes auf der Erdoberfläche und dem Nullmeridian (De Lange 2013) (siehe Abbildung 2).

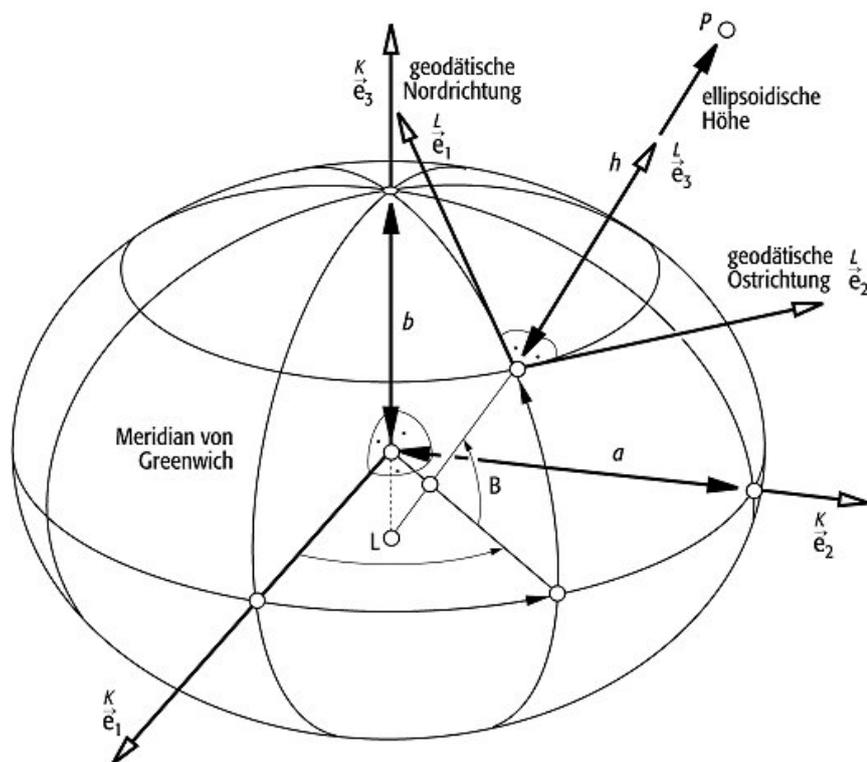


Abbildung 2: Punktbestimmung im erdfesten Koordinatensystem (Spektrum 2000)

Für eine Positionsbestimmung auf einer Karte muss diese lagetreu sein. Bei der Erstellung von Karten nähert man sich der Erde in ihrer tatsächlichen Form durch einen Ellipsoiden an. Die Ellipse wird aufgrund ihrer zwei unterschiedlichen Radien benutzt, um die Abflachungen der Erde an den Polen zu berücksichtigen. Damit man lokal die beste Annäherung erreichen kann, liegen zum Aufbau des Bezugssystems in verschiedenen Ländern unterschiedliche Referenzellipsoide zugrunde. Weltweit besitzt das 1984 festgelegte World Geodetic System 84 (WGS84) zentrale Bedeutung, da es einem einzigen Referenzellipsoiden zugrunde liegt. Darüber hinaus kommt WGS84 bei der Anwendung des Global Positioning System (GPS) zum Einsatz (De Lange 2013).

Kartenprojektionen der Erdoberfläche verlaufen in zwei Schritten. Im ersten Schritt wird die Erde auf die Größe einer Kugel verkleinert, der Maßstab ist dabei überall gleich. Im zweiten Schritt wird die Oberfläche auf eine verzerrungsfreie und abwickelbare Fläche projiziert. Je nach Projektionssystem kann es sich um eine Ebene, einen Kegel oder einen Zylinder handeln. In dieser Arbeit wird die Universal Transverse Mercator (UTM) Projektion verwendet. Bei UTM handelt es sich um ein Projektionssystem, welches die Erde auf einem Zylinder abbildet. Das Projektionssystem hat 60 vordefinierte Zonen, eine jede hat eine Breite von sechs Grad und existiert auf der Nord- und Südhalbkugel. Österreich befindet sich in den Zonen Nord 32 und 33, die Steiermark in der Zone Nord 33 – in der Fachsprache: Universal Transverse Mercator 33 Nord (UTM33N)(Seidler 2007).

European Petroleum Survey Group (EPSG) Codes sind weltweit eindeutige vier- bis fünfstellige Zahlencodes, welche als Schlüsselnummern für Koordinatenreferenzsysteme und andere geodätische Datensätze gelten. Sie sind von der European Petroleum Survey Group eingeführt worden und werden von der Nachfolgeorganisation, der Association of Oil & Gas Producers, unter gleichen Namen weitergeführt. Der EPSG Code für WGS84 ist „4326“ und für UTM33N „32633“ (Amtliches Deutsches Vermessungswesen 2012).

Heutzutage wird für die Positionsbestimmung am häufigsten GPS verwendet. GPS gehört der Gruppe der Globalen Navigationssatellitensysteme an und ist in den Vereinigten Staaten von Amerika zwischen 1970 und 1980 unter der Kontrolle des Militärs entwickelt worden. Es besteht aus 24 Satelliten, welche auf sechs Bahnebenen in einer Entfernung von 20.200 Kilometer um die Erde verteilt sind. Die generelle Funktionsweise von GPS besteht aus der Messung von Pseudoentfernungen. Unter dem Begriff Pseudoentfernung versteht man eine bewusst verfälschte Streckenmessung, welche auf eine Laufzeitmessung basiert. Damit die aktuelle Position bestimmt werden kann, benötigt man die Positionen der Satelliten. Für eine dreidimensionale „Echtzeit-“ Ermittlung der Position werden vier Satelliten benötigt (Hofmann-Wellenhof et al. 2011).

Die Geokodierung übernimmt die Transformation eines Datensatzes in das bevorzugte Referenzsystem (Geoinformatik-Service 2002). Die Georeferenzierung ist die Weitergabe von geographischer Information, beziehungsweise räumlicher Referenzinformation, an Daten Gegenstände oder auch Orte. So gibt beispielsweise eine Adresse oder eine Koordinate genau eine Position auf der Erde an. Durch moderne Vermessungsmethoden ist es heutzutage möglich, eine Person direkt an einen Ort zu navigieren. (Longley et al. 2015).

Seit Mitte des 20. Jahrhunderts sind quantitative Methoden entwickelt worden, um geographische Objekte und ihre räumlichen Zusammenhänge zu untersuchen. Gegenstände mit einem räumlichen Bezug, können mit Hilfe ihrer Koordinaten als punkt-, linien- oder flächenförmige Objekte erfasst und mit verschiedenen Methoden und Techniken analysiert werden. Infolge der Digitalen Revolution und der Verbesserung der Technik in Bezug auf

- Datenerhebung
- Datenspeicherung
- Datenverarbeitung

sind Software und Hardware konzipiert worden, die geographischen Informationen akquirieren, analysieren und visualisieren können. Diese Art von Technologie nennt man Geographische Informationssysteme (GIS)(Brassel 1990). Nach Bill (2010) gilt GIS als ein rechnergestütztes System zur

- Erfassung
- Verwaltung
- Analyse
- Präsentation

von raumbezogenen Informationen.

2.2 GRUNDLAGEN DER INFORMATIK

Der Austausch von Informationen über das Internet basiert auf dem sogenannten Clients-Server-Modell. Hierbei sendet der Client eine Anfrage an einen Server, dieser nimmt die Anfrage entgegen, verarbeitet sie und stellt den gewünschten Dienst dem Client zur Verfügung. Zum Beispiel wird durch die Eingabe einer Internetseite in einem Webbrowser (Client) eine Anfrage an einen Server gesendet. Dieser antwortet, indem er die gewünschte Seite dem Nutzer zur Verfügung stellt und öffnet (Kowalk 2002).

Ein Server kann sowohl Hardware, als auch Software sein. Der Server als Hardware ist ein leistungsstarker Netzwerkrechner. Dieser stellt seinen Speicherplatz sowie Arbeitsspeicher für andere Programme oder Computer zur Verfügung. Der Zugriff auf die Ressourcen des Servers verläuft meist über ein Netzwerk. Der Server als Software ist ein Programm, welches mit dem Client durch passende Protokolle kommuniziert, um Daten bereitzustellen. Web-Server dienen als Speicherorte für die Inhalte von Internetseiten (Aschermann 2016).

Die Datenorganisation ist die Basis einer effektiven Datenverarbeitung. Datenbanksysteme (DBS) helfen bei der Datenorganisation. Sie speichern die erhobenen Daten und ermöglichen eine verlässliche und effiziente Datenverwaltung. Als DBS bezeichnet man die Summe von Daten, die miteinander in Verbindung stehen und von einem Datenbankmanagementsystem (DBMS) verwaltet werden. Tabelle 1 zeigt die Bestandteile eines DBS.

Tabelle 1: Datenbankkomponenten

Datenbasis	Summe aller Daten; besteht aus Objekten und der Beziehung zueinander; meist in Tabellen abgelegt
Datenkatalog	Beinhaltet Metadaten; der Katalog zeigt alle Informationen über die Struktur der Daten und deren Eigenschaften auf
DBMS	Software zur Verwaltung, Bearbeitung und Kontrolle der Daten

Weitere Aufgaben eines DBS sind die Festlegung der Struktur von Daten, die Möglichkeit Daten abzufragen, zu bearbeiten, zu kontrollieren und zu übertragen (Burnus 2007).

Um eine Interoperabilität zwischen Datenbanken zu gewährleisten, ist 1975 das ANSI-SPARC-Architektur-Modell eingeführt worden. Dieses Modell wird als Referenz für heutige Datenbanksoftware verwendet. Es besteht aus drei Ebenen, diese sind in Tabelle 2 mit ihrer Sprache und Aufgabe beschrieben.

Tabelle 2: Ebenen des ANSI-SPARC-Architektur-Modells

Ebene	Sprache	Beschreibung
Interne Ebene	Data Storage Definition Language	Physische Datenorganisation; Datenablage
Konzeptionelles Schema	Data Definition Language	Logische Definitionen; Datenbeziehung; verwendetes Datenmodell
Externe Ebene	Data Manipulation Language	Benutzerebene; Schnittstelle für den Anwender

Jedes Datenbankmodell besitzt eine Struktur, anhand welcher es die Daten und deren Beziehung zueinander beschreibt. Es gibt fünf unterschiedliche Datenbankmodelle:

- Das **lineare Modell**: ähnelt einer Textdatei, der Zugriff erfolgt in einer Reihenfolge und nacheinander.
- Das **hierarchische Modell**: besitzt eine Baumstruktur, der Zugriff erfolgt von der Wurzel aus, jedes Element verknüpft lediglich ein weiteres.
- Das **Netzwerkmodell**: ist eine vereinfachte Form des hierarchischen Modells, mehrere Zugriffsmöglichkeiten aus verschiedenen Richtungen über miteinander verbundene Indizes.
- Das **Relationenmodell**: nutzt Tabellen, welche in Verbindung zueinander stehen. Die Verbindungen setzen sich aus dem Tabelleninhalt zusammen, infolge dessen ist es sehr variabel und universell anwendbar.
- Das **objektorientierte Modell**: Die Basis ist die Sammlung von Objekten, Eigenschaften und Operationen beschreiben das Objekt, weiters kann ein Objekt ein materieller oder immaterieller Gegenstand sein.

Derzeit ist das meistverwendete Datenbankmodell das Relationenmodell. In dieser Studie ist als DBS PostgreSQL eingesetzt worden, es ist ein objektrelationales DBMS, das als Software auf einen Webserver installiert ist. Data Definition Language und Data Manipulation Language sind Teile der Structured Query Language (SQL) (Burnus 2007).

SQL ist eine standardisierte Datenbanksprache für die Kommunikation mit relationalen DBMS und bietet folgende Möglichkeiten (Härtl 2012):

- Abfragen von Informationen aus einer Datenbank
- Abfragen zur Definition und Anlage einer Datenbank
- Hinzufügen, entfernen und bearbeiten von einzelnen Tabellen
- Hinzufügen, entfernen und bearbeiten von gespeicherten Daten

Um mit einer Datenbank über das Web zu kommunizieren, gibt es mehrere Möglichkeiten wie beispielsweise Webservices. Eine der Skriptsprachen, welche mit einem Web-Server interagieren kann, ist PHP: Hypertext Preprocessor (PHP). PHP ist besonders effektiv in der Kombination mit SQL, da es Daten aus HTML-Formularen sammeln, sich mit dem Web-Server verbinden und mittels SQL-Befehlen in eine Datenbank speichern kann (Sklar et al. 2009).

Hypertext Markup Language (HTML) ist eine Markup-Sprache und wird dazu gebraucht, Webseiten und -applikationen zu erstellen. Dabei liefert HTML die semantische Beschreibung des Inhaltes und gibt dem Dokument eine Struktur. Außerdem ermöglicht HTML ein interaktives Formular zu erstellen, welches dem Sammeln von Daten dient (Robbins 2014).

Aufbauend auf HTML, fügen Cascading Style Sheets (CSS) einem Dokument Stile, wie Schriftarten, Farben oder Layouts hinzu. Sie werden in HTML-Dokumente inkludiert und gestalten Webseiten visuell ansprechend (Sklar 2001).

JavaScript (JS) ist eine Programmiersprache, welche sich in HTML Webseiten einbinden lässt. Mit ihrer Hilfe können komplexe Anwendungen und Funktionen entwickelt und einen dynamischen Einfluss auf Webseiten nehmen. Zudem ist JS eine Client-seitige Programmiersprache. Das bedeutet, dass alle Anwendungen und Funktionen, welche mit JS geschrieben worden sind, im Web-Browser des Nutzers ausgeführt werden (ITWissen 2017).

JS ist seit der Einführung von HTML5 und CSS3 eine der populärsten Skript-Sprachen für die Webprogrammierung. Um die Komplexität und die Dauer von Programmierschritten und Funktionen zu erleichtern, sind Frameworks entwickelt worden. Heutzutage gibt es viele unterschiedliche Frameworks, zum Beispiel helfen jQuery oder Bootstrap bei der Gestaltung des Layouts von Webseiten und deren Funktionen, oder jQuery-Mobile für das automatische Anpassen der Webseite an das Smartphone. Überdies gibt es Frameworks für die Erstellung von Karten wie beispielsweise OpenLayers oder Leaflet (Hall 2009).

2.3 GRUNDLAGEN DES VERKEHRSWESENS

Unter dem öffentlichen Verkehr (ÖV) werden Dienstleistungen aus dem Verkehrswesen bezeichnet, die dem Personentransport dienen und für die Bevölkerung frei zugänglich sind (Juraforum 2013). Zu den Transportmitteln des ÖV gehören:

- Bus
- Bahn
- Straßenbahn

Diese bewegen sich auf definierten Linien zu definierten Zeiten (STS und verkehrplus 2016).

Linienverkehr ist eine regelmäßige Verkehrsverbindung des ÖV zwischen einen Start- und Zielpunkt (Krieger 2017b). Fahrpläne gelten als Voraussetzung für den Linienverkehr. Näher betrachtet sind sie das Programm zur räumlichen und zeitlichen Abwicklung der jeweiligen Linie und enthalten mindestens Angaben zu (Krieger 2017a):

- der Station
- den Ankunftszeiten
- den Abfahrtszeiten

Verkehrsstationen und Haltestellen sind Betriebsstellen, welche als Start-Zielpunkte im Personenverkehr gelten. Sie sind Bestandteile des Linienverkehrs und gehören zu definierten Linien und definierten Fahrplänen (Österreichische Bundesbahnen 1997).

Ein Verknüpfungspunkt beschreibt den Ort, an dem Nutzer des öffentlichen Verkehrs von einem Verkehrsmittel in ein anderes umsteigen können. Dies führt dazu, dass zu Verkehrsstationen alles gehört, was zur Verknüpfung von verschiedenen Verkehrssystemen dient.

Verkehrsstationen sind intermodale Verknüpfungspunkte und dienen als Schnittstellen zwischen Verkehrssystem und Raumstruktur. Unterschiedliche Einflüsse aus dem Umfeld, wie beispielsweise Siedlungen, wirken auf die Anordnung des Verknüpfungspunktes (Bundesministerium für Verkehr, Innovation und Technologie et al. 2015).

Flexible alternative Mobilitätsangebote, in weiterer Folge Mikro-ÖV genannt, sind unterschiedliche Nahmobilitätsangebote für die Bevölkerung von

Gemeinden im ländlichen oder peripheren Raum. Da in diesen Regionen die Abhängigkeit vom PKW sehr groß ist, werden Personen ohne Zugang zu einem eigenen Auto vor beachtliche Herausforderungen gestellt. Im Allgemeinen ist Mikro-ÖV als bedarfsorientiertes und flexibles Angebot dem Öffentlichen Verkehr zuzuordnen. Mikro-ÖV darf dem bestehenden ÖV nicht konkurrieren, das heißt, es darf kein Parallelverkehr zum Linienverkehr stattfinden. Vielmehr soll Mikro-ÖV als Ergänzung dienen (STS und verkehrplus 2016).

Infopoints sind Ein- und Ausstiegspunkte für die Nutzer von Mikro-ÖV. Da Mikro-ÖV mit dem bestehenden Linienverkehr nicht in Konkurrenz stehen darf, gibt es für die Infopoints rechtliche Grundlagen im Bezug auf die Entfernung von ÖV Linien, Verkehrstationen und Haltestellen (Marktgemeinde Gratwein-Straßengel 2016).

Mikro-ÖV unterliegt den nachfolgenden gesetzlichen Grundlagen des ÖV in Österreich (Cerwenka et al. 2000):

- dem Bundesgesetz über die linienmäßige Beförderung von Personen mit Kraftfahrzeugen (Kraftfahrliniengesetz-KfllG)
- dem Gelegenheitsverkehrs-Gesetz 1996 – GelverkG

2.4 VOLUNTEERED GEOGRAPHIC INFORMATION

Das World Wide Web, 1989 von Tim Berners-Lee entwickelt, ist zunächst eine langsam wachsende, bei Firmen und privaten Haushalten unbekannte Erfindung gewesen. Mit der Zeit und dem Fortschritt der Technologie im Hinblick auf

- Hardware,
- Software
- und höherer Bandbreite

entwickelten sich Webseiten von statischen, wenig ansprechenden Informationsseiten, zu dynamischen, hoch performanten und benutzerfreundlichen Services. Dass ein Großteil der Bevölkerung Zugang zum Internet hat, dieses als Massenmedium akzeptiert, fortlaufend gebraucht und selbst Informationen weitergibt führt dazu, dass die Nutzer nicht mehr nur Konsumenten, sondern auch Prosumenten sind. Aktuell werden das Internet und all seine Anwendungen mit dem Begriff Web 3.0 bezeichnet (Behrendt und Zeppenfeld 2008).

Der Begriff Volunteered Geographic Information (VGI) selbst ist erstmals von Goodchild (2007) verwendet worden. Durch die Evolution des Internets zu Web 3.0, ist es Nutzern ermöglicht worden, einen Zugang zu Datenbanken zu haben und jederzeit Informationen ändern oder sogar hinzufügen zu können. Infolgedessen sind Internetseiten entstanden, die komplett aus nutzergenerierten Inhalten, den sogenannten User-generated content (UGC), bestehen (Goodchild 2007).

Der UGC ist eine kollektive Intelligenz, welche aus allen Nutzern gebildet wird und als Kontrollinstrument der Informationsqualität dienen soll. Voraussetzung hierfür ist die Bereitschaft des Nutzers, freiwillig sein Wissen weitergeben zu wollen (Dengler 2011). VGI fällt somit in eine Kategorie des UGC – im Genaueren kann es als „user-generated geographic content“ bezeichnet werden und ist folglich jener nutzergenerierte Inhalt, bei dem freiwillig Koordinaten übermittelt werden. Außerdem kann VGI, durch die Erhebung der Daten vieler Freiwilliger mit unterschiedlichem Wissen, Bildung und Fähigkeiten, als geographische Information, welche aus „Crowdsourcing“ gewonnen wird, bezeichnet werden.

Bei der Verwendung und Einbindung von VGI gibt es viele unterschiedliche Möglichkeiten. In der Literatur werden am häufigsten nachfolgende drei Arten beschrieben (Fast und Rinner 2014):

- Kartenerstellung – Base Mapping Coverage
- Notfallmeldewesen – Emergency Reporting
- Bürgerwissenschaften – Citizen Science

1. **Kartenerstellung – Base Mapping Coverage:** Angesichts der technologischen Entwicklung und der damit verbundenen Verbesserung der Aufnahme von Lageinformation, konnte ein großer Markt für die Kartenerstellung und Kartenvisualisierung im Internet geschaffen werden. Eine der bekanntesten Plattformen für Kartenerstellung auf der Basis von UGC ist OpenStreetMap (OSM). OSM ist 2004 von Steve Coast am University College London entwickelt worden. Da in Europa Geodaten als sehr kostenintensiv gelten, überdies in den USA wenig Geographische Informationen (GI) frei zur Verfügung stehen, ist es das Ziel der Plattform freien Zugang für die gesamte Bevölkerung zu GI zu schaffen.

Die Hauptseite von OSM beinhaltet folgende vier Elemente:

- Eine Google-Maps ähnliche Benutzeroberfläche
- Eine Exportfunktion, welche den Download des Datenbestandes bereitstellt
- Einen Bereich um Datenbestand hinzuzufügen oder zu bearbeiten
- Das OSM-Community Wiki (nur für registrierte Nutzer, beinhaltet Informationen zum Projekt, technische Informationen und Anleitungen zum Hinzuzufügen von Daten)

OSM bietet ein gutes Beispiel für UGC in der Kartenerstellung. Die gesammelten und freizugänglichen Geodaten werden heutzutage von vielen kommerziell oder auch privat genutzt (Haklay und Weber 2008). Einen Ausschnitt der OSM mit dem Untersuchungsgebiet Gratwein-Straßengel ist in Abbildung 3 ersichtlich.

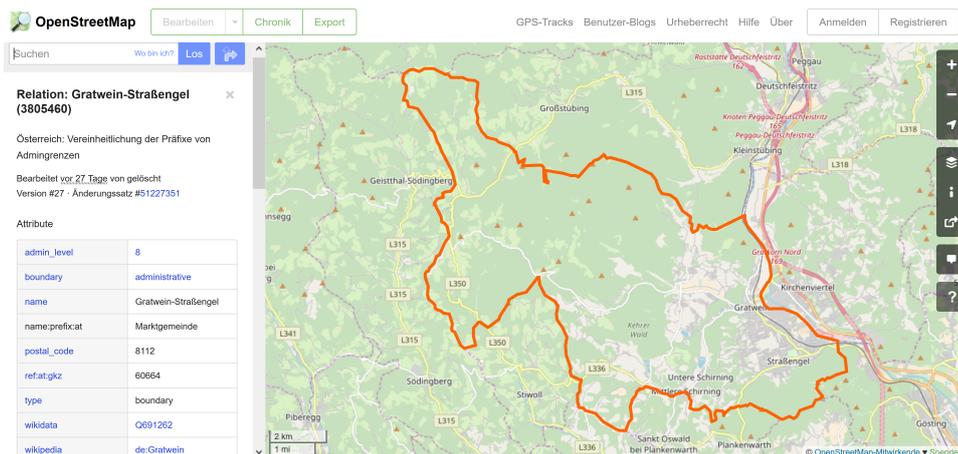


Abbildung 3: Webseite OSM Ausschnitt Untersuchungsgebiet Gemeinde Gratwein-Straßengel (OpenStreetMap 2017)

2. **Notfallmeldewesen – Emergency Reporting:** Facebook, Twitter oder Youtube. Dies sind nur drei Beispiele für Social Media Plattformen, die täglich von etlichen Menschen mit einem internetfähigen Mobiltelefon genutzt werden. Aufgrund des aktuellen technischen Standes von Geographischen Informationssystemen, welche Daten in Echtzeit verarbeiten, sind Alternativen entstanden, Social Media Plattformen nach Geotags zu untersuchen und diese in Karten wiederzugeben. Geotag ist eine Form von VGI, bei der Nutzer von sozialen Medien wie Twitter, einen Beitrag mit ihrer aktuellen Position ergänzen und veröffentlichen. Mit diesem Ansatz wird Social Media in ein Netzwerk voller Sensoren verwandelt (Middleton et al. 2014). Ein gutes Beispiel

für VGI und Notfallmeldewesen ist das Erdbeben von Haiti 2010. Am 12. Jänner 2010 ist Haiti von einem Erdbeben der Stärke 7.0 auf der Richterskala erschüttert worden. Da zu der Zeit keine qualitativ hochwertigen Geodaten wie

- Satellitenbilder
- Kartenmaterial
- UGC

für diese Region zur Verfügung standen, sind innerhalb von 24 Stunden von Google, DigitalGlobe und GeoEye hochauflösende Satellitenbilder aufgenommen und bereitgestellt worden. Darauf basierend sind von Organisationen wie OSM-Karten aus UGC erstellt worden. Anschließend arbeiteten mehrere Organisationen daran Informationen mit Geotags aus

- SMS
- MMS
- Social Media

in Karten zu visualisieren.

Durch den Einsatz von vielen Freiwilligen, konnte in Haiti ein guter Überblick über die Lage vorort geschaffen werden, sowie Positionen, welche dringend Hilfe benötigten, visualisiert werden. Ein Ergebnis dieser Art von VGI ist in Abbildung 4 ersichtlich (Zook et al. 2010).

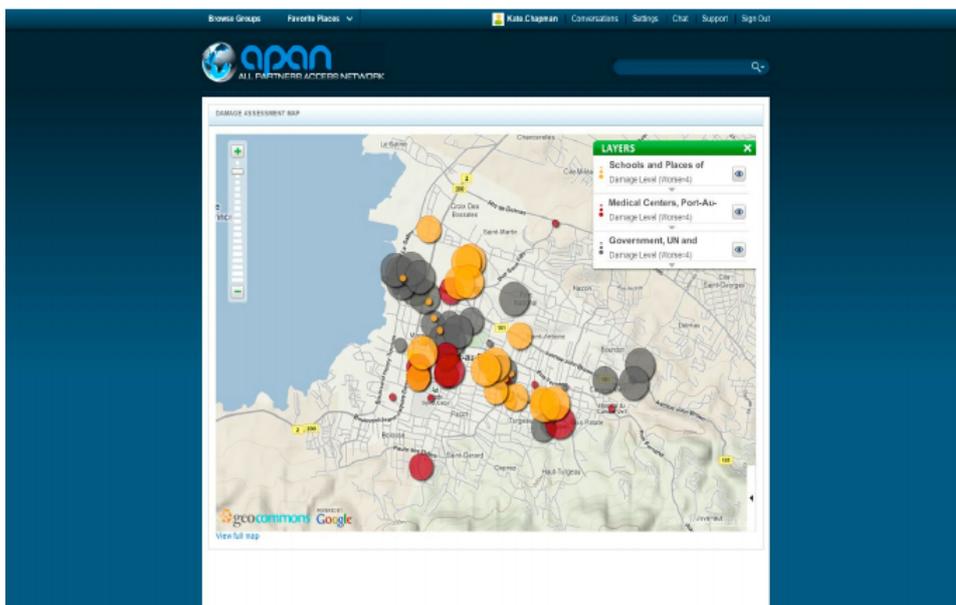


Abbildung 4: Webseite GeoCommon vom Erdbeben Haiti (Zook et al. 2010)

3. **Bürgerwissenschaften – Citizen Science:** Eine genaue Definition der Bürgerwissenschaften gibt es bis heute nicht. Jedoch kann man unter Citizen Science die Einbindung der Bevölkerung bei wissenschaftlichen Projekten verstehen. Hier werden Amateure soweit eingebunden, dass die Projekte teilweise oder komplett von ihnen bearbeitet werden. Folgende Aufgaben fallen hierbei für die Bevölkerung an (Arbeitsgruppe Citizen Science 2017):

- Die Formulierung von Forschungsfragen
- Das Melden von Beobachtungen
- Die Durchführung von Messungen
- Die Auswertung von Daten
- Das Verfassen von wissenschaftlichen Publikationen

Nach Haklay (2013) können mehrere Typen der Bürgerbeteiligung an wissenschaftlicher Arbeit unterschieden werden:

Typ 1 ist das Crowdsourcing, hier sind die Bürger selbst der Sensor und geben die Daten an Unternehmen, Forschungsinstitute oder Wissenschaftler weiter. Diese Art von Citizen Science beschrieb Goodchild mit dem Weiterleiten von Vogelzählungen zu Weihnachten von Amateurnornithologen in den USA (Goodchild 2007).

Typ 2 ist das Umweltschutzmanagement. Zivilisten werden Aufgaben zugeteilt, welche sehr zeitintensiv sind, jedoch noch nicht von Computern ausgeführt werden können.

Typ 3 ist das sogenannte „citizens cyberscience“. Die Bevölkerung wird in frühere Phasen der Forschung miteingebunden. So entwickeln sie die Forschungsfrage mit und helfen bei der Datensammlung. Die Beteiligten liefern die Daten an Wissenschaftler oder die jeweilige Behörde zur Analyse und Interpretation.

Typ 4 ist die letzte Ebene. Hier beteiligen sich Zivilisten in allen Schritten, von der Fragestellung über das Datensammeln bis hin zur Analyse.

In der vorliegenden Untersuchung wird der Ansatz des Citizen Science, im Genaueren der von Hakley beschriebene **Typ 1**, das Crowdsourcing, oder auch das von Goodchild bezeichnete „Citizens as sensors“, verwendet.

KAPITEL 3

AKTUELLE ANWENDUNGEN ALS BEISPIEL

Dieses Kapitel befasst sich mit aktuellen Anwendungen, welche Volunteered Geographic Information (VGI) verwenden. Es werden Applikationen für Feedback im öffentlichen Sektor, Feedback für Sicherheit im Radverkehr, Fitness und Navigation betrachtet. Bei den Anwendungen handelt es sich um:

1. Schau auf Graz
2. Ping if you care!
3. Strava
4. Waze

„Schau auf Graz“ ist eine Anwendung für das Smartphone, dessen Eigentümer die Holding Graz ist. Außerdem ist sie der Nachfolger der Applikation „sAPPERlot“. Die App bietet der Grazer Bevölkerung die Möglichkeit, Probleme, Mängel und Verbesserungsvorschläge direkt an die Holding Graz weiterzuleiten. Dies soll dazu beitragen, dass Verschmutzungen oder Defekte auf dem schnellstmöglichen Weg beseitigt werden (Holding Graz 2017).

Die Applikation funktioniert wie folgt:

Schritt 1: Der Nutzer wählt mittels Dropdown-Menü die Kategorie, Unterkategorie und den Betreff aus (siehe Abbildung 5).

Schritt 2: Die Anwendung greift auf die Position des Smartphones zu und visualisiert diese in einer GoogleMaps ähnlichen Karte mit einem Marker (siehe Abbildung 6).

Schritt 3: Der Nutzer kann ein Foto machen oder auswählen.

Schritt 4: Zuletzt wird dem Nutzer ein Überblick über den Sachverhalt verschafft, indem eine Zusammenfassung über die ersten drei Schritte erstellt wird. Optional kann noch ein Text angefügt und die Daten an die Holding Graz gesendet werden.

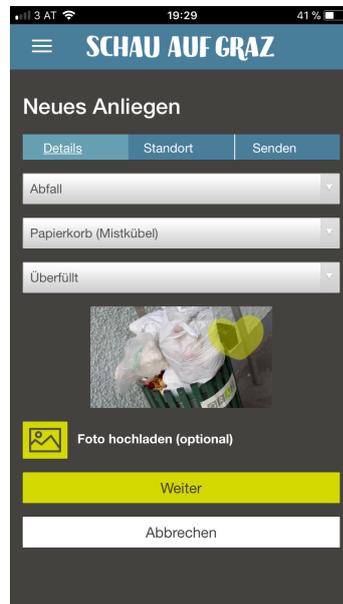


Abbildung 5: Schau auf Graz – Schritt 1 (Eigener Entwurf (EE))

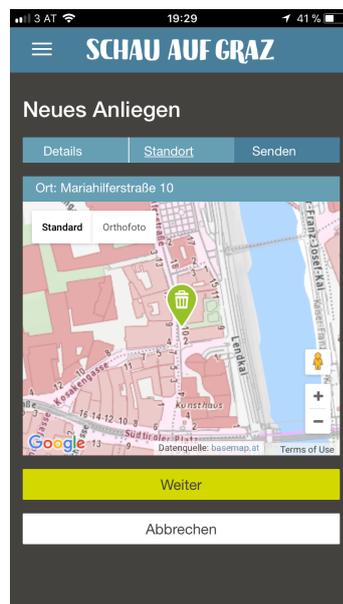


Abbildung 6: Schau auf Graz – Schritt 2 (EE)

Die Software wird überdies in anderen österreichischen Städten eingesetzt. So trägt sie beispielsweise in der oberösterreichischen Hauptstadt Linz den Namen „Schau auf Linz“.

„Ping if you care“ ist eine Kooperation zwischen Mobil 21 und den Bike Citizens in Brüssel. Sie ist eingeführt worden, um gefährliche Verkehrssituationen für Radfahrer zu entschärfen. Prinzipiell ist „Ping if you care“ keine eigenständige Anwendung, sondern eine Zusatzfunktion der Bike Citizen Applikation (Schaap 2017). Die Bike Citizen App ist eine Routing- und Navigationsanwendung für Radfahrer. Des Weiteren kann jeder Nutzer anonym seine Strecke aufzeichnen und diese nach der Fahrt hochladen. Die gesammelten Daten werden in weiterer Folge zur Verkehrsplanung in Städten herangezogen (Bikecitizens 2017).

Die Funktionsweise von „Ping if you care“ ist folgende:

Schritt 1: Die Nutzer der BikeCitizens-Anwendung verbinden sich mit ihrem Smartphone via Bluetooth mit dem sogenannten „PING-Button“ (siehe Abbildung 7).

Schritt 2: Bei gefährlichen Verkehrssituationen betätigt der Fahrer den Button, so wird die Koordinate in einer Online-Karte gespeichert.

Schritt 3: Wenn der Nutzer sein Ziel erreicht, werden die gesammelten „PING's“ in der Routenübersicht angezeigt.

Schritt 4: Bevor der Nutzer die markierten Punkte hochlädt, können diese in der BikeCitizens-Anwendung nachbearbeitet werden.



Abbildung 7: Ping-Button (Schaap 2017)

Die gesammelten Daten werden in einer Heatmap auf der Homepage von „Ping if you care“ visualisiert (siehe Abbildung 8) (Schaap 2017).



Abbildung 8: Ping-Heatmap der gefährlichen Stellen (Schaap 2017)

Strava ist eine Fitness-Anwendung für Smartphones und Global Positioning System (GPS)-Geräte. Die App kann bei allen möglichen Sportarten eingesetzt werden, egal ob an Land, oder im Wasser. Sie zeichnet dabei Leistungsdaten und die zurückgelegte Strecke, wie in Abbildung 9 ersichtlich, auf. Weiters besitzt Strava eine Vielzahl an Features (Strava 2017):

- Datenanalyse nach dem Training
- Eine Plattform für Feedback und Datenaustausch
- Bildung von Routensegmenten von beliebten Strecken mit dazugehörigen Bestenlisten der Sportler
- Echtzeit Standortermittlung für Notsituationen
- Erstellung von Heatmaps aller von Strava aufgezeichneten Daten (Abbildung 10)

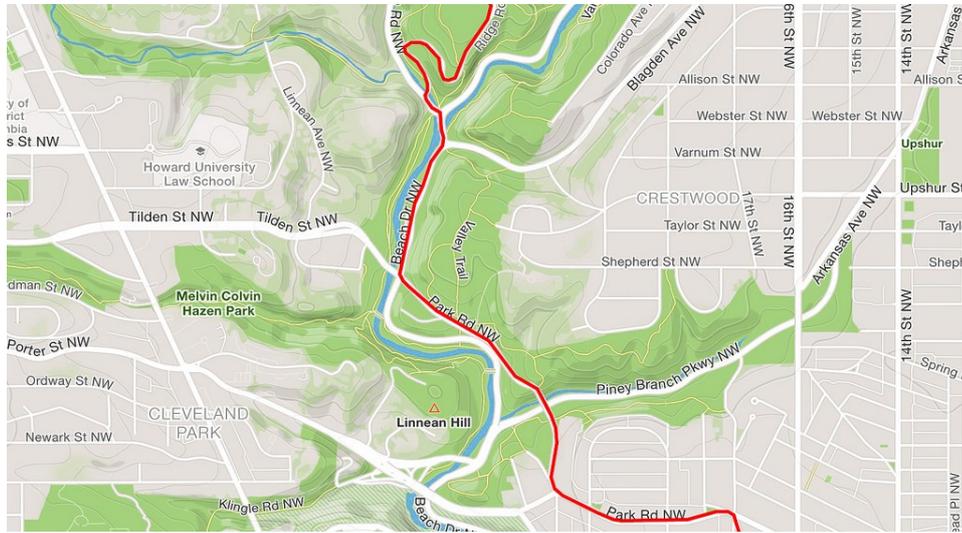


Abbildung 9: Strava-Heatmap von England (Mapbox 2015)

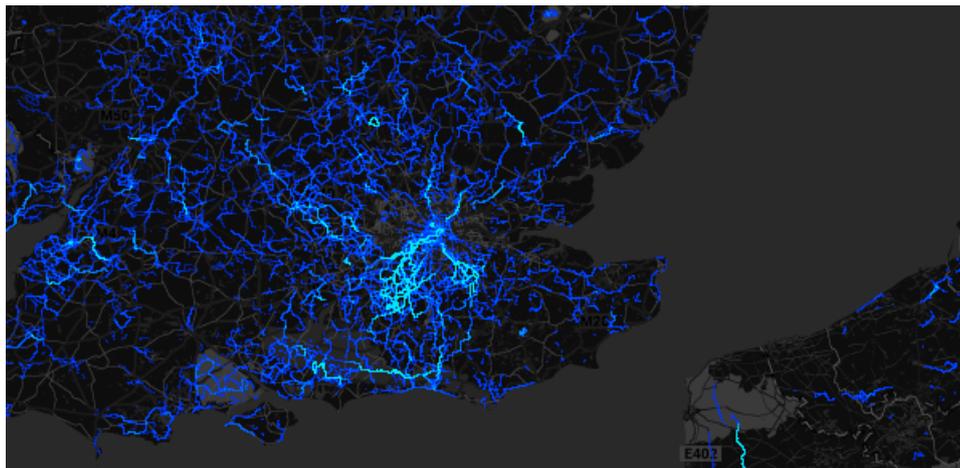


Abbildung 10: Strava-Heatmap von England (Strava 2016)

Waze ist eine Verkehrs- und Navigationsanwendung, welche auf der Basis von Echtzeit-Informationen anderer Nutzer die schnellste Route wählt. Aufgezeichnet werden Staus, Polizeikontrollen, Radarkästen, Unfälle und Gefahren. Des Weiteren kann via Verbindung mit Facebook ein Routing erfolgen, bei dem Freunde, welche zum selben Ziel unterwegs sind, beobachten werden und so eine gemeinsame Ankunft besser koordiniert werden kann. Ein weiteres Gadget der Applikation ist, dass durch Feedback von anderen Nutzern eine Navigation zur günstigsten Tankstelle durchgeführt werden kann, da die Treibstoffpreise in das Routing miteinfließen (siehe Abbildung 11 und Abbildung 12).

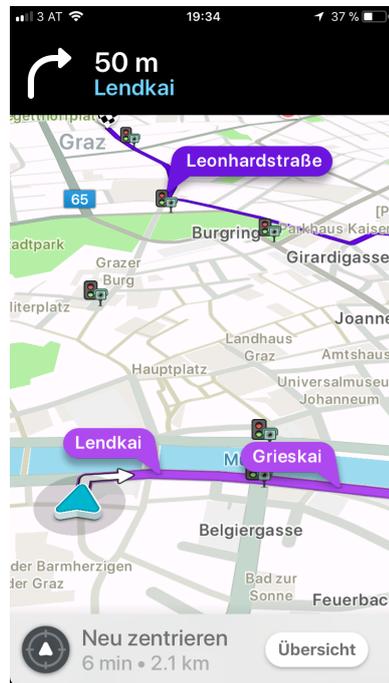


Abbildung 11: Waze – Navigation in Graz (EE)

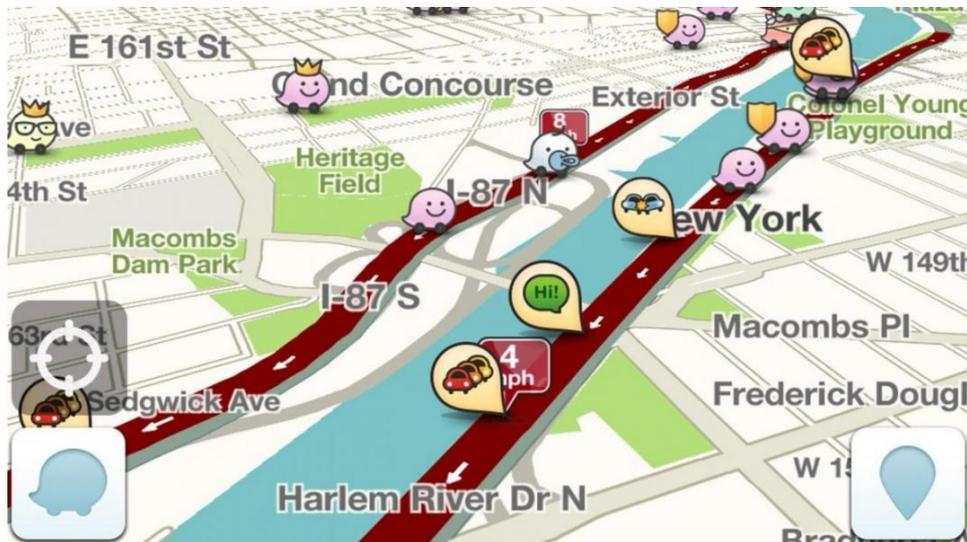


Abbildung 12: Waze – Navigation in New York (Hard 2018)

KAPITEL 4

FORSCHUNGSDESIGN

In dieser Arbeit sind neben der Entwicklung des Prototyps unterschiedliche Methoden für die Erhebung, Auswertung und Aufbereitung der Daten zum Einsatz gekommen. Tabelle 3 und Abbildung 13 geben einen Überblick auf die Methoden und deren Anwendungsbereich, sowie deren Abfolge in der Studie. Die Entwicklung des Prototyps ist nicht in der Tabelle 3 inkludiert, da sie keine Methodik im eigentlichen Sinne darstellt. Der Prototyp und der Fragebogen sind zur selben Zeit entwickelt und aneinander angepasst worden.

Tabelle 3: Methodik und Anwendungsbereich

Methodik	Anwendungsbereich
quantitative Befragung	Erhebung der Daten
Feldtest	Test der Anwendung unter realen Bedingungen
Deskriptive Datenanalyse	Auswertung der Daten – Häufigkeitsverteilung und Diagramme
GIS-Analyse	Auswertung der Daten – Räumliche Analyse und Thematische Karten

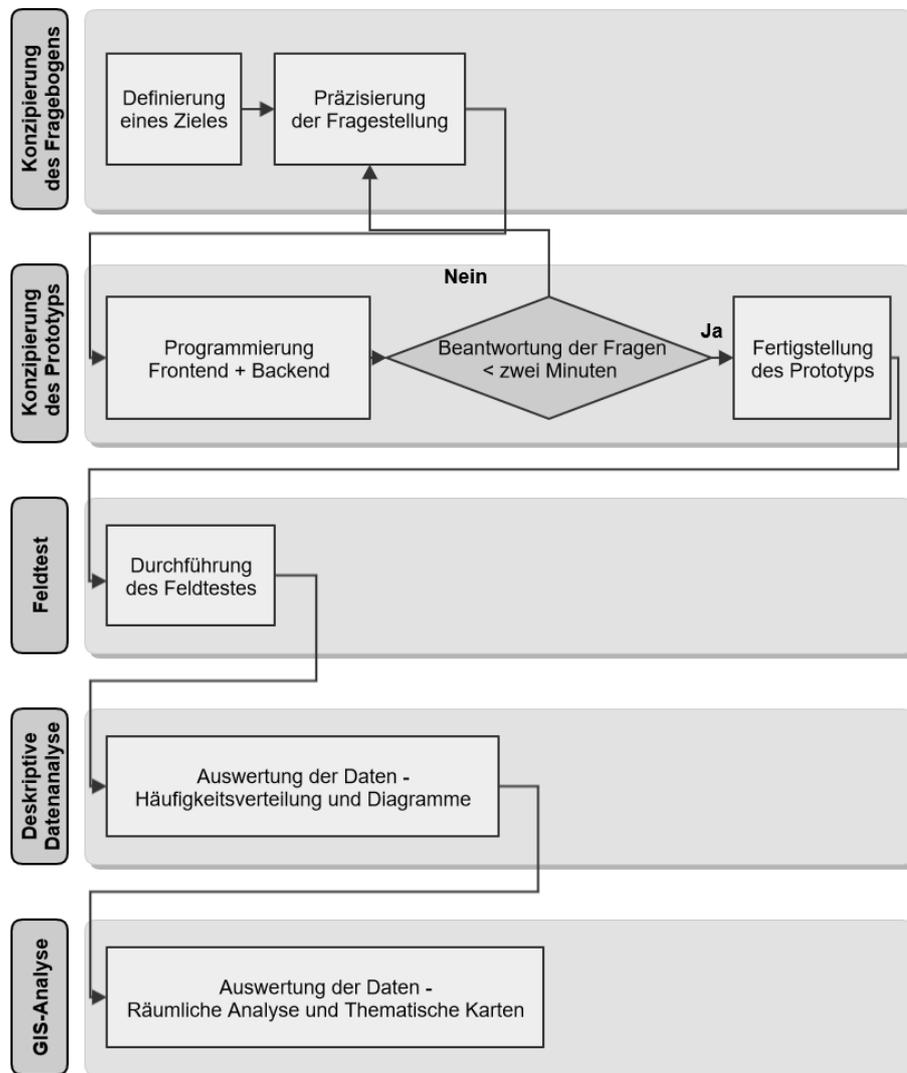


Abbildung 13: Workflow-Diagramm (Eigener Entwurf (EE))

4.1 FRAGEBOGEN

Im Allgemeinen gilt die Befragung als qualitative und quantitative Forschungsmethode zur Datenerhebung. Ein standardisierter Fragebogen hat die Eigenschaft, dass die Fragen und ein Großteil der Antworten zuvor festgelegt werden.

Die Befragung kann

- mündlich
- schriftlich
- über das Telefon
- online

durchgeführt werden (Ludwig-Mayerhofer 2017). Um zu untersuchen, ob die Bevölkerung ein Mikro-ÖV System annimmt, ist ein standardisierter Online-Fragebogen entwickelt worden, welcher neun Fragen enthält, die leicht verständlich formuliert sind und in kurzer Zeit (zwei Minuten) beantwortet werden können:

1. Ihr Geschlecht?
2. Wie alt sind Sie?
3. Welcher Beschäftigung gehen Sie derzeit nach?
4. In welchem Ortsteil von Gratwein-Straßengel wohnen Sie?
5. Wie oft benutzen Sie den „Rufmi“?
6. Wie hätten Sie diesen Weg (diese „Rufmi“-Fahrt) zurückgelegt, gäbe es den „Rufmi“ nicht?
7. Sind Sie mit der zeitlichen Verfügbarkeit des „Rufmi“ zufrieden?
8. Haben Sie bezüglich der zeitlichen Verfügbarkeit Verbesserungsvorschläge?
9. Sind die „Rufmi“-Sammelpunkte für Sie gut erreichbar?
10. Wie funktioniert die Bestellung der Fahrt per Telefon?
11. Soll der „Rufmi“ in Zukunft weiterhin betrieben werden?
12. Wer soll in Zukunft die Kosten für den „Rufmi“ übernehmen?
13. Wie zufrieden sind Sie im Allgemeinen mit dem „Rufmi“?
14. Ihre Position?

4.2 FELDTEST

Um ein Produkt oder ein Service unter realen Bedingungen zu testen, wird ein Feldtest durchgeführt. Zuvor informierte Kunden oder Nutzer nehmen freiwillig am Feldtest teil. Sie helfen somit das Produkt zu verbessern und zu validieren (Cridon 2016).

Der Feldtest für diese Untersuchung ist in der Marktgemeinde Gratwein-Straßengel vollzogen worden. Im Genaueren mit den Kunden des dort ansässigen Rufbus Unternehmens „Rufmi“. Die Laufzeit des Tests betrug zwei Wochen – neun Werktage ohne Samstag – vom 4. Dezember bis 15. Dezember 2017. Das Ziel des Feldtests lag darin zu untersuchen ob:

- Die Anwendung fehlerfrei funktioniert
- Die Bewohner der Gemeinde das Mikro-ÖV System akzeptieren
- Ob Volunteered Geographic Information (VGI) im Mikro-ÖV verwendet werden kann

4.3 DESKRIPTIVE DATENANALYSE UND GIS-ANALYSE

Die Deskriptive Statistik ist verwendet worden, um aus den beim Feldtest gewonnenen Daten aussagekräftige Tabellen und Grafiken zu erstellen (Kuß 2012). Das Rohmaterial ist chronologisch nach Datum in einer Urliste abgelegt und nach den im Fragebogen vorgegebenen Klassen auf ihre Häufigkeit ausgewertet worden (Lindner und Berchtold 1964). Für die grafische Darstellung sind Kreisdiagramme und Säulendiagramme, für relative und absolute Ergebnisse, verwendet worden (Ebermann 2010).

Da die gesammelten Daten geographische Informationen besitzen, werden Analysen hinsichtlich ihrer Häufigkeiten und deren Verteilung im Raum Gratwein-Straßengel durchgeführt. Die Ergebnisse werden in unterschiedlichen Thematischen Karten veranschaulicht (Esri 2016). Unter einer Thematischen Karte versteht man eine Karte, in der Objekte oder Sachverhalte, wie beispielsweise die Position des Kunden, dargestellt werden (Spektrum 2001).

KAPITEL 5

ECHTZEIT-FEEDBACKSYSTEM FÜR MIKRO-ÖV

5.1 AUSGANGSLAGE

Die Marktgemeinde Gratwein-Straßengel hat eine Bevölkerungszahl von rund 13.000 Einwohner (EW) auf einer Fläche von 86,69 km² (siehe Abbildung 14). Gratwein-Straßengel liegt im Nordwesten der Stadt Graz und ist seit der steirischen Gemeindefusion 2014 die größte Gemeinde im Bezirk Graz-Umgebung. Sie setzt sich aus den Ortsteilen

- Gratwein,
- Judendorf-Straßengel,
- Eisbach
- und Gschnaidt

zusammen.

Die Erschließung der Gemeinde durch den ÖV erfolgt über eine Bahnlinie mit zwei Verkehrsstationen und fünf Buslinien mit 30 Haltestellen (Tabelle 4 und Abbildung 15).

Tabelle 4: ÖV-Linien der Marktgemeinde Gratwein-Straßengel

Verkehrsmodus	Liniennummer
• Bahn	○ S1
• Bus	○ 110 ○ 120 ○ 121 ○ 125 ○ 130

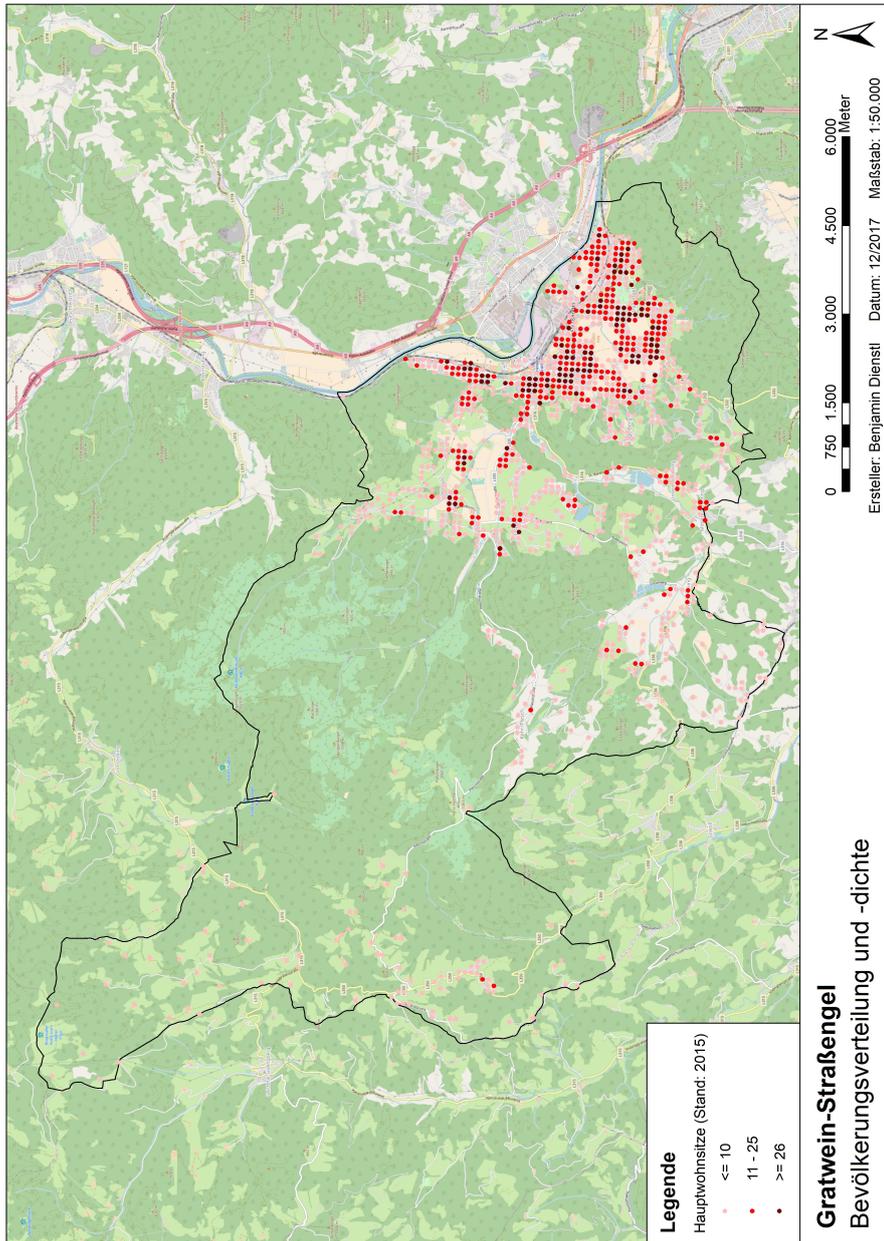


Abbildung 14: Bevölkerungsverteilung und -dichte (Registerzählung 2015) (Eigener Entwurf (EE))

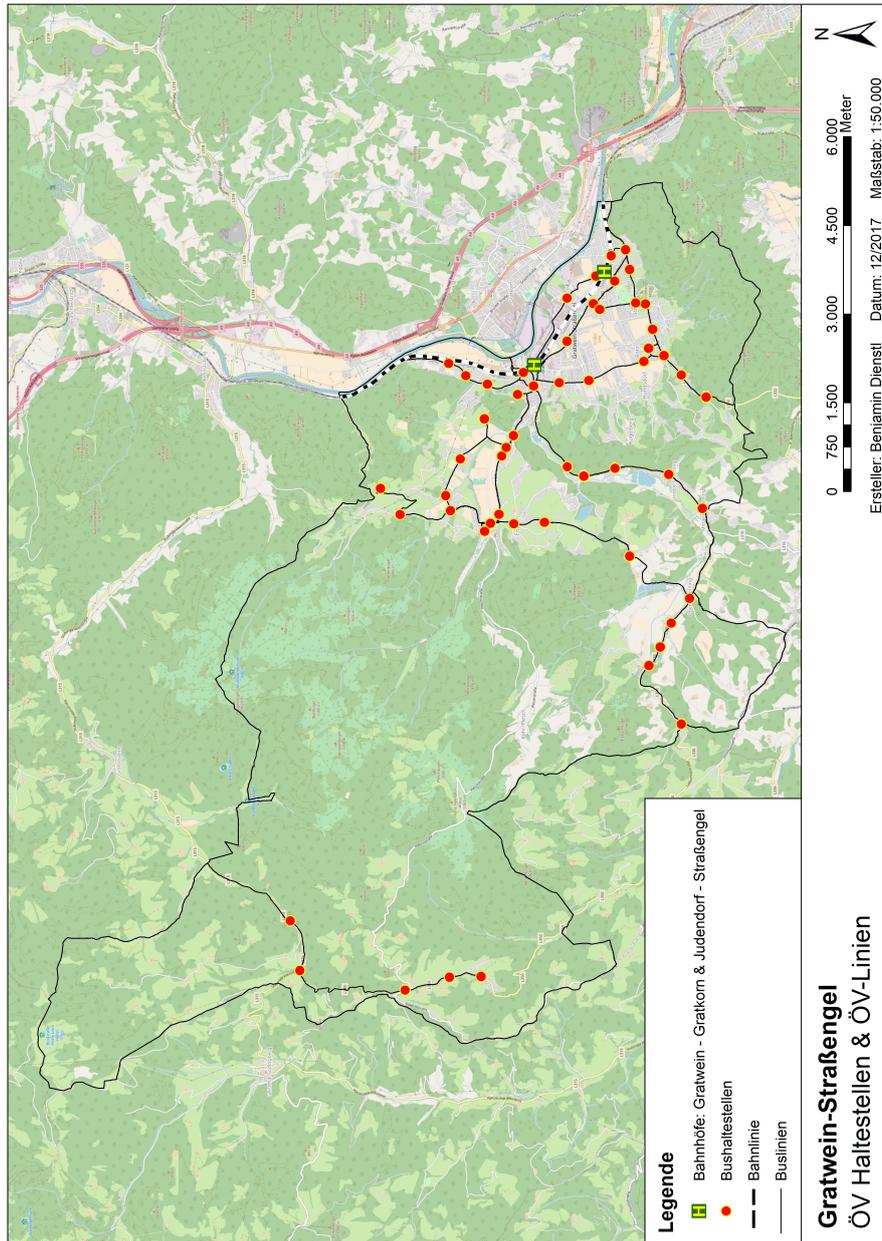


Abbildung 15: ÖV-Linien und ÖV-Haltestellen (EE)

Um EW aus peripheren oder nicht vom öffentlichen Verkehr (ÖV) erschlossenen Gebieten der Gemeinde Anschluss an Haltestellen und Verkehrsstationen des ÖV's und dem Gemeindezentrum zu ermöglichen, ist im September 2016 ein Mikro-ÖV-System eingeführt worden.

Das Mikro-ÖV-System besteht aus einem Gemeindebus, der die EW der Gemeinde von Infopoints zu Verknüpfungspunkten transportiert. Der Transport kann ebenfalls in die Gegenrichtung erfolgen. Es gibt 103 Infopoints, welche in den peripheren Regionen liegen, sowie sieben Verknüpfungspunkte in den Ortszentren der Gemeinde (siehe Abbildung 16):

- Gratwein,
- Judendorf-Straßengel
- Eisbach

Im Gegensatz zum bestehenden Linienverkehr, der auf vordefinierten Routen zu bestimmten Zeiten verkehrt, ist die Bedienung des Mikro-ÖV-Systems individuell. Der Gemeindebus fährt ganzjährig von Montag bis Freitag, zwischen 08:00 Uhr und 19:00 Uhr, ausgenommen an Feiertagen. Zudem ist der Rufbus nicht an einen Fahrplan gebunden. Der Kunde bestellt den Transport 45 Minuten vor Fahrtbeginn und gibt dabei den Start und das Ziel (Infopoint oder Verknüpfungspunkt) an. Die Abholung des Kunden erfolgt beim zuvor angegebenen Infopoint oder Verknüpfungspunkt.

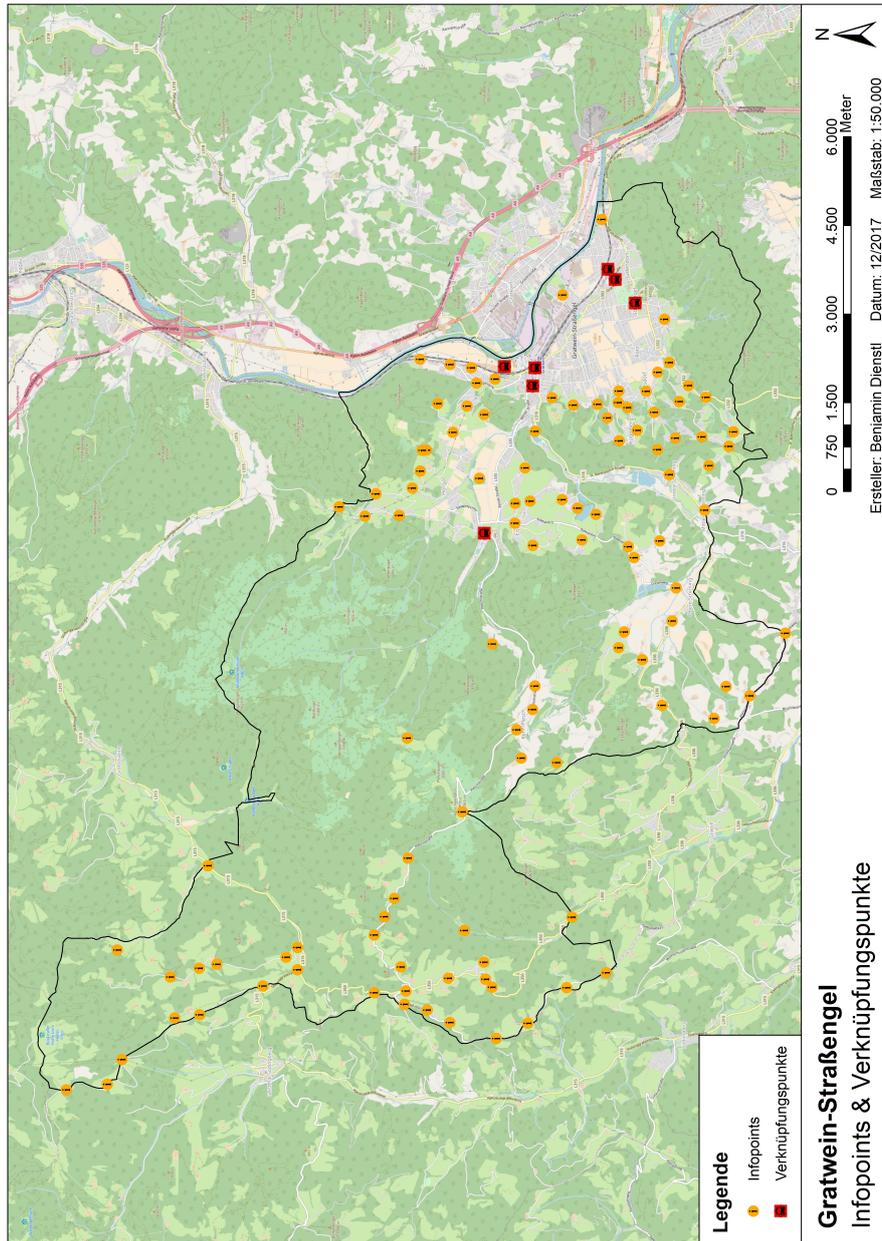


Abbildung 16: Infopoints und Verknüpfungspunkte (EE)

5.2 ENTWICKLUNG DES PROTOTYPS

Zur Verbesserung der Qualität hinsichtlich

- der Infopoints
- der Bedienzeiten
- der telefonischen Bestellung
- der Zufriedenheit mit dem Mikro-ÖV-System

ist eine Webanwendung entwickelt worden, welche die Kunden des Unternehmens freiwillig vor, während oder nach der Fahrt benutzen können, um ein positives oder negatives Feedback an das Unternehmen abzugeben. Übermittelt werden nicht nur die Antworten eines standardisierten Fragebogens, welcher die oben genannten Qualitätsmerkmale enthält, sondern auch die Koordinaten beziehungsweise die Position, sowie Datum und Uhrzeit. Die Übermittlung von Position, Datum und Uhrzeit sind hierbei von besonderem Interesse, da auf diese Weise genau zurück verfolgt werden kann, wo und wann das Feedback abgegeben worden ist.

In einem zweiten Schritt ist eine Webanwendung für die Fahrer des Unternehmens entwickelt worden, welche als Fahrtenbuch dient und die Positionen von Start und Ziel der Fahrt, die gefahrene Route, Uhrzeit und Datum, sowie die Anzahl der beförderten Personen aufzeichnet. Das Fahrtenbuch ist einerseits konzipiert worden, um die Auslastung der Infopoints aufzunehmen, andererseits können mit Zuhilfenahme dieser Webanwendung die Start- und Zielpunkte und die gefahrene Route des Kunden durch den Zeitstempel zurückverfolgt werden.

Für die Positionsbestimmung und Routenverfolgung ist in beiden Webanwendungen das Global Positioning System (GPS)-Signal des Smartphones verwendet worden. Hierbei kommen die Hypertext Markup Language (HTML)-Funktion *geolocation*, beziehungsweise die JavaScript (JS)-Funktionen *getCurrentPosition* und *watchPosition* zum Einsatz.

Die Frontends der beiden Applikationen bestehen jeweils aus einer HTML-Struktur, Cascading Style Sheets (CSS) für das Layout, sowie dem Framework jQuery Mobile zur automatischen Anpassung an das jeweilige Smartphone. Zur Bestimmung von Datum, Uhrzeit, Positionen und Route werden JS-Funktionen verwendet.

Das Backend der Anwendung setzt sich aus PHP: Hypertext Preprocessor (PHP) und einem PostgreSQL-Datenbankmanagementsystem (DBMS) zusammen (siehe Abbildung 17).

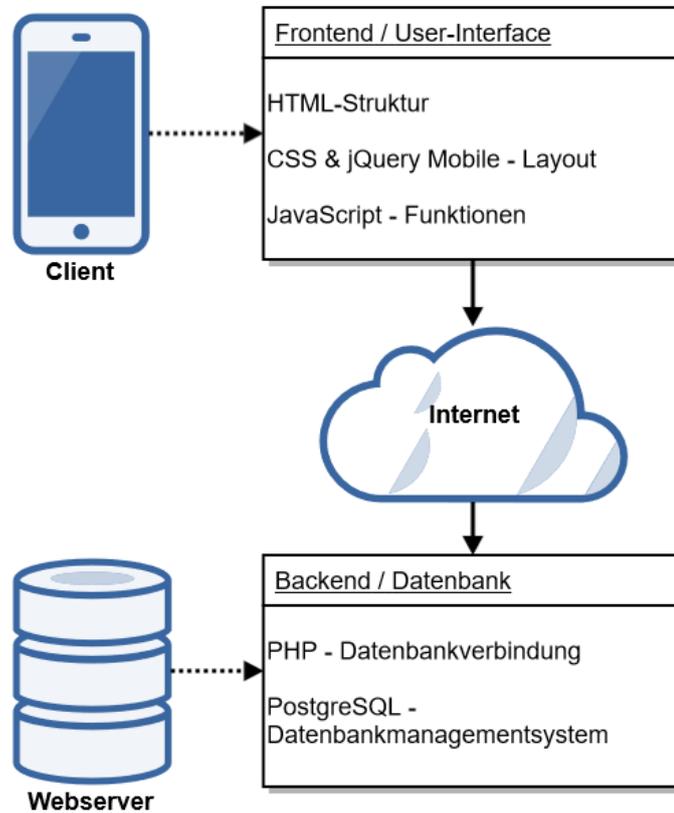


Abbildung 17: Systemarchitektur der Webanwendung (EE)

5.2.1 Frontend

Das Frontend der Webanwendung für die Kunden des Mikro-ÖV-Systems besteht aus einem HTML-Formular, in welchem sich die 14 Fragen aus Kapitel 4.1 auf S. 30 befinden. Zum Einsatz kommen Radio-Buttons, Checkboxes und Push-Buttons (Abbildung 18 und Abbildung 19).

1) Ihr Geschlecht?

-
- weiblich
-
-
- männlich

2) Wie alt sind Sie?

-
- unter 20 Jahre
-
-
- 21 bis 30 Jahre
-
-
- 31 bis 40 Jahre
-
-
- 41 bis 50 Jahre
-
-
- 51 bis 60 Jahre
-
-
- 61 Jahre oder älter

3) Welcher Beschäftigung gehen Sie derzeit nach?

-
- in Ausbildung
-
-
- erwerbstätig
-
-
- pensioniert
-
-
- arbeitssuchend
-
-
- sonstiges

Abbildung 18: Ausschnitt Frontend Frage 1–3 (EE)

7) Sind Sie mit der zeitlichen Verfügbarkeit des rufmi zufrieden? (1 = sehr zufrieden - 6 = nicht zufrieden)

-
- 1
-
- 2
-
- 3
-
- 4
-
- 5
-
- 6

8) Haben Sie bezüglich der zeitlichen Verfügbarkeit Verbesserungsvorschläge? (mehrere Antwortmöglichkeiten möglich)

-
- frühere betriebsbeginn am Morgen
-
-
- späteres Betriebsende am Abend
-
-
- Betrieb am Samstag
-
-
- Betrieb an Sonn- und Feiertagen

9) Sind die rufmi Sammelpunkte für Sie gut erreichbar? (1 = sehr gut - 6 = nicht gut)

-
- 1
-
- 2
-
- 3
-
- 4
-
- 5
-
- 6

10) Wie funktioniert die Bestellung der Fahrt per Telefon? (1 = sehr gut - 6 = überhaupt nicht)

-
- 1
-
- 2
-
- 3
-
- 4
-
- 5
-
- 6

Abbildung 19: Ausschnitt Frontend Frage 7–10 (EE)

Datum und Uhrzeit sind über eine JS-Funktion ermittelt worden. Abgerufen wird die Funktion bei der Betätigung des Push-Buttons der Frage 14 (siehe Listing 5.1).

Listing 5.1: Funktion zur Ermittlung von Datum und Zeit

```
function datum(){
    document.getElementById("date").value = Date();
};
```

Die Funktion erstellt ein Objekt namens *Date*, welches das aktuelle Datum und die aktuelle Zeit der Systemeinstellung zurück gibt. Übergeben wird das Objekt als *String* (Zeichenkette).

Die Position des Kunden ist ebenfalls über den Push-Button der Frage 14 ermittelt worden. Bei Betätigung werden zwei Funktionen, exklusive der Funktion zur Bestimmung von Datum und Uhrzeit, ausgeführt (Listing 5.2).

Listing 5.2: Funktion zur Positionsbestimmung mittels GPS

```
function getCurrentPosition(){
    navigator.geolocation.getCurrentPosition(position);
};

function show_position(position){
    positionVector = [];
    var lat = position.coords.latitude;
    var lon = position.coords.longitude;
    positionVector.push([lon, lat]);
    document.getElementById("position").value
    = positionVector;
};
```

Die Funktion *getCurrentPosition* greift auf den *Navigator* zu und ermittelt so die Position. Wenn die Position bestimmt worden ist, übermittelt die zweite Funktion *showposition* den Längengrad und den Breitengrad durch *position.coords.longitude* und *position.coords.latitude*.

Falls der Nutzer im Augenblick der Abfrage über kein GPS-Signal verfügt, werden die Informationen zur Position via WLAN, Mobilfunksender oder der IP-Adresse, im Genaueren vom nächsten Vermittlungsknoten des Providers, ermittelt. Weitere Eigenschaften die prinzipiell mit der Funktion *getCurrentPosition* übermittelt werden können, jedoch für diesen Versuch nicht genutzt werden, sind:

- die Genauigkeit
- die Höhe
- die Grad im Uhrzeigersinn von Norden
- die Geschwindigkeit

Am Ende des Formulars befindet sich ein Submit-Button (Push-Button mit Sendefunktion), welcher die Daten an das Backend via POST-Methode sendet.

Das Frontend des Fahrtenbuches besteht ebenfalls aus einem HTML-Formular und beinhaltet drei Push-Buttons und ein Select-Menü. Die Position des Start- und Zielpunktes ist, wie die Position in der Webanwendung für den Kunden, per Funktion *getCurrentPosition* ermittelt worden. Überdies werden bei betätigen des Push-Buttons für den Startpunkt, Datum und Uhrzeit mit der Funktion *Date* übermittelt. Für die Routenverfolgung ist ein Push-Button doppelt belegt worden. Das bedeutet, dass der Fahrer jeweils beim Beginn und Ende einer Fahrt den selben Knopf betätigt. Wie bei der Feedback-Anwendung befindet sich am Schluss des Formulars ein Submit-Button (Push-Button mit Sendefunktion), der die Daten an das Backend via POST-Methode sendet.

Listing 5.3: Funktion zur Routenverfolgung mittels GPS

```
function intervalLocation() {
  if(typeof(window.watchID)=="undefined"){
    var options = {};
    geoLoc = navigator.geolocation;
    window.watchID = geoLoc.watchPosition
      (showLocation, errorHandler, options);
    document.getElementById("routing").value = "Ziel";
    document.getElementById("routing").innerHTML = "Ziel";
  }
  else{
    delete window.watchID;
    document.getElementById("routing").value = "Start";
    sendVector();
  }
}

function showLocation(position) {
  var now = new Date();
  if(window.lastUpdateTime && now.getTime()-
    window.lastUpdateTime.getTime() >
    window.minFrequency){
    lat = position.coords.latitude;
    lon = position.coords.longitude;
    window.pointVector.push([lon, lat]);
    console.log(pointVector);
  }
  window.lastUpdateTime = now;
};
```

Im Normalfall funktioniert *geolocation.watchPosition* folgenderweise:

1. Die Funktion greift auf den Navigator zu und bestimmt die Position.
2. Wenn eine Änderung der Position stattfindet, wird diese neu bestimmt.
3. Die Funktion überprüft, je nach Voreinstellung (Standard: fünf Sekunden), ob eine Positionsänderung stattfindet.
4. Sofern keine Änderung der Position stattfindet, wird die Funktion abgebrochen.

Funktion *geolocation.watchPosition* in der Webanwendung:

1. Die Funktion greift auf den Navigator zu und bestimmt die Position.
2. Dem Start-Button wird bei der Betätigung der Wert „Ziel“ zugeschrieben und fungiert in Folge als Ziel-Button.
3. Über eine IF-Bedingung findet eine Zeitmessung statt diese lässt die Funktion nicht abbrechen.
4. Durch erneutem Druck auf den Push-Button, der nun den Wert „Ziel“ besitzt, wird die Route in einem Vektor an das Formular übergeben.

5.2.2 Backend

Wie in Kapitel 2.2 beschrieben, fungiert in dieser Studie PostgreSQL als Datenbanksystem. Für die Speicherung der Daten der Feedbackanwendung ist eine Tabelle angelegt worden. Da das Datum und die Uhrzeit jeden Datensatz eindeutig identifizieren, sind sie als Primärschlüssel für die Tabelle verwendet worden. Die Position des Kunden ist in der Spalte des Attributes Koordinate abgelegt worden. Hierbei handelt es sich um eine Geometrie-Spalte zur Speicherung von Punkt-Koordinaten mit dem European Petroleum Survey Group (EPSG)-Codes „4326“. Durch die Verwendung des EPSG-Code „4326“ können Koordinaten gespeichert werden, welche sich aus Längengrad und Breitengrad zusammensetzen und bei der Funktion *getCurrentPosition* zum Einsatz kommen. Die restlichen Attribute setzen sich aus den Datentypen Character varying (wird verwendet um Strings (Zeichenketten) zu speichern) und Integer (zur Speicherung von Zahlen) zusammen. Wie in Kapitel 5.2.1 beschrieben, sind die Daten der Webanwendung für den Kunden via POST-Methode an ein PHP-Skript gesendet worden.

Im nächsten Schritt ist in selbigem Skript über die Funktion *pg_connect* eine Verbindung zur Datenbank (DB) aufgebaut worden. Im Anschluss sind

die Daten über die Funktion *pg_query* und dem Structured Query Language (SQL)-Befehl *INSERT INTO* in die Datenbank gespeichert worden. Die Position ist über den SQL-Befehl *ST_MakePoint* und dem dazugehörigen EPSG-Code „4326“ als Punkt-Koordinate gespeichert worden. Im letzten Schritt ist die Datenbankverbindung mit der Funktion *pg_close* geschlossen worden.

Zur Speicherung der Daten des Fahrtenbuches sind drei Tabellen angelegt worden. Wie schon bei dem Feedbacksystem fungieren das Datum und die Uhrzeit als Primärschlüssel für die drei Tabellen. Da das Datum und die Uhrzeit nur einmal beim Start aufgenommen worden sind, können die Route und das Ziel genau identifiziert werden. Der Vorgang der Datenspeicherung funktioniert identisch zum Feedbacksystem, lediglich bei der Speicherung der Route gibt es einen Unterschied. Bei der Aufnahme der Route ist ein *ARRAY* erstellt worden, der alle Punkt-Koordinaten der Funktion *geolocation.watchPosition* enthält. Im Anschluss sind die Daten des *ARRAY* mittels SQL-Befehl *ST_MakePoint* und dem dazugehörigen EPSG-Code „4326“ zu einer Punkt-Koordinate und mit dem SQL-Befehl *ST_Makeline* zu einer Linie zusammengefügt worden.

5.3 ERGEBNISSE

Die Ergebnisse des Feldtests von 4. bis 15. Dezember zeigen, dass bei **175** Fahrten von **55** Kunden ein Feedback über die Webanwendung abgegeben worden ist, was rund **31%** entspricht. Eine Auflistung der Feedbacks pro Tag ist in Tabelle 5, die aufgezeichneten Positionen hingegen in Abbildung 20, ersichtlich.

Tabelle 5: Auflistung der Fahrtenanzahl und Feedbackanzahl pro Tag

Datum	Fahrten/Tag	Feedbacks/Tag
4.12.2017	23	0
5.12.2017	24	0
6.12.2017	21	12
7.12.2017	17	6
11.12.2017	20	7
12.12.2017	19	8
13.12.2017	13	8
14.12.2017	21	7
15.12.2017	17	7

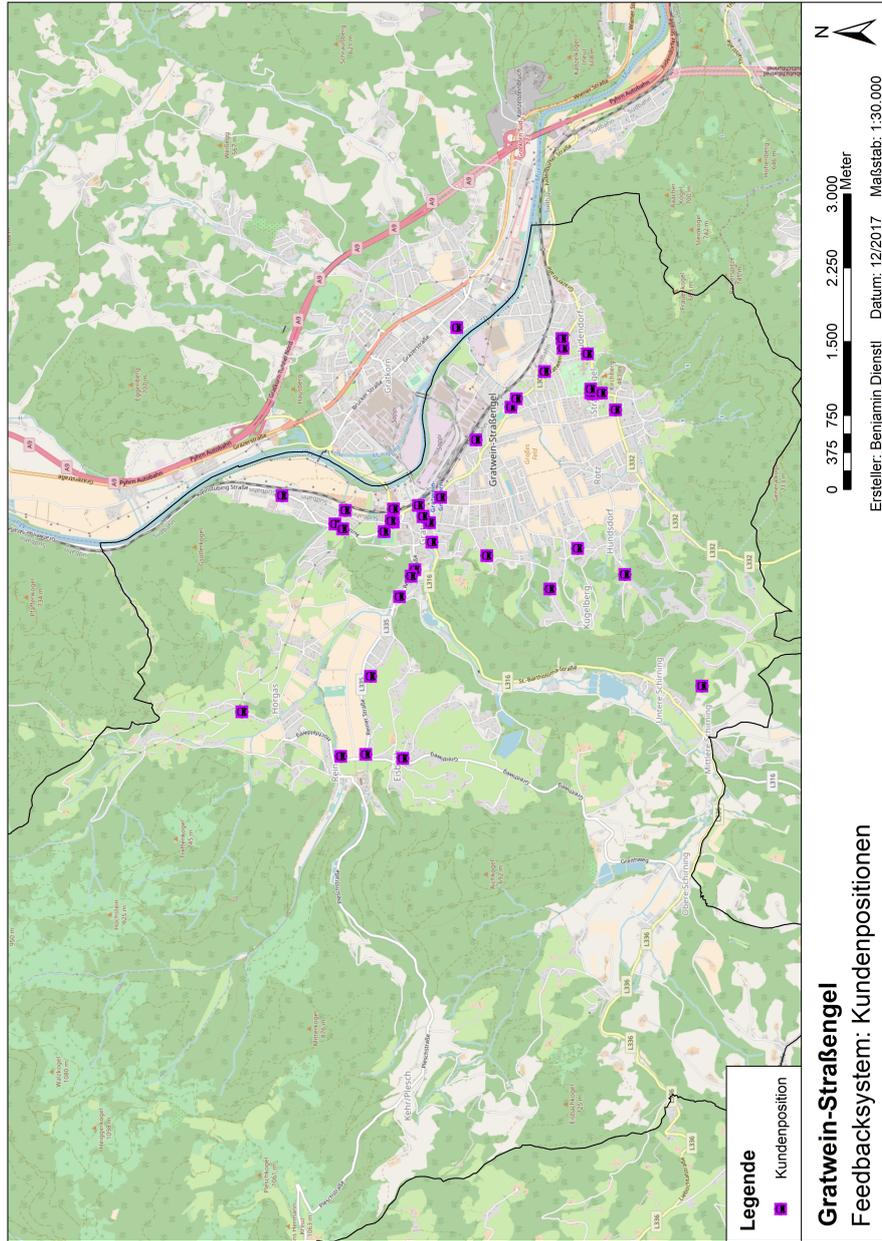


Abbildung 20: Echtzeit Feedbacksystem Kundenposition (EE)

Die Auswertungen der Geschlechterverteilung und der Ortsteilansässigkeit der befragten Kunden sind in Abbildung 21 und Abbildung 22 einzusehen.

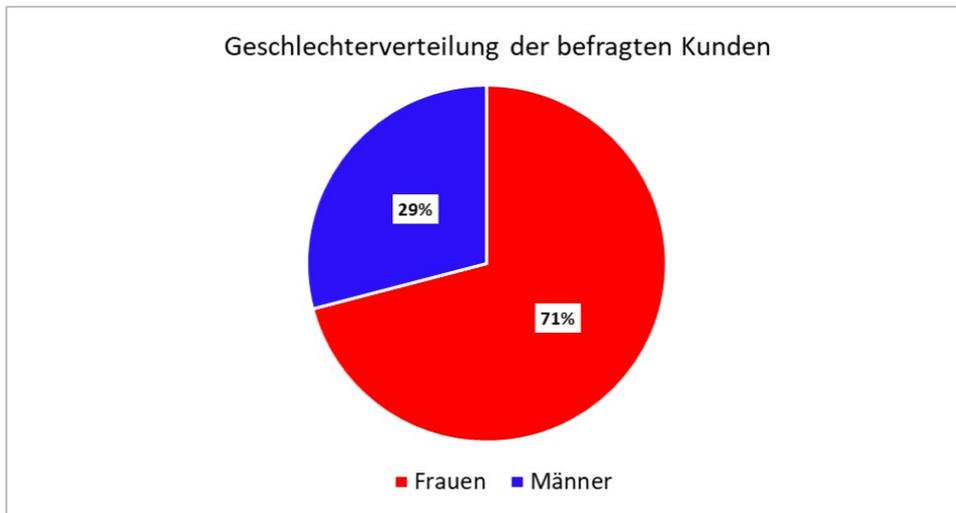


Abbildung 21: Geschlechterverteilung der befragten Kunden (EE)

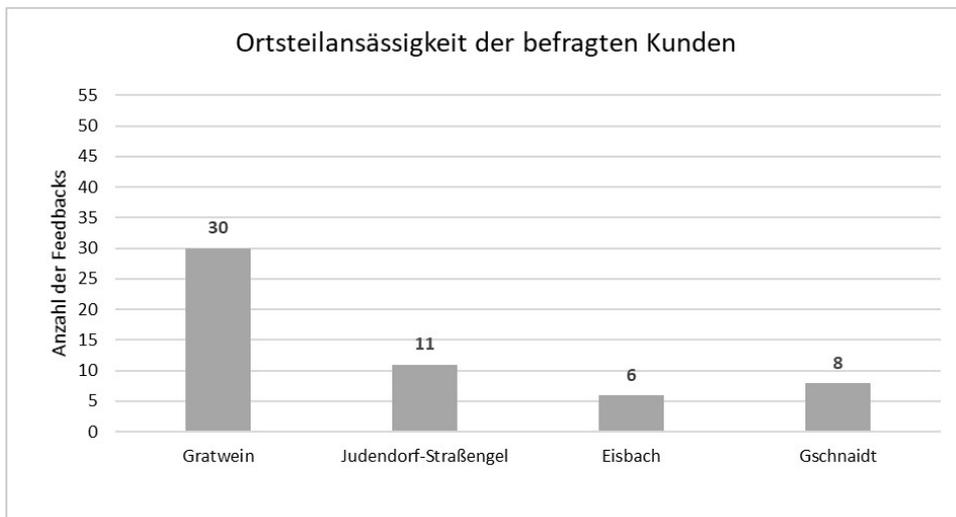


Abbildung 22: Ortsteilansässigkeit der befragten Kunden (EE)

Hinsichtlich des Altersdurchschnitts und des Beschäftigungsstandes ist eine klare Tendenz hin zu älteren und/oder pensionierten EinwohnerInnen der Gemeinde zu erkennen. (Abbildung 23 und Abbildung 24).

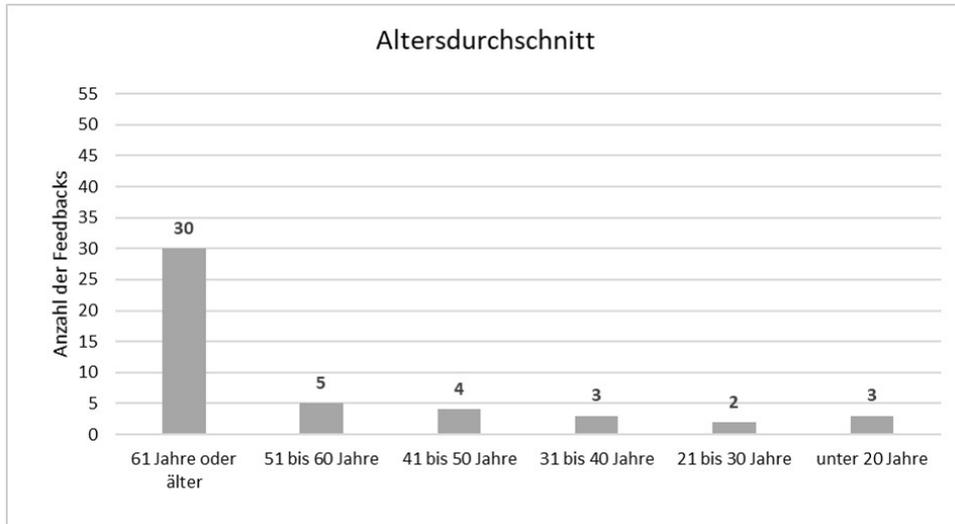


Abbildung 23: Alter der Fahrgäste und Häufigkeit der Benutzung des Rufbusses (EE)

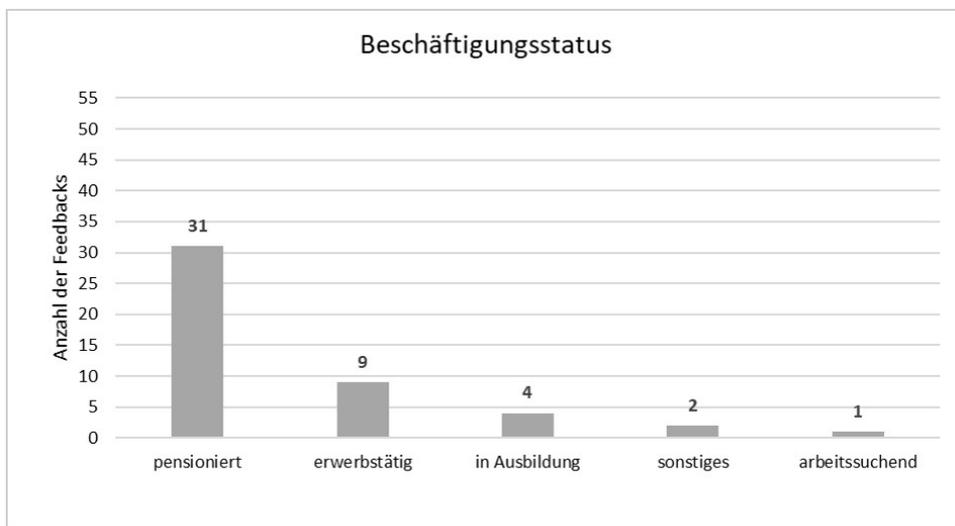


Abbildung 24: Beschäftigung der Fahrgäste und Häufigkeit der Benutzung des Rufbusses (EE)

Bei der Häufigkeit der Benutzung des Rufbusses ist von einem Großteil der befragten Kunden angegeben worden, dass sie mehrmals oder einmal in der Woche das Angebot nutzen (Abbildung 25). Die Zusammenhänge von Häufigkeit der Nutzung des Rufbusses hinsichtlich des Alters und des Beschäftigungsstandes sind in Abbildung 26 und Abbildung 27 hervorgehoben.

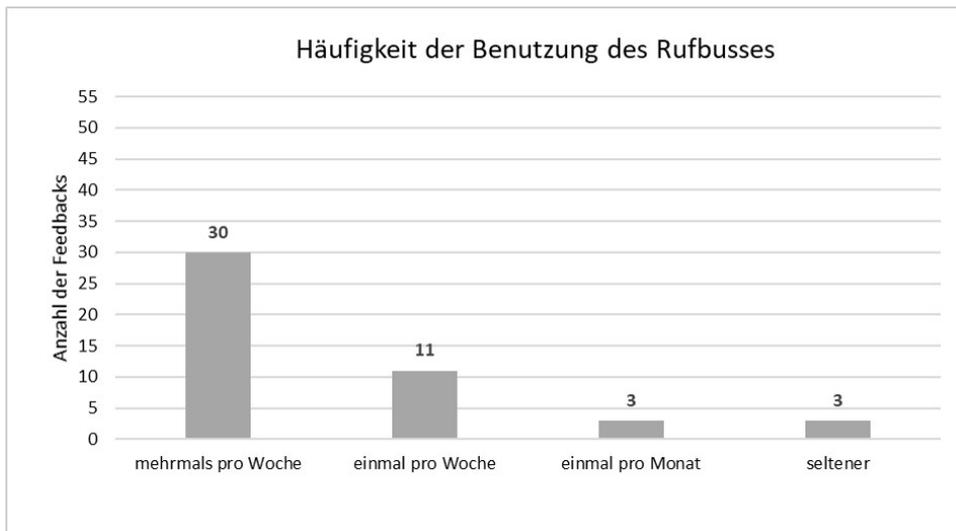


Abbildung 25: Häufigkeit der Benutzung des Rufbusses (EE)

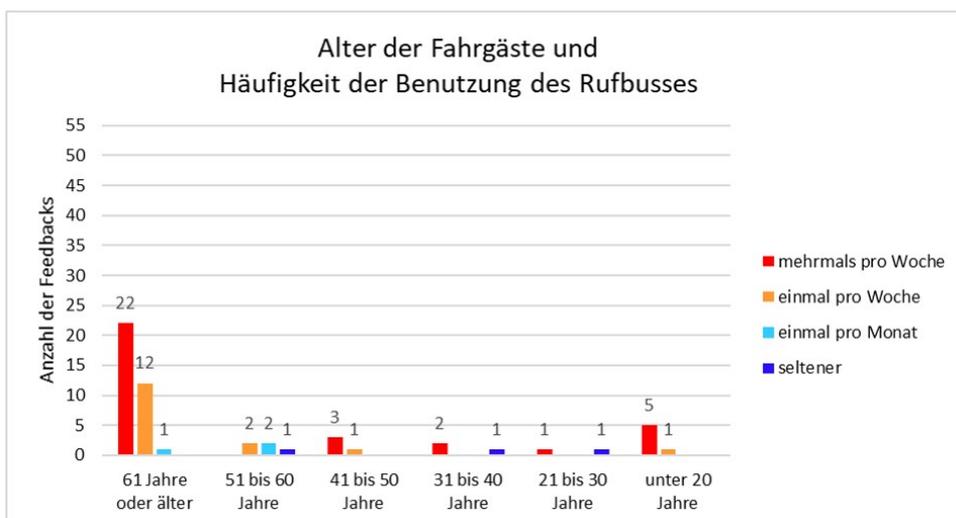


Abbildung 26: Alter der Fahrgäste und Häufigkeit der Benutzung des Rufbusses (EE)

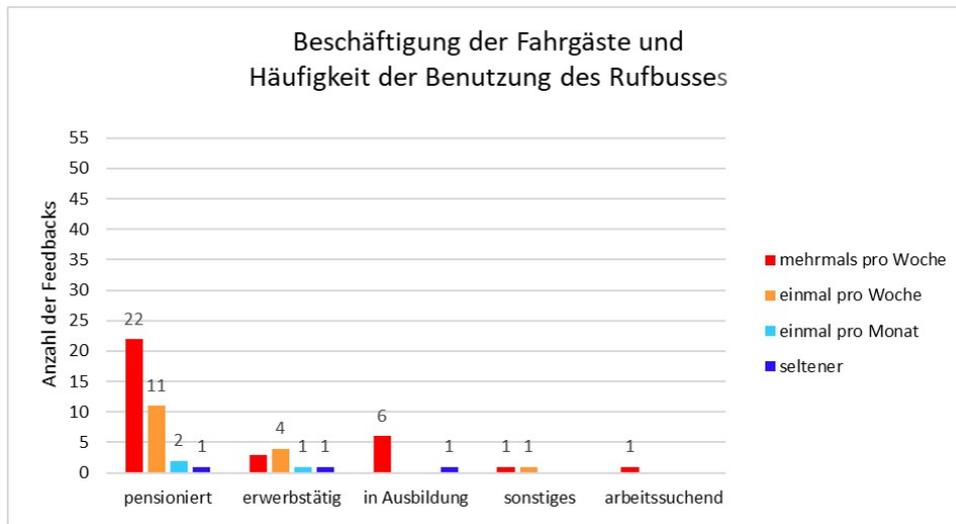


Abbildung 27: Beschäftigung der Fahrgäste und Häufigkeit der Benutzung des Rufbusses (EE)

Bei den Möglichkeiten zur Fortbewegung ohne den Rufbus ist von vier Kunden angegeben worden, dass sie auf den vorhandenen ÖV zurückgreifen können. Sechs Kunden besitzen ohne den Rufbus keine Möglichkeit in die Ortszentren oder zu den Verknüpfungspunkten zu gelangen. Ein Großteil der Kunden ist auf den PKW angewiesen (Abbildung 28).

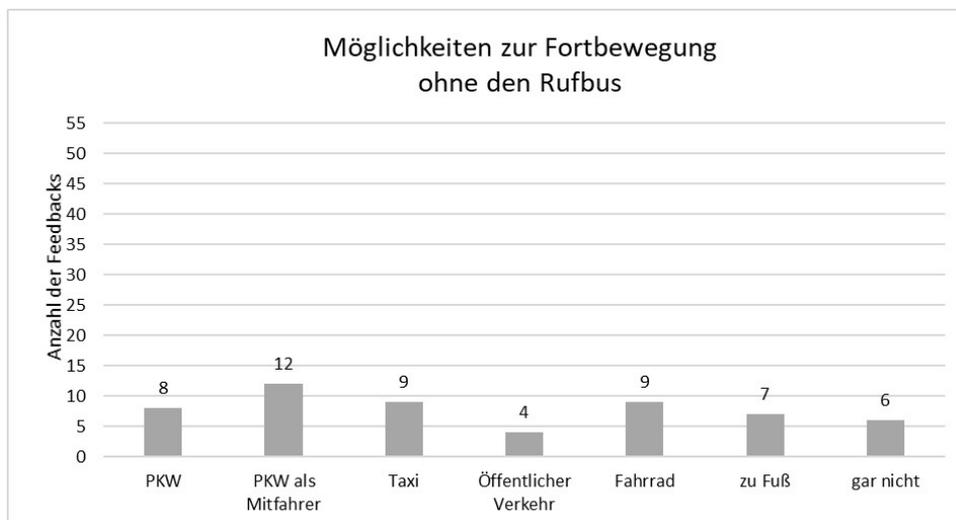


Abbildung 28: Möglichkeiten zur Fortbewegung ohne Rufbus (EE)

Die Erreichbarkeit der Infopoints und die Bestellung der Fahrt über das Telefon sind bei den befragten Kunden überwiegend „sehr gut“ bis „gut“ ausgefallen. Lediglich ein Kunde beantwortete die Frage jeweils mit „nicht so gut“ (Abbildung 29).

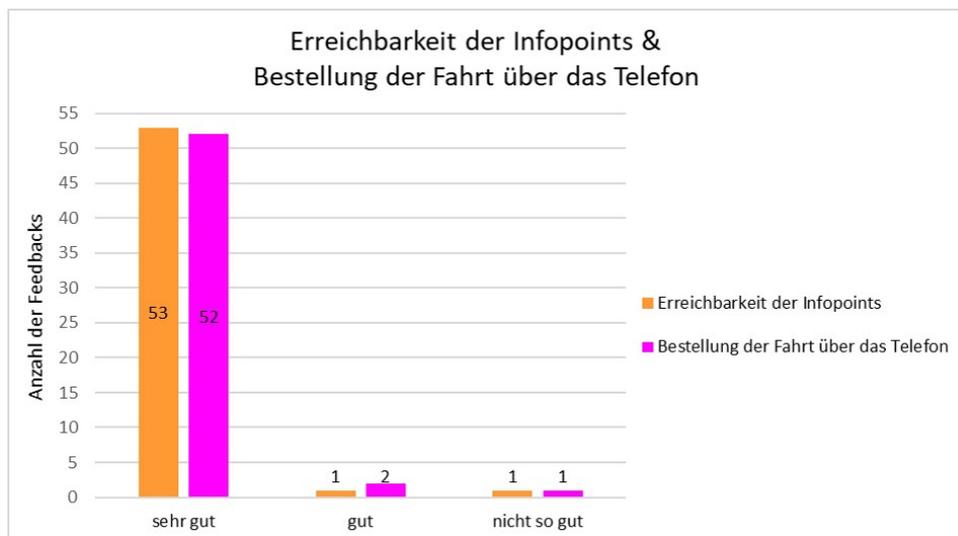


Abbildung 29: Erreichbarkeit der Infopoints & Bestellung der Fahrt über das Telefon (EE)

Generell sind rund **96%** der befragten Personen mit der zeitlichen Verfügbarkeit sehr zufrieden, die restlichen **4%** sind zufrieden. Die Verbesserungsvorschläge für die Bedienzeit sind in Abbildung 30 angegeben. Eine Tendenz zu früheren und späteren Bedienzeiten, sowie eine Ausweitung des Service an Samstagen, ist zu erkennen. Lediglich ein geringer Teil ist für Bedienzeiten an Sonn- und Feiertagen. Das Ergebnis ist relativ, da Mehrfachantworten möglich waren.

Um den Betrieb des Rufbuses in Zukunft zu gewährleisten, ist von einem Großteil der Befragten angegeben worden, dass die Gemeinde die Kosten übernehmen sollte. Am zweithäufigsten ist von den Kunden das Land gewählt worden. Geringere Prozentteile sind für eine Kostenübernahme des Bundes oder der Fahrgäste selbst (Abbildung 31). Das Ergebnis ist relativ, da Mehrfachantworten möglich waren.

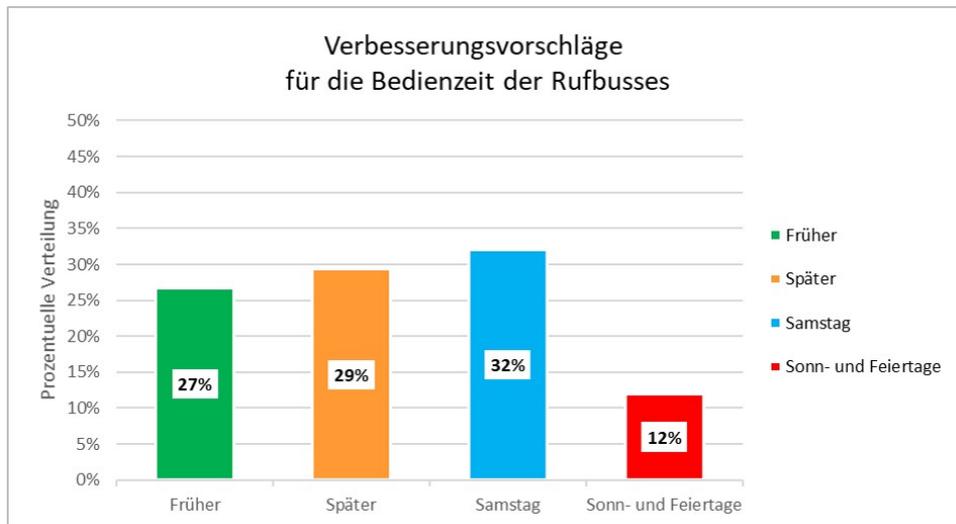


Abbildung 30: Verbesserungsvorschläge für die Bedienzeit des Rufbusses (EE)

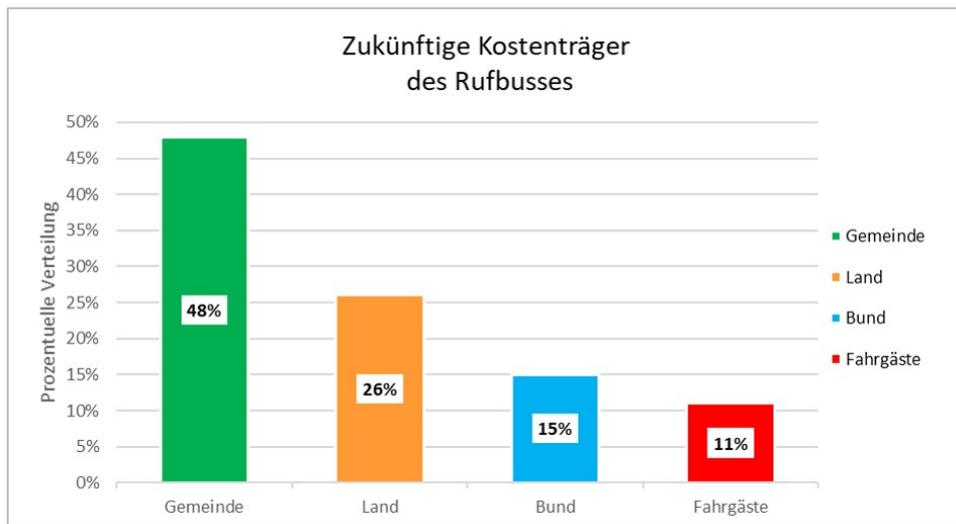


Abbildung 31: Zukünftige Kostenträger für den Betrieb des Rufbusses (EE)

Bezüglich der letzten beiden Fragen des Feedbacksystems ist von **100%** der Befragten des Echtzeit-Feedbacksystems angegeben worden, dass sie mit dem Angebot „sehr zufrieden sind“ und der Rufbus in Zukunft weiter betrieben werden soll.

Abschließend ist zu erwähnen, dass von den befragten Personen weitere Feedbacks an den Fahrer weitergegeben worden sind:

- Sitzmöglichkeiten bei den Infopoints,
- Infopoints in der Nähe des Supermarktes in der Judendorfer Straße
- und gegebenenfalls ein zweites Fahrzeug zu den Stoßzeiten.

Bei der Analyse der Daten des Fahrtenbuches konnten die Infopoints und Verknüpfungspunkte, die häufig als Start oder Ziel dienen, ermittelt werden. Neben den Verknüpfungspunkten, welche grundsätzlich bei jeder Fahrt als Start oder Ziel angefahren werden, zeigt Abbildung 32 die mehrfach bedienten Infopoints.

Im Zusammenhang mit den Kundenpositionen des Feedbacksystems konnten die Start- und Zielpunkte sowie die gefahrene Route identifiziert werden. Insgesamt konnten von den **55** aufgezeichneten Feedbacks **45** zurückverfolgt werden, was rund **82%** des Datenmaterials darstellt. Abbildung 34 zeigt ein Beispiel im Zentrum der Gemeinde Gratwein-Straßengel.

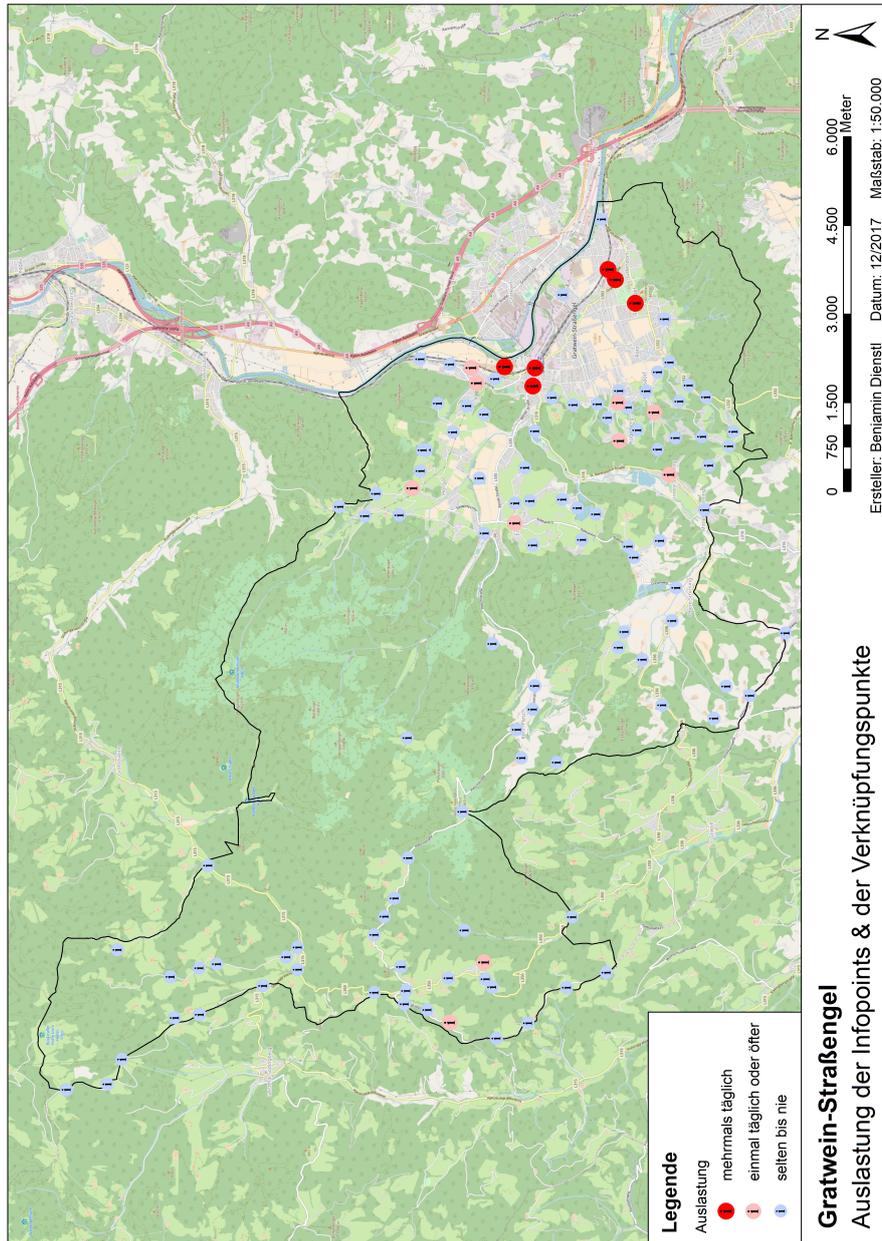


Abbildung 32: Auslastung der Infopoints (EE)

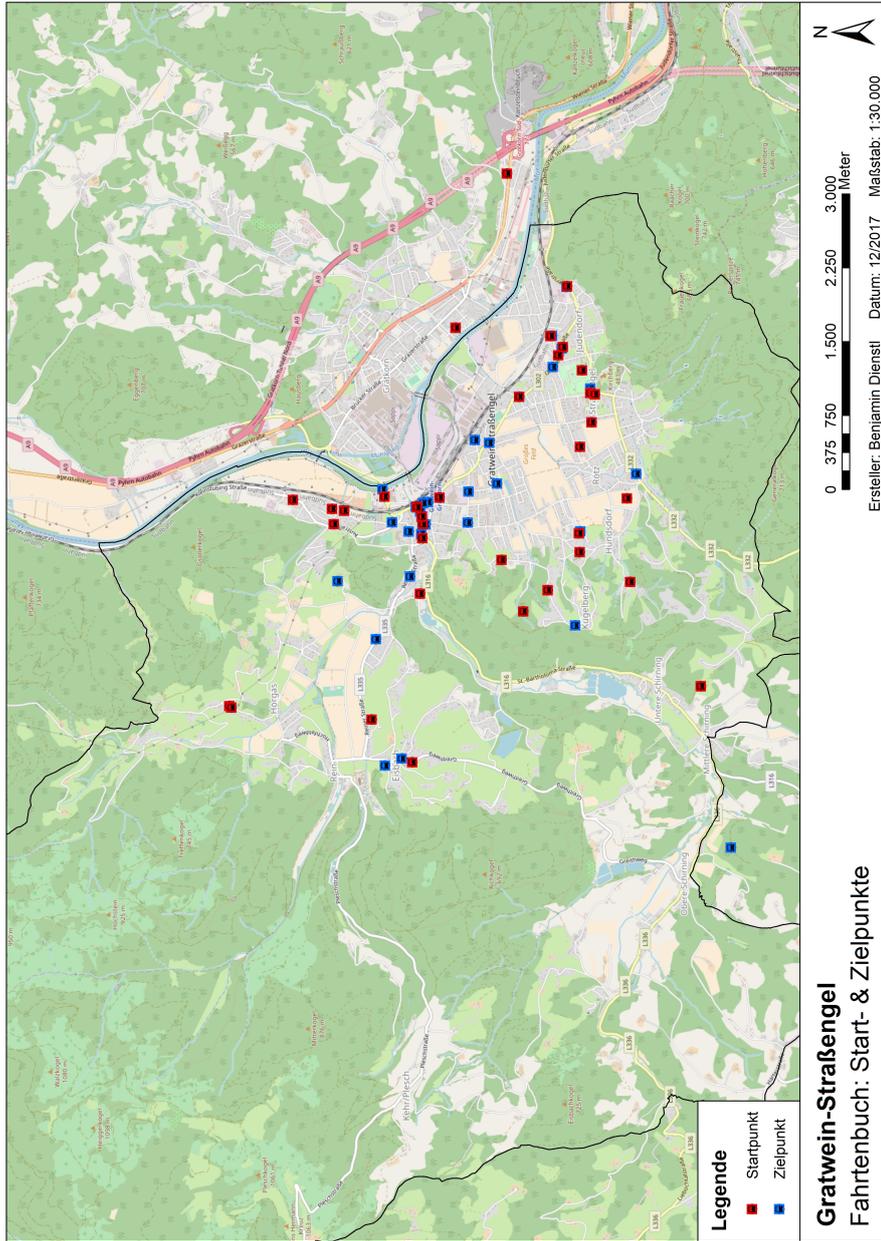


Abbildung 33: Gesamtansicht Start- und Zielpunkte (EE)

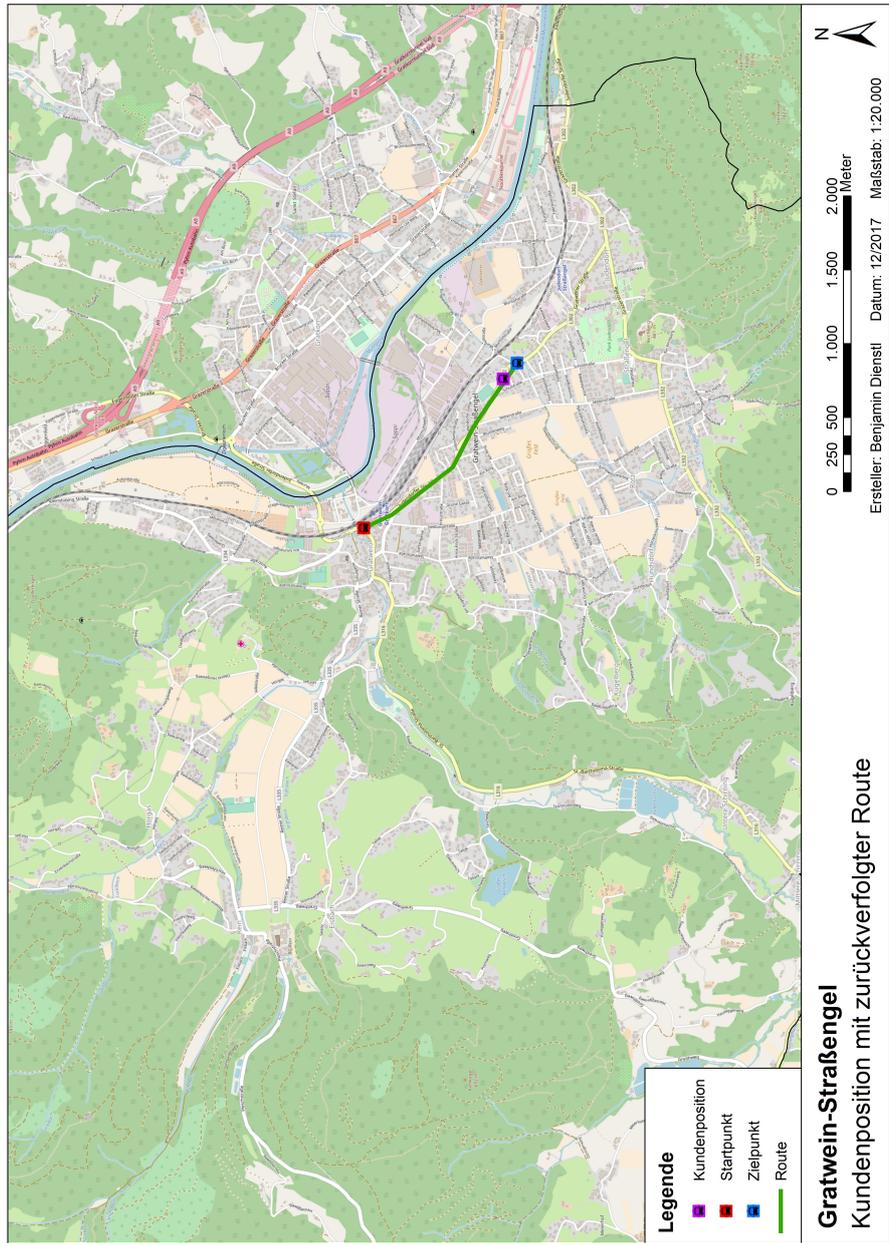


Abbildung 34: Verschneidung der Kundenposition, des Start- und Zielpunktes und der Route (EE)

5.4 BEWERTUNG UND INTERPRETATION DER ERGEBNISSE

Die Bewertung und Interpretation der Ergebnisse erfolgt in den vier Bereichen:

- Mikro-ÖV in der Gemeinde Gratwein-Straßengel
- Feedbacksystem
- Fahrtenbuch
- Fehlermeldungen

Bei der Interpretation der Ergebnisse des Mikro-ÖV in der Gemeinde Gratwein-Straßengel wird auf den Fragebogen eingegangen. Die Bewertung des Feedbacksystems und des Fahrtenbuches bezieht sich auf die Funktionalität und die Fehlermeldungen der Webanwendungen.

Nach einem Jahr der Einführung des Rufbusses ist das Angebot von der Bevölkerung der Gemeinde Gratwein-Straßengel angenommen worden. Dies belegt die Gesamtzahl von **175** Fahrten in **neun** Tagen. Durch die Bedienzeit von 08:00 Uhr bis 19:00 Uhr ergibt dies einen Durchschnitt von **1.75** Fahrten pro Stunde.

Anhand der gewonnenen Daten aus dem Fahrtenbuch hinsichtlich der Personenanzahl bei den einzelnen Transporten kann man erkennen, dass pro Fahrt lediglich ein Kunde befördert worden ist. Nur bei **7%** der **46** aufgezeichneten Fahrten sind zwei Personen transportiert worden. Wenn man diesen Prozentsatz auf die Gesamtzahl umlegt, sind in zirka **13** der **175** Fahrten zwei oder mehrere Personen transportiert worden.

Bezugnehmend auf die Ortsteilansässigkeit ist zu erkennen, dass die meisten Kunden aus Gratwein stammen. Dies kann einerseits darauf zurückgeführt werden, dass in diesem Ortsteil rund 3.623 der 13.000 EW der Gemeinde wohnen. Andererseits besitzt das Gebiet im Vergleich zu Judendorf-Straßengel mit 5.919 EW und elf abgegebenen Feedbacks mehr Infopoints. Das ist auf die Erschließung von Judendorf-Straßengel durch den ÖV und der damit verbundenen Konkurrenzierung mit dem Rufbus zurückzuführen, da ein Großteil der Bevölkerung in einem Gebiet ohne Infopoints wohnt. Obwohl der Ortsteil Gschnaidt nicht mehr als 334 EW aufweist, liegt er mit acht Feedbacks noch vor dem Ortsteil Eisbach, in dem 2.925 EW leben und sechs Feedbacks abgegeben worden sind. Die Anzahl der Transporte von Gschnaidt sind auf das Alter sowie den Beschäftigungsstand der Kunden zurückzuführen. Es handelt sich bis auf ein Feedback um pensionierte Kunden, welche älter als 61 Jahre sind, sowie um Kinder und Jugendliche in

Ausbildung. Da in beiden Fällen die Befragten angaben keinen PKW zu besitzen und kein ÖV in diesem Gebiet vorhanden ist, müssen sie als Mitfahrer von anderen Personen mit PKW in die Ortszentren gelangen (Abbildung 22 Seite 46).

Besonders die älteren EW, Kunden über 61 Jahre, zeigen großes Interesse am Rufbus. In Anbetracht dessen, dass **35** Feedbacks von jenen Personen dieser Klasse abgegeben worden sind und ausnahmslos alle ihre Wege nicht selbstständig zurücklegen können, zeigt den großen Nutzen des Mikro-ÖV-Angebotes und wird mit der Häufigkeit der Benutzung des Rufbusses bestätigt.

Zudem wird der Rufbus von vielen Erwerbstätigen im Alter von 31 bis 51 Jahren zum Pendeln verwendet. Dieser Aspekt trifft auch auf die Transporte von Kunden unter 20 Jahren zu. Zielpunkte der Fahrten sind die Verknüpfungspunkte im Ortszentrum Gratwein, wo sich die Neue Mittelschule und Musikschule Gratwein sowie der Bahnhof Judendorf–Straßengel befinden (Abbildung 23 bis Abbildung 27 Seite 47 bis 49).

Insgesamt sind **51** Transporte neu generiert worden, was rund **93%** entspricht. Unter den befragten Kunden sind lediglich vier Personen die auf den bestehenden ÖV zurückgreifen können. Das bestätigt den Mehrwert des Rufbusses im ÖV und liefert ein aussagekräftiges Ergebnis für flexible alternative Mobilitätsangebote. Wenn man diesen Prozentsatz auf die Gesamtzahl der in neun Tagen zurückgelegten Fahrten umlegt, sind das **162** neu generierte Transporte im ÖV für dieses Gebiet.

Der größte Nutzen des Rufbusses ist die Unabhängigkeit der Kunden. Insgesamt **27** Personen, zirka **49%**, sind seit der Einführung des Mikro-ÖV in der Lage selbstständig in die Ortszentren zu gelangen. Auf die Gesamtzahl der Fahrten umgelegt ergibt dies **86** Transporte. Jene **sieben** und **neun** Kunden, welche zu Fuß oder mit dem Fahrrad die Strecke zurücklegen, leben in den Ortsteilen Gratwein oder Judendorf–Straßengel und müssen nur kurze Distanzen überwinden (Abbildung 28 Seite 49).

Die Infopoints sind entsprechend den Auswertungen, mit Ausnahme von einem Feedback, „sehr gut“ bis „gut“ erreichbar. Gewährleistet wird dies durch die Gesamtzahl von **102** Infopoints im Gemeindegebiet. Einzig für die ältere Kundschaft des Rufbusses, welche körperliche Einschränkungen hat, kann es zu einem Problem werden (Abbildung 29 Seite 50).

Die Bestellungen der Fahrten mittels Telefon, funktionieren mit Ausnahme eines Feedbacks, „sehr gut“ bis „gut“. Nach Rücksprache mit dem Fahrer des Rufbusses, welcher die Bestellungen entgegennimmt, wird dies bestätigt. Überdies konnte ermittelt werden, dass die Fahrtenanzahl durchaus höher ausfallen könnte, jedoch infolge von Terminkollisionen und der Tatsache, dass jede Fahrt 45 Minuten vor Fahrtbeginn bestellt werden muss, nicht realisierbar ist. Dies würde das Feedback, welches mit „nicht so gut“ beantwortet worden ist, erklären (Abbildung 29 Seite 50).

Hinsichtlich der zeitlichen Verfügbarkeit sind ausnahmslos alle Befragten „sehr zufrieden“ bis „zufrieden“. Eine Optimierung zu einer früheren (27%) und späteren (29%) Bedienung und einer Bedienzeit an Samstagen (32%) ist nach Auswertung der Feedbacks sinnvoll. Eine frühere Bedienzeit unter der Woche wäre insofern zu befürworten, da infolge dessen ein Anstieg der Fahrtenzahlen im Bereich der in Ausbildung befindlichen und erwerbstätigen Kunden zu erwarten ist. Bestätigt wird dies mit der Anzahl der Schüler und Erwerbstätigen, was zeigt, dass der Rufbus bereits zum Pendeln in die Schule oder Arbeit verwendet worden ist. Ein Anstieg der Fahrtenzahlen wäre auch bei einer Bedienung an Samstagen zu erwarten. Jedoch sollte eine alternative Bedienzeit von 09:00 Uhr bis 14:00 Uhr in Erwägung gezogen werden. So würden die Öffnungszeiten von Geschäften, welche an Samstagen geöffnet haben, abgedeckt. Die Bedienzeit des Rufbusses zu verlängern, scheint derzeit nicht relevant zu sein, da an den meisten Tagen die Fahrtenanzahl ab spätestens 17:00 Uhr stark nachlässt. Ebenfalls ist einer Bedienung an Sonn- und Feiertagen (12%) nicht zu empfehlen, da mit keiner großen Fahrtenanzahl zu rechnen ist. Laut Angabe des Fahrers sind die Gründe der Fahrten:

1. Erledigungen (Einkauf, Arztbesuch)
2. Freizeit
3. Ausbildung
4. Arbeit

Dies würde, wie zuvor erwähnt, eine frühere Bedienzeit befürworten, aber durch das Wegfallen von Erledigungen, Ausbildung und Arbeit an Sonn- und Feiertagen eine Bedienung nicht rechtfertigen (Abbildung 30 Seite 51).

Gegenwärtig sind die Kosten einer Fahrt mit dem Rufbus, unabhängig der Distanz, bei **EUR 2.80** pro Person und Fahrt. Gewährleistet wird dieser Preis dadurch, dass die Gemeinde eine Kostenersparnis durch Förderung des Landes Steiermark für die Installierung und den Probetrieb von Mikro-ÖV von drei Jahren bekommen hat. Da der Probetrieb in der Gemeinde

Gratwein-Straßengel im September 2018 die zwei Jahresmakte erreicht, sind die Kunden des Rufbusses bezüglich der Kostenträger befragt worden. Eine Mehrheit der Fahrgäste von **48%** ist für eine Kostenübernahme durch die Gemeinde. Unter Betrachtung dessen, dass die Gemeinde bereits Teilkosten des Mikro-ÖV-Systems trägt und dieses von der Bevölkerung sehr gut angenommen wird, wäre eine vollständige Kostenübernahme durchaus empfehlenswert. Bekräftigt wird dies durch die Tatsache, dass **100%** der Befragten für die Weiterführung des Rufbusses sind. Weiters ist von **26%** das Land und von **15%** der Bund als künftiger Kostenträger gewünscht worden. Diese beiden Varianten scheinen angesichts der derzeitigen Förderung nicht realisierbar. Als letztes sind **11%** der Kunden bereit, die Kosten selbst zu übernehmen. Gleichwohl bei dieser Variante die Preise pro Person und Fahrt steigen würden (Abbildung 31 Seite 51). Angesichts der augenblicklichen Nachfrage in puncto Rufbus und Zufriedenheit der Kunden wäre eine Kostenteilung akkurat. Die Ticketpreise sollten leicht erhöht und die übrige Differenz von der Gemeinde übernommen werden.

Wie auf Seite 54 beschrieben, ist von **100%** der Befragten angegeben worden, dass der Rufbus in Zukunft weiter betrieben werden soll. Außerdem ist von **100%** der Befragten angegeben worden „sehr zufrieden“ mit dem Mikro-ÖV-Angebot zu sein. Nach Rücksprache mit dem Fahrer des Rufbusses treffen diese beiden Aspekte auf die Gesamtheit der beförderten Kunden zu. Dieses Ergebnis kann mit der stetig steigenden Anzahl von neuen Kunden und der Gesamtzahl von **175** Fahrten in **neun** Tagen bestätigt werden.

Abschließend bleibt zu erwähnen, dass die Informationen, die von den Kunden persönlich in verbaler Form an den Fahrer des Rufbusses abgegeben worden sind, gleichermaßen von Bedeutung sind.

Betrachtet man die **30** Feedbacks von Personen die über 61 Jahre sind relativ, ergibt dies ein Ergebnis von rund **55%**. Umgelegt auf die Gesamtzahl an Fahrten sind dies **96** Kunden, welche dieser Altersklasse angehören. Da nicht davon ausgegangen werden kann, dass jeder Kunde dieser Altersgruppe die körperliche Fitness besitzt länger als zehn Minuten stehend zu warten, wäre es durchaus sinnvoll, zumindest an den häufig angefahrenen Infopoints Sitzmöglichkeiten bereitzustellen.

Bezugnehmend auf die Installierung neuer Infopoints, wie beispielsweise in der Nähe des Supermarktes in der Judendorfer Straße, ist ein Fehlen von Informationen zu den rechtlichen Voraussetzungen des Rufbusses erkennbar. Grund dafür ist der Linienverkehr in diesem Gebiet (siehe Abbildung 15). Hier würde der Rufbus als Konkurrenz zum bestehenden ÖV stehen. Aus diesem Grund sollte entweder ein erneuter Infoabend zum Rufbus abgehalten oder ein Informationsblatt bei Fahrtbeginn ausgehändigt werden.

Im nächsten Schritt kann nach Rücksprache mit dem Fahrer des Rufbusses eine Überarbeitung der Standorte der Infopoints durchgeführt werden. Die Infopoints, die keine tatsächliche Verwendung finden, könnten aufgelassen und an anderen Positionen neu installiert werden.

Die Information über ein zweites Fahrzeug dürfte im direkten Zusammenhang mit der Buchung des Rufbusses über das Telefon stehen. Da eine Fahrt 45 vor Fahrtbeginn angemeldet werden muss, kommt es des Öfteren zu einer Ausbuchung des Rufbusses und eingehende Fahrtenwünsche können nicht angenommen werden. Falls die Fahrtenanzahl pro Tag steigen sollte, wäre ein zweites Fahrzeug eine Option, allerdings sollte hierbei die Konkurrenzierung des bestehenden ÖV's in Betracht gezogen werden.

Das Ergebnis von **55** eingegangenen Feedbacks im Zeitraum von **neun** Tagen zeigt, dass der Feldtest geradezu positiv gewertet werden kann. Betrachtet man das Ergebnis relativ zur Anzahl der **175** Fahrten, ergibt dies etwa **31%**. Das bedeutet, dass im Durchschnitt bei jeder **dritten** Fahrt ein Feedback abgegeben worden ist.

Anhand der Positionen (siehe Abbildung 20 Seite 45) ist zu erkennen, dass die meisten Feedbacks in den Ortsteilen Gratwein und Judendorf-Sträßengel abgegeben worden sind, was mit der Auswertung der Ortsteilansässigkeit bestätigt werden kann (Abbildung 22 Seite 46). Im Ortsteil Eisbach sind die Feedbacks in der Nähe vom Stift Rein und dem LKH Hörgas-Enzenbach eingegangen. Überdies stammt eine Rückmeldung aus dem Gebiet Mittlere Schirning. Auffallend ist, dass in den Gebieten Hausegg, Meierhof und Schirning des Ortsteiles keine Feedbacks abgegeben worden sind. In den Ortsteilen Eisbach Untere Schirning und Gschnaidt ist infolge der Topographie sowie geringer Bevölkerungsdichte, häufig eine schlechte oder gar keine Internetverbindung vorhanden. Aus diesem Grund ist es bei der Bestimmung der Position in diesen Gebieten zu Abweichungen bei der Verortung gekommen. Auf Fehler der Webanwendung, beziehungsweise Probleme bei der Positionsbestimmung, wird am Ende des Kapitels eingegangen.

Die Erfassung der Feedbacks zeigt (Tabelle 5 Seite 44), dass an den ersten beiden Tagen keine Feedbacks eingelangt sind. Eine Möglichkeit für den Umstand könnte die Einführung und Information der Webanwendung gewesen sein, da die Insassen erst bei Fahrtbeginn durch den Fahrer auf die Applikation aufmerksam gemacht worden sind. Der stärkste Tag ist der 06. Dezember mit **zwölf** Rückmeldungen gewesen, der darauffolgende Rückgang auf im Durchschnitt **sieben** Feedbacks pro Tag, ist auf die Häufigkeit der Benutzung des Rufbusses zurückzuführen (Abbildung 25 Seite 48).

Das Ergebnis des Fahrtenbuches fällt negativ aus. Grund für das negative Abschneiden ist, dass das Fahrtenbuch jede der 175 Fahrten aufzeichnen sollte. Die Gesamtanzahl beträgt **46** Datensätze, was relativ betrachtet **26%** ergibt.

Nach Rücksprache mit dem Fahrer des Rufbusses ist das Nichtsichern der Daten auf eine Fehlermeldung in Folge von schlechter Internetverbindung zurückzuführen. Hinsichtlich der gesicherten Daten ist auffallend, dass selten Fahrten zwischen zwei Infopoints stattfinden, sondern immer von oder zu einem Verknüpfungspunkt. Dies konnte auch nach Rücksprache mit dem Fahrer auf die Gesamtanzahl der Fahrten bestätigt werden. Zudem konnte ermittelt werden, dass in Eisbach und Gschnaid folgende Infopoints häufiger angefahren werden:

- Eisbach
 - 314 Maierhofwer/Masserweg
- Gschnaidt
 - 408 Kalvarienbergweg
 - 411 Kornbergweg Prettenthaler

Die Erhebung von Start- und Zielpunkten sowie der einzelnen Routen hat im Allgemeinen funktioniert und es konnten **45** Feedbacks zurückverfolgt werden. Allerdings ist die Methode des Fahrtenbuches mittels GPS nicht empfehlenswert, denn einerseits ist die Ausfallrate aufgrund von Signalverlust auffallend hoch, andererseits musste jede aufgezeichnete Route nachbearbeitet werden und ist somit äußerst zeitintensiv.

Bei der Erhebung der Daten sind sowohl bei dem Feedbacksystem, als auch bei dem Fahrtenbuch fehlerhafte beziehungsweise ungenaue Positionsbestimmungen erfasst worden (siehe Abbildung 35 bis Abbildung 37). Grund für die Abweichungen der Positionen von mindestens einem Kilometer sind die Abschottung des GPS-Signales infolge von starker Bewaldung und bergigem Gelände in den Ortsteilen Eisbach, Gschnaidt und Judendorf-Straßengel. Im Gegensatz zu Gschnaidt, wo der gesamte Ortsteil betroffen ist, sind es in Eisbach die Gebiete Schirning und Mittlere Schirning sowie in Judendorf-Straßengel das Gebiet um den Kugelberg. Dies konnte durch Rücksprache mit dem Fahrer des Rufbusses zurückverfolgt werden. Sofern kein GPS-Signal vorhanden war, nutze die HTML-Funktion *geolocation* die lokalen Mobilfunksender zur Positionsbestimmung. Dies kann durch Abbildung 38 und Abbildung 39 belegt werden.

Das Problem des Fahrtenbuches war die schwankende Internetverbindung. Dies bewirkte, dass es bei kurzzeitig nicht vorhandener Internetverbindung zu einem Abbruch der Funktion *geolocationwatchposition* gekommen ist. In weiterer Folge ist die gesamte Fahrt, inklusive des Start- und Zielpunktes, nicht gespeichert worden. Aus diesem Grund ist die Routenverfolgung mittels GPS und der HTML-Funktion *geolocation* nicht zu empfehlen.

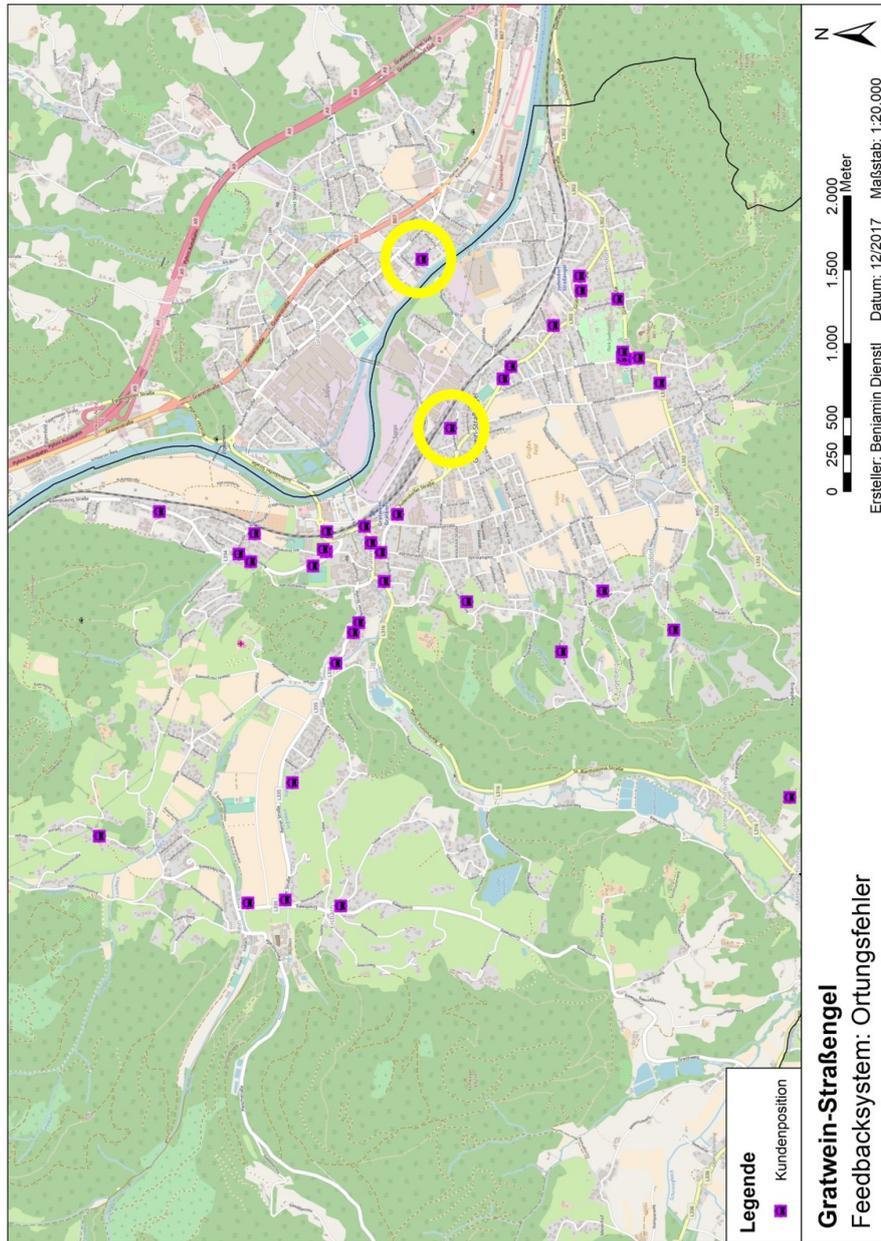


Abbildung 35: Feedbacksystem: Fehlerhafte Position (EE)

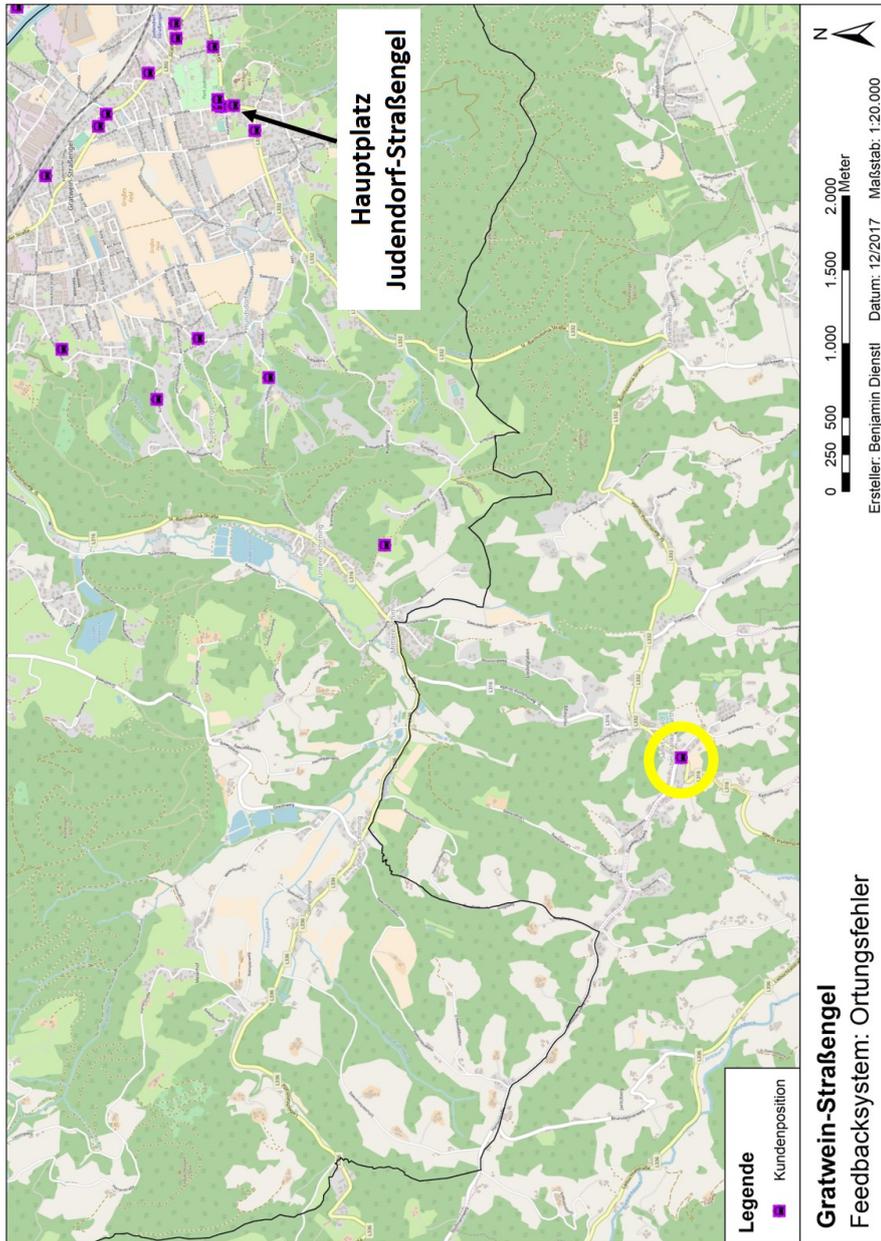


Abbildung 36: Feedbacksystem: Fehlerhafte Position St. Oswald bei Plankenwart (EE)

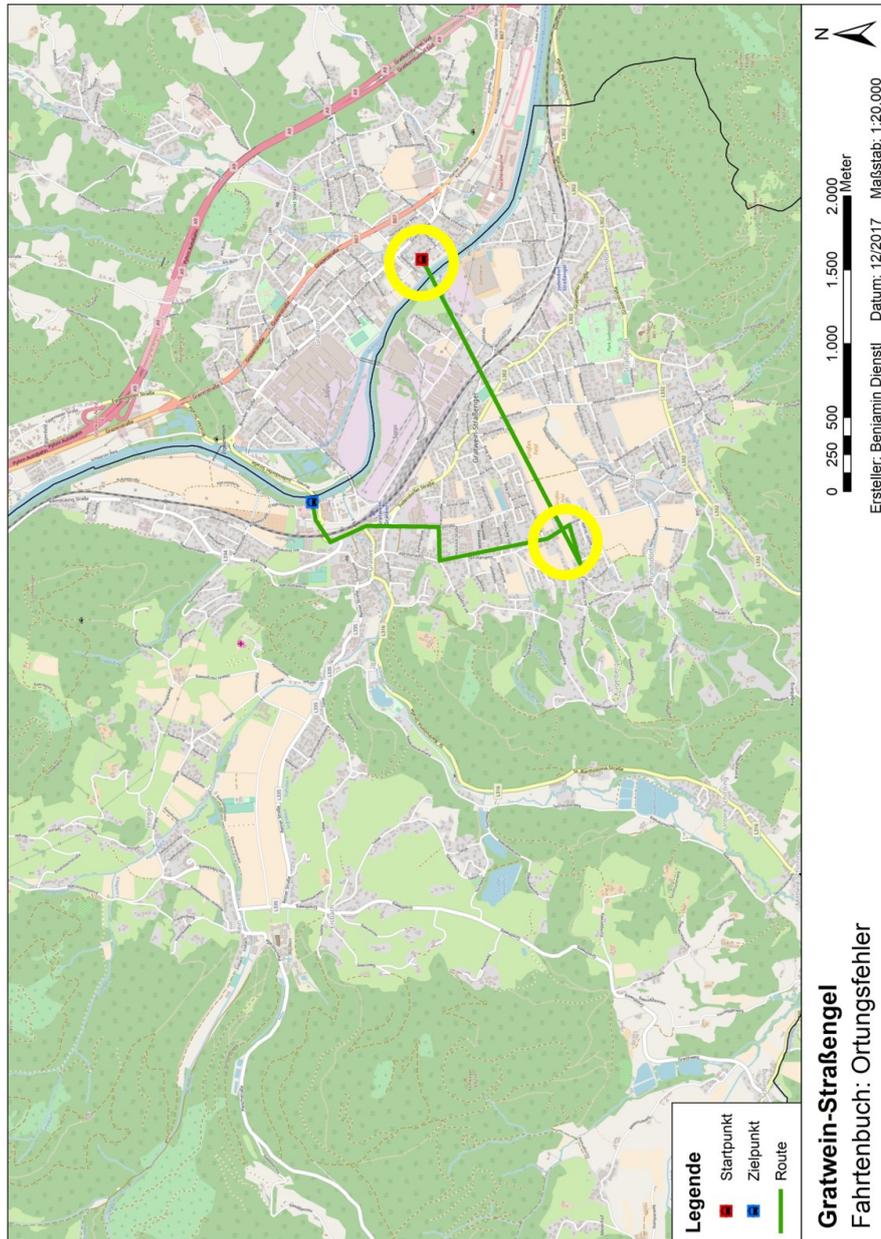


Abbildung 37: Fahrtenbuch: Fehlerhafte Position (EE)

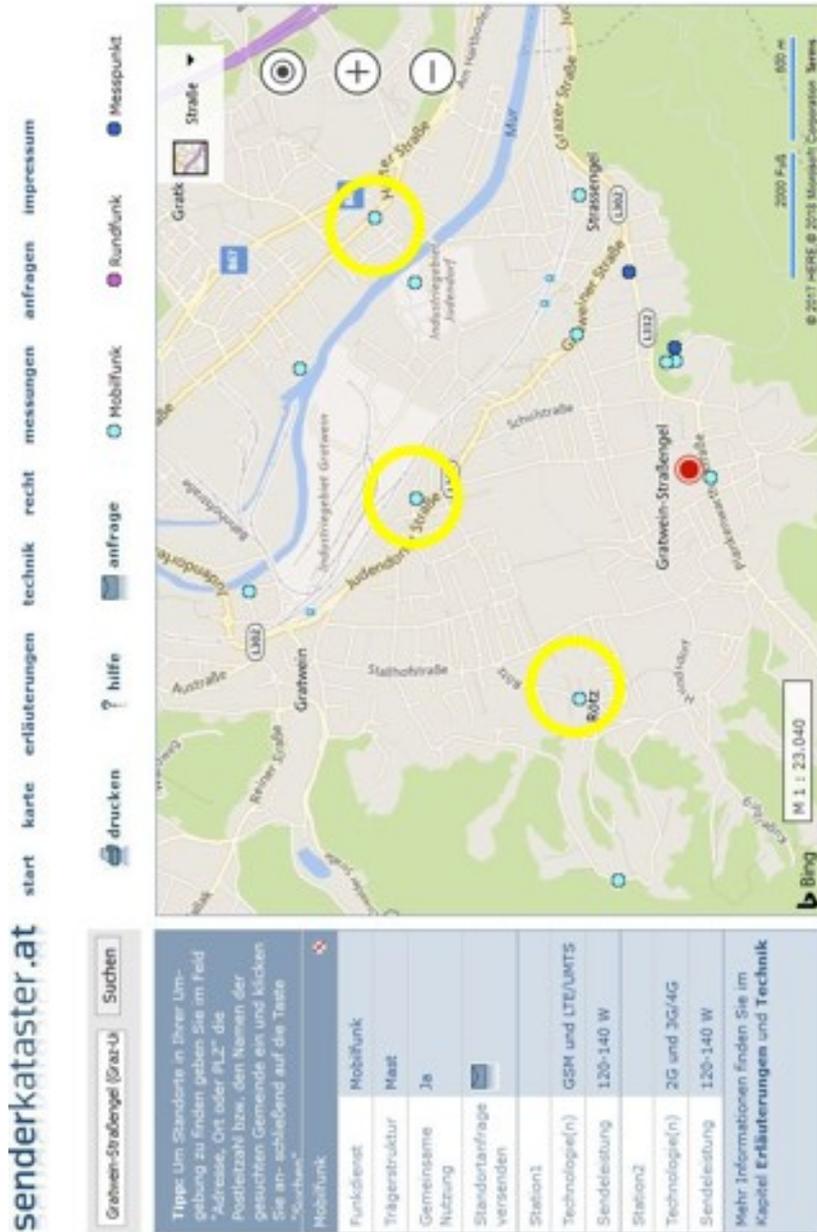


Abbildung 38: Sendekataster Gratwein–Straßengel (WIGeoGIS 2010a)

senderkataloger.at start karte erläuterungen technik recht messungen anfragen impressum

Graben-Sträßengel (Graz-U) Suchen

Tippen um Standorte in Ihrer Umgebung zu finden geben Sie im Feld "Adresse, Ort oder PLZ" die Postleitzahl bzw. den Namen der gewünschten Gemeinde ein und klicken Sie anschließend auf die Taste "Suchen"

Mobilfunk	
Funkdienst	Mobilfunk
Trägerstruktur	Mast
Gemeinsame Nutzung	Nein
Standortanfrage versenden	
Station1	
Technologie(n)	GSM und LTE/UMTS
Sendeleistung	120-140 W

Mehr Informationen finden Sie im Kapitel **Erläuterungen und Technik**

drucken ? hilfe anfrage mobilfunk rundfunk messpunkt

St. Oswald bei Plankenwarth

© 2018 HERE © 2018 Microsoft Corporation Terms

Einige 2500 Fuß CIRCHE 1 km

San M 3 : 46.060

Abbildung 39: Sendekataster St. Oswald bei Plankenwarth (WGeoGIS 2010b)

KAPITEL 6

CONCLUSIO

Die Conclusio ist in fünf Bereiche gegliedert, diese lauten

- Mikro-ÖV in der Gemeinde Gratwein–Straßengel
- Feedbacksystem
- Fahrtenbuch
- Verbesserungsvorschläge
- zukünftiges Potenzial von Volunteered Geographic Information (VGI) im Öffentlichen Verkehr

Nach einem Jahr der Inbetriebnahme des Rufbusses zeigen die Ergebnisse, dass das Mikro-ÖV-System von der Gemeinde positiv angenommen worden ist. Im Verlauf des ersten Jahres sind im Durchschnitt 250 Transporte pro Monat durchgeführt worden. Allerdings sind die Fahrtenzahlen monatlich nicht konstant gewesen und es konnten in diesem Zeitraum außerdem drei Monate verzeichnet werden, in denen weniger als 200 Transporte erfolgt sind. Seit September 2017 ist die Fahrtenanzahl stabil, der Durchschnitt der durchgeführten Transporte liegt bei 20 Fahrten pro Tag. Darüber hinaus ist der Monat Jänner 2018 mit über 450 Fahrten der bislang stärkste Monat seit der Einführung des Rufbusses.

Der Rufbus wird besonders häufig von jenen Kundenklassen in Gebrauch genommen, die über 61 Jahre und älter, zum Teil auch pensioniert sind. Gründe hierfür sind das Nichtvorhanden sein eines eigenen PKW's und die damit verbundene Unabhängigkeit von anderen Personen mit PKW. Die Infopoints sind für ältere Personen zu Fuß sehr gut erreichbar, zudem bietet der Rufbus im Gegensatz zu einem Taxi, mit EUR 2,80 pro Transport, eine deutlich kostengünstigere Alternative. Des Weiteren ist in den letzten Monaten ein stetiger Anstieg der Beförderungen der in Ausbildung befindlichen und erwerbstätigen Personen zu verzeichnen. Diese Zahlen sind auf das Pendeln von Erwerbstätigen und Schülern zurückzuführen. In diesem Zusammenhang würde eine Ausweitung der Bedienzeiten in der Früh durchaus dazu beitragen, dass die Fahrtenzahlen weiter ansteigen.

Prinzipiell wäre es zu empfehlen, dass die Kosten des Rufbusses nach Auslaufen der Fördergelder von der Gemeinde übernommen werden. Das Mikro-ÖV-System besitzt sehr viel Potenzial, was die große Anzahl der neu generierten Fahrten im öffentlichen Verkehr (ÖV) belegt. Schlussfolgernd ist festzuhalten, dass **die Bevölkerung im peripheren Raum mit dem Mikro-ÖV-Angebot sehr zufrieden ist.**

Der Feldtest des Echtzeit-Feedbacksystems für Mikro-ÖV von 4. bis 15. Dezember 2017 ist als positiv zu werten. Nach zwei Tagen ohne abgegebenem Feedback sind letztendlich von einem Drittel der in diesem Zeitraum beförderten Kunden Feedbacks generiert worden. Das bedeutet, dass von 175 transportierten Kunden 55 ein Feedback abgegeben haben, was relativ zur Gesamtzahl 31% entspricht.

Die meisten Feedbacks sind in den dicht besiedelten Gebieten der Gemeinde abgegeben worden, was direkt mit der Vielzahl der dort befindlichen Behörden, Arztpraxen und Einkaufsmöglichkeiten zusammenhängt. In den Ortsteilen Gratwein, Judendorf-Sträßengel und Teilen von Eisbach funktionierte die Anwendung fehlerfrei. In dem Ortsteil Gschnaidt und den restlichen Gebieten von Eisbach hingegen ist es zu Fehlern infolge schlechter Internetverbindung und somit zu Abweichungen bei Positionsbestimmung gekommen. Bei der Positionsbestimmung mit der Funktion *geolocation* ist bei fast allen abgegebenen Feedbacks die Position mittels Global Positioning System (GPS) ermittelt worden. Bei zwölf abgegebenen Feedbacks ist die Position über einen Sendemasten bestimmt worden und konnte demzufolge nicht ausreichend zurück verfolgt werden. Aus der vorliegenden Untersuchung ist hervorzuheben, dass infolge der positiven Ergebnisse des Echtzeit-Feedbacksystems, welches Datum, Uhrzeit und die Position bestimmt, **VGI im ÖV angewendet werden kann.**

Das elektronische Fahrtenbuch für den Fahrer des Rufbusses kann als negativ gewertet werden. Grund hierfür ist die geringe Anzahl von 46 Datensätzen, welche innerhalb von 175 Fahrten aufgezeichnet worden sind. Positiv zu werten ist, dass einerseits die Start- und Zielpunkte sowie Route über die Webanwendung erfasst worden sind, andererseits 45 Feedbacks zurückverfolgt werden konnten. Die hohe Ausfallrate von über 70% ist auf das häufige Abbrechen der Internetverbindung zurückzuführen. Besonders die stark bewaldeten und bergigen Gebiete von Eisbach und Gschnaidt sind davon betroffen. Ein Problem bei der Aufzeichnung der Route ist die zeitintensive Nachbearbeitung in Geographische Informationssysteme (GIS), da die zusammengefügte Positionen meist nicht dem Straßenverlauf entsprechen.

Prinzipiell kann festgehalten werden, dass für diese Arbeit sowohl aus zeitlichen als auch aus technischen Gründen die Anwendungen webbasiert programmiert worden sind, jedoch für das Echtzeit-Feedbacksystem und das

elektronische Fahrtenbuch Native Anwendungen geeigneter sind. Des Weiteren sind im Laufe der Arbeit Verbesserungsvorschläge für die Anwendungen festgestellt worden.

1. Echtzeit-Feedbacksystem: Zumal die Anwendung für die Ermittlung der Zufriedenheit der Kunden des Mikro-ÖV konzipiert worden ist, wäre durchwegs eine regelrechte Überarbeitung des Interfaces geradezu empfehlenswert. Beispielsweise könnte, ähnlich wie bei der Anwendung „Schau auf Graz“, ein dreistufiges Modell eingeführt werden (Kapitel 3 Seite 23).

Diesbezüglich sollten die Nutzer die Möglichkeit besitzen, zwischen diversen Kategorien zu wählen, welche zuvor von der Gemeinde und dem Unternehmen definiert werden müssen. Definitiv ein wichtiger Punkt wäre die Verortung neuer Infopoints. So könnten die Nutzer ihre jeweilige Position als möglichen Standort gebrauchen.

Zudem sollte ein Foto-Upload möglich sein. Vor dem Absenden der Daten sollte der Nutzer seine Position in einer Karte visualisiert bekommen und gegebenenfalls korrigieren können.

2. Elektronisches Fahrtenbuch: Für eine genauere Zurückverfolgung der Start- und Zielpunkte, könnten vorab die Infopoints und Verknüpfungspunkte in einer PostgreSQL Datenbank (DB) gespeichert und mit einem Einzugsbereich (beziehungsweise Puffer) von 50 Metern versehen werden. Im nächsten Schritt könnte nach Bestimmung der aktuellen Position, jene Haltestelle ermittelt werden, in dessen Einzugsbereich sich das Fahrzeug befindet. Falls sich die Position außerhalb aller Einzugsbereiche befindet, könnte vom Fahrzeug aus, mit der kürzesten Entfernung, die nächstgelegene Haltestelle ermittelt werden.

Um das Routentracking zu optimieren, sollten bei der Positionsbestimmung Map-Matching-Algorithmen verwendet werden. Dabei würde die Position des Fahrzeugs mit Hilfe von Algorithmen auf die nächstgelegene Kante (Straßenabschnitt) projiziert und die exakte Strecke ermittelt werden. Nach Beendigung der Fahrt könnte das Ergebnis in einer Karte visualisiert und gegebenenfalls vom Fahrer direkt in der Applikation korrigiert werden. Außerdem müssten die Daten nicht mehr in einem Desktop-GIS nachbearbeitet werden, was zu einer Qualitätssteigerung führen würde.

Aufgrund der Tatsache, dass VGI im ÖV eine adäquate Verwendung findet, zudem die Nachfrage stetig steigt und auch eine konstruktive Reflexion im Rahmen der Feedbackkultur erfolgt ist, gelten die Forschungsfragen dieser Studie als bestätigt. Demnach wird im Anschluss auf potenzielle Einsatzbereiche eingegangen.

Somit wäre ein Echtzeit-Feedbacksystem für den bestehenden ÖV sehr sinnvoll, insbesondere in größeren Städten, wie beispielsweise Graz oder Wien. Schäden, Defekte oder Verschmutzungen in den Fahrzeugen könnten schneller bemerkt und beseitigt werden. Nicht nur öffentliche Fahrzeuge, sondern auch zentrale Verkehrsknoten wie der Grazer Jakominiplatz oder der Wiener Praterstern könnten effektiver gewartet werden.

Eine weitere große Bedeutung hat das Thema Sicherheit. In diesem Zusammenhang könnte ein Notfallbutton in der Feedbackanwendung eingesetzt werden, welcher eine Nachricht mit der aktuellen Position an die Verkehrsleitzentrale oder Polizei weitergibt. Außerdem könnte so auf die Kameras am jeweiligen Ort zugegriffen und in bedrohenden Situationen schneller reagiert werden. Im Besonderen das Weitergeben der Nachricht sollte mehr Menschen veranlassen Einsatzkräfte zu alarmieren und für eine sichere Nutzung des ÖV's sorgen.

Schießlich wäre eine simple und effektive Variante die Einführung einer Anwendung zur Bewertung des bestehenden ÖV-Angebotes. Der Nutzer sollte in diesem Fall lediglich die Auswahl zwischen „Gut“ (grüner Daumen nach oben) und „Schlecht“ (roter Daumen nach unten) haben. Die Position und die Zeit könnten beim Betätigen des Buttons erhoben werden und so auch Rückschlüsse auf verwendete Fahrzeuge und Linien geben.

Im Falle eines negativ ausfallenden Ergebnisses könnten dann Verbesserungsvorschläge in der Anwendung präsentiert und mit dem selben Schema, wie zuvor der Bestand, bewertet werden. Dieser Vorgang sollte des Öfteren wiederholt werden. Mit dem Unterschied, dass pro Runde die schlechtest bewerteten Vorschläge wegfallen, bis lediglich ein bis drei Problemlösungen übrig bleiben, die im Anschluss umgesetzt werden. Mit Hilfe dieser Methode wären die Bewohner einer Stadt beziehungsweise die Nutzer der Anwendung vom Beginn, der Problemfindung, bis zum Schluss, der Umsetzung, beteiligt.

In Anlehnung an verschiedene Fitness-Applikationen wäre VGI ebenso als Routentracking im ÖV denkbar. Unter Zuhilfenahme verschiedener Auswahl- und Eingabemöglichkeiten:

- Verkehrsmittel
- Start und Ziel
- Umstieg
- Wetter

könnte dadurch einerseits das Mobilitätsverhalten der Bevölkerung analysiert, andererseits ähnlich wie bei der Anwendung „Strava“, die aufgezeichneten Routen in einer Heatmap visualisiert werden. In weiterer Folge könnten

häufig genutzte ÖV-Linien, ÖV-Haltestellen und Verknüpfungspunkte ermittelt und als Basis für zukünftige Planungen im ÖV verwendet werden. Außerdem wäre es denkbar, dass eine Verdichtung des Fahrtentaktes bei stark frequentierten Linien und ein Ausbau der Verknüpfungspunkte eine weitere daraus resultierende positive Entwicklung sein könnte. Zusätzlich könnte es einen Bereich für das Echtzeit-Feedback geben, bei dem die Nutzer der Applikation Informationen über Verspätungen oder Ähnliches austauschen.

Schließlich werden fünf Punkte erläutert, die im Zusammenhang mit dieser Studie kritisch betrachtet werden sollten:

- Hardware und Internetverbindung
- keine Feedbackabgabe
- Abgaben von Fehlinformationen
- Datenschutz
- Umgang mit dem erhaltenen Feedback

Die größten Schwierigkeiten bei dem Versuch VGI für das Sammeln von Echtzeit-Feedback einzusetzen, sind die damit einhergehenden Voraussetzungen. Näher handelt es sich dabei um die nötige Hardware, die ein funktionstüchtiges Smartphone benötigt, sowie um eine bestehende Internetverbindung. Aufgrund der Tatsache, dass die fehlende Internetverbindung zuvor schon des Öfteren beschrieben worden ist, wird auf dieses Faktum nicht weiter eingegangen. Doch vor allem wird das Smartphone kritisch betrachtet, da nicht davon ausgegangen werden kann, dass jeder Mensch eine derartige Technik besitzt oder diese überhaupt adäquat nutzen kann. Besonders betroffen ist hierbei die ältere Bevölkerung.

Eine Anwendung basierend auf VGI kann viele Unternehmen unterstützen, Feedback oder andere Informationen zu sammeln. Allerdings ist dabei zu beachten, wie viele freiwillige Teilnehmer hierfür tatsächlich benötigt werden, um die Daten zu generieren. Bei einer zu geringen Nutzung ist von einer langen Laufzeit auszugehen, um genügend Daten zu erlangen, denn ein marginaler Datenbestand ist nicht validierbar.

Bei erfolgreicher Einführung einer Echtzeit-Feedback-Anwendung ist es eine beachtliche Herausforderung, mit den Schwierigkeiten von Fehlinformationen umzugehen. Selbst wenn viele Nutzer die Anwendung ordnungsgemäß verwenden, sind Falschmeldungen, die je nach Anwendungsgebiet weitere Konflikte implizieren können, nicht auszuschließen.

Zudem ist der Datenschutz kritisch zu betrachten. Entweder wird eine Anwendung eingerichtet die keinen Login benötigt, wodurch das Risiko vieler Falschmeldungen reduziert wird, oder es werden ein Benutzername und ein entsprechendes Passwort für diese sensiblen Daten verwendet. Aus diesem Grund sollte die Software stets am neuesten Stand der Entwicklungen über die Datensicherheit sein. Zielführend wäre es auch, die Anwendung einfach auszulagern und das Produkt von einem geeigneten Unternehmen verwalten zu lassen.

Abschließend sollte der Umgang mit dem erhobenen Feedback und den sonstigen ermittelten Informationen, welche beim Echtzeit-Feedback oberste Priorität besitzen, nicht unerwähnt bleiben. So sollten etwaige Missstände unbedingt beseitigt werden, andernfalls verliert die Applikation ihren Stellenwert und die Nutzer würden infolge zukünftig kein Feedback mehr generieren. Im Kontrast dazu sollte die unmittelbare Weitergabe von Feedbacks mit Informationen zur jeweiligen Lage, Zeit und Datum die Nutzer dazu anregen, mehr Feedbacks abzugeben.

Schlussfolgernd kann aus den erhaltenen Ergebnissen und der einschlägigen Literatur abgeleitet werden, dass der Versuch der Sammlung von Feedbacks mittels VGI im ÖV, konkreter im Mikro-ÖV, ein vielversprechender Ansatz ist, um den öffentlichen Verkehr kollektiv zu optimieren.

LITERATURVERZEICHNIS

- Amtliches Deutsches Vermessungswesen (Hrsg.) (2012): *Maßgeschneiderte ESPG-Codes für GIS-Anwendungen*. Zugriff am 11.10.2017. URL: <http://mobile.adv-online.de/Adv-Produkte/binarywriterservlet?imgUid=93730140-3898-e931-6b1e-502172e13d63&uBasVariant=11111111-1111-1111-1111-111111111111>.
- Arbeitsgruppe Citizen Science (Hrsg.) (2017): *Österreich forscht*. Institut für Zoologie Universität für Bodenkultur Wien. Zugriff am 17.09.2017. URL: <http://www.citizen-science.at/citizen-science/was-ist-citizen-science>.
- Aschermann, T. (2016): *Was ist eine Server? Definition und Funktion einfach zusammengefasst*. Chip. Zugriff am 03.10.2017. URL: http://praxistipps.chip.de/was-ist-ein-server-definition-und-funktion-einfach-zusammengefasst_12282.
- Attard, M.; Haklay, M.; Capineri, C. (2016): „The potential of volunteered geographic information (VGI) in future transport systems“. In: *Urban Planning* 1.4.
- Behrendt, J.; Zeppenfeld, K. (2008): *Informatik im Fokus. Web 2.0*. Springer, S. 6–9.
- Bikecitizens (Hrsg.) (2017): *Bike Citizens Fahrrad-App*. Zugriff am 19.09.2017. URL: <https://www.bikecitizens.net/de/app/>.
- Bill, R. (2010): *Grundlagen der Geoinformationssysteme*. 5. Auflage. Wichmann Verlag.
- Brassel, K. (1990): „Geographische Informationssysteme: eine Einleitung“. In: *Geographica Helvetica* 45.4, S. 143–144.
- Bundesministerium für Verkehr, Innovation und Technologie; ÖBB Infra; Österreichische Forschungsgesellschaft; verkehrplus; Rinnerhofer Grafik Design (Hrsg.) (2015): *Ve3: Planungshandbuch für Verkehrsverknüpfungen an Verkehrsstationen*.
- Burnus, H. (2007): *Datenbankentwicklung in IT-Berufen: eine praktisch orientierte Einführung mit MS Access und MySQL*. Springer Science & Business Media.
- Cerwenka, P.; Hauger, G.; Hört, B.; Klamer, M. (2000): *Kompendium der Verkehrssystemplanung*. Österreichischer Kunst- und Kulturverlag.
- cridon (Hrsg.) (2016): *Der Feldtest prüft praxistaugliche Produkte unter Realbedingungen*. Zugriff am 08.10.2017. URL: <http://www.cridon.de/feldtest/>.

- De Lange, N. (2013): *Geoinformatik: in Theorie und Praxis*. Springer-Verlag.
- Dengler, U. (2011): „Web 2.0 zur Förderung von Kreativität und nutzergegenerierten Inhalten—eine europäische Perspektive“. In: *Digitale Strategien in der Europäischen Union*. Springer, S. 119–143.
- Ebermann, E. (2010): *Grundlagen Statistischer Auswertungsverfahren*. Universität Wien. Zugriff am 09.04.2018. URL: <https://www.univie.ac.at/ksa/elearning/cp/quantitative/quantitative-titel.html>.
- Esri (Hrsg.) (2016): *Statistische Analyse*. Zugriff am 29.10.2017. URL: <http://desktop.arcgis.com/de/arcmap/10.3/analyze/commonly-used-tools/statistical-analysis.htm#GUID-8F23A981-5969-48A9-B81F-D9662C593E0E>.
- Fast, V.; Rinner, C. (2014): „A systems perspective on volunteered geographic information“. In: *ISPRS International Journal of Geo-Information* 3.4, S. 1278–1292.
- Filippi, F.; Fusco, G.; Nanni, U. (2013): „User empowerment and advanced public transport solutions“. In: *Procedia-Social and Behavioral Sciences* 87, S. 3–17.
- Geoinformatik-Service (Hrsg.) (2002): *Geokodierung*. Universität Rostock. Zugriff am 24.09.2017. URL: <http://www.geoinformatik.uni-rostock.de/einzel.asp?ID=760>.
- Goodchild, M. F. (2007): „Citizens as sensors: the world of volunteered geography“. In: *GeoJournal* 69.4, S. 211–221.
- Griffin, G. P.; Jiao, J. (2015): „Where does bicycling for health happen? Analysing volunteered geographic information through place and plexus“. In: *Journal of Transport & Health* 2.2, S. 238–247.
- Haklay, M.; Weber, P. (2008): „Openstreetmap: User-generated street maps“. In: *IEEE Pervasive Computing* 7.4, S. 12–18.
- Haklay, M. (2013): „Citizen science and volunteered geographic information: Overview and typology of participation“. In: *Crowdsourcing geographic knowledge*. Springer, S. 105–122.
- Hall, C. A. (2009): „Web presentation layer bootstrapping for accessibility and performance“. In: *Proceedings of the 2009 International Cross-Disciplinary Conference on Web Accessibility (W4A)*. ACM, S. 67–74.
- Hard, A. (2018): *Waze New York*. Digital Trends. Zugriff am 04.02.2018. URL: <https://www.digitaltrends.com/cars/wazes-connected-citizens-program-turn-sunday-driver-ally/>.
- Härtl, H. (2012): *Relationale Datenbank: SQL*. OSZ - Oberstufenzentrum. Zugriff am 30.10.2017. URL: http://www.oszhandel.de/gymnasium/faecher/informatik/datenbanken/sql/definition_sql.html.
- Hofmann-Wellenhof, B.; Legat, K.; Wieser, M. (2011): *Navigaton: principles of positioning and guidance*. Springer Science & Business Media.

- Holding Graz (Hrsg.) (2017): *Schau auf Graz*. Zugriff am 20.12.2017. URL: <https://www.holding-graz.at/schauaufgraz/schau-auf-graz-app.htm>.
- ITWissen (Hrsg.) (2017): *JavaScript*. Zugriff am 04.10.2017. URL: <http://www.itwissen.info/JavaScript-JavaScript-JS.html>.
- Juraforum (Hrsg.) (2013): *Öffentlicher Verkehr*. Zugriff am 29.09.2017. URL: <http://www.juraforum.de/lexikon/oeffentlicher-verkehr>.
- Kowalk, W. (2002): *Client/Server-Paradigma*. Universität Oldenburg. Zugriff am 07.04.2018. URL: <http://einstein.informatik.uni-oldenburg.de/rechnernetze/client-s.htm>.
- Krieger, W. (2017a): *Fahrplan*. Gabler Wirtschaftslexikon. Zugriff am 29.09.2017. URL: <http://wirtschaftslexikon.gabler.de/Definition/fahrplan.html>.
- (2017b): *Linienverkehr*. Gabler Wirtschaftslexikon. Zugriff am 29.09.2017. URL: <http://wirtschaftslexikon.gabler.de/Definition/linienverkehr.html>.
- Kuß, A. (2012): *Marktforschung: Grundlagen der Datenerhebung und Datenanalyse*. 4. Springer.
- Lindner, A.; Berchtold, W. (1964): *Elementare statistische Methoden*. Springer.
- Longley, P. A.; Goodchild, M. F.; Maguire, D. J.; Rhind, D. W. (2015): *Geographic information science and systems*. John Wiley & Sons.
- Ludwig-Mayerhofer, W. (2017): *Methoden I - Standardisierte Befragung*. Universität Siegen.
- Mapbox (Hrsg.) (2015): *Strava - aufgezeichnete Route*. Zugriff am 01.02.2018. URL: <https://blog.mapbox.com/strava-maps-for-runners-and-cyclists-dbdb12a279c3>.
- Marktgemeinde Gratwein-Straßengel (Hrsg.) (2016): *Mobilität: Gemeindebus*. Zugriff am 29.09.2017. URL: <https://www.gratwein-strassengel.gv.at/Mobilitaet/Gemeindebus>.
- Middleton, S. E.; Middleton, L.; Modafferi, S. (2014): „Real-time crisis mapping of natural disasters using social media“. In: *IEEE Intelligent Systems* 29.2, S. 9–17.
- Nelson, T. A.; Denouden, T.; Jestico, B.; Laberee, K.; Winters, M. (2015): „BikeMaps.org: a global tool for collision and near miss mapping“. In: *Frontiers in public health* 3, S. 53.
- Nunes, A. A.; Galvão, T.; Cunha, J. F. e (2014): „Urban public transport service co-creation: leveraging passenger’s knowledge to enhance travel experience“. In: *Procedia-Social and Behavioral Sciences* 111, S. 577–585.
- OpenStreetMap (Hrsg.) (2017): *Gratwein-Straßengel*. Zugriff am 15.09.2017. URL: <https://www.openstreetmap.org/relation/3805460#map=12/47.1477/15.2583>.
- Österreichische Bundesbahnen (Hrsg.) (1997): *ÖBB: V3. Betriebsvorschrift*.

- Remke, A.; Stasch, C.; Wytzisk, A. (2015): *Bürger-generierte Geoinformation für nachhaltige Mobilität*.
- Robbins, J. N. (2014): *HTML5 kurz & gut*. O'Reilly Germany.
- Schaap, E. (2017): *PING if you car - changing Brussels at the push of a button*. Zugriff am 04.10.2017. URL: <https://www.bikecitizens.net/ping-if-you-care-changing-brussels-at-the-push-of-a-button/>.
- Seidler, T. (2007): „Informationsvisualisierung in kartografischen Abbildungen“. Magisterarb. Technische Universität Dresden.
- Sklar, D.; Trachtenberg, A.; Lucke, C.; Brusdeylins, M.; Speidel, U.; Schmidt, S. (2009): *PHP 5 Kochbuch*. O'Reilly Germany.
- Sklar, J. (2001): *Cascading Style Sheets*. Course Technology Press.
- Spektrum (Hrsg.) (2000): *Erdfestes Koordinatensystem*. Spektrum Akademischer Verlag Heidelberg. Zugriff am 24.09.2017. URL: <http://www.spektrum.de/lexikon/geowissenschaften/konventionelles-geodaetisches-koordinatensystem/8750>.
- (Hrsg.) (2001): *Thematische Karte*. Spektrum Akademischer Verlag Heidelberg. Zugriff am 09.04.2018. URL: <https://www.spektrum.de/lexikon/geographie/thematische-karte/8051>.
- Steinfeld, A.; Maisel, J. L.; Steinfeld, E. (2009): „The value of citizen science to promote transit accessibility“. In: *First International Symposium on Quality of Life Technology*.
- Strava (Hrsg.) (2016): *Strava Heatmap von England*. Zugriff am 01.02.2018. URL: <https://labs.strava.com/blog/tags/maps/>.
- (Hrsg.) (2017): *Strava*. Zugriff am 01.02.2018. URL: www.strava.com.
- STS; verkehrplus (Hrsg.) (2016): *Mikro-ÖV Strategie Steiermark*. Im Auftrag des Landes Steiermark.
- Tang, L.; Thakuria, P. V. (2012): „Ridership effects of real-time bus information system: A case study in the City of Chicago“. In: *Transportation Research Part C: Emerging Technologies* 22, S. 146–161.
- Teymurian, F.; Alesheikh, A.; Alimohammadi, A.; Sadeghi-Niaraki, A. (2013): „VGI Based Urban Public Transport“. In: *International Archives of the Photogrammetry, Remote Sensing and Spatial Information Sciences, XL-1/W3*, S. 425–430.
- Tomschy, R.; Herry, M.; Sammer, G.; Klementsitz, R.; Riegler, S.; Follmer, R.; Gruschwitz, D.; Josef, F.; Gensasz, S.; Kirnbauer, R. et al. (2016): *Oesterreich unterwegs 2013/2014: Ergebnisbericht zur oesterreichweiten Mobilitaetserhebung „Oesterreich unterwegs 2013/2014“*.
- Universität Würzburg (Hrsg.) (2017): *Kartesisches Koordinatensystem*. Zugriff am 20.09.2017. URL: <https://paw.physik.uni-wuerzburg.de/video/Vorlesung1/Kapitel3/linbew/Vor131.htm>.
- Vemula, A.; Patil, N.; Paharia, V.; Bansal, A.; Chaudhary, M.; Aggarwal, N.; Bansal, D.; Ramakrishnan, K.; Raman, B. (2015): „Improving public transportation through crowd-sourcing“. In: *Communication Sys-*

- tems and Networks (COMSNETS), 2015 7th International Conference on. IEEE, S. 1–6.*
- verkehrplus; easymobiz (2013): „SmartMo - Smartphone Mobilitätsbefragungstool“. Förderprojekt des BMVIT in der Programmlinie ways2go (iv2splus), Projekt Nr. 828948. Graz.
- verkehrplus; FH JOANNEUM; evolaris next level; DI Lenz, G.; Mürztaler Verkehrs-Gesellschaft (2015): „Öffi-Feedback - Feedback-System für ÖV-Kunden zufriedenheit via App und Social Media“. Förderprojekt des BMVIT in der Programmlinie ways2go (iv2splus), Projekt Nr. 835711. Graz.
- Wieser, M.; Hafner, P. (2011): *Wegweiser durch die Navigation*. Österreichischer Verein für Navigation.
- WIGeoGIS (Hrsg.) (2010a): *Senderkataster Gratwein-Straßengel*. Zugriff am 08.01.2018. URL: <http://www.senderkataster.at/karte>.
- (Hrsg.) (2010b): *Senderkataster St. Oswald bei Plankenwarth*. Zugriff am 08.01.2018. URL: <http://www.senderkataster.at/karte>.
- Wirtschaftskammer Österreichs (Hrsg.) (2018): *Bevölkerung 2017 nach Bundesländern*. Zugriff am 06.04.2018. URL: http://wko.at/statistik/jahrbuch/2017_k3.pdf.
- Zipf, A. (2009): *Nutzungspotenziale und Herausforderungen von Volunteered Geography. Zur Kombination von GDI-Technologie und nutzergenerierten Geomassendaten*. na.
- Zook, M.; Graham, M.; Shelton, T.; Gorman, S. (2010): „Volunteered geographic information and crowdsourcing disaster relief: a case study of the Haitian earthquake“. In: *World Medical & Health Policy* 2.2, S. 7–33.

