

ENTWICKLUNG EINER WEBSEITE FÜR DIE BÜRGERBETEILIGUNG IN DER RAUMPLANUNG

Dana Rim Ghousson, 17-920-364¹

Supervisor: Prof. Dr. Edy Portmann
Assistent: Moreno Colombo

DECEMBER 31, 2021

DEPARTMENT OF INFORMATICS - BACHELOR PROJECT REPORT

Département d'Informatique - Departement für Informatik • Université de Fribourg -
Universität Freiburg • Boulevard de Pérolles 90 • 1700 Fribourg • Switzerland

phone +41 (26) 300 84 65 fax +41 (26) 300 97 31 Diuf-secr-pe@unifr.ch <http://diuf.unifr.ch>

¹dana.ghousson@unifr.ch, Gauchetlistrasse 1, 1735 Giffers

Danksagung

Mein Dank gilt an erster Stelle Prof. Dr. Edy Portmann für die Ermöglichung dieser Bachelorarbeit beim Human-IST Forschungsinstitut. Als Nächstes möchte ich mich für die kompetente Betreuung und Hilfe während des ganzen Prozesses bei Herrn Moreno Colombo bedanken, welcher mir bei Unsicherheiten stets einen guten Rat gegeben hat. Des Weiteren möchte ich mich bei den Personen bedanken, welche sich die Zeit genommen haben, den Prototyp zu testen. Zu guter Letzt möchte ich meiner Familie, meinen Freunden und Frau Raemy für die Unterstützung danken.

Abstract

This work seeks to establish a connection in spatial planning between the citizens and the experts by encouraging public participation through the medium of a website in order to promote social, environmental and economic sustainability. The main idea is to let citizens make location suggestions for certain services. In addition, an algorithm simplifying the evaluation of the data sent to the experts is developed. The fuzzy c-means algorithm is specifically discussed to find the best locations for the services.

A website prototype is developed by using the library React.js for the interface and the framework Django, which is based on Python. The website is tested through a qualitative test which was taken by five participants to ensure user-friendliness. After the feedback from the test users, the prototype was adapted and improved.

Keywords: spatial planning, sustainability, participation, user-friendly, fuzzy c-means algorithm

Inhaltsverzeichnis

1 Einleitung	1
1.1 Hintergrund und Motivation	1
1.2 Problem- und Fragestellung	1
1.3 Ziele und Ergebnisse	2
1.4 Vorgehensweise und Methode	2
2 Theorie	3
2.1 Raumplanung in der Schweiz	3
2.1.1 Definition	3
2.1.2 Geschichte	4
2.1.3 Gesetze und Zusammenarbeit	5
2.1.4 Problematik	7
2.2 Nachhaltigkeit (in der Raumplanung)	8
2.2.1 Ökologische Nachhaltigkeit	10
2.2.2 Soziale Nachhaltigkeit	11
2.2.3 Ökonomische Nachhaltigkeit	11
2.3 Bürgerbeteiligung	11
2.3.1 Definition und Arten	11
2.3.2 E-Partizipation	12
2.4 Zusammenfassung der Theorie	14
3 Prototyp	15
3.1 Idee der Webseite	15
3.2 Benutzerfreundliche Webseite	16
3.3 Algorithmus um den besten Ort zu finden	17
3.3.1 Clustering	17
3.3.2 K-means Algorithmus	18
3.3.3 Fuzzy Clustering: Fuzzy C-Means Algorithmus	19
3.3.4 Optimale Anzahl Cluster	21
3.4 Implementierung	21
3.4.1 Programmiersprachen	21
3.4.2 Frontend: Interface	23
3.4.3 Backend: Anwendung des Algorithmus und DB	26
3.5 Bedienungsanleitung der Applikation	28
3.5.1 Frontend	28
3.5.2 Backend	28
3.6 Zusammenfassung des Prototyps	28
4 Evaluierung	28
4.1 Interface	28
4.1.1 Benutzerfreundlichkeit	28
4.1.2 Login/Signup	32
4.1.3 Karte	32
4.1.4 Evaluierung	32
4.2 Backend	33
4.2.1 Algorithmus	33
4.2.2 Datenbank	33
4.3 Zusammenfassung der Evaluierung	33
5 Verbesserungen	34
5.1 Verbesserungen vor dem Benutzertest	34
5.2 Verbesserungen nach dem Benutzertest	34
6 Schlussfolgerung und Ausblick	36

7 Literaturverzeichnis	37
A Scikit Fuzzy Clustering Implementation	40
B Code: React and Django	42
C Evaluierung von m	43
D Benutzertest: Formular	45
E Benutzertest: Resultate	52

Abbildungsverzeichnis

1	Konzept	2
2	Grundlagen und Instrumente der Schweizerischen Raumplanung (Devecchi, 2016, S.28)	5
3	Einleitung Art. 1 “Ziele” des Bundesgesetzes über die Raumplanung (Die Bundesversammlung der Schweizerischen Eidgenossenschaft, 2019)	6
4	Die drei Dimensionen der Nachhaltigkeit (Wegener & Spiekermann, 2000, S. 411) .	8
5	Bruttoinlandsprodukt und Verkehrsaufkommen in Europa (Wegener & Spiekermann, 2000, S. 408)	9
6	Abstufungen der Bürgerbeteiligung (Fischer et al., 2020, S. 131)	12
7	E-Partizipation (Märker & Wehner, 2008, S. 86)	13
8	Minimum Viable Product (<i>What is a Minimum Viable Product — Toolagen</i> , 2021)	15
9	Fitts’s law (Yablonski, 2020)	16
10	Vier Schritte einer Clusteranalyse (Xu & Wunsch, 2005, S. 646)	17
11	Ein symmetrischer Datensatz mit zwei Cluster (Kruse, Döring, & Lesot, 2007, S. 8)	20
12	React: View Layer (Boduch & Derks, 2020, S. 10)	22
13	React: View Layer (Boduch & Derks, 2020, S. 11)	22
14	MVC (Plekhanova, 2009, S. 4)	22
15	Login und Signup	23
16	React und Redux (Onsen UI & Monaca Team, 2018)	24
17	Seite: Karte	24
18	Alle Datenpunkte eines Service	25
19	Evaluierung zum jeweiligen Service	25
20	Authentifizierung	26
21	System Usability Scale (SUS) (Wikipedia-Autoren, 2015)	29
22	Altersklassen der Teilnehmer	29
23	Kartenseite Szenario 1 vs. Szenario 3	30
24	Evaluationsseite: Szenario 2	31
25	Auswertung des SUS Fragebogens	31
26	Excel	34
27	Button um den Service zu ändern	34
28	Löschbuttons	34
29	verbesserte Evaluierungsseite	35
30	Homepage	35

Abkürzungsverzeichnis

- FCM fuzzy c-means
- FPC fuzzy partition coefficient
- MVC Model-View-Controller
- MVP minimal viable product
- SUS system usability scale

1 Einleitung

1.1 Hintergrund und Motivation

Die Raumplanung hat einen grossen Einfluss auf unsere Umwelt und wie wir mit ihr interagieren. Gestalten wir unsere Umwelt nachhaltig, so wird auch unser Verhalten gegenüber der Umwelt positiv beeinflusst. Als Beispiel: Durch nahegelegene Dienstleistungen könnte sich der CO₂-Ausstoss verringern, da die Bewohner die kurze Strecke zu Fuss gehen können und somit auf eine Fahrt mit dem Auto verzichten würden.

Mittels einer Kollaboration zwischen Einwohner und Experten kann man die Wünsche beider aufgreifen und eine gemeinsam entwickelte und nachhaltigere Infrastruktur schaffen. Laut Bouzguenda, Alalouch, and Fava (2019) hat die Beteiligung der Bewohner einen positiven Effekt auf die soziale Nachhaltigkeit. Es kann ihnen ein Gefühl der Integration geben und zu einer grösseren Zufriedenheit verhelfen.

Nehmen wir als Beispiel für eine Dienstleistung „Die Schweizerische Post“¹. Ihre Poststellen haben sich über die Jahre verringert (Ehrbar, 2021). Dies führte in der Bevölkerung zu Empörung, denn dadurch mussten die Bewohner einen grösseren Weg und mehr Zeit auf sich nehmen, um zu einer anderen Poststelle zu gelangen (FN Redaktion, 2013). Eine Sammlung der Wünsche mit genauer Ortsangabe wäre von Nutzen, da die Bewohner die Möglichkeit hätten, genau mitzuteilen, wo es zusätzliche Poststellen braucht. Die Post würde damit nicht nur Beschwerden, sondern genaue Lösungsvorschläge erhalten und die Meinung der Bewohner findet Gehör. Findet eine Umsetzung einer oder mehrerer Lösungsvorschläge statt, fühlen sich die Bewohner verstanden, bestätigt und geschätzt.

Ich entschied mich für die Entwicklung einer Webseite im Bereich der Umweltwissenschaften, da Letzteres mein Nebenfach ist und ich mich für nachhaltige Lösungen interessiere. Es gibt mir die Möglichkeit, die Umweltwissenschaften mit der Informatik zu vereinen. Die Idee, die Umgebung mittels der Wünsche der Einwohner zu verbessern, um einen Beitrag zum Schutz der Umwelt zu leisten und um eine nachhaltigere Gesellschaft zu schaffen, motiviert mich.

1.2 Problem- und Fragestellung

Um sich mit der Entwicklung einer Webseite für die Bürgerbeteiligung in der Raumplanung auseinandersetzen zu können, wurden folgende Fragestellungen formuliert.

1. Wie ist die Raumplanung in der Schweiz aufgebaut?
2. Wie kann man die Raumplanung nachhaltiger gestalten?
3. Was ist die Definition einer Bürgerbeteiligung und welche Arten gibt es?
4. Wie kann man eine benutzerfreundliche Webseite, die die Kollaboration zwischen Einwohner und Experten unterstützt, erstellen?
5. Wie sollen die Daten verarbeitet werden, bevor sie an die Experten gehen?

Die erste Frage ist relevant, um eine Übersicht der aktuellen Lage der Raumplanung in der Schweiz zu erlangen.

Die zweite Frage dient dazu, Möglichkeiten zu finden, die Raumplanung zukunftsorientierter und bewusster zu gestalten.

Die dritte Frage befasst sich mit der Bürgerbeteiligung, welche ein Mittel sein könnte die Raumplanung nachhaltiger zu gestalten.

Die zwei letzten Fragen sind relevant, um einen Weg zu finden, die Bürgerbeteiligung zu digitalisieren und, um eine Auswertung der gesammelten Daten zu ermöglichen.

Die Fragen werden mit Hilfe von Literaturrecherchen erarbeitet. Im zweiten Teil wird ein Prototyp einer Webseite implementiert. Damit die Webseite benutzerfreundlich entwickelt wird, werden Personen aus verschiedenen Altersklassen gebeten, die Webseite zu testen, um eine Rückmeldung abzugeben.

¹<https://www.post.ch/>

1.3 Ziele und Ergebnisse

Mein Hauptziel ist es, eine benutzerfreundliche Webseite zu entwerfen, welche die Wünsche der Einwohner sammelt, um damit eine nachhaltigere Umgebung schaffen zu können. Um dieses Hauptziel zu erreichen, werden die folgenden Ziele verfolgt:

- Die Sammlung von Daten über die Raumplanung in der Schweiz
- Integration von Karten auf der Webseite
- Auswahl eines Algorithmus, welcher den besten Ort für die Dienstleistungen berechnet
- Ein benutzerfreundliches Interface für alle Altersklassen

1.4 Vorgehensweise und Methode

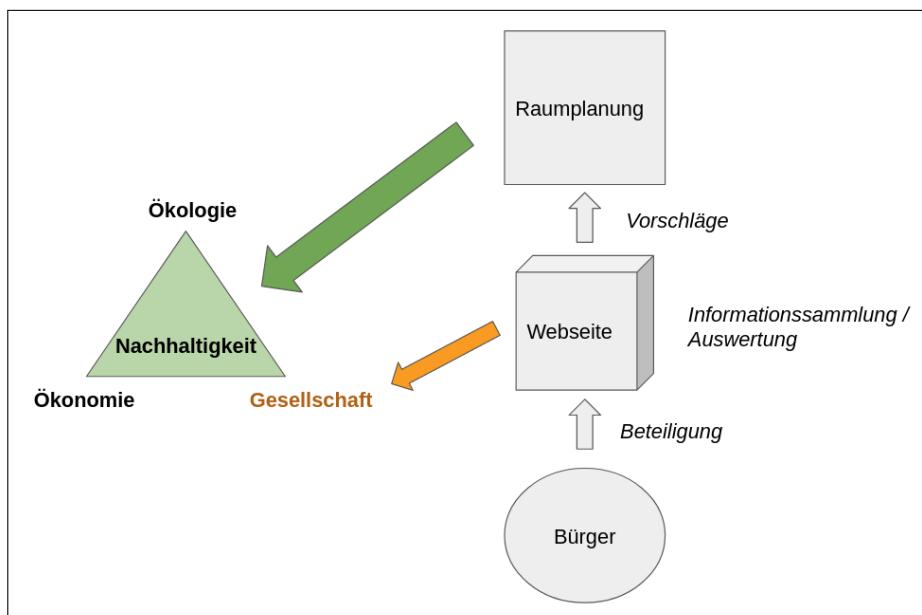


Abbildung 1: Konzept

Als Allererstes werden Informationen über die Raumplanung in der Schweiz gesammelt, um einen Überblick des Themas zu erhalten. Anschliessend folgen Literaturrecherchen zur Nachhaltigkeit und Bürgerbeteiligung. Nach dem Einlesen des theoretischen Teils folgt die Sammlung von Wissen über die Programmierung von Webseiten mit React.js und Django. Es wird nach der Implementierung von Front- und Backend gesucht, mit Fokus auf die Benutzerfreundlichkeit des Interface und die Auswertung der Daten durch einen geeigneten Algorithmus. Nach der Implementierung des Prototyps werden Personen aus verschiedenen Altersklassen gebeten, einen Benutzertest zu machen. Mögliche vorgeschlagene Verbesserungen werden zum Schluss im Prototyp umgesetzt.

Wie in der Abbildung 1 ersichtlich, wird durch eine Webseite versucht, die Bürgerbeteiligung zu ermöglichen, um die Raumplanung in eine nachhaltigere Richtung zu leiten. Zudem wird durch die Bürgerbeteiligung die gesellschaftliche Nachhaltigkeit angestrebt.

2 Theorie

“Most of us don’t feel we are in control of our environment. And it’s true, because as individuals, very often we are not. When people decide they want to change their environment they have to come together. – Kerem Halbrecht (Architekt und Entwickler 72HUA)” (Jende, 2020, S. 71).

Dieses Kapitel soll einen Überblick über die Raumplanung in der Schweiz, über die dreidimensionale Nachhaltigkeit und über die Bürgerbeteiligung bzw. E-Partizipation geben. Dies ist insofern notwendig um zu verstehen, wie die Webseite, welche im Kapitel 3 vorgestellt wird, eine Möglichkeit für eine nachhaltige Raumplanung in der Zukunft darstellt.

2.1 Raumplanung in der Schweiz

Es wird auf die Definition, auf die Geschichte, auf die rechtlichen Gegebenheiten und auf die Problematik in der schweizerischen Raumplanung eingegangen.

2.1.1 Definition

“Da das Schweizer Gesetz von Raumordnung spricht, ist die Bezeichnung Raumplanung in der Schweiz nicht verbindlich definiert, sondern stellt einen Oberbegriff dar, der alle planerischen Maßnahmen mit räumlichen Auswirkungen – von der Quartiersplanung über die Stadt- und Regionalplanung bis hin zur Landesplanung und Raumordnung – umfasst” (Wikipedia-Autoren, 2003).

“Die Raumplanung strebt die räumlich strukturierte Ordnung des Lebensraumes zugunsten der Erhaltung und der Entfaltung des Lebens an, verbunden mit prozessartigen Zukunftsausrichtungen aller raumwirksamen Massnahmen zugunsten einer offenen, solidarischen Gesellschaft, einer wettbewerbsstarken und dem Markt zugewandten Wirtschaft, der Wahrung des ökologischen Gleichgewichts und einer der Freiheit der Menschen verpflichteten Staaten- und Weltordnung” (Lendi, 2018, S. 383).

Dieses Zitat aus dem Buch Lendi (2018) beschreibt die Raumplanung als multidimensionalen Begriff, einen Begriff, der die Gesellschaft, Ökonomie und Ökologie vereint und stets den Blick auf eine nachhaltige Zukunft behält. Weiter wird beim ersten Zitat darauf hingewiesen, dass die Raumplanung in der Schweiz ein Oberbegriff für verschiedene Planungen ist, die eine Auswirkung auf den Raum haben.

Danielli, Sonderegger, and Gabathuler (2014, S. 43) verstehen unter der Raumplanung eine “vorausschauende Lösung der räumlichen Konflikte”. Die Konflikte entstehen einerseits aus der Knappheit des Raums, andererseits aus den dauernd zunehmenden Anforderungen. Als Raum wird der Lebensraum verstanden, somit wird die Planung des Raumes als “eine öffentliche Planungstätigkeit” (Danielli et al., 2014, S. 43) gesehen, welche verschiedene Bereiche der Politik versucht zu koordinieren. Bereiche wie die Politik des Verkehrs, des Bodens, des Wohnbaus oder der Landwirtschaft. Das Hauptziel der Raumplanung ist einerseits, alle Wünsche und Forderungen abzuwägen und in ein Gleichgewicht zu bringen. Andererseits wird mit der Raumplanung Mitsprache für “von raumrelevanten Entscheiden Betroffene” (Danielli et al., 2014, S. 43) ermöglicht. Die schweizerische Raumplanung wird vom Bund, den Kantonen und Gemeinden zusammen geleitet. Ihr Ziel ist es, die Weiterentwicklung des Raumes anzustreben, in der die Ökonomie, die Ökologie und die Gesellschaft miteinbezogen werden. Der Lebensraum erfährt demnach eine Einwirkung der Raumplanung “im Sinne der nachhaltigen Entwicklung” (Danielli et al., 2014, S. 43).

Insgesamt lässt sich sagen, dass die Raumplanung ein sehr vielfältiger Begriff ist, welcher nach einer nachhaltigen Entwicklung strebt, welche Gesellschaft, Ökologie und Ökonomie vereint. Der Blick ist stets in Richtung Zukunft gerichtet und in der Schweiz wird die Aufgabe durch den Bund, die Kantone und den Gemeinden bewältigt.

2.1.2 Geschichte

Begriffe wie Raumplanung und Stadtentwicklung sind nicht modern, sondern kommen schon sehr früh in der Geschichte vor. Bewässerungssysteme und Strassennetze des römischen Reichs sind Beispiele für die Lebensraumplanungen, welche schon früh von der Gesellschaft erstellt wurden. Die Entwicklung der Raumplanung und somit ihre Geschichte ist nicht linear, da sie aus Tiefs und Hochs besteht (Lendi, 2018).

Die moderne Raumplanung wurde vom Städtebau, welcher ab dem 18. Jahrhundert dafür sorgte, dass es eine bessere Organisation des Sozialraumes und verbesserte Hygiene gibt, beeinflusst. Der Schicksalsschlag im Jahre 1816 mit der grossen Hungersnot wegen eines kalten Sommers und der Brand in Glarus im Jahre 1861, bewegten die Bevölkerung zu neuen Massnahmen gegen unerwartete Desaster und Naturkatastrophen. Es entstand der Wille zukunftsgerichtet voranschreiten. Die Industrialisierung, das Vorgehen gegen Naturgefahren und die Entstehung des Bundesstaates im Jahre 1848 beeinflussten das Werden der Raumplanung. Zudem mussten durch die Erfindung der Eisenbahn und die darauf folgende Infrastruktur des Bahnsystems im 19. Jahrhundert nicht mehr nur die lokalen Interessen, sondern auch regionale und nationale beachtet werden. Dies führte zu einer grösseren Planung des Lebensraumes (Lendi, 2018).

Die Zeit kurz vor dem 1. Weltkrieg bis zur Zeit der Globalisierung bildet die Grundlage der Raumplanung. In dieser Zeit änderte sich das Leben in vielen Bereichen. Die Technik wurde besser, Elektrizität wurde gewonnen, das Internet erfunden und Flugzeuge wurden entworfen. Die Gesellschaft erlebte einen Wertewandel, die Familienstruktur veränderte sich und Migration war keine Seltenheit mehr. Die Wirtschaft wurde globaler, internationaler, der dritte Sektor gewann an Bedeutung, die Mobilität und Kommunikation wurde Teil der Normalität. Für die Umwelt bedeutete dies eine grosse Belastung, Ressourcen wurden und werden immer noch knapper. Die Politik auf internationaler Ebene nahm zu. Unterschiede in der Werthaltung und den Konfessionen führen zu Verschiedenheit der Städte. Genf, Bern, Basel und Zürich gelten als die eher offenen Städte und innerschweizerische Städte und jene im Wallis und Freiburg als eher konservative. Diese Unterschiede zeigen sich in der Vorstellung des urbanen Raumes und der Politik. Durch die Wirtschaftsfreiheit konnte der zweite und dritte Sektor an Grösse gewinnen, so bildeten sich die Industriestadt und monostrukturierten Orte (Lendi, 2018).

“Die Schweiz wird zur Stadt” (Lendi, 2018, S.42). Vor allem im Mittelland verschmelzen die Grossstädte fast schon miteinander. Stadtentwicklungen sind wichtig, sie sind Zentren, welche nun auch international wahrnehmbar werden, durch das Gewerbe, die Dienstleistungen und Konkurrenz entwickeln sie sich. Die Mobilität wird sehr wichtig, sowohl private als auch öffentliche Verkehrsmittel werden gefragter: Bus, Auto, Bahn, Flugzeug. Trotz der ganzen Städtebildung sind Gewässer, der Wald und die offenen Landschaften für das Leben nötig. Ohne sie könnten Siedlungen nicht bestehen (Lendi, 2018).

Die Internationalen Unternehmen nisten sich nach dem 2. Weltkrieg auch in der Schweiz ein. Zudem sind die hiesigen Unternehmen daran interessiert zu expandieren und international zu beliefern. Als Beispiel zählen die Technologien, Digitalisierung und Robotik (Lendi, 2018).

In den 1930er Jahren kam es zur Forderung eine regionale oder sogar nationale Raumplanung zu formen. In den 1950er und 1960er Jahren wurden aufgrund der Zunahme der Bevölkerung und ökonomischer Gründe lokale und regionale Regelungen entworfen, jedoch gab es noch keine nationale Institutionalisierung. Durch die erhöhte Zersiedelung und dem fehlenden Wohnraum wurde erkannt, dass eine nationale Regelung notwendig ist. 1969 wurden vom Volk und den Ständen zwei Artikel der Verfassung angenommen: Art 26 und Art 75 der Bundesverfassung. 1980 wurde dann das nationale Raumplanungsgesetz rechtsverbindlich. In diesem Gesetz wurden “nationale Ziele und Planungsgrundsätze der Raumplanung sowie im wesentlichen die Instrumente, Verfahren und Zuständigkeiten auf den verschiedenen Schweizerischen Staatsebenen” (Devecchi, 2016, S. 26) festgehalten. Der Bund mit Konzepten und Sachplänen, die Kantone mit Richtplänen und die Gemeinden mit Nutzungsplänen. Die drei Ebenen bauen aufeinander auf, siehe Abbildung 2 (Devecchi, 2016).

Anfangs wurde die Raumplanung in der Schweiz noch Orts-, Regional- und Landesplanung genannt, was auf die drei Stufen der schweizerischen Staatsstrukturierung hinweist - Gemeinde, Kanton und Bund. Ihre Wichtigkeit nahm Mitte des 19. Jahrhunderts zu. Der Bund, im Gegensatz zu den Kantonen, war im Bereich des Planungs- und Baurecht weniger aktiv, somit

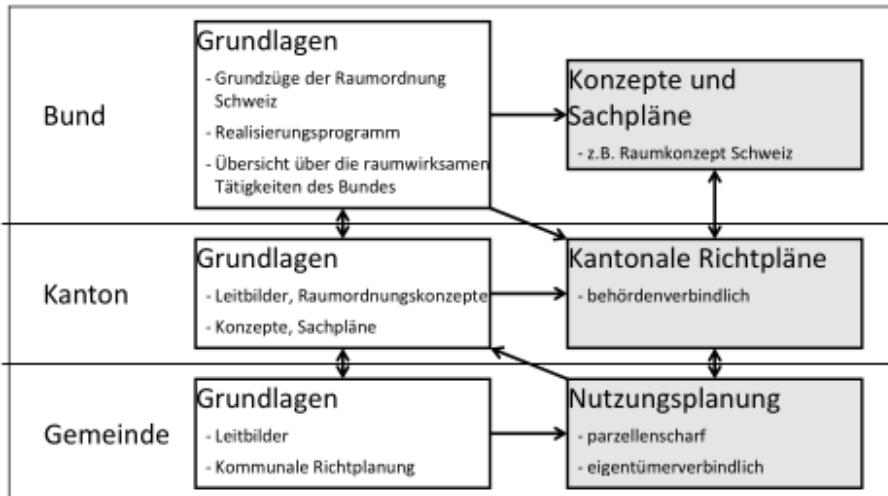


Abbildung 2: Grundlagen und Instrumente der Schweizerischen Raumplanung (Devecchi, 2016, S.28)

forderten in den 50er und 60er Jahren die Kantone eine Festigung dieser Rechte durch den Bund. Das Raumplanungsgesetz von 1979 trieb dann die Institutionalisierung von Raumplanung auf der kantonalen und Bundesebene an. In diesem Gesetz wurde auch die Trennung in Siedlungs- und Nicht-Siedlungsgebiet verankert. Die Raumplanung erreichte ihren Höhepunkt im Jahre 1969, als die Bundesverfassung einen Eintrag über die Raumplanung erhielt. Zuvor gab es jedoch schon Vorgänger des öffentlichen Baurechts in den Bereichen der Abwehr von Naturgefahren, im Bauwesen und Verkehr. Der Übergang vom 19. zum 20. Jahrhundert zeichnete sich durch den Erlass des schweizerischen Zivilgesetzbuches. Nun wurde das Eigentum in privates und in öffentliches geteilt. Zudem gab es die gesetzliche Unterschutzstellung des Waldes. Beide brachten eine Veränderung in der Raumplanung mit sich, nämlich im Bereich Gestaltung und Schutz der Umwelt (Lendi, 2018).

Durch den Motorverkehr und die Entwicklung des Bauens, waren die Preise für Boden gestiegen, der Raum zum Wohnen wurde immer knapper und es gab keinen Umweltschutz, der wirkte. Erst in den 50er und 60er Jahren wurden Schutzgesetze wie der Gewässer-, Natur- und Heimatschutz ins Gesetz verankert (Danielli et al., 2014).

Die Verlagerung der anderen Wirtschaftssektoren zum Dienstleistungssektor und die entstehende Wissensgesellschaft in den 1990ern, zudem die Digitalisierung und Internationalisierung der Wirtschaft um die Wende zum 21. Jahrhunderts, brachten neue Herausforderungen mit sich. Die Ansprüche an das Wohnen, das Arbeiten und das Freizeitleben stiegen auf ein hohes Niveau. Die Mobilität und Urbanisierung nahm an Wichtigkeit zu. All diese neuen Ansprüche führten zur Veränderung des Lebensraumes und somit zu neuen Herausforderungen für die Raumplanung in den Bereichen der Öffentlichkeit und Wissenschaft (Lendi, 2018).

2.1.3 Gesetze und Zusammenarbeit

Im ersten Artikel des Bundesgesetzes über die Raumplanung werden der Bund, die Kantone und die Gemeinden aufgefordert sich um den Boden zusammen zu sorgen. Es wird klar erwähnt, dass auf die Bedürfnisse der Gesellschaft, auf die Wirtschaft und auf die Natur geachtet werden soll. Es wird erwähnt die natürlichen Lebensgrundlagen zu schützen, eine Siedlung mit Wohnqualität zu kreieren und das gesellschaftliche, ökonomische und kulturelle Leben zu verbessern (Die Bundesversammlung der Schweizerischen Eidgenossenschaft, 2019). Siehe Abbildung 3.

“Raumplanung ist damit das gezielte, möglichst nachhaltige Einwirken auf die Entwicklung des gesamten Lebensraums (Danielli et al., 2014, S. 46).

Die Aufgaben eines Raumplaners sind häufig die Abwägung der Interessen auf den

Art. 1 Ziele

¹ Bund, Kantone und Gemeinden sorgen dafür, dass der Boden haushälterisch genutzt und das Baugebiet vom Nichtbaugebiet getrennt wird.⁵ Sie stimmen ihre raumwirksamen Tätigkeiten aufeinander ab und verwirklichen eine auf die erwünschte Entwicklung des Landes ausgerichtete Ordnung der Besiedlung. Sie achten dabei auf die natürlichen Gegebenheiten sowie auf die Bedürfnisse von Bevölkerung und Wirtschaft.

² Sie unterstützen mit Massnahmen der Raumplanung insbesondere die Bestrebungen:

- a. die natürlichen Lebensgrundlagen wie Boden, Luft, Wasser, Wald und die Landschaft zu schützen;
- a^{bis}.⁶ die Siedlungsentwicklung nach innen zu lenken, unter Berücksichtigung einer angemessenen Wohnqualität;
- b.⁷ kompakte Siedlungen zu schaffen;
- b^{bis}.⁸ die räumlichen Voraussetzungen für die Wirtschaft zu schaffen und zu erhalten;
- c. das soziale, wirtschaftliche und kulturelle Leben in den einzelnen Landesteilen zu fördern und auf eine angemessene Dezentralisation der Besiedlung und der Wirtschaft hinzuwirken;
- d. die ausreichende Versorgungsbasis des Landes zu sichern;
- e. die Gesamtverteidigung zu gewährleisten;
- f.⁹ die Integration von Ausländerinnen und Ausländern sowie den gesellschaftlichen Zusammenhalt zu fördern.

Abbildung 3: Einleitung Art. 1 "Ziele" des Bundesgesetzes über die Raumplanung (Die Bundesversammlung der Schweizerischen Eidgenossenschaft, 2019)

verschiedenen Staatsebenen. Der Raumplaner muss die Interessen der verschiedenen Ebenen gegeneinander abwägen, um eine Lösung zu finden, die für alle Ebenen geeignet ist. Kriterien sind dabei die Wirtschaftlichkeit, gesellschaftliche und ökologische Einflüsse und die Einbeziehung der drei Ebenen Bund, Kanton und Gemeinde (Danielli et al., 2014).

Die Schweiz hat einen föderalistischen Aufbau des Staatswesens. Dies bedeutet, dass Aufgaben welche von den unteren Schichten nicht gemeistert werden können, zum Beispiel wegen mangelnden Ressourcen, an die darüber liegende "institutionell höhere Ebene" übergeben werden. Ein weiteres Merkmal des Föderalismus in der Schweiz, ist die Nichtzentralisierung. Sie beinhaltet, dass Kantone "grundsätzlich Verfassungs- und Steuerhoheit" behalten und für alles zuständig sind, was nicht vom Bund behandelt wird. Zugleich werden Aufgaben in mehreren Gebieten an die Gemeinden übergeben. Die Gemeinden sind somit die unterste Ebene des Staates und sind die "vom öffentlichen Recht der Kantone eingesetzten öffentlich-rechtlichen Körperschaften auf territorialer Grundlage, die zur Besorgung von lokalen öffentlichen Aufgaben mit weitgehender Autonomie ausgestattet sind" (Devecchi, 2016, S. 22).

Die Kantone sind für die kantonalen Richtpläne zuständig, in welchen die Siedlungsentwicklung, Landschaftspflege, Landwirtschaft, Versorgung und Entsorgung, Verkehr, Bildung, Kultur, Sport und teilweise Tourismus und weiteres festgelegt wird (Danielli et al., 2014).

Die Raumplanungsverordnung (1981), das Raumplanungsgesetz (1979) und der Artikel 75 in der Bundesverfassung sind die Basis für die schweizerische Raumplanung. Der Sinn dieser Verordnungen und Gesetze liegt darin die Aufgaben und Instrumente, welche in der Raumplanung zur Verfügung stehen zu erläutern und den drei Staatsebenen Bund, Kanton und Gemeinde zuzuordnen. Andere wichtige Gesetze für die Raumplanung sind die Gesetze zum Schutz der Umwelt, der Heimat, der Natur, der Moore und des Waldes, da die Raumplaner bei neuen Plänen immer auch die Umwelt in ihre Planung miteinbeziehen sollen (Danielli et al., 2014).

Auch wenn in der Schweiz der Bund, die Kantone und die Gemeinden eigene Bereiche haben, in denen sie zuständig sind, müssen sie trotzdem eng miteinander arbeiten, da der Raum auf dem sie planen die gleiche Fläche ist. Das Hauptziel der Raumplanung ist es daher, die Interessen der

Ebenen abzuwagen. Wichtige Bestimmungen sind der Artikel 26 BV Eigentumsgarantie und der Artikel 75 BV Raumplanung, in denen geschrieben ist, dass der Bund die Grundsätze festlegt, welche die Kantone befolgen müssen. Der Bund ist für die Kantone und für ihre Koordination zuständig und teilt die Aufgaben mit ihnen (Danielli et al., 2014).

Die Raumplanung wird nicht nur durch Gesetze und Staatsebenen beeinflusst, sondern von vielen Wissenschaften zusammen. Sie ist eng mit dem Geschehen in der Politik, der Wirtschaft, der Gesellschaft, der Technik und der Umwelt verbunden. Die Vielfältigkeit des Lebensraumes entsteht dadurch, dass verschiedene Ideen und Meinungen zusammentreffen (Lendi, 2018).

Ein Beispiel dafür ist die Landesausstellung von 1939 in Zürich. Es war ein Aufruf die Raumplanung (bzw. damals noch Landesplanung) als öffentliche Aufgabe und Wissenschaft zu sehen. Auf der einen Seite des Sees sah man eine moderne, industrielle, urbane Schweiz und auf der anderen die landwirtschaftliche Schweiz unter dem Titel Dörfli. Die beiden Seiten wurden mit einer Luftseilbahn verknüpft, um die Wichtigkeit der Verbindung der Beiden aufzuzeigen (Lendi, 2018).

2.1.4 Problematik

”In der Schweiz wird seit den 1960er-Jahren jede Sekunde rund ein Quadratmeter Boden überbaut. Das entspricht in einem Jahr etwa der Fläche des Kantons Basel-Stadt“ (Danielli et al., 2014, S. 12).

In der Schweiz leben ca. 200 Einwohner pro Quadratkilometer. Da es in der Schweiz viel Gebirge gibt, sind 70 Prozent des ganzen Raumes für die Nutzung von Wohnzwecken ausgeschlossen und somit nur 30 Prozent zur Verfügung. Wenn man die Einwohnerdichte mit anderen Ländern vergleicht, wird sichtbar, dass die Schweiz eine ähnliche Einwohnerdichte besitzt wie Italien. Deutschland, Grossbritannien und die Niederlande liegen über den 200 Einwohnern pro Quadratkilometern. In der Schweiz gibt es jedoch Orte wie jene am Genfersee oder in Zürich wo die Einwohnerdichte sogar über 1000 Personen pro Quadratkilometer ist (Danielli et al., 2014).

Der Boden ist eine knappe Ressource. Durch die verschiedenen Gewohnheiten von Ernährung, die Tierhaltung, die willkürlichen Naturgefahren, immer grösser werdende Bevölkerungszahl und die wachsenden Wünsche ans Wohnen, an den Arbeits- und Freizeitort, den Transport und die Versorgung, wird der Boden knapper und gefragter (Lendi, 2018). Zwischen 1980 und 2012 wuchs die Bevölkerung in der Schweiz auf 8 Millionen Einwohner, was einen Zuwachs von über 20% macht. In der gleichen Zeit gab es einen Zuwachs von mehr als 60% des Bruttoinlandsprodukt. Dies bedeutet, dass die Schweiz nicht nur an Einwohnern zunahm, sondern die Bevölkerung wurde auch wohlhabender. Mit einem erhöhten Wohlhaben steigen auch Ansprüche an Wohnraum. Das Wohlhaben führt nicht nur dazu mehr Ansprüche an den Raum zu haben, sondern Haushalte verkleinern sich und mehrere Wohnsitze werden üblicher. Nach einer Statistik ist ein Drittel der Haushalte in der Schweiz ein Einpersonenhaushalt. Des Weiteren werden in den Voralpen und Alpen Ferienhäuser und Zweitwohnsitze gebaut (Danielli et al., 2014).

In der Schweiz bedecken mehr als 30% der ganzen Siedlungsfläche Verkehrsflächen. Dies machen zwei Prozent der ganzen Schweiz aus. Strassen gehören zum grössten Teil der Verkehrsfläche, Schienen und Flugplätze nur etwa 11%. Laut einer Statistik des Mikrozensus Mobilität und Verkehr 2010 legt eine Person täglich um die 37 Kilometer zurück. Davon sind 40% durch Freizeitverkehr, 24% durch Arbeitsweg und 13% durch Einkaufen und Geschäftsfahrten verursacht. Von den 37 Kilometern werden ca. 66% mit dem Auto gefahren, 23% mit öffentlichem Verkehr und der Rest im langsamen Verkehr. Da ungefähr zwei Drittel der zurückgelegten Kilometer mit dem Auto geschehen, hat dies einen Einfluss auf unsere Umwelt (Danielli et al., 2014).

Durch die Veränderung der Gesellschaft zu einer Wissen- und Informationsgesellschaft veränderten sich die Arbeitsmärkte, Kommunikations- und Bildungseinrichtungen, der Finanzmarkt und die Forschung. Klimawandel bringt Erwärmung mit sich, welche Auswirkungen auf den Tourismus und die Wirtschaft haben könnte. Die vielen neuen Herausforderungen in Ökonomie, Ökologie und Gesellschaft machen, dass man neue Vorgehensweisen in der Raumplanung braucht: zukunftsorientierter, ökologischer, sozialer und ökonomischer (Lendi, 2018).

Raumplanung muss sich mit der Zukunft auseinandersetzen, das räumliche Geschehen und die öffentliche Verantwortung wahrnehmen. Auf einer Seite ist sie dazu da, Siedlungen für sesshaft

werdende Menschen zu bilden und auf der anderen, um bewusst und zukunftsorientiert zu handeln (Lendi, 2018).

Wenn sich der Mensch mit Knappheiten auseinandersetzt, die sich auf seinen Lebensstil auswirken, reagiert er mit neuen Technologien, Organisationen und Erfindungen. Erfindungen wie die Windkraft und Atomkraft sind Beweise dafür, dass sich der Mensch bei Knappheiten weiterentwickelt. Eine Technologie, die immer wichtiger wird, ist die Informatik. Sie hilft beim Präsentieren, bei der Bearbeitung und der Kommunikation von wichtigen und schwierigen Problemen in der Raumplanung. Durch die Informatik wird ermöglicht, Pläne einfacher darzustellen und zu visualisieren. Die Verbindung zwischen Mensch und Daten wird immer präsenter (Lendi, 2018).

2.2 Nachhaltigkeit (in der Raumplanung)

In diesem Kapitel werden die drei Dimensionen, Gesellschaft, Ökonomie und Ökologie, der Nachhaltigkeit mit der Raumplanung verknüpft.

”Nachhaltigkeit ist in diesem Kontext verknüpft mit einem Ausgleich sozialer und wirtschaftlicher Ansprüche an die Nutzung des begrenzten Raums im Einklang mit seinen ökologischen Funktionen“ (Lamker, 2019, S. 127), siehe dazu Abbildung 4.



Abbildung 4: Die drei Dimensionen der Nachhaltigkeit (Wegener & Spiekermann, 2000, S. 411)

”Als Mittel zum “nachhaltigen Wachstum” werden 1) Effizienzsteigerung, 2) Dematerialisierung und 3) rationales, globales Ressourcenmanagement empfohlen (Brand 2014, S. 56)“ (Brocchi, 2019, S. 16).

Der Massenkonsum gehört in unserer Gesellschaft schon zur Normalität. Ein solcher Konsum kann jedoch nicht ohne wachsendem Energie- und Ressourcenverbrauch bestehen. Es werden dadurch grosse Lebens- und Naturräume zerstört (Brocchi, 2019).

Eine ”Smart Sustainable City“ wird als eine Stadt definiert, die alle Interessen der Einwohner berücksichtigt, ohne dabei die Interessen der nächsten Generationen zu missachten, die somit keine Umweltbeschränkungen überschreitet und durch eine Informations- und Kommunikationstechnologie unterstützt wird (Bouzgenda et al., 2019).

Das Wirtschaftswachstum zeichnet sich nicht nur durch positive Folgen wie das Wohlhaben der Gesellschaft aus. Es bringt viele dunkle Seiten für die Ökologie mit sich, wie ”Treibhauseffekt, Zerstörung der Ozonschicht, saurer Regen, Verschmutzung von Gewässern und der Weltmeere, Vernichtung der tropischen Regenwälder, Rückgang der Artenvielfalt und rücksichtslose Ausbeutung nicht erneuerbarer Ressourcen“ (Wegener & Spiekermann, 2000, S. 406). Es wird nun seit einiger Zeit versucht die Entwicklung nachhaltig zu gestalten. Die nachhaltige Entwicklung muss sich mit dem Raum befassen, da die Standorte von Wohnen, Arbeiten, Freizeit und Konsum, also der Verbrauch von Energie, Material und Fläche sowie der Transport zu diesen Standorten darüber bestimmen wie mit der Umwelt umgegangen und mit ihr gelebt wird (Wegener & Spiekermann, 2000).

Die Nutzung und Überwindung des Raumes sind eng miteinander verbunden. Sind die Standorte nahe beieinander gebaut, braucht es nur eine geringe Überwindung des Raumes. Falls Standorte weit voneinander sein sollen, wird eine grössere Raumüberwindung verlangt. Die Wechselwirkung der Nutzung und Überwindung des Raumes führen zur Raumstruktur. Die Raumstruktur ist dynamisch, sie verändert sich je nach Gesellschaft und Ökonomie. Die Veränderung einer mittelalterlichen Stadt zu einer modernen Agglomeration kann man als Resultat von gesellschaftlichem und ökonomischen Wandels verstehen (Wegener & Spiekermann, 2000).

Nach Krugman (1991; 1996) wird die Wechselwirkung zwischen der Nutzung und Überwindung des Raumes auf zwei Einflüsse reduziert. Der "internal economies of scale" und der "external economies of scale" bestimmen die Nutzung des Raumes. Erstes ist "auf betrieblicher Ebene durch die Möglichkeiten der technischen Massenproduktion" und Zweiteres "auf regionaler Ebene durch zwischenbetriebliche Synergieeffekte und Agglomerationsvorteile wie Zugang zu grossen und vielfältigen Arbeits- und Absatzmärkten" (Wegener & Spiekermann, 2000, S. 408). Daraus resultiert eine immer grössere Produktionseinheit. Die Überwindung des Raumes hingegen charakterisiert sich durch eine Senkung der Kosten und einer Beschleunigung seit die Eisenbahn erfunden wurde. Anfangs des 19. Jahrhunderts gab es eine geringe Arbeitsteilung. Man arbeitet am gleichen Ort wie man wohnte. Ausserdem wurden Güter nicht weit transportiert, da die Strassen schlecht waren. Mit der Erfindung der Eisenbahn wurde ermöglicht, Güter über grosse Distanzen zu transportieren und so kam die Grossproduktion in der Industrie auf. Weiter gab es Entwicklung in der Elektrizität, des Automobils und Fliessbandtechnik, welche alle dazu beigetragen haben, die Arbeitsteilung zu fördern. Arbeitsstandorte werden dichter und Wohnstandorte werden offener. Dies sind die Folgen von wachsendem Wohlhaben und längerer Freizeit. Des Weiteren werden Wohnstandorte in Nähe von Natur bevorzugt, wobei eine dezentralisierte Umgebung entsteht. Bedenklich sind bei der immer steigenden Arbeitsteilung die Zunahme des Energieverbrauchs, die Zunahme von CO₂-Emissionen sowie der grosse Flächenverbrauch, die sich negativ auf die Umwelt auswirken. In der Abbildung 5 wird das Wohlhaben der Gesellschaft mit der Raumüberwindung nebeneinander gestellt. Wie zu sehen ist, steigt mit wachsendem BIP auch die Raumüberwindung (Wegener & Spiekermann, 2000).

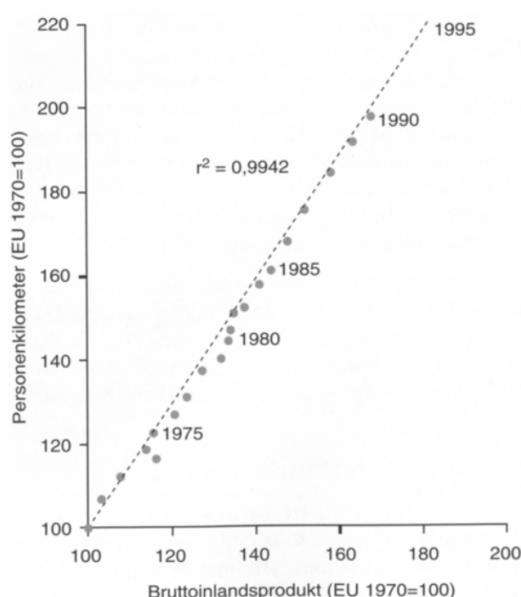


Abbildung 5: Bruttoinlandsprodukt und Verkehrsaufkommen in Europa (Wegener & Spiekermann, 2000, S. 408)

Eine mögliche Lösung gegen die vielen Nachteile der Wirtschaft ist eine "Wirtschaft ohne Wachstum" (steady-state economy). Dabei wird eine qualitative Wirtschaft kreiert, die die quantitative ersetzt. Sie ist als eine Wirtschaft, welche für ein gutes Leben und eine lange

Zukunft sorgt, charakterisiert. Dies kann nur gelingen, wenn der Konsum und der Lebensstil verändert werden, indem mehr materialmoderate und umweltschonendere Produkte bevorzugt werden (Wegener & Spiekermann, 2000).

Eine nachhaltige Entwicklung soll der Umwelt Priorität geben, darf jedoch das Mitdenken der Ökonomie und Gesellschaft nicht ausschliessen (Wegener & Spiekermann, 2000).

In der modernen Stadtplanung liegt der Fokus auf der physischen und sozial-kulturellen Infrastruktur, der Stadtirtschaft und ihrer Umgebung (Rotmans & Van Asselt, 2000).

2.2.1 Ökologische Nachhaltigkeit

Die ökologische Nachhaltigkeit befasst sich mit der Erhaltung der Umwelt, welche eine Voraussetzung für das Überleben des Menschen ist. Die Erhaltung der Artenvielfalt und der natürlichen Ressourcen wird dafür gebraucht. Es muss somit ein Wandel in der Bewirtschaftung der natürlichen Ressourcen geben: erneuerbare Ressourcen müssen nachhaltig verwendet werden, Ressourcen, die nicht erneuerbar sind, müssen langsamer verbraucht werden, Alternativen müssen kreiert werden und Emissionen müssen kleiner sein als die Fähigkeit der Umwelt diese zu absorbieren (Wegener & Spiekermann, 2000).

Die Art, wie wir uns fortbewegen, hat einen grossen Einfluss auf die Nachhaltigkeit unseres Planeten. Die Verwendung von Autos und Benzin und der Emissionsausstoss haben einen negativen Einfluss auf die Ökologie (Williams, 2017).

Fahrt- und Wegzeiten minimieren, Abhängigkeit vom Auto vermindern, effizienter öffentlicher Verkehr, Förderung des Gehens und Velofahrens sind Mittel um die Emissionen des Verkehrs, Verschmutzung und Unfälle zu mindern. Seit den 80er Jahren gab es ein Wachstum in der Anzahl Reisen, die mit dem Auto gemacht werden, anstelle des öffentlichen Verkehrs. Die höchste PKW-pro-Kopf-Eigentumsquote gibt es in den USA, Kanada, Australien und in Westeuropa. Hand in Hand geht auch der wachsende Kraftstoffverbrauch und die erhöhten Emissionen (Williams, 2017).

Es gibt somit eine Verbindung zwischen der Art wie ein Raum geplant wird und wie die Menschen auf Dienstleistungen und Gebäude zugreifen, um sie zu nutzen. Physische Infrastrukturen sind in kurzer Zeit schwierig zu verändern, jedoch können bestimmte Dienstleistungen in diesen Infrastrukturen einen grossen Einfluss auf das Reiseverhalten der Menschen haben (Williams, 2017).

Williams (2017) zitiert aus Richardson (1999, 2004), dass ein nachhaltiger Transport als ein Transport gesehen werden kann, welcher den Kraftstoffverbrauch, die Emissionen, die Sicherheit, die Staus und den sozialen und wirtschaftlichen Zugang so begrenzt, dass den Generationen in der Zukunft kein nicht wieder gutzumachender Schaden zugefügt wird.

Laut der Studie Yang and Diez-Roux (2012) sind U.S. Bewohner für verschiedene Zwecke bereit eine durchschnittliche Strecke von 0.7 Meilen zu gehen, was so viel wie 1.127 Kilometer sind. In Minuten ausgedrückt sind die Bewohner durchschnittlich bereit 14.9 Minuten zu laufen. Fast ein Fünftel der Auskunftgebenden würde auch Strecken hinter sich legen, welche länger als 1 Meile bzw. 1.6 Kilometer sind. Um sich zu erholen, legen die Auskunftgebenden eine grössere Strecke hinter sich als bei anderen Zwecken. Zudem wurde eine Abhängigkeit zwischen Einkommen und Länge der Strecke erkannt, wobei Personen mit tieferem Einkommen einen grösseren Weg auf sich nehmen um zur Arbeit zu gelangen, jedoch bei Erholungszwecken war die Distanz geringer.

Eine Studie aus den Vereinigten Königreich fand heraus, dass 20% der ganzen CO₂ Emissionen durch Fahrten mit dem Auto, welche weniger als 8 Kilometer sind, verursacht werden. Diese Strecken könnte man auch zu Fuss oder mit dem Fahrrad zurücklegen. Mehrere Staaten berichten, dass es sich bei den meisten Autofahrten um kurze Strecken handelt, wo man das Auto für den Arbeits- oder Schulweg oder fürs Einkaufen verwendet. Die Distanz, welche eine Person auf sich nehmen würde liegt laut Vojnovic (2006) zwischen 0.5 und 3.2 Kilometer. Eine weitere Studie Pooley et al. (2011) grenzt die Strecke auf 0.8 bis 2.4 Kilometer ein. Eine akzeptable Strecke mit dem Fahrrad wäre 10-15 Minuten (Neves & Brand, 2019).

2.2.2 Soziale Nachhaltigkeit

Das Verteilungsproblem ist Teil der nachhaltigen Entwicklung. Soziale Spannung herrscht, wenn nur eine Minderheit der Bevölkerung das Recht auf eine Ressource hat, daher würde ein Mindestmaß, für die Ressourcen und Bürgerrechte, die Nachhaltigkeit fördern (Wegener & Spiekermann, 2000).

Die soziale Nachhaltigkeit ist ein multidimensionaler Begriff. Da er so komplex ist, gibt es keine spezifische Definition dafür. Was die soziale Nachhaltigkeit fördert, ist das gemeinschaftliche Engagement (Bouguenda et al., 2019).

In der Studie, welche im vorherigen Teil der ökologischen Nachhaltigkeit erwähnt wurde, wurde eine Abhängigkeit zwischen Einkommen und Strecke, die eine Person auf sich nehmen würde, erkannt (Yang & Diez-Roux, 2012).

Ein Grund dafür könnte die Segregation sein, welche "die ungleiche Verteilung von unterschiedlichen Bewohnergruppen im Stadtgebiet" (Häußermann, 2008, S. 335) bezeichnet. Die räumliche Distanz wird durch die soziale Distanz verstärkt. Personen mit sehr unterschiedlichem Einkommen wohnen höchst wahrscheinlich in unterschiedlichen Quartieren. Personen mit besserer Ausstattung von Ressourcen wählen aktiv einen Wohnstandort nach persönlichen Präferenzen aus. Personen mit geringeren Ressourcen werden hingegen in Quartiere gedrängt, die von den anderen gemieden werden. Diese Segregation geschieht meist unfreiwillig und passiv. Weiter ist nicht nur das Einkommen ein Grund für die Spaltung von Bewohnergruppen. Kulturelle Unterschiede führen zudem zu ethnischer Diskriminierung, welche die Minderheitsgruppe in gewisse Quartiere drängt. Durch diese Verteilung werden gewisse Bewohnergruppen dabei benachteiligt bestimmte Dienstleistungen in kurzer Zeit zu erreichen (Häußermann, 2008). Die Idee der sozialen Nachhaltigkeit ist daher die Lebensbedingungen für alle Personen gleichwertig zu schaffen (Kanatschnig, Fischbacher, & Schmutz, 1999).

2.2.3 Ökonomische Nachhaltigkeit

Eine ökonomische Nachhaltigkeit kann erreicht werden, wenn das ökonomische Wachstum eine Steigerung der Effizienz fördert und Umwelttechniken einführt, die den Ressourcenverbrauch und die Emissionen stark eindämmt. Dies kann jedoch nur erreicht werden, wenn in die Entwicklung von Techniken, die die Umwelt schonen, investiert wird (Wegener & Spiekermann, 2000).

Um die Wirtschaft nachhaltig zu gestalten, kann es von Vorteil sein, lokale Unternehmen zu stärken. In einer Studie des Unternehmens Shopify² wurde herausgefunden, dass der lokale Verkauf an Bedeutung gewinnt, auch wenn der Online Verkauf dominierend ist. Laut der Studie gab fast ein Viertel der deutschen Verbraucher*innen an, seit Beginn der Covid Pandemie bei unabhängigen Geschäften eingekauft zu haben. Die Gründe dafür sind die Unterstützung dieser Unternehmen, die Kundenberatung und das Einkaufserlebnis. Weiter gaben die Deutschen an, in lokalen Geschäften einzukaufen, um der Wirtschaft zu helfen. Während sechs Monaten seit Anfang der Covid Pandemie hätten 35 Prozent der Befragten lokal eingekauft. Die Wahrscheinlichkeit während der Pandemie bei einem lokalen Geschäft eingekauft zu haben, ist bei Personen mit höherem Gehalt grösser als bei Personen mit geringerem Gehalt. Die Hauptmotivationen der Personen, welche lokal einkaufen, sind die Stärkung der lokalen Wirtschaft, die lokalen Beschäftigten zu unterstützen und nachhaltige Gründe (Scholz, 2021).

2.3 Bürgerbeteiligung

In diesem Kapitel wird die Bürgerbeteiligung definiert, verschiedene Arten davon aufgezeigt und spezifisch auf eine eingegangen: die E-Partizipation.

2.3.1 Definition und Arten

"Aufgrund der steigenden Bevölkerungszahlen ist eine Zusammenarbeit zwischen der Stadt und ihren Bürgern eine Notwendigkeit" (D'Onofrio & Portmann, 2017, S. 55).

²<https://www.shopify.com/>

”Thus, “the development of smart and sustainable city can only be accomplished through inclusive and sustainable growth using a healthy mixture of smart people, policies, and technologies” (Bouzguenda et al., 2019, S. 2).

In der heutigen modernen Zeit ist die Bürgerbeteiligung ein wichtiger Bestandteil der Demokratie. Durch die Zusammenarbeit von Entscheidungsträgern und Bürgern wird nicht nur die Demokratie gestärkt, sondern auch das Vertrauen, welches der Bürger gegenüber den Entscheidungsträgern hat. Hierbei geht es jedoch nicht um Beteiligung im Sinne von Abstimmungen und/oder Wahlen welches zur E-Democracy gehört, sondern um “informelle Bürgerbeteiligungsformen”. Diese wird in drei verschiedene Stufen eingeordnet, je nach Grad der Beteiligung. Der tiefste Grad ist die Information, bei welchem die Bürger durch die Verwaltung oder durch Eigenständigkeit Informationen erhalten. Der mittlere Grad ist die Konsultation. Die Verwaltung informiert die Bürger bezüglich einer politischen Problematik und erhält von den Bürgern ein Feedback dazu. So ergibt sich eine Wechselwirkung zwischen den Beiden. Als letzter und höchster Grad der Beteiligung gilt die aktive Beteiligung. Unter den Bürgern gibt es ein aktives Engagement, wobei die Beteiligung einen grösseren Einfluss nimmt. Die Entscheidung liegt schlussendlich trotzdem bei der Verwaltung (Fischer et al., 2020). Siehe dazu die Abbildung 6.

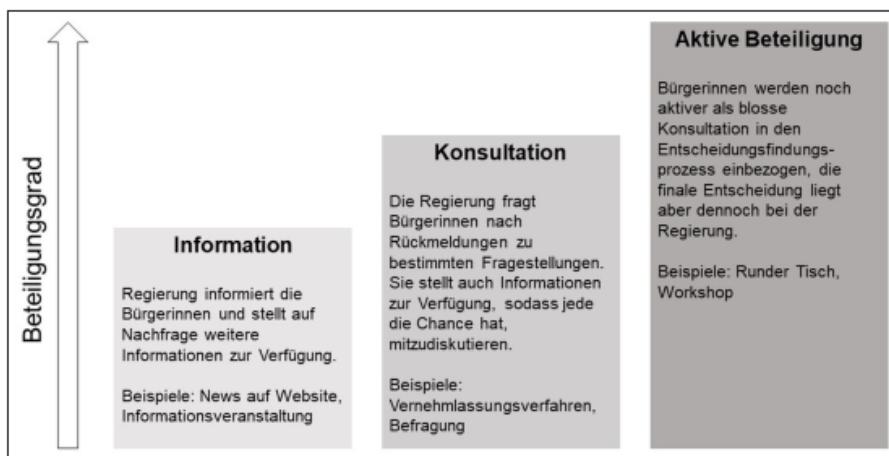


Abbildung 6: Abstufungen der Bürgerbeteiligung (Fischer et al., 2020, S. 131)

Um von einer Planung der Stadt zu einer Entwicklung zu gelangen muss die Dominanz einer Gruppe von Akteuren aufgegeben werden. Eine Zusammenarbeit aller Mitwirkenden auf gleicher Augenhöhe ist unabdingbar. Den Bürgern soll verdeutlicht werden, dass es für eine Stadtentwicklung mehr als nur die Teilnahme von Vereinen an Entscheidungen braucht. Jeder Bürger wird aufgerufen, die eigenen Ideen und Vorschläge für lokale Veränderungen mitzuteilen und aktiv zu werden. ”Nur dort, so lässt sich folgern, wo Bürger sich aufgerufen fühlen, freiwillig, gegebenenfalls in Gruppen, ihrer Mitwelt ihre Kreativität zur Verfügung zu stellen, findet eine demokratietheoretisch befriedigende und effektive Entwicklung statt” (Becker, Gualini, Runkel, & Strachwitz, 2016, S. 292).

2.3.2 E-Partizipation

Der Gedanke einer elektronischen Bürgerbeteiligung entstand schon vor der Erfindung des Internets. In den 70er Jahren wurden verschiedene Versuche gestartet, um die Bürger über den Fernseher, das Telefon oder über das Breitbandkabel an den Entscheidungen teilhaben zu lassen. In den Bereichen der Stadt- und Regionalplanung fanden die ersten elektronischen Beteiligungen erst mit dem Internet statt. Bei der elektronischen Partizipation innerhalb der Planung werden zwei Verfahren unterschieden: formales Planungsverfahren und informelles Beteiligungsverfahren. In der Abbildung 7 können drei verschiedene elektronische Partizipationsarten in der Planung gesehen werden. Formale Planungsverfahren A, informelle Beteiligungsverfahren B und eine

Mischung aus A und B stellt C dar. Innerhalb der formalen Planungsverfahren gibt es zum Beispiel die Planung der Landschaft, der regionalen Flächennutzung und der Raumordnung. Als informelles Beteiligungsverfahren werden online Konsultationen gezählt, welche für die Planungen der Stadtentwicklung, Verkehrs- oder Haushaltsplanung genutzt werden. Als eine Mischung der beiden werden digitale Bürgerversammlungen gesehen (Märker & Wehner, 2008).

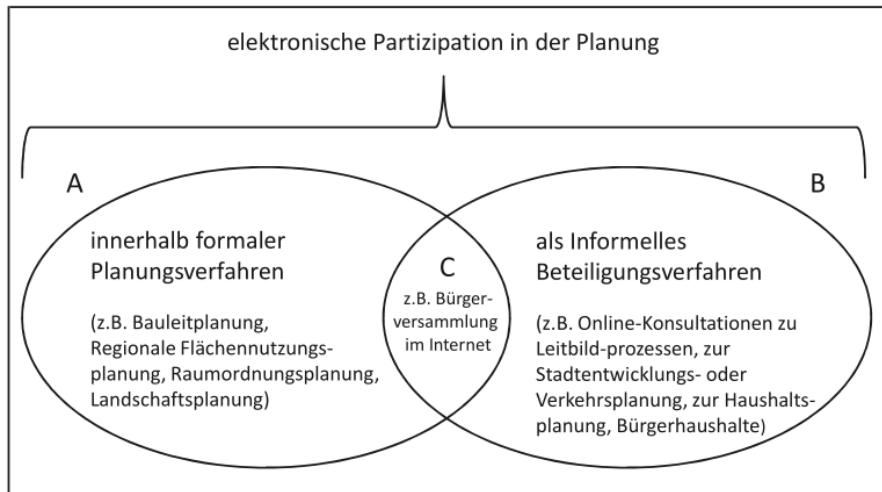


Abbildung 7: E-Partizipation (Märker & Wehner, 2008, S. 86)

Eine mögliche Definition:

“E-Partizipation ist ein von Verwaltung oder Politik angestoßener und verantworteter Prozess auf internationaler, nationaler, regionaler oder lokaler Ebene, der online stattfindet und für alle Interessierten, bei gegebenenfalls regionaler Einschränkung, geöffnet ist und der nicht auf Experten-Beteiligung ausgelegt ist” (Große, 2018, S. 43).

Die Inhalte, welche von den Partizipierenden erstellt werden, sind wichtiger Bestandteil um die Planungen und Entscheidungen zu unterstützen. Die Ideen der Partizipierenden werden miteinbezogen ohne sie dazu aufzufordern, selbst eine Entscheidung treffen zu müssen. E-Partizipation erweitert das Beteiligungsangebot und geht weit über die formelle Variante hinaus. Bei dieser Partizipation wird online ein Angebot zur Verfügung gestellt, wo die Partizipierenden ihre Anliegen preisgeben können (Große, 2018).

Connectivismus ist ein Begriff, welcher bedeutet, dass Aneignung von Wissen nur erfolgt, wenn man auch die Wahrnehmungen und Erfahrungen von anderen miteinbezieht, als nur seine eigenen zu berücksichtigen. Der Connectivismus geht davon aus, dass Wissen ständig aufgenommen und erweitert wird. Wie Connectivismus in einer Stadt angewendet werden kann, zeigt dieses Beispiel. Um die Qualität der Luft in einer Stadt zu optimieren reicht es nicht nur Experten zu befragen. Es ist wichtig andere Interessengruppen in die Lösungsfindung des Problems einzubinden, um diverse Perspektiven zu erlangen. In diesem Beispiel wären dies Finanzdirektoren oder Verkehrsverantwortliche. Durch die Beteiligung von verschiedenen Parteien können qualitative Informationen gesammelt werden und eine gemeinsame Entscheidung gefällt werden (D’Onofrio & Portmann, 2017).

Das Konzept der Smart City stellt eine Möglichkeit dar, die Stadt zu verbessern. Durch sie kann der Lebensstandard der Bürger erhöht werden. Es setzt jedoch voraus, dass man in Human- und Sozialkapital und in Infrastrukturen für die Kommunikation investiert. Was eine Smart City zudem auszeichnet, ist die verbesserte Wechselwirkung zwischen den Bürgern und Computern. Durch Computersysteme können Bürger aktiver an Entwicklungen mitwirken, was das Wissen kontinuierlich wachsen lässt und so die Bedürfnisse der Bürger anhört, um sie besser befriedigen zu können (D’Onofrio & Portmann, 2017).

Zudem ist es wichtig, dass Führungskräfte die Beteiligung der Bürger fördern. Um eine Stadt nach den Interessen der Bürger zu gestalten, müssen alle betroffenen Personen an der Entscheidung teilhaben können. Die Erfahrung der Nutzer und ihre Zufriedenheit hängt von ihrer Beziehung zur Stadt ab. Darum ist es von Vorteil das Bürgerengagement zu fördern. Wenn neue Technologien der Kommunikation miteinbezogen werden, ist es für den Bürger einfacher seine Interessen preiszugeben, was sich wiederum positiv auf die Nutzererfahrung auswirkt und so die Stadt sich immer weiterentwickelt (D'Onofrio & Portmann, 2017).

Bei der Partizipation werden viele Daten gesammelt, welche dann analysiert werden müssen um Wissen daraus zu nehmen. Das erlangte Wissen kann dann verwendet werden, um zum Beispiel Applikationen zu erstellen, welche das Leben in der Stadt einfacher und effizienter gestaltet. Bei der Sammlung der Daten ist es wichtig alle Personen miteinzubeziehen, die ein Interesse daran haben. Bei der Entwicklung einer Applikation, die den Bürgern in der Stadt helfen soll, muss der Bürger selbst in die Mitte gestellt werden. Seine Interessen sind für die Entwicklung von grösster Bedeutung (D'Onofrio & Portmann, 2017).

Damit sich Applikationen bei jeder Veränderung des Lebens der Bürger verändern können, braucht es ein System, welches die Interessen der Bürger jederzeit aufgreifen kann, um weiterentwickeln zu können. Dies kann auch als Responsive City bezeichnet werden. Eine Stadt, welche auf Veränderungen reagiert, den Bürger miteinbezieht und eine Lösung sucht, die von allen Interessengruppen für gut empfunden wird. Eine solche Stadt befindet sich in einem kontinuierlichen Prozess, wo sie die Informationen, welche sie von den Bürger bekommt, zur Verbesserung ihrer verwendet. Um dies zu erreichen, werden verschiedene Disziplinen wie die Raumplanung, Informatik und Politik aufgefordert mit den Bürgern zusammen zu wirken, um eine smarte Stadt zu kreieren (D'Onofrio & Portmann, 2017).

Ein Beispiel einer solchen E-Partizipation ist die Applikation REACH-Singapore, welche für die Sammlung von Meinungen entwickelt wurde, um diese bei Entscheidungen miteinzubeziehen. Des Weiteren gibt es verschiedene Applikationen, die sich damit befassen Personen für die Mitwirkung in politischen Entscheiden zu begeistern, um zusätzlich die Stimmabteilung zu erhöhen (D'Onofrio & Portmann, 2017).

2.4 Zusammenfassung der Theorie

In dieser Zusammenfassung wird die erste Fragestellung "Wie ist die Raumplanung in der Schweiz aufgebaut" beantwortet. Die Besonderheit der schweizerischen Raumplanung ist die Aufteilung der Aufgaben in drei Ebenen: Bund, Kanton und Gemeinde. Die Aufgabenverteilung und Instrumente zur Raumplanung sind in der Bundesverfassung und im Raumplanungsgesetz verankert. Das Bevölkerungswachstum und die steigenden Ansprüche erschweren die Raumplanung und fordern einen Wandel. Mit der stetigen Entwicklung der technologischen Hilfsmittel gibt es für die heutige Raumplanung die Möglichkeit neue Lösungen und Ideen zu integrieren. Die Technologie gibt der Raumplanung somit die Chance auf Verbesserungen.

Die zweite Fragestellung "Wie kann man die Raumplanung nachhaltiger gestalten" kann auf verschiedene Weisen beantwortet werden. Nachhaltigkeit ist ein mehrdimensionaler Begriff, welcher gesellschaftliche, ökologische und ökonomische Anliegen vereint. Die Raumplanung beeinflusst jeden dieser Aspekte, da die Gesellschaft, die Wirtschaft und die Natur von der Planung der Umgebung abhängig sind. Wenn man Bürgern ein Mitspracherecht gibt, kann dies die gesellschaftliche Nachhaltigkeit fördern. Wenn der öffentliche Verkehr gefördert wird, statt des individuellen Autofahrens, kann die Raumplanung die ökologische Nachhaltigkeit sicherstellen. Die ökonomische Nachhaltigkeit kann erreicht werden, wenn lokale Unternehmen an idealen Standorten liegen, die von allen Gesellschaftsgruppen erreichbar sind.

Die dritte Fragestellung "Was ist die Definition einer Bürgerbeteiligung und welche Arten gibt es?" wurde mit dem letzten Unterkapitel recherchiert. Bei der Bürgerbeteiligung gibt es verschiedene Stufen wie Bürger mitwirken können. Eine Definition wäre die Beteiligung in drei Grade aufzugliedern: Information, Konsultation und aktive Beteiligung. Bei der Information ist der Austausch einseitig, bei der Konsultation gibt es einen Austausch zwischen zwei Parteien. Der höchste Beteiligungsgrad wird bei der aktiven Beteiligung erreicht, wo der Bürger nicht nur befragt wird, sondern auch selber aktiv mitdiskutiert. Eine Variante der Beteiligung in der technologischen Welt ist die E-Partizipation, welche die Beteiligung digitalisiert. Durch diese

Art von Partizipation wird ermöglicht, Meinungen von Bürgern einfacher zu sammeln, ihnen auch Informationen bereitzustellen und so mehr Beteiligung in politischen bzw. raumplanerischen Entscheiden zu fördern.

3 Prototyp

In diesem Kapitel wird eine mögliche Lösung für die Probleme in den vorherigen Kapiteln vorgestellt. Unter den Herausforderungen der Raumplanung sind die steigende Anzahl der Bevölkerung mit einhergehender Umweltbelastung und die sozialen und räumlichen Disparitäten.

Es wird ein Minimal Viable Product (MVP) vorgestellt. Wie man in der Abbildung 8 erkennen kann, gibt es auf der linken Seite das Minimum Product, welches ein Rohprodukt ist, welches der Benutzer nicht gebrauchen kann. Auf der rechten Seite steht das beste Produkt für den Benutzer. Das Produkt, welches in dieser Arbeit angestrebt wird, ist eine Variante dazwischen. Es ist ein Produkt, welches funktionstüchtig genug ist, um ein Problem zu lösen (*What is a Minimum Viable Product — Toolagen, 2021*).

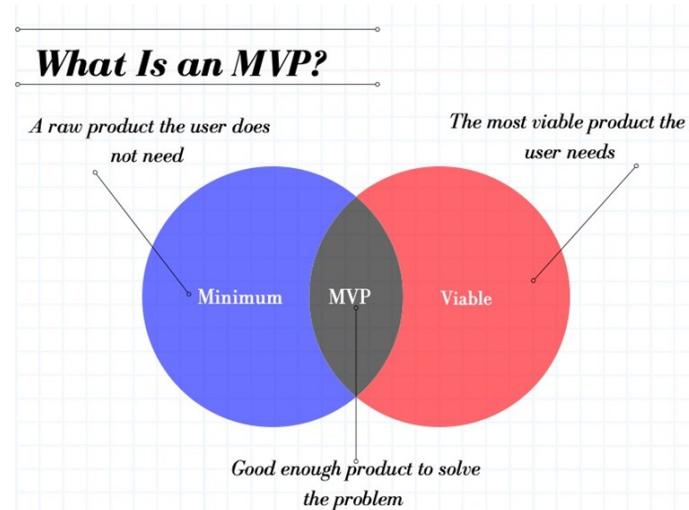


Abbildung 8: Minimum Viable Product (*What is a Minimum Viable Product — Toolagen, 2021*)

3.1 Idee der Webseite

Um eine Bürgerbeteiligung in der Raumplanung zu garantieren, gibt es verschiedene Möglichkeiten. In dieser Arbeit stützt man sich auf die E-Partizipation. In diesem Fall wird eine Webseite vorgeschlagen, welche die Ideen der Bürger sammeln soll. Die Bürger sollen die Möglichkeit haben ihre Standortwünsche für gewisse Dienstleistungen mitzuteilen. Die gesammelten Daten werden anschliessend mit einem Algorithmus ausgewertet, um den Raumplanern den “besten” Ort für die verschiedenen Dienstleistungen zu empfehlen.

90% der Schweizer verwenden das Internet und die Hälfte von den offline Personen profitiert zudem vom Internet durch andere Personen (Latzer, 2017). Eine Webseite wäre somit für fast alle Schweizer*innen zugänglich.

In den folgenden Unterkapiteln wird darauf eingegangen, wie man eine Webseite benutzerfreundlich gestaltet, welcher Algorithmus für die Auswertung der Daten am Besten geeignet ist, wie die Webseite programmiert wurde und wie sie bedient werden kann.

3.2 Benutzerfreundliche Webseite

In diesem Kapitel werden verschiedene Methoden aufgezeigt, die verwendet werden können, um eine Webseite benutzerfreundlich zu gestalten.

Es gibt verschiedene “Gesetze”, welche den Designern bzw. Programmierern einer Webseite eine Leitlinie bieten. Es werden die Gesetze Jakob’s Law und Fitts’s Law vorgestellt.

Jakob’s Law geht davon aus, dass Personen die Erwartung haben, dass neue Webseiten, welche einen ähnlichen Aufbau haben, genau gleich funktionieren wie jene, die sie schon kennen. Familiarität ermöglicht den Benutzern eine neue Webseite von Anfang an bedienen zu können. Durch die eingesparte mentale Anstrengung wird dafür gesorgt, dass es eine geringe kognitive Belastung gibt. Dies bedeutet, dass ein Benutzer seine Energie für sein Ziel nutzen kann, als es zu verschwenden um das Interface besser zu verstehen. Mit der Jakob’s Law wird verhindert, dass es Reibung zwischen dem Interface bedienen und der Erreichung der Ziele des Benutzers gibt. Der Benutzer kann sein Können, welches er von vorherigen Erfahrungen auf anderen Webseiten angeeignet hat, wiederverwenden. So kann der Benutzer sich auf das Wesentliche konzentrieren. Es wird empfohlen mit den ähnlichen Mustern und Konventionen zu beginnen und erst danach die Webseite mit eigenen Ideen zu schmücken (Yablonski, 2020).

Fitts’s Law beschäftigt sich mit der Entfernung und Grösse von Berühr- bzw. Klickfunktionen wie Buttons. Laut Fitts’s Law sollte der Button genug gross sein, damit der Benutzer ihn präzise anklicken kann, zwischen den Buttons muss ausreichend Abstand herrschen und sie sollten sich an einem Platz befinden, welcher einfach anzuwählen ist. Das Ziel ist es, dass der Benutzer einen minimalen Aufwand leisten muss. Fitts’s Law besagt, dass die Zeit, welche benötigt wird um sich schnell zu einem Zielgebiet zu bewegen, ist eine Funktion des Verhältnisses zwischen der Entfernung zum Ziel und der Breite des Ziels (Yablonski, 2020). Siehe Abbildung 9.

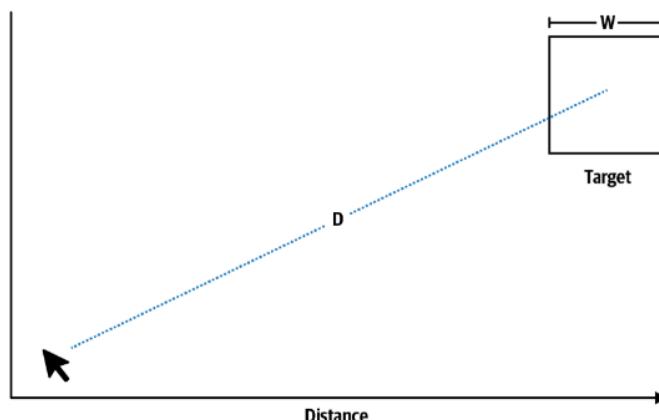


Abbildung 9: Fitts’s law (Yablonski, 2020)

In Krug (2018) wird “Krug’s erstes Gesetz der Usability” erwähnt, welches besagt: “Don’t make me think!”. Es bedeutet, dass eine Webseite einen klaren Aufbau haben soll. Als erstes Beispiel wird die Anzahl Komponenten auf einer Seite angesprochen, denn je mehr Einheiten eine Webseite hat, desto mehr muss sich der Benutzer Gedanken darüber machen. Daher wird empfohlen eine Webseite nicht zu überfüllen. Ein weiteres Beispiel sind die Namensgebungen von Buttons. Je klarer sie beschriftet sind, desto einfacher ist es für den Benutzer. Ein weiterer wichtiger Punkt ist das Aussehen des Buttons. Ein Button sollte klar erkennbar als ein anklickbares Element sein. Je unklarer dies ist, desto mehr Zeit verwendet der Benutzer um darüber nachzudenken. Jede Unklarheit trägt dazu bei, dass sich die Benutzer nicht auf das Wesentliche konzentrieren können und frustriert werden. Drei weitere Lebensweisheiten, die vom Autor gegeben werden sind: “Wir lesen keine Seiten, wir überfliegen sie.”, “Wir treffen keine optimale Wahl” und “Wir befassen uns nicht damit, wie etwas funktioniert, sondern wursteln uns durch” (Krug, 2018). Die erste Weisheit des Autors zeigt, dass ein Benutzer nicht ganze Texte einer Seite liest, sondern sich auf Wörter und Redewendungen stützt, welche mit dem Ziel, einem persönlichen Interesse oder einem Reiz zu

tun haben. Die Zweite Weisheit besagt, dass ein Benutzer lieber ratet, als sich lange Gedanken darüber zu machen. Falls ein Benutzer einen Button gefunden hat, der aussieht als würde er ihn zum Ziel bringen, dann klickt er ihn vermutlich an. Die dritte Weisheit deutet darauf, dass nur die Wenigsten eine Bedienungsanleitung lesen und einfach ausprobieren bis es funktioniert. Dies bringt jedoch Ineffizienz mit sich und so wird geraten, dass die Webseite schon von Anfang an gar keine Bedienungsanleitung benötigen sollte (Krug, 2018).

Um ein Produkt auf seine Benutzerfreundlichkeit zu testen gibt es verschiedene Möglichkeiten. Zwei der Bekanntesten sind qualitative und quantitative Tests. Bei den Qualitativen handelt es sich, um eine Sammlung von Informationen wie Benutzer einen Prototyp verwenden würden. Dieser Test eignet sich gut bei einer kleinen Anzahl von Testpersonen. Es wird versucht qualitative Informationen wie Vorstellungen, Erwartungen und Emotionen der Benutzer zu erhalten. Beispiele für solche Tests sind Interviews und Beobachtungen. Eine Methode, welche die Struktur des Produkts testet, ist Kartensortierung. Bei diesem Verfahren werden die Teilnehmer gebeten Karten mit verschiedenen Begriffen in Gruppen zu sortieren. Auf der anderen Seite liegt der quantitative Tests, welcher dafür verwendet wird, in Zahlen auszudrücken wie die User-Erfahrung war. Ein Merkmal solcher Tests sind die vielen Teilnehmer, die dafür gebraucht werden. Ein Beispiel eines solchen Tests ist der A/B-Test. Dieser Test eignet sich gut für Webseiten, um zwei Versionen des Interfaces auf ihre Performance zu testen. Die Webseite, welche die höhere Conversionsrate, also das Verhältnis zwischen Besucherzahl und einer Aktion, erzielt, besteht den Test (Costa, 2020).

3.3 Algorithmus um den besten Ort zu finden

In diesem Kapitel werden verschiedene Algorithmen aufgezeigt, welche für die Findung des “besten” Ortes am Besten geeignet wären. Um den “besten” Ort für eine Dienstleistung zu finden, muss ein Muster aus der Datensammlung gelesen werden. Es wird versucht die Daten in eine bestimmte Ordnung zu bringen, sie zu gruppieren und zu kategorisieren. In den nachfolgenden Unterkapiteln wird das Clustering erklärt und dazugehörige Algorithmen erläutert.

3.3.1 Clustering

Dinge zu gruppieren gehört seit langer Zeit zu den Tätigkeiten der Menschen (Anderberg, 1973). Um in der digitalisierten Welt eine Ordnung in grosse Sammlungen von Daten zu bekommen, entwarf man die Cluster Analyse bzw. das Clustering. Diese Analyse ist eine der bekanntesten Techniken, die beim Data Mining, der Gewinnung von Wissen aus Daten, verwendet wird (Cebeci & Yildiz, 2015). In der Abbildung 10 wird die Clusteranalyse in vier Schritten dargestellt. Es wird ein Feature ausgewählt, danach wird ein Clustering Algorithmus auf die Daten angewendet, welcher Cluster bildet. Die Cluster werden anschliessend validiert und die Resultate werden interpretiert um daraus Wissen zu ziehen (Xu & Wunsch, 2005).

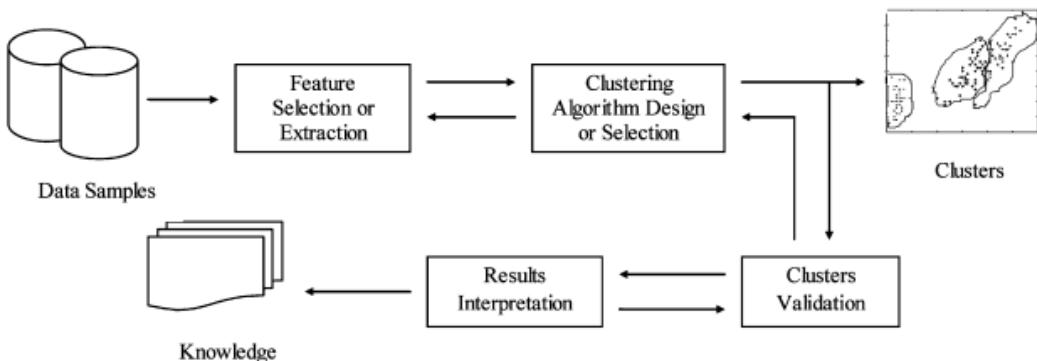


Abbildung 10: Vier Schritte einer Clusteranalyse (Xu & Wunsch, 2005, S. 646)

Clustering Algorithmen haben in den letzten Jahren gute Resultate bei Anwendungen in der realen Welt vorgewiesen. Sie spielen eine grosse Rolle bei der Entnahme von wichtigen

Informationen aus grossen Datenansammlungen. Sie werden verwendet um ein Muster in einer Sammlung von Daten zu erkennen. Da sie iterative Prozesse sind, wird man oft die Parameter anpassen müssen bis man ein gutes Resultat erlangt (Suganya & Shanthi, 2012).

Clustering gehört zum unüberwachten Lernen (eng. Unsupervised Learning), welches voraussetzt, dass man die Labels der Daten nicht kennt (Xu, R., & Wunsch, D., 2005). Das Ziel beim Clustering ist es Datenpunkte zu verschiedenen Sets bzw. Cluster zuzuordnen. Dies wird mit einem entsprechenden Algorithmus erreicht. Cluster besitzen je ein Centroid, ein Zentrum des Clusters. Die Distanz vom Centroid zu allen Datenpunkten dieses Clusters ist minimiert (Cebeci & Yildiz, 2015). Backer and Jain beschreiben die Cluster Analyse als “eine Aufteilung einer Gruppe von Objekten in mehr oder weniger homogene Untergruppen, bei welchen die Ähnlichkeit zwischen Objekten innerhalb der Untergruppe grösser ist als die Ähnlichkeit zwischen den Objekten, welche verschiedenen Untergruppen angehören” (Xu & Wunsch, 2005, S. 645). Es gibt drei Arten von Clustering: hierarchisches, nicht-hierarchisches und eine Mischung der Beiden. Einer der bekanntesten nicht-hierarchischen Partitionierungsalgorithmen ist der K-means Algorithmus, welcher im nächsten Unterkapitel erklärt wird (Cebeci & Yildiz, 2015).

3.3.2 K-means Algorithmus

Der K-means Algorithmus wurde 1967 von MacQueen vorgestellt und ist ein Clustering Algorithmus, welcher Datenpunkte in k Gruppen einteilt. Der Parameter k muss vor Beginn der Ausführung des Algorithmus bestimmt werden. Es ist ein einfach zu implementierender und schneller Algorithmus, welcher jedoch einige Mängel aufzeigt, wenn die Daten schlecht getrennt oder sehr ähnlich sind. Zudem gibt es bei diesem Algorithmus keine Möglichkeit überlappende Cluster zu erkennen und scheitert bei verrauschten (eng. noisy) Daten (Cebeci & Yildiz, 2015).

Sei $X = \{x_1, x_2, \dots, x_n\}$ ein Datensatz und $V = \{v_1, v_2, \dots, v_c\}$ ein Set aus Clusterzentren in X Datensatz in p dimensionaler Dimension (R^p), wobei n die Anzahl Objekte, p die Anzahl Eigenschaften und c die Anzahl Cluster bzw. Partitionierung ist. Iterativ werden die Clustercentroide für jede Distanzmessung berechnet um die Summe in Bezug auf das angegebene Mass zu minimieren. Es wird versucht eine Zielfunktion, in unserem Fall die quadratische Fehlerfunktion (1) zu minimieren.

$$(1) J_{KM}(X; V) = \sum_{i=1}^c \sum_{j=1}^n D_{ij}^2 ,$$

wo D_{ij}^2 die ausgewählte Distanzmessung ist, welche generell in euklidischer Norm $\|x_{ij} - v_i\|^2$, $1 \leq i \leq c, 1 \leq j \leq n_i$ ist. n_i repräsentiert die Anzahl Datenpunkte im i -ten Cluster (Cebeci & Yildiz, 2015). Da das Finden der Parameter der Zielfunktion J_{KM} NP-hard ist, werden die Parameter aufgeteilt und separat optimiert. Der Vorteil daran ist, dass so das Optimum direkt berechnet werden kann und durch Iteration wird versucht das globale Optimum zu finden. Der Nachteil daran ist, dass der Algorithmus in einem lokalen Minimum stecken bleiben kann. Daher wird empfohlen den Algorithmus mehrmals durchzuführen und dann das beste Resultat aufgrund des besten Minimums zu wählen (Kruse et al., 2007). Mit jeder Iteration wird die Summe der Entfernung von jedem Objekt zu seinem Clusterzentrum minimiert. Die Objekte werden zwischen den Clustern verschoben, bis die Summe nicht mehr verringert werden kann. Folgende Schritte werden im K-means Algoirthmus durchgeführt (Cebeci & Yildiz, 2015):

1. Die Centroide der c Cluster werden zufällig von X gewählt.
2. Die Distanz zwischen den Datenpunkten und Clustercentroide wird berechnet.
3. Jeder Datenpunkt wird dem Cluster zugeordnet, wessen Centroid am nächsten ist.
4. Die Clustercentroide werden mit dieser Formel aktualisiert:

$$(2) v_i = \sum_{j=1}^{n_i} x_{ij} / n_i ; 1 \leq i \leq c$$
5. Die Distanzen der aktualisierten Clustercentroide werden erneut berechnet.
6. Wenn kein Datenpunkt einem neuen Cluster hinzugefügt wird, dann stoppt der Algorithmus, andernfalls werden die Schritte von 3 bis 5 wiederholt.

Eine Erweiterung des K-Means Algorithmus ist der Fuzzy C-Means Algorithmus. Dieser wird im nächsten Unterkapitel vorgestellt.

3.3.3 Fuzzy Clustering: Fuzzy C-Means Algorithmus

Einer der am meisten verwendeten Clustering Algorithmen ist der Fuzzy Clustering Algortihmus, welcher zum Soft Computing gehört. Soft Computing ermöglicht “eine naturbasierende Präzision von ungenauen Informationen, die den Wahrnehmungen von Menschen gerecht wird” (D’Onofrio & Portmann, 2017, S. 52). Im Jahre 1965 wurde die Fuzzy Set Theorie von Zadeh veröffentlicht bei der erstmals eine Funktion beschrieben wurde, die die Unsicherheit der Zugehörigkeit vorstellt. Indem man die Fuzzy-Sets verwendet, wird eine “ungenaue Klassenmitgliedschaftsfunktion” geliefert. Im Soft-Computing wird diese Theorie der Fuzzy-Sets mit Data-Mining-Techniken verbunden um Informationen aus grossen Sammlungen von natürlichen Daten zu erhalten. Beim Fuzzy-Clustering wird nicht darauf gezielt die Datenpunkte genau einem Cluster zuzuweisen, sondern durch die Mitgliedschaft der Daten bei mehreren Clustern wird ermöglicht, dass sich die Cluster in einer natürlichen Form vergrössern können. Es gibt zwei Aufteilungen von Fuzzy Clustering Algorithmen. Erstens die klassischen Fuzzy Clustering Algorithmen und zweitens die Shape Based Fuzzy Clustering Algorithmen. Ersteres kann wiederum in 3 Kategorien eingeteilt werden: Fuzzy C-means Algorithmus, Gustafson-Kessel Algorithmus und The Gatha-Geva Algorithmus. Zweiteres kann auch in drei Kategorien untergliedert werden: Circular Shaped Based Clustering Algorithmus, Elliptische Ehape Based Algorithmus und Generic Shape Based Clustering Algorithmus. Fuzzy Clustering wird meistens bevorzugt, da es natürlichere Resultate generiert, als das Hardclustering. Die einzelnen Datenpunkte erhalten einen Mitgliedschaftsgrad welcher sich zwischen 0 und 1 bewegt. Je grösser die Zahl, desto eindeutiger ist die Mitgliedschaft in einem Cluster. Ein Datenpunkt kann jedem Cluster mit einem Grad zwischen 0 und 1 angehören. Alle Mitgliedschaftsgrade eines Datenpunktes summieren sich zusammen zu 1 (Suganya & Shanthi, 2012).

Sei $X = \{x_1, x_2, \dots, x_n\}$ ein Datensatz und $V = \{v_1, v_2, \dots, v_c\}$ ein Set aus Clusterzentren in X Datensatz in p dimensionaler Dimension (R^p), wobei n die Anzahl Objekte, p die Anzahl Eigenschaften und c die Anzahl Cluster bzw. Partitionierung ist. Beim Fuzzy Clustering Algorithmus wird wie bei (1) die Zielfunktion minimiert (Cebeci & Yildiz, 2015):

$$(3) J_{FCM}(X; U, V) = \sum_{i=1}^c \sum_{j=1}^n u_{ij}^m D_{ijA}^2.$$

Der Unterschied zu (1) liegt darin, dass beim Soft Clustering die quadratischen Fehler gewichtet sind und beim Hardclustering nur quadratische Fehler verwendet werden. U ist bei der Gleichung (3) die Fuzzy Partitioning Matrix, welche vom Datensatz X berechnet wird. Die Gleichung von U ist wie folgt,

$$(4) U = [u_{ij}] \in M_{FCM}.$$

Die Matrix U hat die Dimension $c \times n$, wobei jedes Element in U einen Wert vom i -ten Datenpunkt zum j -ten Cluster hat. U zeigt somit die Mitgliedschaft der n Datenpunkte mit den j Clustern an. V ist ein Prototypvektor aus den Centroiden der Cluster:

$$(5) V = [v_1, v_2, \dots, v_c], v_i \in R^p.$$

D_{ijA}^2 beschreibt die Distanz zwischen der i -ten Eigenschaftsvektor und dem Centroid des j -ten Clusters. Die Gleichung der Distanz wird mit einem quadrierten, normierten inneren Produkt aufgestellt:

$$(6) D_{ijA}^2 = \|x_j - v_i\|_A^2 = (x_j - v_i)^T A (x_j - v_i)$$

Die Gleichung (6) beinhaltet die positive und symmetrische Normmatrix A . Das innere Produkt mit A ist die Distanz zwischen den Clustercentroiden und der Datenpunkte. Falls A gleich gross ist wie I , dann ist D_{ijA}^2 in Euklidischer Norm. In der Gleichung (3) ist m ein fuzzifier

Parameter oder auch gewichteter Exponent. Sein Wert ist eine reelle Zahl, die grösser als 1 sein soll. ($m \in [1, \infty)$). Wenn $m = 1$ dann wird das Clustering “crisp bzw. hard” und wenn sich m dem Unendlichen nähert, dann ist das Clustering “fuzzy”. In den meisten Fällen wird für m die Zahl 2 gewählt. Die Zielfunktion wird mit den folgenden Einschränkungen minimiert:

$$(7) u_{ij} \in [0, 1]; 1 \leq i \leq c, 1 \leq j \leq 1n$$

$$(8) \sum_{i=1}^c u_{ij} = 1; 1 \leq j \leq n$$

$$(9) 0 < \sum_{j=1}^n u_{ij} < n; 1 \leq i \leq c$$

Wenn das Maximum der Iterationen des Algorithmus oder der Unterschied zwischen den zwei konsekutiven Werten der Zielfunktion kleiner ist als die prädefinierte Konvergenzwert (ϵ). Folgende Schritte werden für den Fuzzy Clustering Algorithmus verwendet (Cebeci & Yildiz, 2015):

1. Initialisiere $U = [u_{ij}]$ Matrix, $U^{(0)}$
2. Berechne die Prototypvektoren $v_i = \frac{\sum_{j=1}^n u_{ij}^m x_j}{\sum_{j=1}^n u_{ij}^m}$
3. Aktualisiere $U^{(k)}, U^{(k+1)}$
4. Berechne die Mitgliedschaft mit: $u_{ij} = \frac{1}{\sum_{k=1}^c (\frac{D_{ij} A}{D_{kj} A})^{2/(m-1)}}; 1 \leq i \leq c, 1 \leq j \leq n$
5. *if* $\|U^{(k+1)} - U^{(k)}\| < \epsilon$ dann STOP; ansonsten gehe zu Schritt 2. k ist die Iterationszahl.

Der Fuzzy c-means Algorithmus konvergiert immer strikt gegen das lokale Minimum von J_{FCM} indem man mit einer initialen Annahme von u_{ij} beginnt. Jede andere initiale Annahme von u_{ij} könnte das lokale Minimum verändern (Xie & Beni, 1991).

Der Vorteil der Fuzzy Version des Algorithmus ist, dass er eine stabile und robuste Klassifikationsmethode ist, welcher gegenüber der Initialisierung nicht empfindlich ist und es sehr unwahrscheinlich ist, dass er in einem unerwünschten lokalen Minimum stecken bleibt, wie die Hard Version davon (Kruse et al., 2007).

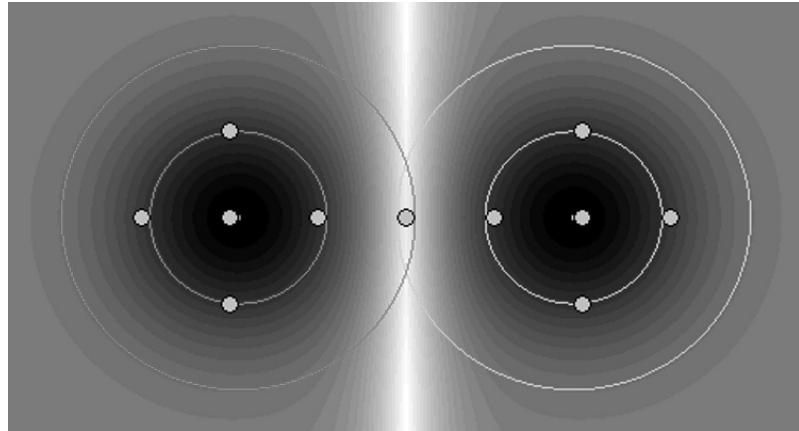


Abbildung 11: Ein symmetrischer Datensatz mit zwei Cluster (Kruse et al., 2007, S. 8)

Hier wird ein Beispiel gezeigt wie sich die zwei “Hard” und “Fuzzy” Algorithmen gegenüber verhalten. In der Abbildung 11 wird ein Datensatz gezeigt, welcher zweidimensional und symmetrisch ist. Es soll die Aufteilung in zwei Cluster darstellen. Die Farbe des Hintergrunds zeigt den Grad der Mitgliedschaft zum Cluster an. Je näher ein Datenpunkt an einem Clusterzentrum ist, desto dunkler ist der Hintergrund. In diesem Beispiel sieht man wie in der Mitte der beiden Cluster ein Datenpunkt ist. Diese würden als Äquimitgliedschaftsvektor $(1, 0)^T$ bzw. $(0, 1)^T$ haben. Die 1 zeigt den grösstmöglichen Mitgliedschaftsgrad an, die 0 den tiefsten.

Das Besondere am Fuzzy Clustering ist, dass der Datenpunkt welcher sich genau zwischen den Clustern befindet einen Äquimittgliedschaftsvektor $(0.5, 0.5)^T$ besitzt. Hingegen beim Hard Clustering würde er einem Cluster zugeordnet werden, obwohl er keinem der beiden Clusterzentren näher ist (Kruse et al., 2007).

Nachteile des Algorithmus sind die lange Berechnungszeit, die Empfindlichkeit gegenüber Noise und es werden tiefe Mitgliedschaftsgrade bei Ausreisser erwartet. Mögliche Erweiterungen sind der Possibilistische C-Means, der Fuzzy Possibilistische C-Means und der Possibilistische Fuzzy C-Means Algorithmus, welche in dieser Arbeit nicht weiter angeschaut werden (Suganya & Shanthi, 2012).

3.3.4 Optimale Anzahl Cluster

Eine der Herausforderungen beim Clustering ist die optimale Anzahl Cluster zu finden. Der Fuzzy Partition Coefficient FPC kann verwendet werden, um diese Anzahl zu bestimmen, indem er den Grad der Clusterüberschneidungen berechnet (Vojjila, 2018). Der Intervall des FPC liegt bei $[0, 1]$. Der Wert 1 zeigt, dass sich keine Cluster überlappen. Der FPC wird wie folgt berechnet (Lakaju, Ajienka, Khanesar, Burnap, & Branson, 2021):

$$(10) \quad FPC = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n \sum_{j=1}^c u_{ij}^2,$$

wo n Anzahl Datenpunkte und c Anzahl Cluster. Diese Formel wird mit verschiedener Anzahl Cluster durchgeführt und die Clusteranzahl mit dem höchsten Wert für den FPC gilt als die beste Anzahl (Lakaju et al., 2021).

3.4 Implementierung

Auf Grundlage der vorherigen Kapitel wird nun die Implementierung der Webseite erläutert. Zuerst werden die Programmiersprachen vorgestellt. Anschliessend wird auf das Frontend eingegangen und zum Schluss auf das Backend mit der Datenbank und der Berechnung des “besten” Orts mit dem Algorithmus, welcher im Kapitel 3.3 vorgestellt wurde.

3.4.1 Programmiersprachen

Für das Interface wurde die Programmiersprache JavaScript gewählt. Die dazugehörige Bibliothek, die gewählt wurde, ist React.js³. Sie wird verwendet um User Interfaces zu erstellen (Boduch & Derks, 2020). React.js wurde von Facebook kreiert und ist weit verbreitet für seine Einfachheit. Es ist bekannt dafür User Interface Teile wiederverwendbar zu machen. Die Webseite und seine dazugehörigen Elemente werden durch ein “Rendering” aktualisiert. Im Gegensatz zu JavaScript wird bei React.js nicht mit Layouts, sondern mit Komponenten gearbeitet (Rawat & Mahajan’s, 2020). React funktioniert als “View Layer” in einer Applikation. Das Grundprinzip ist folgendes: Code einer Applikation generiert Daten, welche durch die React Komponente an der Browser geleitet wird, um so das HTML auf die Webseite zu bringen (Boduch & Derks, 2020). Siehe Abbildung 12.

Es gibt zwei wichtige APIs in React: Die React Komponent API und React DOM. Die Komponente wird gerendert und der DOM rendert auf die Webseite. Innerhalb der Komponente gibt es die Daten, den Lebenszyklus, Events und JSX (Boduch & Derks, 2020). JSX steht für JavaScript XML und wird in React als Markup verwendet, damit es einfacher ist die Komponenten zu lesen und zu schreiben (Vipul & Sonpatki, 2016). Siehe Abbildung 13. Damit React funktioniert wird Node und NPM benötigt (Rawat & Mahajan’s, 2020).

Das Backend wurde mit dem Web Framework Django⁴ programmiert. Django ist 2003 auf Basis von Python entwickelt worden. Es fördert eine schnelle Entwicklung von Applikationen und besitzt eine Model-View-Controller Architektur. Eine MVC Architektur teilt das Datenmodell, das

³<https://reactjs.org/>

⁴<https://docs.djangoproject.com>

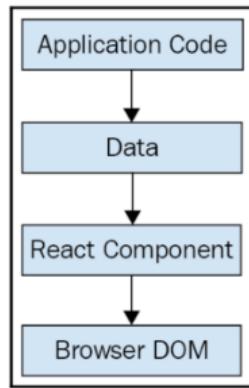


Abbildung 12: React: View Layer (Boduch & Derks, 2020, S. 10)

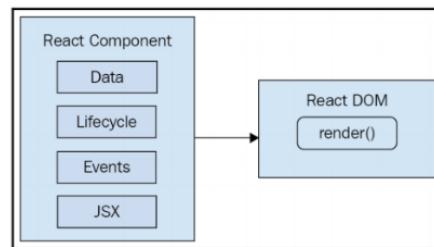


Abbildung 13: React: View Layer (Boduch & Derks, 2020, S. 11)

User Interface und die Kontrolllogik voneinander (Plekhanova, 2009). Siehe Abbildung 14. Um Django zu installieren wird zuerst Python benötigt. Danach kann Django heruntergeladen werden.

Die Datenbank ist ein wichtiger Teil der Webseite, da sie die gesammelten Daten speichert. Die verwendete Datenbank ist SQLite3. SQLite wurde im Jahre 2000 in der Sprache C geschrieben und hat die Besonderheit, dass sie ohne externe Abhängigkeiten funktioniert und somit verschiedene Programmiersprachen und Betriebssysteme unterstützt (Junyan, Shiguo, & Yijie, 2009). Außerdem wird kein Server benötigt und somit auch keine Konfigurierung. Nachteile dieser Datenbank sind, dass es durch das Fehlen des Servers keine Möglichkeit gibt von einer anderen Maschine auf die Datenbank zuzugreifen und, dass es nicht für grossangelegte Applikationen geeignet ist (*SQLite vs MySQL - Comparing 2 Popular Databases - KeyCDN Support*, 2018).

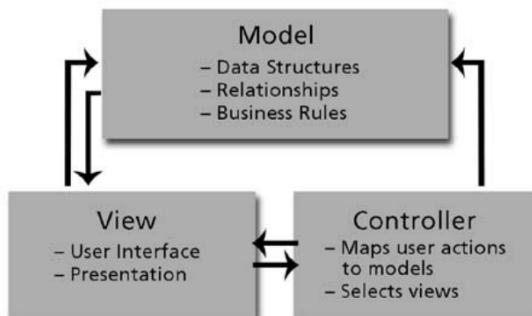


Abbildung 14: MVC (Plekhanova, 2009, S. 4)

3.4.2 Frontend: Interface

Wie bereits im vorherigen Kapitel der Programmiersprachen erwähnt, wird für das Frontend die Bibliothek React.js verwendet. Es wurden vier Seiten erstellt, um dem Benutzer die Möglichkeit zu geben sich anzumelden bzw. ein Benutzerkonto zu erstellen und um auf der Kartenseite die Standortwünsche der verschiedenen Dienstleistungen auf einer Karte preisgeben zu können. Die Evaluierungsseite wird nur für die Experten und den Admin sichtbar sein, wo der Algorithmus den “besten” Ort für die verschiedenen Dienstleistungen berechnet.

Auf der Webseite wird man als Allererstes auf die Loginseite geleitet. Falls man noch kein Benutzerkonto eingerichtet hat, kann man sich durchs Anklicken des Navigationsitems “Signup” in der Navigationsleiste oder über den blauen Link unterhalb des Logins auf die “Signup” Seite bewegen, um dort sein Konto zu erstellen (Abbildung 15). Für Passwörter wird eine Länge von 8 Charakteren verlangt. Nach Erstellen eines Kontos wird der Benutzer wieder auf die Loginseite geführt um sich anzumelden. Das Login beruht auf Authentifizierung mit Tokens. Tokens werden verwendet, um dem Benutzer Zugriff auf verschiedene Ressourcen der Webseite zu gewähren und werden im Backend generiert. Beim Login werden der Benutzername und das Passwort mit Axios ans Backend gesendet. Axios ist eine HTTP-Client-Bibliothek, die es ermöglicht, Anfragen ans Backend zu machen, um Daten zu erhalten oder sie ans Backend zu übergeben (Barger, 2021). Bei korrektem Benutzernamen mit Passwort wird als Antwort des Backends ein Token ans Frontend gesendet. Falls man sich in ein nicht-existierendes Konto anmelden möchte, oder das Passwort zum dazugehörigen Benutzernamen falsch ist, wird eine Meldung auf der Webseite angezeigt. Wenn die Anmeldung erfolgreich war, wird der Benutzer auf die Seite “Karte” umgeleitet.

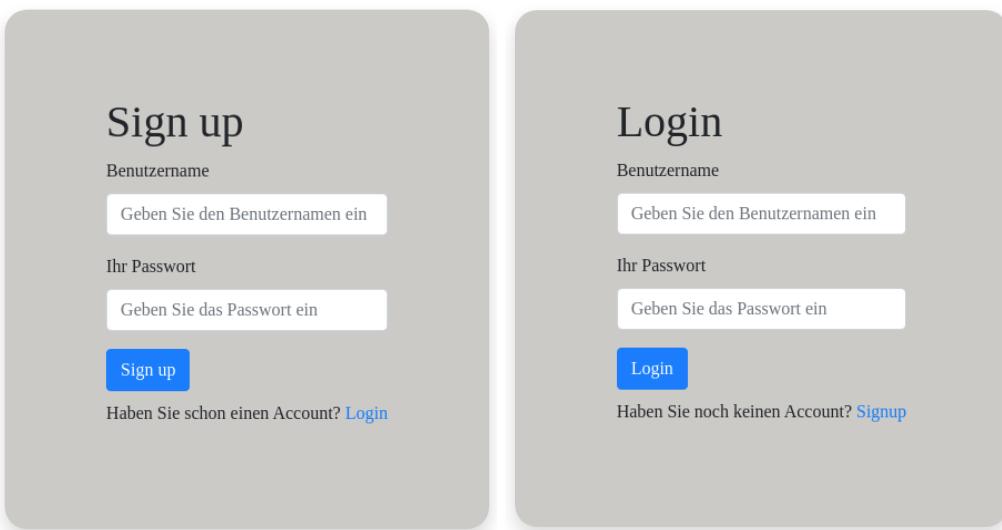


Abbildung 15: Login und Signup

Um die Daten der Webseite zu organisieren wird Redux⁵ verwendet, welches ein vorhersehbarer Zustandscontainer (“predictable state container”) ist. Dabei werden drei Grundkonzepte verwendet: Store, Reducer und Actions. Im Reducer werden alle Reducer der Komponenten gespeichert und miteinander verbunden. Der Reducer verändert den State durch Actions. Actions sind die Quelle der Information und Store zeigt den jetzigen Zustand der Daten an (Płonński, 2020a). Siehe Abbildung 16.

Die Kartenseite wird dafür verwendet dem Benutzer eine Karte zu zeigen, bei welcher er die verschiedenen Services als Markierungen auf der Karte platzieren kann. Man entschied sich für vier Services: Lebensmittelgeschäft, Recyclingstelle, die Post und Stationen des öffentlichen Verkehrs. Das Lebensmittelgeschäft wurde ausgesucht, da es eine Lebensnotwendigkeit ist und die Recyclingstelle, um die Umgebung nachhaltiger gestalten zu können. Die Post wurde ausgesucht, da einige Poststellen geschlossen wurden und die Bewohner unzufrieden waren. Die Stationen für

⁵<https://redux.js.org/>

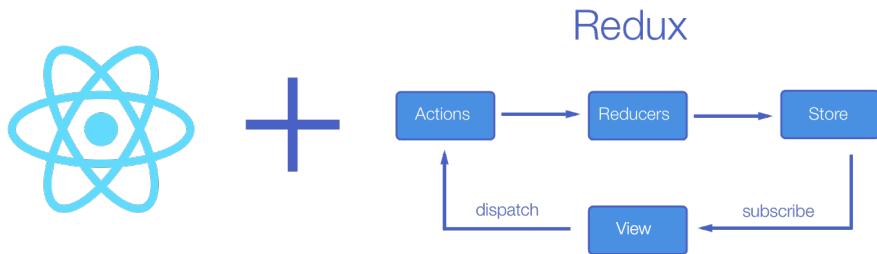


Abbildung 16: React und Redux (Onsen UI & Monaca Team, 2018)

den öffentlichen Verkehr wurden integriert, da die Mobilität mit öffentlichem Verkehr ein wichtiger Bestandteil ist, um den CO₂-Ausstoss von Autos zu vermindern. Um die Karte zu verwenden, werden die Benutzer aufgefordert auf den Button mit dem jeweiligen Servicenamen mit Logo zu klicken. Anschliessend werden sie gebeten den gewünschten Standort auf der Karte auszuwählen. Jede Markierung kann wieder gelöscht werden bzw. kann jede einzeln oder alle gleichzeitig mit den "Löschen" bzw. "Alle löschen" Buttons entfernt werden. Wenn der Benutzer mit der Platzierung der Markierungen auf der Karte zufrieden ist, kann er seine Vorschläge mit dem "Senden" Button abschicken. Die Daten werden dann mit Axios ans Backend geschickt und dort in der Datenbank unter dem gleichnamigen Benutzer hinterlegt. Falls der Benutzer seine Daten verändern möchte, ist dies für ihn möglich, indem er erneut seine Vorschläge auf der Karte platziert und sie sendet. Siehe die Abbildung 17 für die verschiedenen Funktionen der Seite. Die Kartenkomponente wird mit Google Maps verwendet. Der Google Maps Service kann mit einem API Schlüssel aktiviert werden.

Karte

Klicken Sie auf die Buttons um einen Service auszusuchen. Klicken Sie dann auf die Karte, wo Sie sich diesen Service wünschen würden.
Jeder Service ist auf eine Markierung begrenzt. Klicken Sie anschliessend auf Senden um Ihre gewünschten Orte zu senden.
Vielen Dank für die Partizipation!

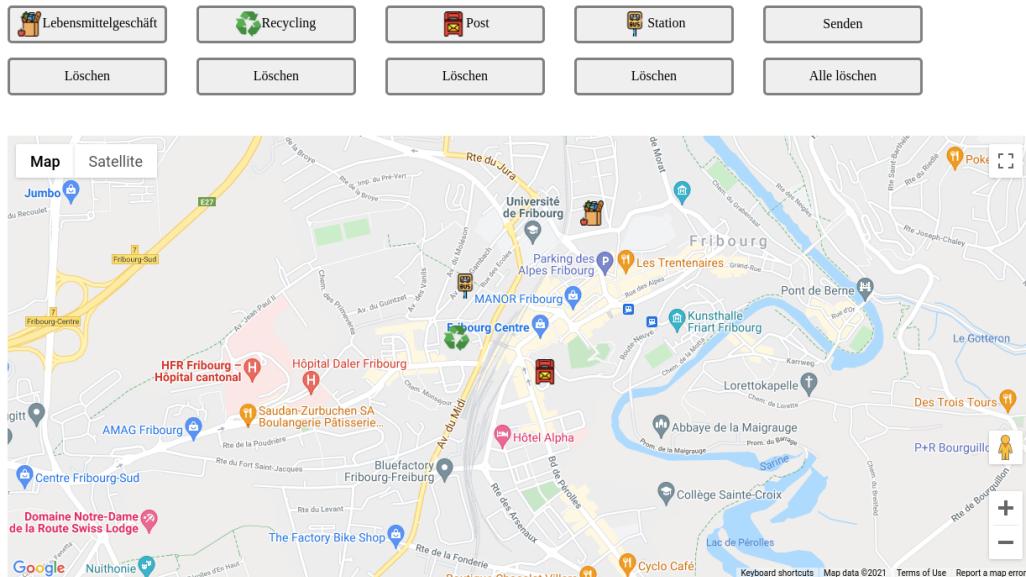


Abbildung 17: Seite: Karte

Die Seite "Evaluierung" dient zur Ansicht aller Vorschläge der Bürger und der berechneten "besten" Orte. Die Hauptkarte, welche sich auf der Webseite zuoberst befindet, zeigt alle

gesammelten Datenpunkte (Abbildung 18). Die vier weiteren Karten zeigen die vorgeschlagenen Clusterzentren der dazugehörigen Service. Dies sind die jeweilig “besten” Orte für die Dienstleistungen. In der Abbildung 19 sieht man die “besten” Orte für die Dienstleistung Station, welche mit allen Vorschlägen der Bürger berechnet wurde. Die Clusterzentren wurden im Backend mit dem FCM Algorithmus ausgerechnet und mit dem FPC wurde die optimale Anzahl Cluster bestimmt. Die Clusterzentren werden mit Axios ins Frontend gebracht und werden auf den Karten mit Markierungen angezeigt. Die Markierungen sind die neutralen von Google Maps, um den Standort der einzelnen Punkte besser zu sehen. Die Evaluierungsseite ist nur für Admin und Experten zugänglich, da die Daten auf den Karten als Empfehlung für die Experten dienen.

Alle Datenpunkte eines Service

Hier sehen Sie die Karte mit allen Datenpunkten des jeweilig ausgewählten Service. Klicken Sie auf den Button mit dem Servicenamen um den Service zu ändern.

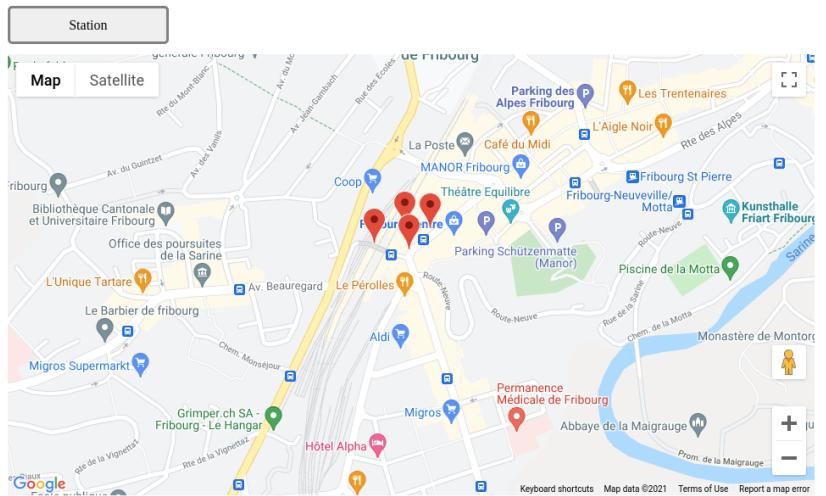


Abbildung 18: Alle Datenpunkte eines Service

Station: Anzahl Zenter=1



Abbildung 19: Evaluierung zum jeweiligen Service

3.4.3 Backend: Anwendung des Algorithmus und DB

Das Backend wurde, wie im Kapitel “Programmiersprachen” bereits erwähnt, mit dem Framework Django programmiert.

Das Backend wurde so aufgebaut, dass sich ein Benutzer zuerst anmelden muss. Damit wird verhindert, dass bei Änderung der Datenpunkte, nicht weitere Daten hinzugefügt werden, sondern, dass die vorherigen Daten verändert werden. Der Benutzer bestimmt einen Benutzernamen und ein dazugehöriges Passwort im Frontend.

Für die Implementierung der Anmeldung, Kontoerstellung und Abmeldung basierte man sich auf das Tutorial Płoński (2020b).

Die Token-basierte REST API Authentifizierung wurde mit Djoser⁶ und Django Rest Framework⁷ implementiert. Die Djoser Bibliothek wird spezifisch für das Login und Signup mit Tokens verwendet. Es wurde die Token-basierte Authentifizierung ausgewählt anstelle der JWT Authentifizierung. Der Unterschied der beiden liegt in verschiedenen Bereichen. Zum einen wird bei der Token-basierten Authentifizierung bei jeder Request überprüft, ob das Token existiert und gültig ist, das Token wird für alle Sessions verwendet, das Token hat keine Ablaufzeit und der Benutzer kann durch eine Änderung des Tokens in der Datenbank zum Abmelden gezwungen werden. Bei der JWT-Authentifizierung hingegen wird kryptographisch die Gültigkeit des Tokens überprüft, es wird für jede Session ein neues Token generiert und das Token verliert seine Gültigkeit nach einer bestimmten Zeit. Für diese Webseite entschied man sich für eine Token-basierte Authentifizierung, da man das Token nicht nach einer bestimmten Zeit erneuern muss (Płoński, 2020c).

In der Abbildung 20 ist die Authentifizierung zwischen dem Client und dem Server dargestellt. Beim Login wird mit Axios eine Post Request gemacht, welche dem Server den Benutzernamen und das Passwort schickt. Der Server überprüft diese Angaben und schickt bei korrekter Anmeldung ein Token zurück zum Client. Der Client speichert das Token und bei jeder Anfrage für bestimmte Ressourcen aus dem Backend wird im Header das Token mitgeschickt, um dem Server mitzuteilen, dass man berechtigt ist. Der Server schickt bei einem korrekten Token dem Client die Ressourcen (Płoński, 2020c).

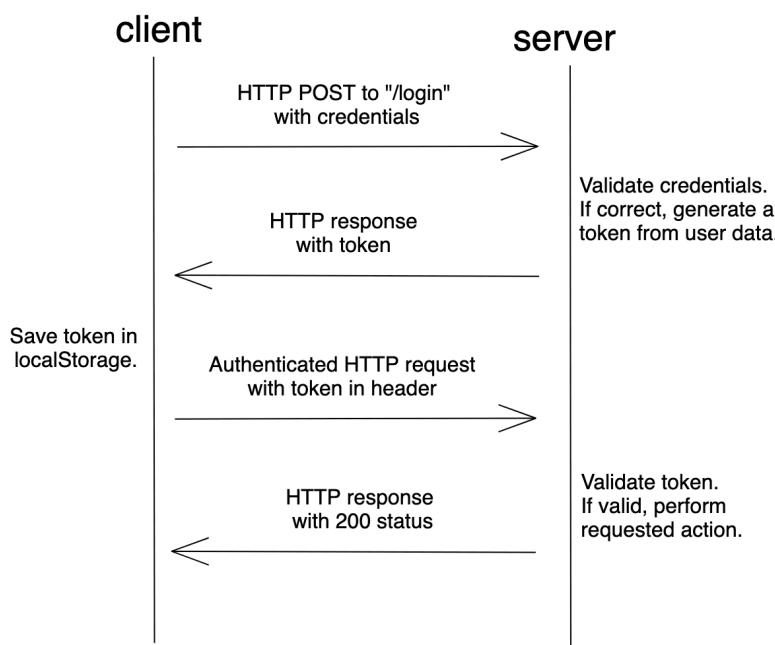


Abbildung 20: Authentifizierung

⁶https://djoser.readthedocs.io/en/latest/getting_started.html

⁷<https://www.djangoproject.org/>

In der Datenbank werden die Vorschläge der Benutzer gespeichert. Für jeden Benutzer werden die Datenpunkte der vier Services als Breiten- und Längengrad gespeichert.

Für die Berechnung des “besten” Ortes wurde der FCM Algorithmus ausgewählt, da er bei einer Sammlung von Daten, welche sehr nahe beieinander sind, bessere Resultate erzielt, als der K-Means.

Es wurde SciKits Implementierung des Fuzzy C-Means Algorithmus verwendet (siehe Appendix A). Dies ist die Funktion, welche den Algorithmus ausführt:

```
cmeans(data, c, m, error, maxiter, metric='euclidean', init=None, seed=None)
```

Für die Variable *data* wurden Längen- und Breitengrade als *x* und *y* eingegeben. Für die Anzahl Cluster *c* wird bei jedem Durchgang die Zahl um eins erhöht. Der Loop beginnt mit *c* = 2, da für *c* = 1 der Fuzzy Partition Coefficient FPC immer das Maximum 1 ergibt und dies bedeutet, dass Clusteranzahlen von mehr als 1 nicht beachtet werden, wenn sie einen FPC von weniger als 1 aufweisen. Die Funktion für den FPC ist wie folgt:

```
def fp_coeff(u):
    n = u.shape[1]
    return np.trace(u.dot(u.T))/float(n)
```

Der Fehler wurde auf 0.005 gesetzt und die maximale Anzahl Iterationen auf 1000. Diese beiden Werte wurden von der Dokumentation übernommen. Die Metrik wurde auf Euclidean “default” gelassen. Als Initialisierungsmatrix wurde “None” gewählt. Ein Seed, also eine Zahl um den Zufall zu starten, wurde nicht gewählt. Für die Bestimmung vom Grad der Unschärfe *m* wurde ein Vergleich von verschiedenen *m*’s gemacht. Je grösser *m* ist, desto weniger Cluster werden erstellt, da sie fuzzier werden. Fuzzy heisst, dass die einzelnen Datenpunkte nicht nur einem Cluster angehören sondern mehreren. Je fuzzier, desto verteilter ist die Mitgliedschaft. Aus der Arbeit von Torra wurde erkannt, dass sich die Cluster erst verändern, wenn der Unterschied von zwei *m*’s grösser ist als 0.5 (Torra, 2015). Es wurde für *m* die Zahlen 31, 32 und 36 getestet. Dies sind ungewöhnlich grosse Werte. Bei kleineren Werten gab es keine Veränderungen beim ausgewählten Datenset von vier Datenpunkten. Je grösser *m* gewählt wird, desto “fuzzier” wird der Algorithmus. Im Appendix C sind vier Szenarien in der ersten Kolonne sichtbar. Beim ersten Szenario wurden vier Datenpunkte in der Stadt Freiburg und Agglomeration gesetzt. Ein Datenpunkt befindet sich im Zentrum der Stadt, die anderen befinden sich in Vororten. Bei *m* = 31 werden die “besten” Orte an der gleichen Stelle empfohlen, wo die vier Datenpunkte sind. Bei Erhöhung von *m* auf 36 werden nur noch zwei “beste” Orte empfohlen. Eine Empfehlung befindet sich im Zentrum von Freiburg und die zweite Empfehlung in der Nähe eines Vorortes. Die Resultate mit *m* = 36 sind in diesem Fall nicht sehr optimal, da sich die anderen Vororte benachteiligt fühlen könnten. Beim zweiten Szenario wurden vier Datenpunkte in 4 angrenzende Dörfer gesetzt. Mit *m* < 36 gab der Algorithmus dieselben 4 Dörfer als Resultat an. Bei *m* = 36 wurden noch zwei Empfehlungen angegeben, nämlich im Dorf, welches von den drei anderen am weitesten entfernt ist und das Dorf, welches sich ziemlich in der Mitte der drei Dörfer befindet. Diese Empfehlung ist optimal, wenn die Bewohner den Weg zum anderen Dorf auf sich nehmen würden, falls sie in den zwei Dörfern ohne Dienstleistung wohnen würden. Beim dritten Szenario, wo drei Datenpunkte in der Stadt Freiburg fast am selben Ort und ein Datenpunkt mit einer Distanz von ca. 10 Kilometer gesetzt wurden, gab es mit den verschiedenen *m*’s keine grossen Unterschiede bei den empfohlenen “besten” Orten. Auf dem Graph sieht man, dass wenn *m* < 31 ist, die Möglichkeit besteht, dass die Empfehlung dieselben 4 Datenpunkte zeigt. Bei *m* > 31 sieht man mit steigendem Wert, dass der FPC Wert für mehr als 2 Empfehlungen sinkt. Das letzte Szenario zeigt 4 Datenpunkte am Bahnhof der Stadt Freiburg. Mit *m* < 31 berechnet der Algorithmus dieselben 4 Stellen am Bahnhof, bei *m* = 32 gibt der FPC an, dass zwei Datenpunkte das Optimum wären. Es wurde jedoch zusätzlich programmiert, dass bei einer Empfehlung von zwei Datenpunkten die Distanz der Beiden berechnet wird um der Limitierung des FPC entgegen zu wirken. Die zwei Datenpunkte sind näher als 0.1 Kilometer, somit wird nur eine Markierung empfohlen. Aus den Vergleichen der verschiedenen Szenarien mit verschiedenen Werten für *m* entschied man sich *m* = 35 zu setzen und behielt dies für den Benutzertest bei, welcher beim Kapitel 4 erläutert wird.

3.5 Bedienungsanleitung der Applikation

3.5.1 Frontend

Siehe das README.md auf Gitlab:

<https://gitlab.com/ghoussod/ba-frontend>

3.5.2 Backend

Siehe das README.md auf Gitlab:

<https://gitlab.com/ghoussod/ba>

3.6 Zusammenfassung des Prototyps

In diesem Kapitel wurden die Fragestellungen “Wie kann man eine benutzerfreundliche Webseite, die die Kollaboration zwischen Einwohner und Experten unterstützt, erstellen?” und “Wie sollen die Daten verarbeitet werden, bevor sie an die Experten gehen?” recherchiert. Der Prototyp einer Webseite wurde vorgestellt, welcher die Bürgerbeteiligung in der Raumplanung ermöglichen soll. Die Bürger sollen ihre Vorschläge zu neuen Standorten für verschiedene Dienstleistungen angeben können. Mittels eines Algorithmus werden die Daten ausgewertet um den Raumplanern die optimalen Standorte zu empfehlen.

Um die Webseite benutzerfreundlich zu gestalten können verschiedene Gesetze berücksichtigt werden. Beispiele dafür sind Fitts's Law, Jakob's Law und die Empfehlungen von Krug (2018). Um die Webseite auf seine Benutzerfreundlichkeit zu testen, werden zwei Testarten vorgestellt. Der qualitative und quantitative Test. Ersterer wird verwendet um viele Informationen durch wenige Teilnehmer zu bekommen, beim quantitativen wird das Experiment mit vielen Teilnehmern durchgeführt und numerisch ausgewertet.

Die Recherche nach dem “besten” Algorithmus führte zum Fuzzy Clustering Algorithmus, welcher Daten in Gruppen ordnet. Er ist eine Erweiterung des Hard Clustering Algorithmus, welcher die Datenpunkte nur einem Cluster zuordnet. Beim Fuzzy Clustering hingegen wird den Datenpunkten pro Cluster ein Mitgliedschaftsgrad gegeben. Diese Mitgliedschaftsgrade werden in einer Matrix gespeichert. So ist jeder Datenpunkt teil aller Cluster. Die Herausforderung bei Clustering Algorithmen ist die optimale Anzahl Cluster zu finden. Eine mögliche Berechnung dieser optimalen Anzahl stellt der FPC zur Verfügung.

Die Webseite wurde mit Django und React.js implementiert. Das Interface ermöglicht das Erstellen eines Kontos und die Anmeldung. Für die Authentifizierung des Benutzers werden Token verwendet. Des Weiteren ermöglicht das Interface das Senden der Standortvorschläge ans Backend, welches die Daten speichert, und für die Experten gibt es die Möglichkeit eine Auswertung der Daten zu erhalten. Die Auswertung erfolgt mit dem FCM Algorithmus und dem FPC. Der Grad der Unschärfe m wurde durch Vergleiche von verschiedenen Szenarien bestimmt. Der Wert wurde auf 35 gesetzt.

4 Evaluierung

In diesem Kapitel wird das Interface, der Algorithmus und die Datenbank evaluiert. Um die Benutzerfreundlichkeit zu prüfen wurde ein Benutzertest durchgeführt.

4.1 Interface

In diesem Unterkapitel wird das Interface der Webseite analysiert und evaluiert.

4.1.1 Benutzerfreundlichkeit

Um die Benutzerfreundlichkeit des vorgeschlagenen Prototyps zu testen, wurde ein Google Formular⁸ kreiert, welches beim Testen der Webseite als Wegweiser diente. Man entschied sich

⁸https://www.google.com/intl/de_ch/forms/about/

für einen qualitativen Test. Der Test ist in verschiedene Abschnitte unterteilt; darunter eine demographische Frage, eine Frage zur Bürgerbeteiligung und verschiedene Fragen und Szenarien zur Webseite mit einem nachfolgenden System Usability Scale (SUS) Fragebogen, welcher 10 Fragen beinhaltet (Abbildung 21). Zum Schluss wurden Fragen zur Verbesserung des Systems gestellt. Für die Berechnung des “besten” Ortes mit dem Fuzzy c-means Algorithmus wurde für die Variable m die Zahl 35 gewählt.

1. Ich kann mir sehr gut vorstellen, das System regelmäßig zu nutzen.
2. Ich empfinde das System als unnötig komplex.
3. Ich empfinde das System als einfach zu nutzen.
4. Ich denke, dass ich technischen Support brauchen würde, um das System zu nutzen.
5. Ich finde, dass die verschiedenen Funktionen des Systems gut integriert sind.
6. Ich finde, dass es im System zu viele Inkonsistenzen gibt.
7. Ich kann mir vorstellen, dass die meisten Leute das System schnell zu beherrschen lernen.
8. Ich empfinde die Bedienung als sehr umständlich.
9. Ich habe mich bei der Nutzung des Systems sehr sicher gefühlt.
10. Ich musste eine Menge Dinge lernen, bevor ich mit dem System arbeiten konnte.

Abbildung 21: System Usability Scale (SUS) (Wikipedia-Autoren, 2015)

Beim Test nahmen 5 Personen aus verschiedenen Altersklassen teil. Die jüngste Testperson ist zwischen 18-29 und die älteste Testperson ist zwischen 80-89 Jahre alt. Der Test wurde für vier Personen auf Deutsch ausgeführt und bei der fünften Person auf Französisch. Das Formular und die Webseite wurde mit Google Translate auf Französisch übersetzt. Zu Beginn wurde eine grobe Beschreibung der Bürgerbeteiligung anhand der Webseite gegeben. Während dem Test wurden Schwierigkeiten desselben notiert und am Schluss ins Formular übertragen.

5 Antworten

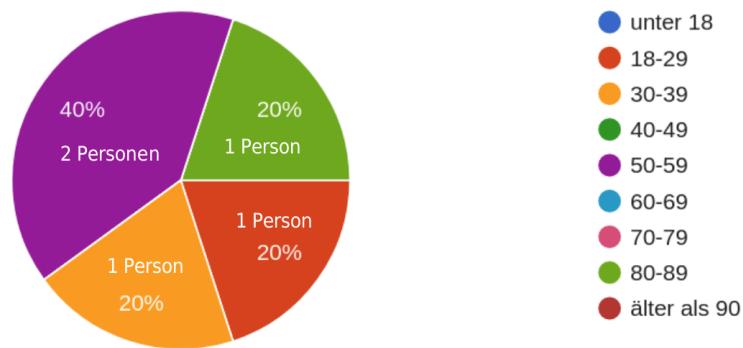


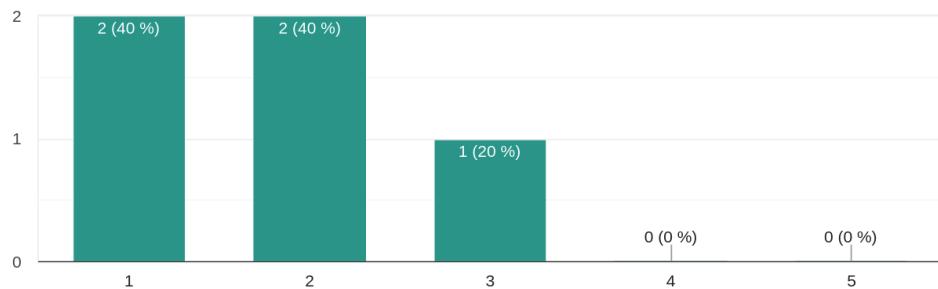
Abbildung 22: Altersklassen der Teilnehmer

Die Resultate der Tests sind folgende. Die fünf Teilnehmer sind sich nicht ganz sicher, ob sie sich bei der Raumplanung beteiligen würden, wenn es eine Möglichkeit gäbe. Beim Szenario ein Konto zu erstellen, gab es sehr unterschiedliche Resultate. Zwei der fünf Teilnehmer fanden es sehr einfach, je ein Teilnehmer fand es: eher einfach, eher schwierig oder keines der beiden. Beim Einloggen, gaben alle Testpersonen an, dass es eher einfach oder sehr einfach war. Der Grund für die Schwierigkeit beim Konto kreieren kann auf den Begriff “Signup” zurückgeführt werden. Für

drei Teilnehmer war es nicht klar, was der Begriff bedeutete. Beim Testen der Seite mit der Karte gaben die Teilnehmer für die verschiedenen Symbole ähnliche Begriffe wie auf der Webseite an. Einzig beim Recyclingsymbol war nicht ganz klar, dass es sich um genau dieses handelt. Es wurde vermutet, dass das Symbol für die Umwelt steht. Die Teilnehmer fanden alle Symbole hilfreich für die Erkennung der Dienstleistungen. Ausser einer Testperson, die das Recyclingsymbol nicht mit dem Begriff verbunden hat. Bei den vier Szenarien einen Vorschlag für die Dienstleistungen zu senden, wurde der Schwierigkeitsgrad zwischen sehr einfach und neutral eingestuft. Die ersten zwei Versuche eine Dienstleistung auf der Karte zu markieren und zu senden wurde von einer Testperson als neutral empfunden, bei den zwei weiteren Versuchen dann als eher einfach. Dies könnte man darauf schliessen, dass bei wiederholten Aufgaben, ein Lernprozess stattfindet (Abbildung 23).

Szenario 1: Senden Sie Ihren Vorschlag für eine neue Recyclingstelle. Wie schwierig war dies für Sie? □

5 Antworten



Szenario 3: Senden Sie Ihren Vorschlag für einen neuen Standort für einen Lebensmittelladen. Wie schwierig war dies für Sie? □

5 Antworten

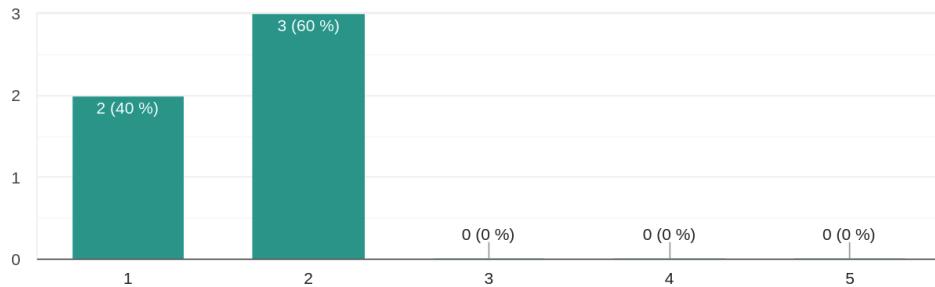


Abbildung 23: Kartenseite Szenario 1 vs. Szenario 3

Beim Szenario zuerst eine Dienstleistung von der Karte zu löschen und danach alle drei gleichzeitig, wurden verschiedene Meinungen zur Schwierigkeit angegeben. Zwei der Testpersonen empfanden es als sehr einfach, die anderen drei Testpersonen bewegten sich zwischen eher einfach und eher schwierig. Gründe, die dafür erwähnt wurden, sind die mehreren gleichen "Löschen" Buttons zu jeder Dienstleistung und den nicht sehr auffälligen "Alle löschen" Button. Die zwei Szenarien zur Evaluierungsseite der Webseite ergaben, dass es eher schwierig war die Karte mit allen Datenpunkten der Vorschläge der Benutzer auf den Service "Post" zu ändern. Der Button war für die meisten nicht sehr ersichtlich und konnte nicht mit der Karte in Verbindung gebracht werden, da die Markierungen nicht gleich waren wie bei der Seite "Karte". Für einige war es auch nicht klar, dass die Datenpunkte in der ersten Karte auf der Seite "Evaluierung" alle Vorschläge der Benutzer darstellen sollen. Beim zweiten Szenario waren die Teilnehmer aufgefordert worden die oberste Karte mit allen Datenpunkten eines jeweiligen Service mit den vier unteren Karten der jeweiligen Auswertung eines Service zu vergleichen. Die Aufgabe bereitet denjenigen Mühe, welche auch schon beim ersten Szenario die Karte mit allen Datenpunkten nicht mit den Vorschlägen der

Benutzer in Verbindung brachten. Die Zufriedenheit der berechneten “besten” Orte ist neutral bis eher zufrieden (Abbildung 24). Gründe dafür waren, dass es bei einigen Testpersonen zu wenige “beste” Orte vorgeschlagen hat, obwohl nach Meinung der Testpersonen die Datenpunkte genug weit auseinander lagen.



Abbildung 24: Evaluationsseite: Szenario 2

Die Auswertung vom SUS Fragebogen hat einen Wert von 2.14 ergeben. Der beste Wert liegt bei 1 und der schlechteste bei 5.

	Tester 1	Tester 2	Tester 3	Tester 4	Tester 5	Durchschnitt	Polarisierter Durchschnitt
Frage 1	3	2	4	4	2	3.0	3.0
Frage 2	4	5	4	3	3	3.8	2.2
Frage 3	2	1	3	3	2	2.2	2.2
Frage 4	3	5	4	3	4	3.8	2.2
Frage 5	2	1	2	1	3	1.8	1.8
Frage 6	4	5	3	4	2	3.6	2.4
Frage 7	1	1	1	1	1	1.0	1.0
Frage 8	4	5	3	4	4	4.0	2.0
Frage 9	2	1	4	2	2	2.2	2.2
Frage 10	4	5	2	2	5	3.6	2.4
Total SUS Wert							2.14

Abbildung 25: Auswertung des SUS Fragebogens

Von den Testpersonen wurden verschiedene Verbesserungsvorschläge notiert. Einer der häufigsten Wünsche ist es die Evaluierungsseite anders zu gestalten, zum Beispiel die Karte mit allen Datenpunkten neben der Karte mit den berechneten besten Orten. So wäre es einfacher die Datenpunkte zu vergleichen. Zudem wäre es sinnvoll den Button zum Wechseln der Dienstleistung auf der Evaluierungsseite sichtbarer zu machen. Eine weiterer Vorschlag ist die Änderung des Begriffs “alle Datenpunkte” bei der Karte auf der “Evaluierungsseite” zu einem Titel wie “Vorschläge der Bürger” oder nur “Vorschläge”. Des Weiteren wurde der Vorschlag gebracht “Signup” und die Meldungen auf Deutsch zu übersetzen. Andere Vorschläge sind: eine Erklärung der Berechnung der “besten” Orte zu integrieren, ausführlicher erklären wie man das System bedienen soll, die vier Symbole grösser machen, ein anderes Symbol verwenden für die Markierung bei der Evaluierung, die Möglichkeit die Symbole auf die Karte zu ziehen und weniger Löschbuttons zu haben. Zusätzlich wurden die Wünsche geäussert die Karte bei der Kartenseite zu vergrössern, um einen besseren Überblick zu haben, das System auch funktionsfähig zu machen, wenn die Webseite mit Google Translate übersetzt wird, einen zusätzlichen Service “Bankomat” hinzuzufügen, eine Legende der Symbole zu haben, eine Seite mit den Zielen dieser Beteiligung,

dass man selber auch Vorschläge für neue Service bringen kann und dass es die Möglichkeit gibt, auch zu erklären, warum man einen Service an einen bestimmten Ort gesetzt hat.

Ein weiterer wichtiger Punkt für die Benutzerfreundlichkeit ist heutzutage die Mobilität eines Systems. Die Webseite wurde nur für den Gebrauch auf einem Computer implementiert. Eine Erweiterung, wäre eine Applikation für Smartphones um jederzeit die Möglichkeit zu haben neue Standortvorschläge zu senden. Dies gibt dem Benutzer die Möglichkeit neue Ideen während beispielsweise einem Spaziergang direkt zu notieren.

4.1.2 Login/Signup

Benutzer melden sich mit einem einzigartigen Benutzernamen an, damit nicht zwei gleichnamige Konten erstellt werden können. Der Vorteil ist, dass bei erneutem Senden von Daten, die vorherigen Daten überschrieben werden, damit nicht ein neuer Eintrag erstellt wird. Der Nachteil daran ist, dass jeder Benutzer mehrere Konten kreieren kann, ohne limitiert zu sein. Um eine gerechte Bürgerbeteiligung zu gewährleisten, müsste man sicherstellen können, dass jeder Bürger nur ein Konto kreieren kann damit in der Datensammlung nicht mehrere gleiche Daten von einer einzigen Person stehen. Dies könnte durch eine Verifizierung mit Pass bzw. ID Karte oder einer E-Mail Adresse geschehen. Der Nachteil mit E-Mail Adressen wäre, dass es nach wie vor möglich ist mehrere Konten zu kreieren. Dafür braucht der Benutzer jedoch mehrere E-Mail Adressen, was einige ungewollte Duplikate verhindert. Des Weiteren gibt es den Nachteil, dass es momentan nicht möglich ist sein Passwort zu ändern. Mit einer E-Mail Adresse könnte dieses Problem behoben werden.

Eine weiterer Aspekt ist die Namensgebung von Login und Signup. Wie beim Kapitel 4.1.1 zur Evaluierung der Benutzerfreundlichkeit bereits erwähnt, gab es Schwierigkeiten beim Verstehen von "Signup". Da die Testpersonen mehrheitlich deutscher Muttersprache sind, wäre es von Vorteil das Wort "Signup" in "Konto erstellen" zu ändern.

4.1.3 Karte

Benutzer können die Markierung auf der ganzen Weltkarte positionieren. Dies kann Schwierigkeiten mit sich bringen, da so auch Markierungen an Orte gesetzt werden können, die für den Standort eines Services nicht in Frage kommen können. Beispiele dafür sind Markierungen in Gewässern wie Ozeane, Seen und Flüsse, im Gebirge oder an sonstige nicht-zugängliche Orte. Eine weitere Schwäche der Karte ist, dass die Markierung nicht auf einen Staat, einen Kanton oder eine Gemeinde begrenzt ist. Um eine Partizipation in der Raumplanung der Schweiz zu garantieren, sollte es für den Benutzer nicht möglich sein, Orte ausserhalb der Schweiz auszuwählen.

Weiter gibt es eine begrenzte Anzahl an Dienstleistungen, die für die Vorschläge verwendet werden können. Die Dienstleistungen sind Lebensmittelgeschäfte, Recyclingstellen, Poststellen und (Bus)-Stationen. Um Bürgern die Freiheit zu geben Standortvorschläge für verschiedene Dienstleistungen zu machen, müsste eine weitere Funktion eingeführt werden. Eine Möglichkeit wäre es auf der Webseite ein zusätzliches Formular zu erstellen, welches die Wünsche von weiteren Dienstleistungen entgegen nimmt, um diese dann zusätzlich auf der Webseite zu integrieren. Eine weitere Möglichkeit wäre, dass man unbegrenzt Markierungen kreieren und beschriften kann. Der Nachteil daran wäre, dass es mit grossen Mengen an Daten schwierig werden kann die Vorschläge zu gruppieren. Ein Beispiel wäre, dass eine Person eine Markierung "Lebensmittelgeschäft" erstellt und eine andere Person diese Markierung als "Markt" beschriftet. Das System wird die beiden als zwei verschiedene Dienstleistungen erkennen, obwohl die Personen die gleiche Dienstleistung meinten.

4.1.4 Evaluierung

Auf der Seite "Evaluierung" wird eine Karte gezeigt, welche alle Datenpunkte der gesammelten Vorschläge eines bestimmten Services aufzeigt. Der ausgewählte Service kann mit dem Button oberhalb der Karte mit einem Klick verändert werden. Durch den Benutzertest wurde klar, dass der Button nicht sehr ersichtlich ist und die Beschreibung "alle Datenpunkte eines Service" verwirrend

und unklar ist. Zudem ist es schwierig die Karte mit allen Vorschlägen mit den Karten der “besten” Orte zu vergleichen.

4.2 Backend

In diesem Unterkapitel wird der Algorithmus und die Datenbank analysiert und evaluiert.

4.2.1 Algorithmus

Durch die Wahl der SciKit Implementierung des Fuzzy C-Means Algorithmus und des dazugehörigen Fuzzy Partition Coefficient FPC wird die Anzahl Cluster limitiert. Da der FPC bei einer Anzahl Cluster von 1 den maximalen Wert erzielt, wird bei der Auswertung der optimalen Anzahl Cluster die Möglichkeit eines einzigen Clusters teilweise ausgeschlossen. Der Algorithmus berechnet somit die Standorte der Clustercentroide erst ab einer Anzahl von zwei Clustern und vergleicht den FPC auch erst ab einer Clusteranzahl von zwei. Bei einem Resultat von zwei Clustercentroiden wird die Distanz der zwei Punkte verglichen, um zwei an der gleichen Stelle auszuschliessen. Falls die zwei Centroide näher sind als 100 Meter wird nur eines der Centroide für den “besten” Ort gewählt. Eine weitere Limitierung des Algorithmus auf einer Karte ist, dass Clustercentroide berechnet werden können, welche sich an Orten befinden an denen es nicht möglich ist einen Standort für einen Service zu bauen. Sei es wegen Gewässer, Gebirge oder anderes.

Des Weiteren ist es nicht möglich für die Experten eine bestimmte Anzahl “beste” Orte anzufordern. Für die Experten könnte es vorteilhaft sein, wenn sie eine Region und eine Anzahl Cluster angeben könnten, da es wahrscheinlich ist, dass die Experten ein Budget haben um zum Beispiel neue Filialen zu bauen.

4.2.2 Datenbank

Nachteil der Speicherung der Daten mit dem Benutzernamen ist, dass jeder Datenpunkt einem Benutzer zugeordnet werden kann und so die vollkommene Anonymität der Benutzer nicht gewährleistet ist. Benutzer sind nur zum Teil anonym, da sie den Benutzernamen aussuchen können, die Daten aber nicht direkt einer reellen Person zugeordnet werden können.

Die Wahl der Datenbank SQLite verhinderte die Datenpunkte, welche aus zwei Werten Breiten- und Längengrad bestehen, zusammen in einer Variable zu speichern. SQLite kann in Django keine Tupel oder Arrays speichern.

4.3 Zusammenfassung der Evaluierung

Um die Webseite auf Benutzerfreundlichkeit zu testen, wurde ein qualitativer Test mit Personen aus verschiedenen Altersgruppen durchgeführt. Die Resultate ergaben, dass es mehrere Mängel an der Evaluierungsseite und einige an der Kartenseite gibt, wie die Schwierigkeit die Datenpunkte zu vergleichen, Probleme mit Buttons und sprachliche Probleme. Der SUS gab ein Resultat von 2.14 (1 bester, 5 schlechtester Wert). Die Benutzer haben mehrere Vorschläge geäussert, um die Webseite zu verbessern. Einige dieser Vorschläge werden im Kapitel 5 versucht umzusetzen.

Das Login könnte mit einer E-Mail oder ID verbessert werden, um Duplikate zu verhindern. Bei der Kartenseite gibt es keine Eingrenzung, wo man die Markierungen positioniert, was die Berechnung des “besten” Ortes negativ beeinflussen kann. Weiter ist die Anzahl Dienstleistungen bis jetzt begrenzt.

Der Algorithmus verwendet den FPC, welcher erst ab einer Anzahl von 2 Cluster einen vergleichbaren Wert erzeugt. Somit ist es nicht möglich einen einzigen “besten” Ort mit den anderen zu vergleichen. Weiter ist es nicht möglich für den Experten die Anzahl “beste” Orte für eine Region zu bestimmen.

Die Datenbank SQLite3 eignet sich gut für eine kleinere Applikation. Es gab trotzdem einige Limitierungen, wie die Speicherung von Tupel, welche nicht integriert ist.

5 Verbesserungen

5.1 Verbesserungen vor dem Benutzertest

Es gibt die Möglichkeit eine Exceltabelle hinzuzufügen, welche die bereits existierenden Datenpunkte der Lebensmittelgeschäfte beinhaltet. Dies könnte ermöglichen, dass die Experten eine realitätsgereitere Auswertung des empfohlenen Ortes für neue Standorte des jeweiligen Services erhalten. Das Aufladen der Exceltabelle ist möglich, wenn sie die Kolonnen besitzt, welche im Backend bestimmt wurden. Die Funktion diese Daten bei der Auswertung zu verwenden, wurde im Backend jedoch noch nicht erweitert (Abbildung 26).

Datenpunkte existierender Services hochladen



Abbildung 26: Excel

5.2 Verbesserungen nach dem Benutzertest

Nach der Evaluierung des Front- und Backends wurden vorgeschlagene Verbesserungen vorgenommen.

Signup wurde überall zu “Konto erstellen” geändert, um Klarheit zu schaffen, was der Begriff bedeutet. Ein weiteres Sprachproblem waren die Fehlermeldungen. Um diese an die Sprache des Benutzers anzupassen, gäbe es die Möglichkeit React i18n⁹ zu verwenden. Dies wurde jedoch nicht implementiert.

Der Button auf der Evaluierungsseite wurde farbig gemacht und der Inhalt des Buttons enthält nun auch die Aufforderung darauf zu klicken, damit es klarer ist, wofür der Button ist.

Klicke um den Service zu ändern:
Lebensmittelgeschäft

Abbildung 27: Button um den Service zu ändern

Da es beim Benutzertest Schwierigkeiten mit dem Löschen von Markierungen auf der Kartenseite gab, wurden die “Löschenbuttons” rot eingefärbt. Dies ermöglicht die Unterscheidung der verschiedenen Buttons.

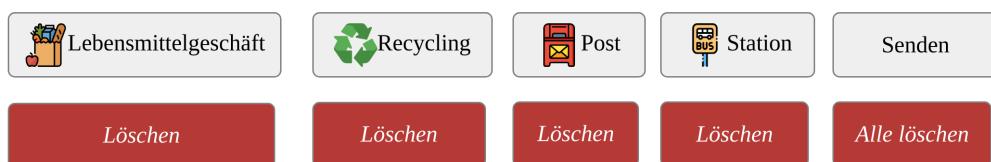


Abbildung 28: Löschbuttons

Eine weitere Verbesserung wurde auf der Evaluierungsseite vorgenommen, wo der Vergleich von allen Vorschlägen mit den “besten” Orten Mühe breitete. Die zwei Karten liegen nun auf gleicher Höhe und der Service der beiden kann gleichzeitig mit dem Button geändert werden (Abbildung 29). Zusätzlich gibt es einen Button um mehr über den Algorithmus zu erfahren. Der Button leitet

⁹<https://react.i18next.com/>

den Benutzer auf die “Algorithmus” Seite um, wo eine kleine Erklärung zum FCM Algorithmus und dem FPC geschrieben ist.

Des Weiteren wurde die Homepage wieder aufgenommen, welche nun eine kleine Erklärung der Bürgerbeteiligung in der Raumplanung zeigt und was den Benutzer auf der Karten- und Evaluierungsseite erwartet (Abbildung 30).

Alle Datenpunkte eines Service

In der ersten Karte sehen Sie alle Vorschläge der Bürger für eine Dienstleistung. Um die Dienstleistung zu wechseln, klicken Sie auf den Button. Die zweite Karte zeigt die empfohlenen Standorte für die ausgewählte Dienstleistung.



Alle Vorschläge der Bürger

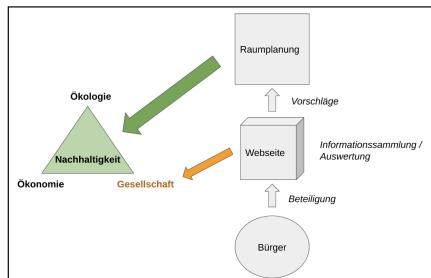


Anzahl beste Orte=2



Abbildung 29: verbesserte Evaluierungsseite

Bürgerbeteiligung in der Raumplanung



Die Webseite soll die Beteiligung der Bürger*innen in der Raumplanung ermöglichen, indem jede*r seine Vorschläge zu neuen Standorten von diversen Dienstleistungen geben kann. Die gesammelten Vorschläge werden dann mit einem Algorithmus ausgewertet, um den bestmöglichen Standort für die Dienstleistungen zu finden.

Um aktiv mitzumachen, melden Sie sich [hier](#) an.

Klicken Sie auf "Karte" in der Navigation um Ihre Vorschläge abzugeben.

Klicken Sie auf "Evaluierung" in der Navigation um die ausgewerteten Daten zu finden.

Abbildung 30: Homepage

6 Schlussfolgerung und Ausblick

Das Ziel dieser Arbeit war es eine benutzerfreundliche Webseite zu erstellen, welche eine Bürgerbeteiligung in der Raumplanung ermöglicht, um die Raumplanung gesellschaftlich, ökologisch und wirtschaftlich nachhaltiger gestalten zu können.

Im ersten Teil der Arbeit wurde die Raumplanung in der Schweiz erläutert. Ihre Aufgaben werden an den Bund, die Kantone und die Gemeinden verteilt. Durch die Veränderungen in Gesellschaft, Wirtschaft und Umwelt muss sich die Raumplanung neuen Herausforderungen stellen. Dank neuer Technologien gibt es für die Raumplanung neue Chancen eine nachhaltige Entwicklung zu erfahren.

Die Nachhaltigkeit in der Raumplanung ist mehrdimensional. Um eine gesellschaftliche Nachhaltigkeit in der Raumplanung zu garantieren, setzt man auf die Beteiligung der Bürger und darauf, soziale und räumliche Disparitäten zu verhindern. Öffentlicher Verkehr fördert den Verzicht auf Privatfahrzeuge und kann die ökologische Nachhaltigkeit ermöglichen und nahegelegene Dienstleistungen verstärken die lokale Wirtschaft.

Damit sich die Bürger an der Raumplanung beteiligen können, gibt es unterschiedliche Stufen und Arten. In dieser Arbeit wird die E-Partizipation näher angeschaut. Sie grenzt sich von den anderen Beteiligungen in dem Sinne ab, dass sie im Internet geschieht. Diese Art von Beteiligung ermöglicht in der heutigen technologischen Welt, die Meinungen von vielen Personen zu sammeln.

Im zweiten Teil der Arbeit befasste man sich mit der Entwicklung eines Prototyps, nämlich einer Webseite für die Bürgerbeteiligung. Bürger können ihre Vorschläge zu neuen Standorten für diverse Dienstleistungen in einer Karte abgeben. Damit die Webseite benutzerfreundlich programmiert wird, wurden verschiedene Gesetze und Tests aufgezeigt. Anschliessend wurde ein Algorithmus vorgestellt, welcher für die Analyse der gesammelten Daten wichtig ist. Der FCM Algorithmus teilt die Daten in Gruppen auf, um den bestmöglichen Ort für eine Dienstleistung zu finden. Die besten Orte wurden dann für die Raumplaner auf einer separaten Seite angezeigt.

Im dritten Teil wurde der Prototyp evaluiert. Ein qualitativer Test wurde durchgeführt, um den Prototyp zu prüfen und um ihn danach verbessern zu können. Die fünf Testpersonen gaben am Schluss des Tests verschiedene Verbesserungsmöglichkeiten an. Mit dem Test konnten neue Erkenntnisse gewonnen werden. Im letzten Kapitel wurden diese Erkenntnisse verwendet um die Webseite zu verbessern. Weiter wurden alle Aspekte der Webseite analysiert, Mängel und Erweiterungen erläutert.

Im vierten und letzten Kapitel der Arbeit wurden die Verbesserungen am Prototyp veranschaulicht, welche zuvor von den Testpersonen vorgeschlagen wurden.

Vorausschauend zieht man weitere Benutzertests und Interviews mit Experten und Bürgern in Betracht. Da in dieser Arbeit die Tests nur seitens der Bürger ausgewertet wurden, wäre es eine Notwendigkeit die Experten in die Entwicklung der Webseite einzubeziehen, um ein optimales Ergebnis für beide Parteien zu erhalten.

Die Benutzertests haben gezeigt, dass der Algorithmus noch Verbesserungspotential hat im Bereich der Anzahl bester Orte, da die Distanz noch zu gross ist um diese zu Fuss oder mit dem ÖV zu erreichen.

Um noch mehr Bürger in die Raumplanung miteinzubeziehen, wird eine Applikation auf dem Smartphone in Betracht gezogen. Dies wäre für die Zukunft ein wichtiger Punkt, da die Bürger zunehmend neue mobile Geräte verwenden, um sich im Internet zu bewegen.

7 Literaturverzeichnis

References

- Anderberg, M. R. (1973). The broad view of cluster analysis. *Cluster analysis for applications*, 1–9.
- Barger, R. (2021, 09). *How To Use Axios With React: The Definitive Guide (2021)*. Retrieved from <https://www.freecodecamp.org/news/how-to-use-axios-with-react/#what-is-axios>
- Becker, E., Gualini, E., Runkel, C., & Strachwitz, R. G. (Eds.). (2016). *Stadtentwicklung, zivilgesellschaft und bürgerschaftliches engagement*. De Gruyter Oldenbourg. Retrieved from <https://doi.org/10.1515/9783110507867> doi: doi:10.1515/9783110507867
- Boduch, A., & Derkx, R. (2020). *React and react native: A complete hands-on guide to modern web and mobile development with react.js*. Packt Publishing Ltd.
- Bouzguenda, I., Alalouch, C., & Fava, N. (2019). Towards smart sustainable cities: A review of the role digital citizen participation could play in advancing social sustainability. *Sustainable Cities and Society*, 50, 101627.
- Brocchi, D. (2019). *Nachhaltigkeit und soziale ungleichheit: Warum es keine nachhaltigkeit ohne soziale gerechtigkeit geben kann*. Springer-Verlag.
- Cebeci, Z., & Yildiz, F. (2015). Comparison of k-means and fuzzy c-means algorithms on different cluster structures. *Agrárinformatika/journal of agricultural informatics*, 6(3), 13–23.
- Costa, R. (2020). *Quantitative vs qualitative testing: validating our steps*. Retrieved from [https://www.justinmind.com/blog/qualitative-quantitative-testing/\#:~:text=Qualitative%20testing%20is%20the%20equivalent,final%20user%20actually%20wants](https://www.justinmind.com/blog/qualitative-quantitative-testing/\#:~:text=Qualitative\%20testing\%20is\%20the\%20equivalent,final\%20user\%20actually\%20wants)
- Danielli, G., Sonderegger, R., & Gabathuler, C. (2014). *Raumplanung in der schweiz*. Rüegger.
- Devecchi, L. U. (2016). 2. grundlagen: Suburbane raumplanung und definitionen von governance. In *Zwischenstadtland schweiz* (pp. 21–50). transcript-Verlag.
- Die Bundesversammlung der Schweizerischen Eidgenossenschaft. (2019). *Bundesgesetz über die Raumplanung*. Retrieved from https://fedlex.data.admin.ch/filestore/fedlex.data.admin.ch/eli/cc/1979/1573_1573_1573/20140501/de/pdf-a/fedlex-data-admin-ch-eli-cc-1979-1573_1573_1573-20140501-de-pdf-a.pdf
- D’Onofrio, S., & Portmann, E. (2017). Cognitive computing in smart cities. *Informatik-Spektrum*, 40(1), 46–57.
- Ehrbar, N. (2021, 02). *Schweizerische Post - Post schliesst fast 200 Filialen und will im Online-Geschäft wachsen: So baut die Führung das Unternehmen um*. Retrieved from <https://www.luzernerzeitung.ch/wirtschaft/post-schliesst-fast-200-filialen-und-will-im-online-geschäft-wachsen-so-baut-die-führung-das-unternehmen-um-ld.1220410>
- Fischer, D., Brändle, F., Mertes, A., Pleger, L. E., Rhyner, A., & Wulf, B. (2020). Partizipation im digitalen staat: Möglichkeiten und bedeutung digitaler und analoger partizipationsinstrumente im vergleich. *Swiss Yearbook of Administrative Sciences*, 11(1), 129–144.
- FN Redaktion. (2013, 03). *Postagentur in Plasselb ist wahrscheinlich schon bald Realität*. Retrieved from <https://www.freiburger-nachrichten.ch/postagentur-in-plasselb-ist-wahrscheinlich-schon-bald-realitat/>
- Große, K. (2018). *Benutzerzentrierte e-partizipation*. Springer.
- Häußermann, H. (2008). Wohnen und quartier: Ursachen sozialräumlicher segregation. In *Handbuch armut und soziale ausgrenzung* (pp. 335–349). Springer.
- Jende, R. (2020). *Öffentliche soziologie in aktion: 72 stunden stadtplanung zum mitmachen*. Springer.
- Junyan, L., Shiguo, X., & Yijie, L. (2009). Application research of embedded database sqlite. In *2009 international forum on information technology and applications* (Vol. 2, pp. 539–543).
- Kanatschnig, D., Fischbacher, C., & Schmutz, P. (1999). Regionalisierte raumentwicklung.

- Möglichkeiten zur Umsetzung einer Nachhaltigen Raumentwicklung auf regionaler Ebene.*
- Krug, S. (2018). *Don't make me think!: Web & mobile usability: Das intuitive web*. MITP-Verlags GmbH & Co. KG.
- Kruse, R., Döring, C., & Lesot, M.-J. (2007). Fundamentals of fuzzy clustering. *Advances in fuzzy clustering and its applications*, 3–27.
- Lakaju, M., Ajienka, N., Khanesar, M. A., Burnap, P., & Branson, D. T. (2021). Unsupervised learning for product use activity recognition: An exploratory study of a “chatty device”. *Sensors*, 21(15), 4991.
- Lamker, C. W. (2019). Stadt-und raumplanung. In *Nachhaltigkeit interdisziplinär: Konzepte, diskurse, praktiken* (pp. 127–144). UTB Schöningh.
- Latzer, M. (2017, 11). *Strong Digital Well-Being in Switzerland*. Retrieved from <https://www.media.uzh.ch/en/Press-Releases/2017/Digital-Well-Being-.html>
- Lendi, M. (2018). *Geschichte und perspektiven der schweizerischen raumplanung: Raumplanung als öffentliche aufgabe und wissenschaftliche herausforderung*. vdf Hochschulverlag AG.
- Märker, O., & Wehner, J. (2008). E-partizipation. *Standort*, 32(3), 84–89.
- Neves, A., & Brand, C. (2019). Assessing the potential for carbon emissions savings from replacing short car trips with walking and cycling using a mixed gps-travel diary approach. *Transportation Research Part A: Policy and Practice*, 123, 130–146.
- Onsen UI & Monaca Team. (2018, 06). *Managing your React state with Redux - The Web Tub*. Retrieved from <https://medium.com/the-web-tub/managing-your-react-state-with-redux-affab72de4b1>
- Plekhanova, J. (2009). Evaluating web development frameworks: Django, ruby on rails and cakephp. *Institute for Business and Information Technology*, 20, 2009.
- Płoński, P. (2020a, 10). *React Routing and Components for Signup and Login*. Retrieved from <https://saasitive.com/tutorial/react-routing-components-signup-login/>
- Płoński, P. (2020b, Oct). *React routing and components for signup and login*. Piotr Płoński. Retrieved from <https://saasitive.com/tutorial/react-routing-components-signup-login/>
- Płoński, P. (2020c, 10). *Token Based Authentication with Django Rest Framework and Djoser*. Retrieved from <https://saasitive.com/tutorial/token-based-authentication-django-rest-framework-djoser/>
- Rawat, P., & Mahajan's, A. N. (2020). React js: A modern web development framework. *International Journal of Innovative Science and Research Technology*, 5(11).
- Rotmans, J., & Van Asselt, M. (2000). Towards an integrated approach for sustainable city planning. *Journal of Multi-Criteria Decision Analysis*, 9(1-3), 110–124.
- Scholz, H. (2021, 09). *Zukunft des Einkaufens: Nachhaltig, unabhängig, lokal*. Retrieved from <https://zukunftdeseinkaufens.de/nachhaltig-unabhaengig-lokal/>
- SQLite vs MySQL - Comparing 2 Popular Databases - KeyCDN Support*. (2018). Retrieved from <https://www.keycdn.com/support/sqlite-vs-mysql>
- Suganya, R., & Shanthi, R. (2012). Fuzzy c-means algorithm-a review. *International Journal of Scientific and Research Publications*, 2(11), 1.
- Torra, V. (2015). On the selection of m for fuzzy c-means. In *Ifsa-eusflat*.
- Vipul, A., & Sonpatki, P. (2016). *Reactjs by example-building modern web applications with react*. Packt Publishing Ltd.
- Vojjila, K. T. (2018). Image segmentation and classification of marine organisms.
- Wegener, M., & Spiekermann, K. (2000). Nachhaltige raumentwicklung: Konzept für ein interdisziplinäres forschungsprogramm. *Raumforschung und Raumordnung*, 58(5), 406–417.
- What is a Minimum Viable Product — Toolagen*. (2021, 09). Retrieved from <https://www.toolagen.com/what-is-a-minimum-viable-product-mvp/>
- Wikipedia-Autoren. (2003, 04). *Raumplanung*. Retrieved from <https://de.wikipedia.org/wiki/Raumplanung#:~:text=Da%20das%20Schweizer%20Gesetz,%20von,bis%20hin%20zur%20Landesplanung%20und>
- Wikipedia-Autoren. (2015, 07). *System Usability Scale*. Retrieved from https://de.wikipedia.org/wiki/System_Usability_Scale

- Williams, K. (2017). Spatial planning, urban form and sustainable transport: An introduction. In *Spatial planning, urban form and sustainable transport* (pp. 15–28). Citeseer.
- Xie, X. L., & Beni, G. (1991). A validity measure for fuzzy clustering. *IEEE Transactions on pattern analysis and machine intelligence*, 13(8), 841–847.
- Xu, R., & Wunsch, D. (2005). Survey of clustering algorithms. *IEEE Transactions on neural networks*, 16(3), 645–678.
- Yablonski, J. (2020). *Laws of ux: Using psychology to design better products & services*. O'Reilly Media.
- Yang, Y., & Diez-Roux, A. V. (2012). Walking distance by trip purpose and population subgroups. *American journal of preventive medicine*, 43(1), 11–19.

A Scikit Fuzzy Clustering Implementation

```
def _cmeans0(data, u_old, c, m, metric):
    """
    Single step in generic fuzzy c-means clustering algorithm.

    Modified from Ross, Fuzzy Logic w/Engineering Applications (2010),
    pages 352–353, equations 10.28 – 10.35.

    Parameters inherited from cmeans()
    """
    # Normalizing, then eliminating any potential zero values.
    u_old = normalize_columns(u_old)
    u_old = np.fmax(u_old, np.finfo(np.float64).eps)

    um = u_old ** m

    # Calculate cluster centers
    data = data.T
    cntr = um.dot(data) / np.atleast_2d(um.sum(axis=1)).T

    d = _distance(data, cntr, metric)
    d = np.fmax(d, np.finfo(np.float64).eps)

    jm = (um * d ** 2).sum()

    u = normalize_power_columns(d, - 2. / (m - 1))

    return cntr, u, jm, d

def _distance(data, centers, metric='euclidean'):
    """
    Euclidean distance from each point to each cluster center.

    Parameters
    ----------
    data : 2d array (N x Q)
        Data to be analyzed. There are N data points.
    centers : 2d array (C x Q)
        Cluster centers. There are C clusters, with Q features.
    metric: string
        By default is set to euclidean. Passes any option accepted by
        `scipy.spatial.distance.cdist`.

    Returns
    -------
    dist : 2d array (C x N)
        Euclidean distance from each point, to each cluster center.

    See Also
    --------
    scipy.spatial.distance.cdist
    """
    return cdist(data, centers, metric=metric).T

def _fp_coeff(u):
    """
    Fuzzy partition coefficient 'fpc' relative to fuzzy c-partitioned
    matrix 'u'. Measures 'fuzziness' in partitioned clustering.

    Parameters
    ----------
    u : 2d array (C, N)
        Fuzzy c-partitioned matrix; N = number of data points and C = number
        of clusters.
    """

    # Implementation details omitted for brevity
```

```

    of clusters.

>Returns
_____
fpc : float
    Fuzzy partition coefficient.

"""
n = u.shape[1]

return np.trace(u.dot(u.T)) / float(n)

def cmeans(data, c, m, error, maxiter, metric='euclidean', init=None, seed=None):
    """
    Fuzzy c-means clustering algorithm [1].
    Parameters
    _____
data : 2d array, size (S, N)
    Data to be clustered. N is the number of data sets; S is the number
    of features within each sample vector.
c : int
    Desired number of clusters or classes.
m : float
    Array exponentiation applied to the membership function u_old at each
    iteration, where U_new = u_old ** m.
error : float
    Stopping criterion; stop early if the norm of (u[p] - u[p-1]) < error.
maxiter : int
    Maximum number of iterations allowed.
metric: string
    By default is set to euclidean. Passes any option accepted by
    ``scipy.spatial.distance.cdist``.
init : 2d array, size (S, N)
    Initial fuzzy c-partitioned matrix. If none provided, algorithm is
    randomly initialized.
seed : int
    If provided, sets random seed of init. No effect if init is
    provided. Mainly for debug/testing purposes.

>Returns
_____
cntr : 2d array, size (S, c)
    Cluster centers. Data for each center along each feature provided
    for every cluster (of the 'c' requested clusters).
u : 2d array, (S, N)
    Final fuzzy c-partitioned matrix.
u0 : 2d array, (S, N)
    Initial guess at fuzzy c-partitioned matrix (either provided init or
    random guess used if init was not provided).
d : 2d array, (S, N)
    Final Euclidian distance matrix.
jm : 1d array, length P
    Objective function history.
p : int
    Number of iterations run.
fpc : float
    Final fuzzy partition coefficient.

```

Notes

The algorithm implemented is from Ross et al. [1] ..

Fuzzy C-Means has a known problem with high dimensionality datasets, where the majority of cluster centers are pulled into the overall center of gravity. If you are clustering data with very high dimensionality and encounter this issue, another clustering method may be required. For more information and the theory behind this, see Winkler et al. [2] ..

References

```
.. [1] Ross, Timothy J. Fuzzy Logic With Engineering Applications , 3rd ed.  
      Wiley. 2010. ISBN 978-0-470-74376-8 pp 352–353, eq 10.28 – 10.35.  
.. [2] Winkler, R., Klawonn, F., & Kruse, R. Fuzzy c-means in high  
      dimensional spaces. 2012. Contemporary Theory and Pragmatic  
      Approaches in Fuzzy Computing Utilization , 1.  
"""  
# Setup u0  
if init is None:  
    if seed is not None:  
        np.random.seed(seed)  
    n = data.shape[1]  
    u0 = np.random.rand(c, n)  
    u0 = normalize_columns(u0)  
    init = u0.copy()  
u0 = init  
u = np.fmax(u0, np.finfo(np.float64).eps)  
  
# Initialize loop parameters  
jm = np.zeros(0)  
p = 0  
  
# Main cmeans loop  
while p < maxiter - 1:  
    u2 = u.copy()  
    [cntr, u, Jjm, d] = _cmeans0(data, u2, c, m, metric)  
    jm = np.hstack((jm, Jjm))  
    p += 1  
  
    # Stopping rule  
    if np.linalg.norm(u - u2) < error:  
        break  
  
# Final calculations  
error = np.linalg.norm(u - u2)  
fpc = _fp_coeff(u)  
  
return cntr, u, u0, d, jm, p, fpc
```

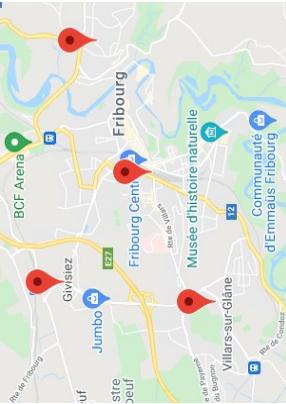
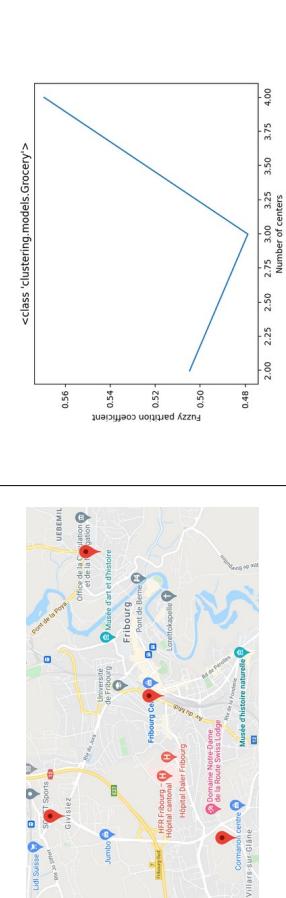
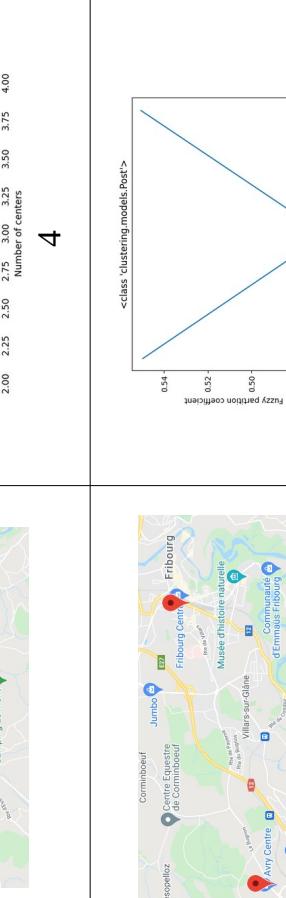
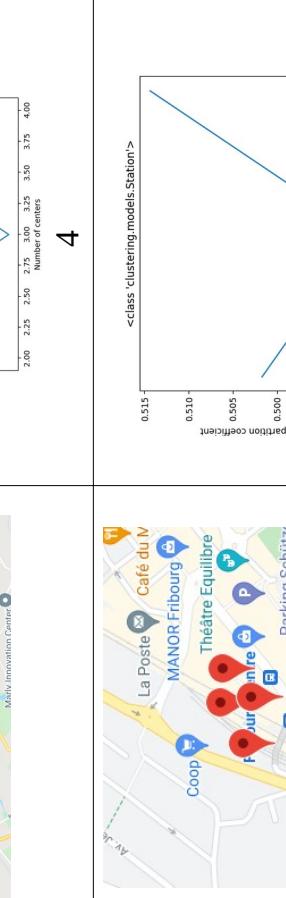
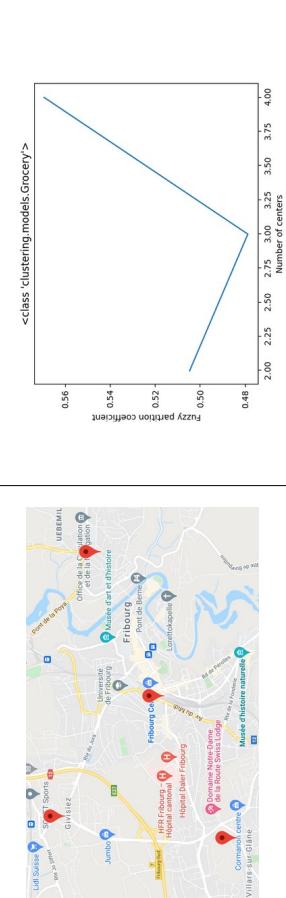
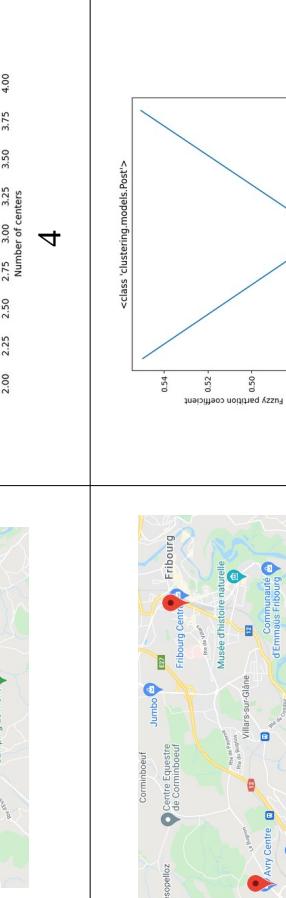
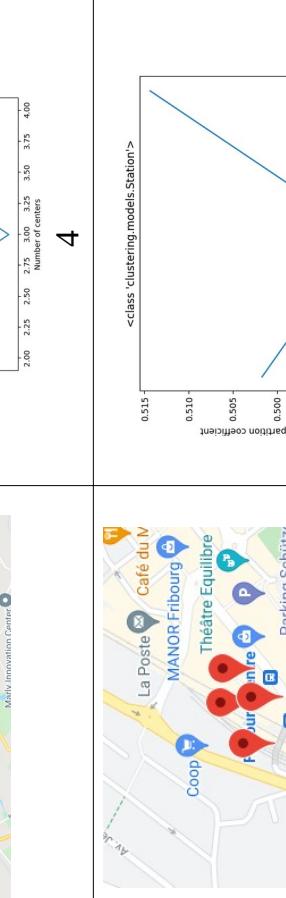
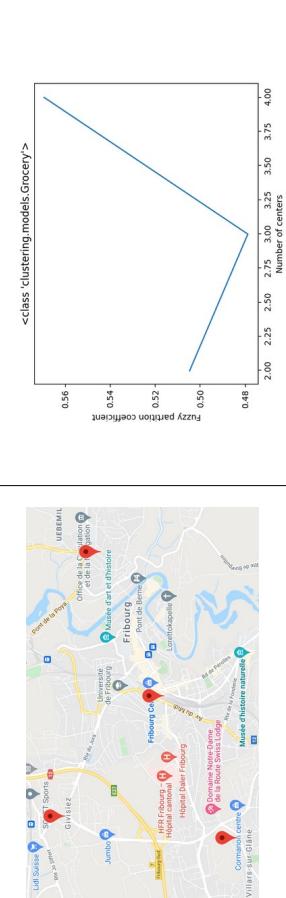
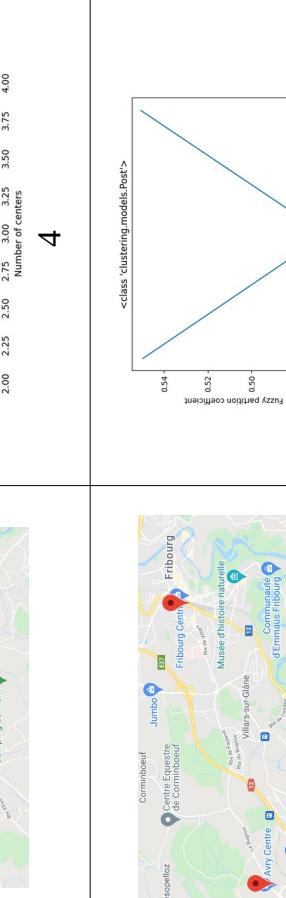
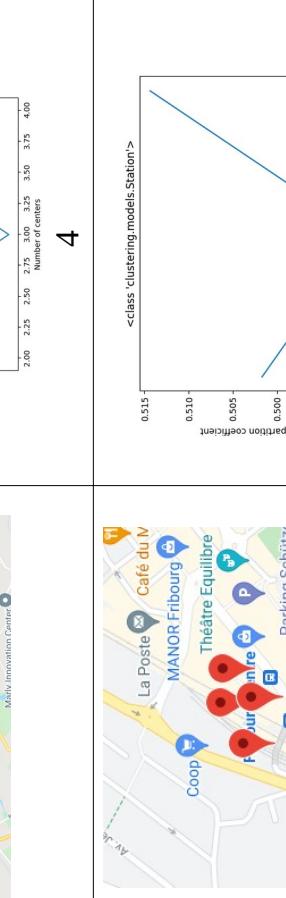
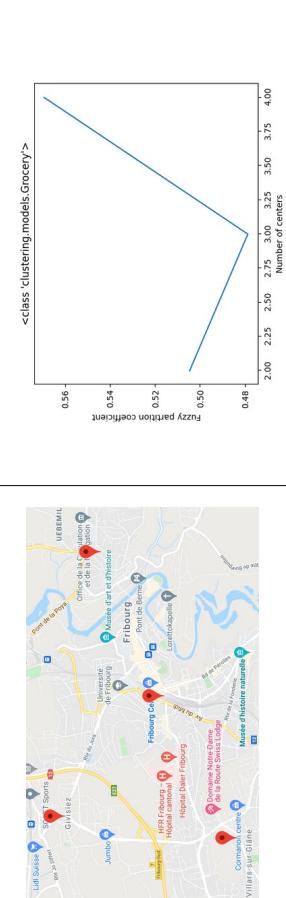
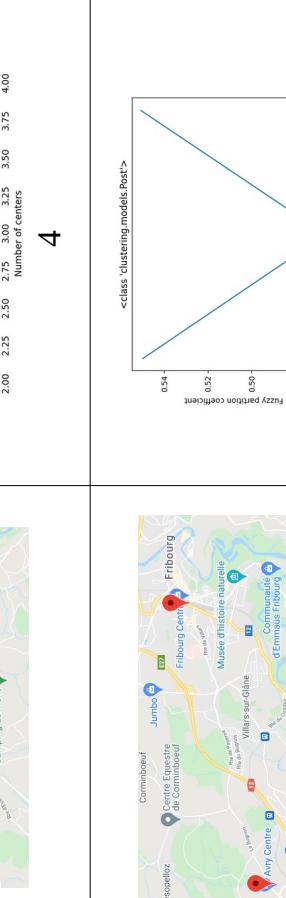
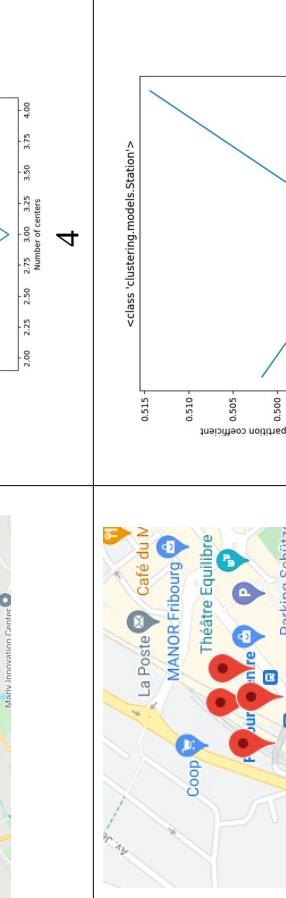
10

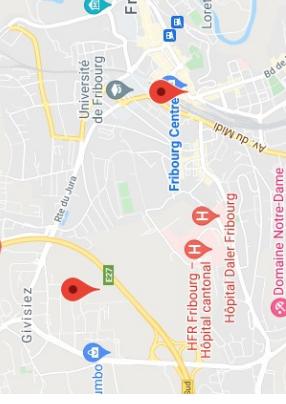
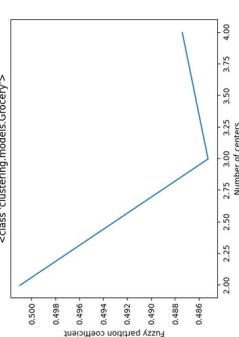
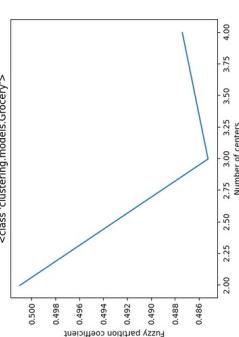
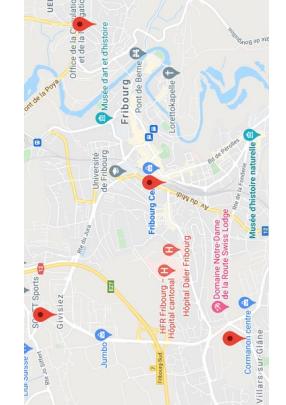
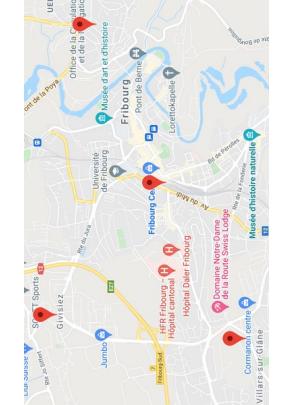
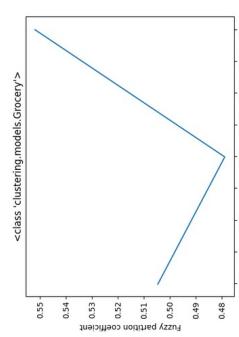
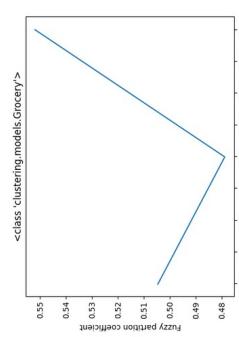
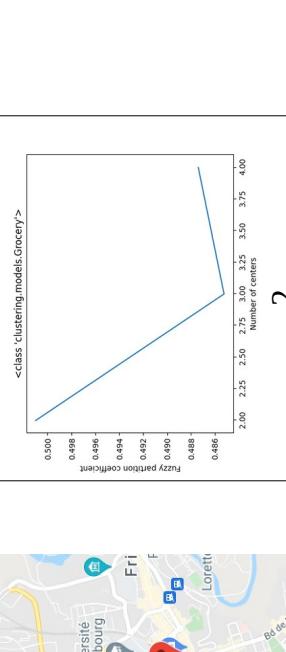
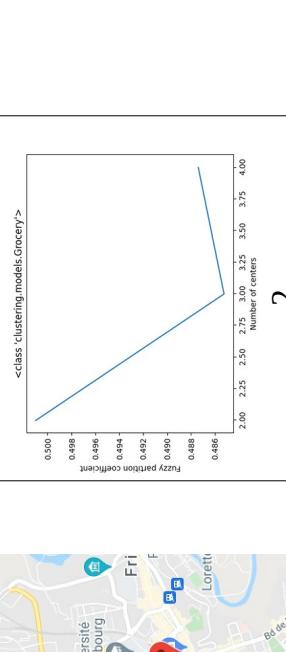
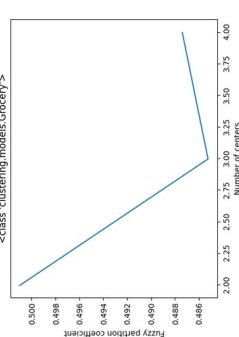
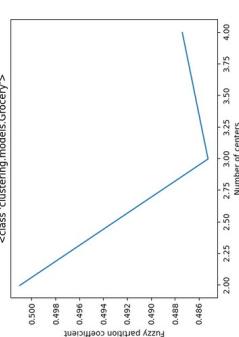
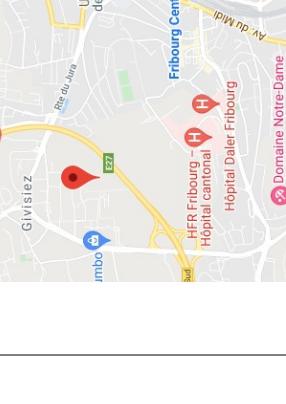
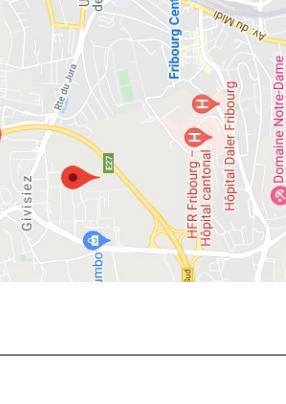
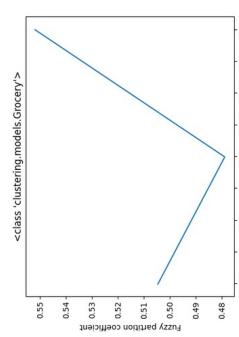
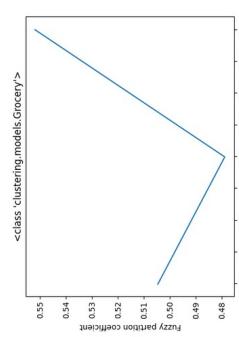
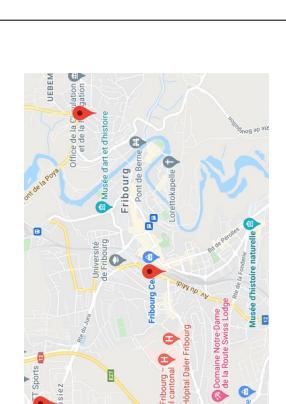
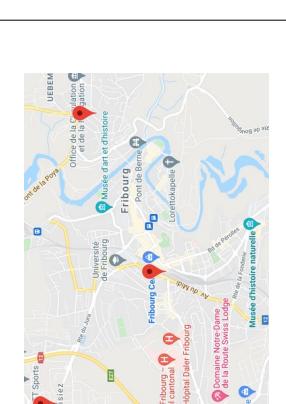
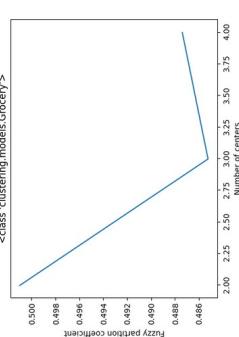
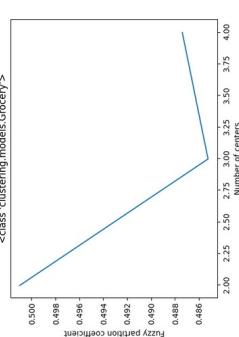
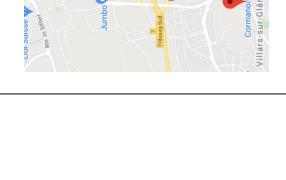
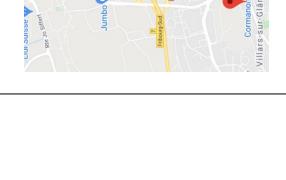
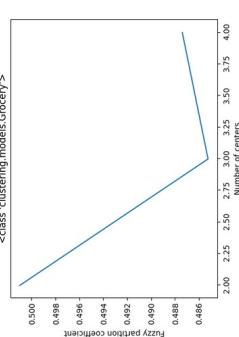
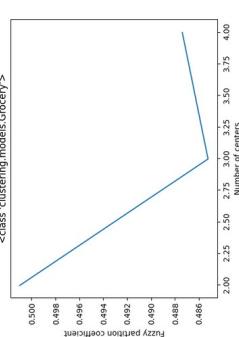
B Code: React and Django

Siehe die zwei Projekte für Front- und Backend auf www.gitlab.com.

¹⁰https://pythonhosted.org/scikit-fuzzy/modules/skfuzzy/cluster/_cmeans.html#cmeans

C Evaluierung von m

Dataset: 4 Datenpunkte	M=31			
	 4	 4	 4	 4
				
				
				

M=32 (to 35)	M=36 (bis mind. 1000)		
		 2	 2
		 4	 4
		 2	 2
		 4	 4
		 2	 2
		 2	 2

D Benutzertest: Formular

28/12/2021, 17:36

Bachelorarbeit Benutzertest

Bachelorarbeit Benutzertest

Vielen Dank fürs Ausfüllen des Tests! (Eine kleine Erklärung zum Thema wird davor gegeben)

* Erforderlich

Demographische Fragen

1. Wie alt sind Sie? *

Markieren Sie nur ein Oval.

- unter 18
- 18-29
- 30-39
- 40-49
- 50-59
- 60-69
- 70-79
- 80-89
- älter als 90

Bürgerbeteiligung

2. Wenn es die Möglichkeit gäbe sich an der Raumplanung zu beteiligen, würden Sie dabei mitmachen? *

Markieren Sie nur ein Oval.

1 2 3 4 5

sehr wahrscheinlich sehr unwahrscheinlich

Login/Signup

3. Szenario 1: Erstellen Sie ein Konto. Wie schwierig war dies für Sie? *

Markieren Sie nur ein Oval.



4. Szenario 2: Melden Sie sich mit ihrem Benutzernamen und Passwort an. Wie schwierig war dies für Sie? *

Markieren Sie nur ein Oval.



Karte

5. Was bedeuten für Sie die vier Symbole? *

6. Welche der vier Symbole waren für Sie hilfreich für die Erkennung der Dienstleistung? *

Wählen Sie alle zutreffenden Antworten aus.

- Lebensmittelladen
- Recycling
- Station
- Post

7. Szenario 1: Senden Sie Ihren Vorschlag für eine neue Recyclingstelle. Wie schwierig war dies für Sie? *

Markieren Sie nur ein Oval.

1 2 3 4 5

sehr einfach sehr schwierig

8. Szenario 2: Senden Sie Ihren Vorschlag für eine neue Busstation. Wie schwierig war dies für Sie? *

Markieren Sie nur ein Oval.

1 2 3 4 5

sehr einfach sehr schwierig

9. Szenario 3: Senden Sie Ihren Vorschlag für einen neuen Standort für einen Lebensmittelladen. Wie schwierig war dies für Sie? *

Markieren Sie nur ein Oval.

1 2 3 4 5

sehr einfach sehr schwierig

10. Szenario 4: Senden Sie Ihren Vorschlag für einen neuen Standort für die Post. Wie schwierig war dies für Sie? *

Markieren Sie nur ein Oval.

1 2 3 4 5

sehr einfach sehr schwierig

11. Szenario 5: Geben Sie für alle Dienstleistungen einen Vorschlag an und löschen Sie als erstes eines der vier Markierungen auf der Karte und löschen Sie dann die anderen drei gleichzeitig. Wie schwierig war dies für Sie? *

Markieren Sie nur ein Oval.

1	2	3	4	5	
sehr einfach	<input type="radio"/> sehr schwierig				

Evaluierung

12. Szenario 1: Schauen Sie sich die Karte mit allen Datenpunkten an und ändern Sie sie so, dass sie alle Datenpunkte der Post sehen. Wie schwierig war dies für Sie? *

Markieren Sie nur ein Oval.

1	2	3	4	5	
sehr einfach	<input type="radio"/> sehr schwierig				

13. Szenario 2: Vergleichen Sie die Karte mit allen Datenpunkten mit jenen der Evaluierung. Sind Sie mit dem Resultat zufrieden? *

Markieren Sie nur ein Oval.

1	2	3	4	5	
sehr zufrieden	<input type="radio"/> sehr unzufrieden				

SUS (10 Fragen)

14. Ich kann mir sehr gut vorstellen, das System regelmäßig zu nutzen. *

Markieren Sie nur ein Oval.

1 2 3 4 5

Trifft zu Trifft nicht zu

15. Ich empfinde das System als unnötig komplex. *

Markieren Sie nur ein Oval.

1 2 3 4 5

Trifft zu Trifft nicht zu

16. Ich empfinde das System als einfach zu nutzen. *

Markieren Sie nur ein Oval.

1 2 3 4 5

Trifft zu Trifft nicht zu

17. Ich denke, dass ich technischen Support brauchen würde, um das System zu nutzen. *

Markieren Sie nur ein Oval.

1 2 3 4 5

Trifft zu Trifft nicht zu

18. Ich finde, dass die verschiedenen Funktionen des Systems gut integriert sind. *

Markieren Sie nur ein Oval.

1 2 3 4 5

Trifft zu Trifft nicht zu

19. Ich finde, dass es im System zu viele Inkonsistenzen gibt. *

Markieren Sie nur ein Oval.

1 2 3 4 5

Trifft zu Trifft nicht zu

20. Ich kann mir vorstellen, dass die meisten Leute das System schnell zu beherrschen lernen. *

Markieren Sie nur ein Oval.

1 2 3 4 5

Trifft zu Trifft nicht zu

21. Ich empfinde die Bedienung als sehr umständlich. *

Markieren Sie nur ein Oval.

1 2 3 4 5

Trifft zu Trifft nicht zu

22. Ich habe mich bei der Nutzung des Systems sehr sicher gefühlt. *

Markieren Sie nur ein Oval.

1 2 3 4 5

Trifft zu Trifft nicht zu

23. Ich musste eine Menge Dinge lernen, bevor ich mit dem System arbeiten konnte. *

Markieren Sie nur ein Oval.

1 2 3 4 5

Trifft zu Trifft nicht zu

Schluss

24. Gibt es Dinge, die sie sich wünschten wären anders auf der Webseite? Wenn ja, welche? *

25. Gibt es Dinge, die sie sich zusätzlich auf der Webseite wünschen? *

E Benutzertest: Resultate

28/12/2021, 16:01

Bachelorarbeit Benutzertest

Bachelorarbeit Benutzertest

5 Antworten

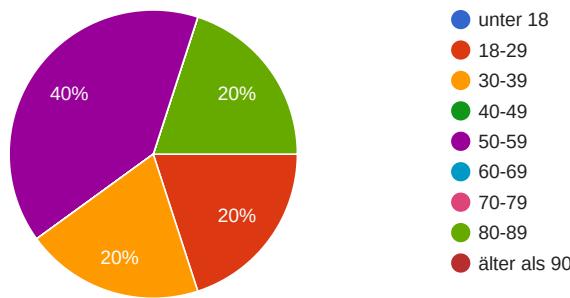
[Analytics veröffentlichen](#)

Demographische Fragen

Wie alt sind Sie?



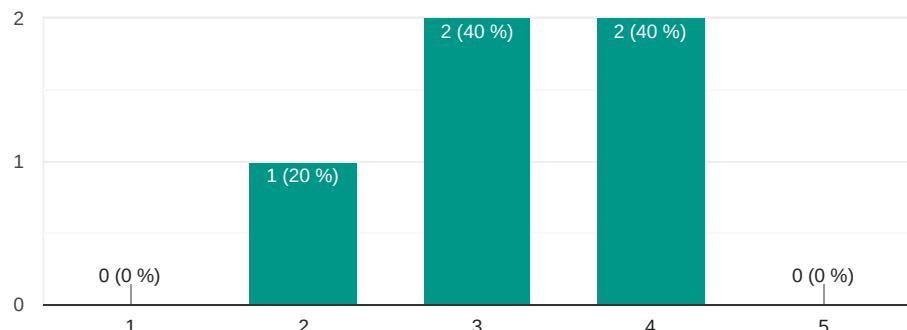
5 Antworten



Bürgerbeteiligung

Wenn es die Möglichkeit gäbe sich an der Raumplanung zu beteiligen, würden Sie dabei mitmachen?

5 Antworten

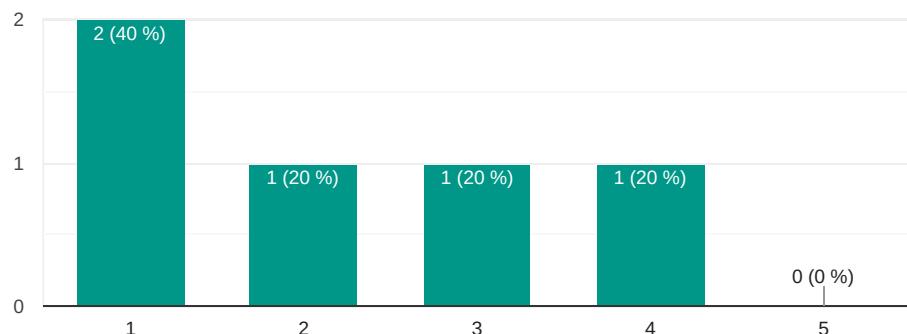


Login/Signup

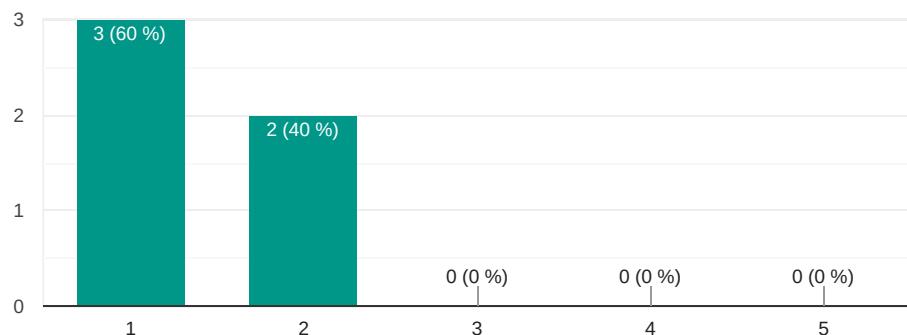


Szenario 1: Erstellen Sie ein Konto. Wie schwierig war dies für Sie?

5 Antworten

**Szenario 2: Melden Sie sich mit ihrem Benutzernamen und Passwort an.****Wie schwierig war dies für Sie?**

5 Antworten



Karte



Was bedeuten für Sie die vier Symbole?

5 Antworten

Einkaufen, Entsorgung, Post/Briefe, Bushaltestelle (Symbol ziemlich klein)

Lebensmittel, Abfallentsorgung, Post, ÖV-Station

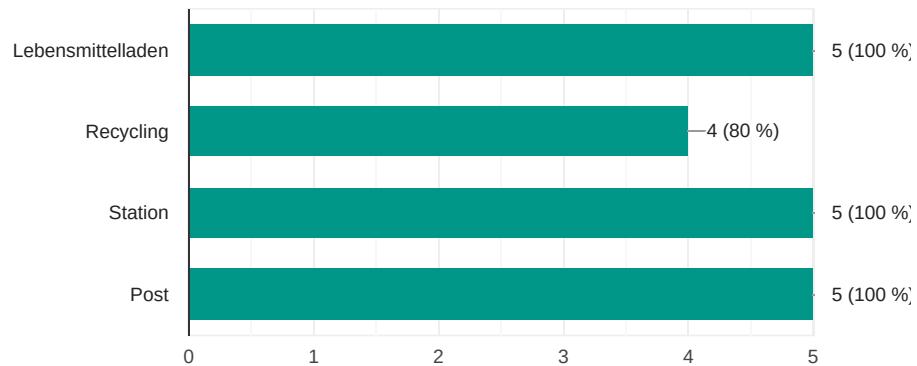
Laden, Recycling, Post, Bus

dass man viel einkaufen kann, etwas für die Umwelt, Briefkasten, Bushaltestelle

epicerie, recyclage, poste, gare

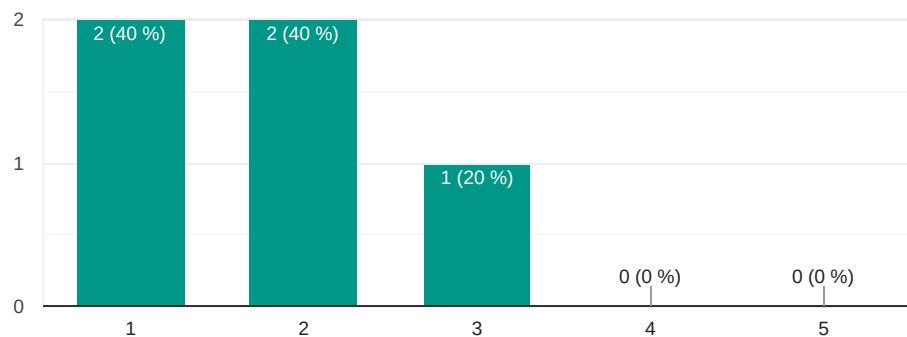
Welche der vier Symbole waren für Sie hilfreich für die Erkennung der Dienstleistung?

5 Antworten



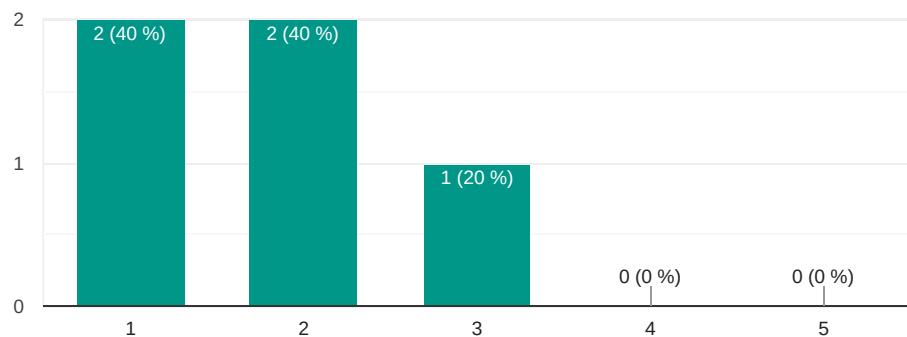
Szenario 1: Senden Sie Ihren Vorschlag für eine neue Recyclingstelle. Wie schwierig war dies für Sie?

5 Antworten



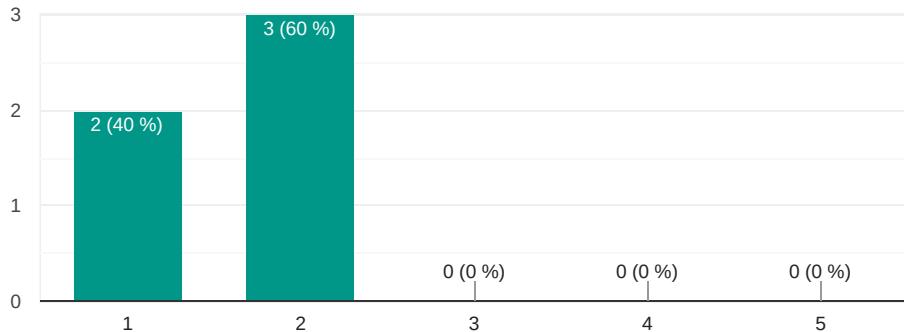
Szenario 2: Senden Sie Ihren Vorschlag für eine neue Busstation. Wie schwierig war dies für Sie?

5 Antworten



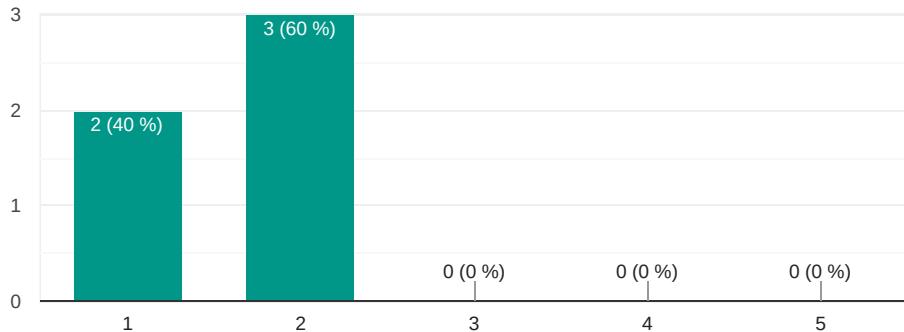
Szenario 3: Senden Sie Ihren Vorschlag für eine neuen Standort für einen Lebensmittelladen. Wie schwierig war dies für Sie?

5 Antworten



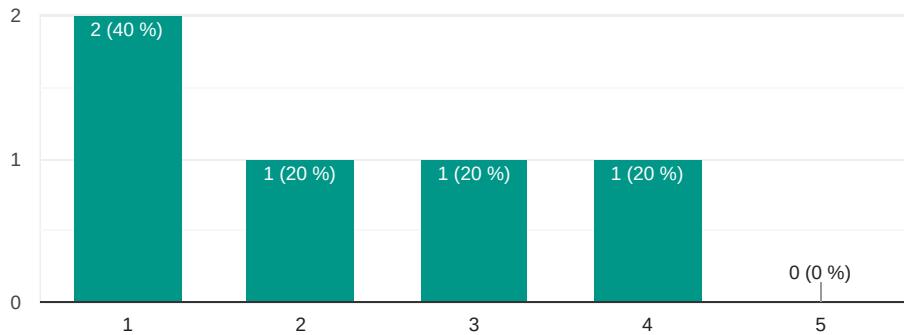
Szenario 4: Senden Sie Ihren Vorschlag für eine neuen Standort für die Post. Wie schwierig war dies für Sie?

5 Antworten



Szenario 5: Geben Sie für alle Dienstleistungen einen Vorschlag an und löschen Sie als erstes eines der vier Markierungen auf der Karte und löschen Sie dann die anderen drei gleichzeitig. Wie schwierig war dies für Sie?

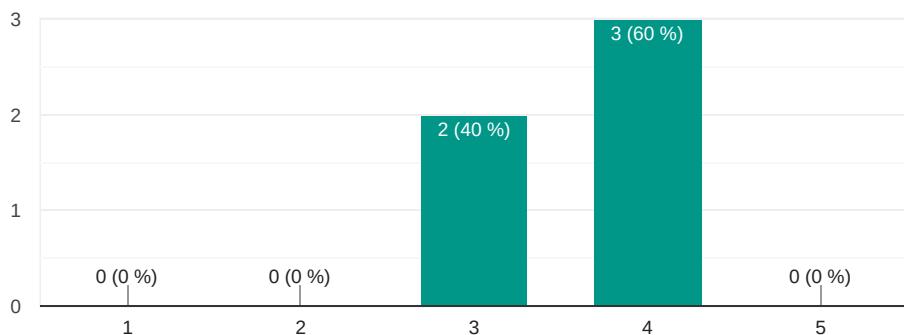
5 Antworten



Evaluierung

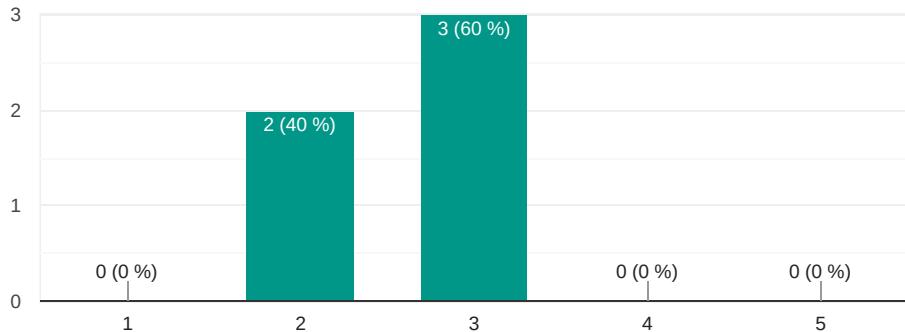
Szenario 1: Schauen Sie sich die Karte mit allen Datenpunkten an und ändern Sie sie so, dass sie alle Datenpunkte der Post sehen. Wie schwierig war dies für Sie?

5 Antworten



Szenario 2: Vergleichen Sie die Karte mit allen Datenpunkten mit jenen der Evaluierung. Sind Sie mit dem Resultat zufrieden?

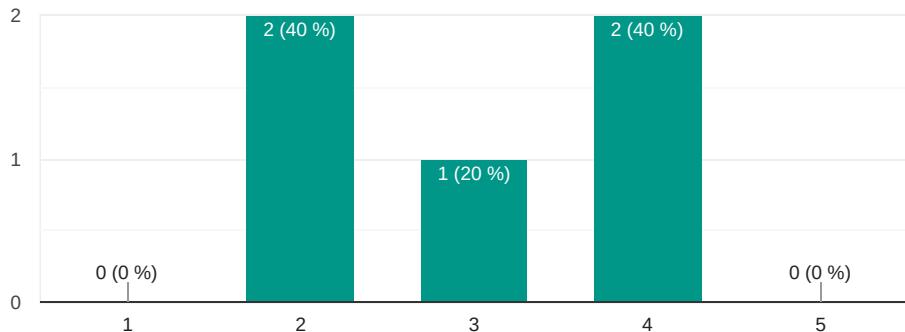
5 Antworten



SUS (10 Fragen)

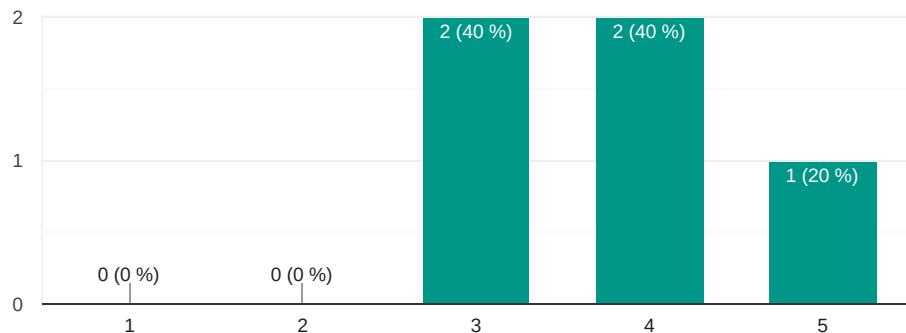
Ich kann mir sehr gut vorstellen, das System regelmäßig zu nutzen.

5 Antworten



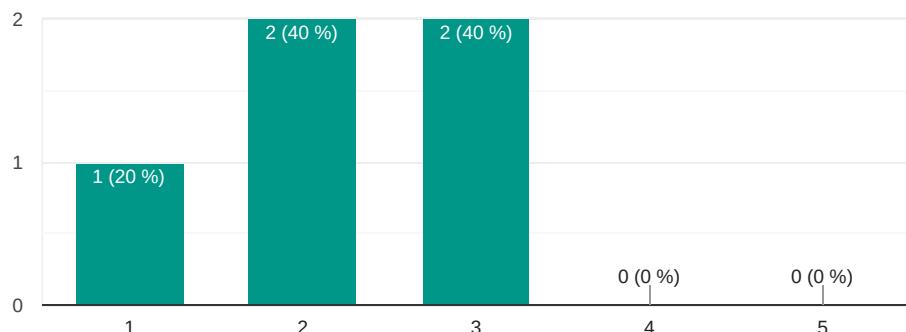
Ich empfinde das System als unnötig komplex.

5 Antworten



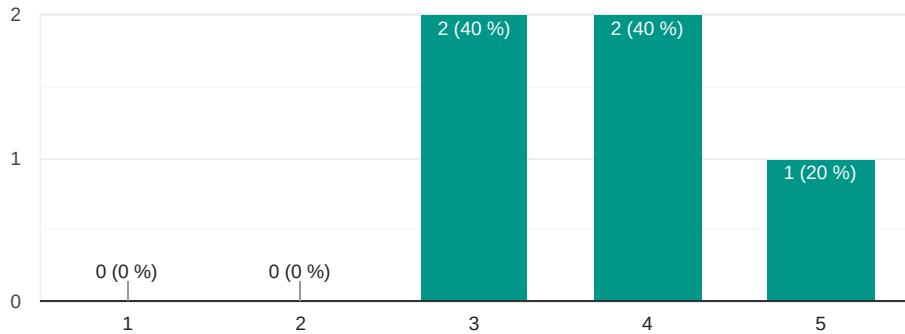
Ich empfinde das System als einfach zu nutzen.

5 Antworten



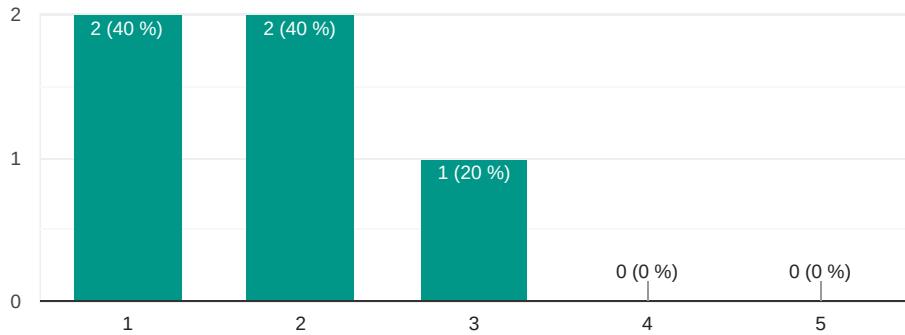
Ich denke, dass ich technischen Support brauchen würde, um das System zu nutzen.

5 Antworten



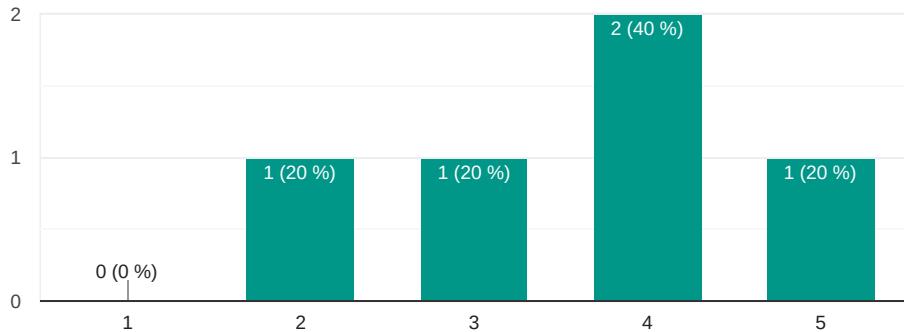
Ich finde, dass die verschiedenen Funktionen des Systems gut integriert sind.

5 Antworten



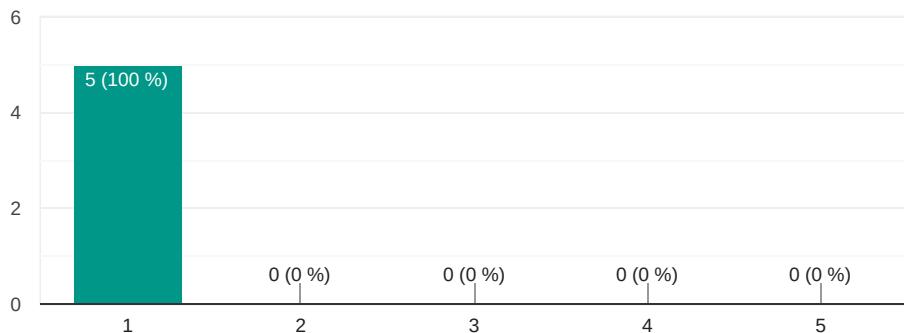
Ich finde, dass es im System zu viele Inkonsistenzen gibt.

5 Antworten



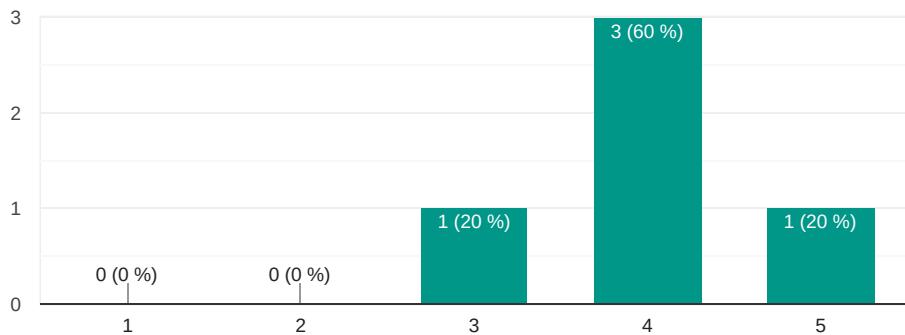
Ich kann mir vorstellen, dass die meisten Leute das System schnell zu beherrschen lernen.

5 Antworten



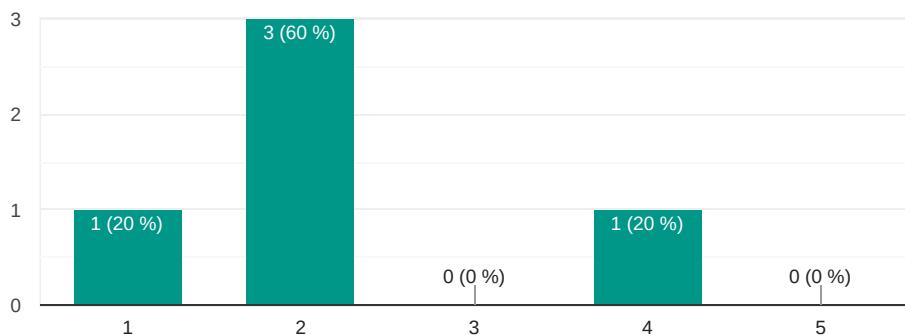
Ich empfinde die Bedienung als sehr umständlich.

5 Antworten



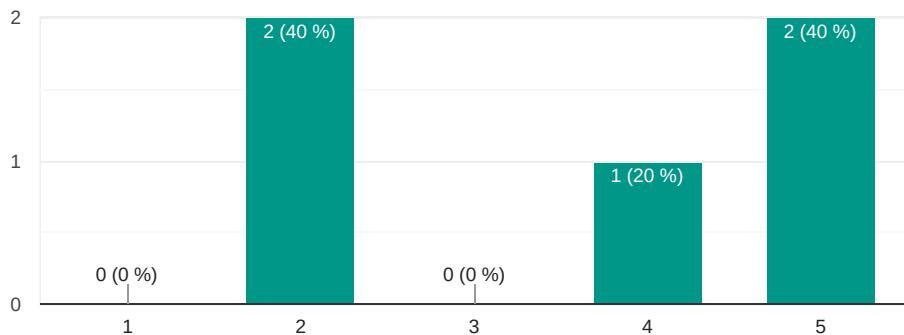
Ich habe mich bei der Nutzung des Systems sehr sicher gefühlt.

5 Antworten



Ich musste eine Menge Dinge lernen, bevor ich mit dem System arbeiten konnte.

5 Antworten



Schluss

Gibt es Dinge, die sie sich wünschten wären anders auf der Webseite? Wenn ja, welche?

5 Antworten

Symbolen grösser, bessere Erklärung was man anklicken soll und auch dass man auf der Evaluierung Karten unten mit derjenigen oben vergleichen kann, Anzahl Zenter unklar

Anstatt Datenpunkte (vlt. Vorschläge der Bürger), bei der Evaluierung zeigen wie es berechnet wurde

Unterschied Signup und Login nicht so klar auf Deutsch, dass man Symbole auf die Karte ziehen kann, zu viele Löschenbutton, Datenpunkte zu fachliches Wort, Vergleich von allen DP mit den besten Orten nicht so übersichtlich, für "Datenpunkte" besser "Vorschläge" schreiben, und beste Orte geben zu wenige an

Passwort zu kurz sollte auf Deutsch sein, bei der Evaluierung den Button farbig machen

symbole pour les points pas pareill, mettre les deux cartes à coté dans l evaluation (les deux avec le button), symbol ressemble à symbole de destination,



Gibt es Dinge, die sie sich zusätzlich auf der Webseite wünschen?

5 Antworten

Zusätzlicher Service Bank (Bankomat)

Bei der Karte vielleicht erklären was das Ziel der Webseite ist, dass man jetzt selber auch Vorschläge bringen kann, Kommentarspalte zu den einzelnen Vorschläge optional damit man auch erklären kann warum man diesen Standort gewählt hat

-

Karte grösser bei der Karteseite, evt Karte mit allen Punkten neben der Auswertung

que le systeme fonctionne aussi en francais, mettre legende

Dieser Inhalt wurde nicht von Google erstellt und wird von Google auch nicht unterstützt. [Missbrauch melden](#) - [Nutzungsbedingungen](#) - [Datenschutzerklärung](#)

Google Formulare

