



Hochschule für Technik
und Wirtschaft Berlin

University of Applied Sciences

Untersuchung der Algorithmen und Prozesse der Standortanalyse im Kontext einer Filialplanung eines Einzelhändlers

Masterarbeit

Name des Studiengangs

Internationale Medieninformatik

Fachbereich 4

vorgelegt von

Moritz Thomas

s0544877

Datum:

Berlin, 01.09.2020

Erstgutachter_in: Prof. Dr. Tobias Lenz

Zweitgutachter_in: Sumit Kapoor

Vorwort

Lorem ipsum dolor sit amet, consectetur adipiscing elit. Etiam lobortis facilisis sem. Nullam nec mi et neque pharetra sollicitudin. Praesent imperdiet mi nec ante. Donec ullamcorper, felis non sodales commodo, lectus velit ultrices augue, a dignissim nibh lectus placerat pede. Vivamus nunc nunc, molestie ut, ultricies vel, semper in, velit. Ut porttitor. Praesent in sapien. Lorem ipsum dolor sit amet, consectetur adipiscing elit. Duis fringilla tristique neque. Sed interdum libero ut metus. Pellentesque placerat. Nam rutrum augue a leo. Morbi sed elit sit amet ante lobortis sollicitudin. Praesent blandit blandit mauris. Praesent lectus tellus, aliquet aliquam, luctus a, egestas a, turpis. Mauris lacinia lorem sit amet ipsum. Nunc quis urna dictum turpis accumsan semper.

Abstract

Lorem ipsum dolor sit amet, consectetur adipiscing elit. Etiam lobortis facilisis sem. Nullam nec mi et neque pharetra sollicitudin. Praesent imperdiet mi nec ante. Donec ullamcorper, felis non sodales commodo, lectus velit ultrices augue, a dignissim nibh lectus placerat pede. Vivamus nunc nunc, molestie ut, ultricies vel, semper in, velit. Ut porttitor. Praesent in sapien. Lorem ipsum dolor sit amet, consectetur adipiscing elit. Duis fringilla tristique neque. Sed interdum libero ut metus. Pellentesque placerat. Nam rutrum augue a leo. Morbi sed elit sit amet ante lobortis sollicitudin. Praesent blandit blandit mauris. Praesent lectus tellus, aliquet aliquam, luctus a, egestas a, turpis. Mauris lacinia lorem sit amet ipsum. Nunc quis urna dictum turpis accumsan semper.

Eigenständigkeitserklärung

Hiermit versichere ich, dass ich die vorliegende Masterarbeit selbstständig und nur unter Verwendung der angegebenen Quellen und Hilfsmittel verfasst habe. Die Arbeit wurde bisher in gleicher oder ähnlicher Form keiner anderen Prüfungsbehörde vorgelegt.

Berlin, den xx.xx.xxxx

Moritz Thomas

Inhaltsverzeichnis

Eigenständigkeitserklärung	III
1 Einleitung	1
1.1 Einführung	1
1.2 Motivation	2
1.3 Abgrenzung	2
2 Grundlagen	3
2.1 Geomarketing	3
2.1.1 Standortanalyse	4
2.1.2 Standortplanung/ Filialplanung	7
2.1.3 Geodaten	7
2.1.4 Marktdaten	8
2.2 Geoinformationssysteme	8
2.2.1 Koordinatensysteme und Projektion	9
2.3 Genutzte Technologie	10
3 Konzept	13
3.1 Algorithmen und Prozesse	13
3.1.1 Gravitationsmodell	14
3.2 Architektur	18
4 Implementierung	21
4.1 Prototyp	21
5 Auswertung	24
5.1 Performance	24

5.2 Fazit/ Ausblick	24
Abbildungsverzeichnis	A
Tabellenverzeichnis	B
Quelltextverzeichnis	C
Literaturverzeichnis	F
Anhang A	H
A.1 Diagramm	H
A.2 Tabelle	H
A.3 Screenshot	H
A.4 Graph	H

Kapitel 1

Einleitung

1.1 Einführung

Im Jahr 2019 gaben private Haushalte in Deutschland rund 197,3 Milliarden Euro für Lebensmittel aus. **statista2019Ausgaben** Dies verteilt sich auf rund 34.947 Geschäfte zwar kontrollieren die vier Unternehmen Edeka, Rewe, Aldi und die Schwarz-Gruppe rund 70 Prozent des Marktes, dennoch herrscht ein Konkurrenzkampf der jeden noch so kleinen Vorteil gegenüber den Wettbewerbern in direkten Umsatz, Marktanteil oder Kundenzufriedenheit Anstieg nieder spiegelt. **statista2018Geschäfte** Das Spielfeld ist hierbei vielfältig und wechselhaft, Faktoren ändern sich. In Zeiten der fortgeschrittenen Digitalisierung sind Unternehmen mittlerweile auf technische Unterstützung angewiesen, um nicht abgehängt zu werden. Sämtliche Bereiche der Maschinerie Lebensmitteleinzelhandel (im Folgenden LEH) sind teilweise vollständig oder zu großen Teilen von technischen Prozessen durchzogen. Dennoch gibt es LEH bereits seit Jahrzehnten und gängige Prozesse haben sich etabliert und verbreitet. So auch die Standortanalyse und die Filialplanung. Eine spannende Aufgabe der Unternehmen und der Wissenschaft ist es nun neue Technologien für die digitale Umsetzung der gegebenen Prozesse zu nutzen und durch das Zusammenspiel Optimierung und Innovation zu erreichen.

1.2 Motivation

Viele der in der Standortanalyse verwendeten Prozesse und Algorithmen sind geo-mathematischer oder geo-informatischer Natur und liegen teils komplexer Berechnungen zu Grunde. Diese zu erkunden und ergründen haben sich eigene Wissenschaftsbereiche aus der Mathematik, Betriebswirtschaftslehre, Informatik und dem Ingenieurwesen gebildet, die diverse Studiengänge und Ausbildungen beheimaten. Um diese komplexen Themen zu vereinfachen und den Mitarbeitern des LEH die tägliche Arbeit zu erleichtern, können digitale Prozesse eingesetzt werden. In benutzerfreundlichen, einfach zu verstehenden und visuell ansprechenden Anwendungen sollen sich die Algorithmen und Prozesse der Standortanalyse und Filialplanung verbergen. Solche Anwendungen werden Geo-Informationssysteme (kurz und im Folgenden GIS) genannt. Auf dem Markt existieren derer bereits einige. Big Player sind zum Beispiel Pitney Bowes, ESRI, oder Autodesk. Ebenso existieren einige OpenSource Angebote wie zum Beispiel GRASS GIS oder QGIS. In der Praxis benötigen die Unternehmen dennoch oft Individuallösungen, die entweder auf bestehender Software aufbauen oder diese integrieren. Ziel dieser Arbeit ist es daher eine Anwendung zu entwickeln, die Algorithmen und Prozesse der Standortanalyse und Filialplanung einfach implementiert und in eine solche Individuallösung integriert werden kann. Zu dieser Anwendung gehören also lediglich eine Karte, Karten-Werkzeuge und Geo-Objekte als Teilobjekte eines kompletten GIS.

1.3 Abgrenzung

In dieser Arbeit werden Themenfelder des Geo-Marketings, der Geo-Informatik und -Mathematik sowie diverse Technologien behandelt. Die resultierende Anwendung soll nichts weiter als ein Prototyp darstellen und ist keinesfalls ein komplettes GIS. Vielmehr wird sich auf die Ausarbeitung des Huff-Models zu Standortanalyse und Filialplanung konzentriert mit dem Fokus auf Umsetzbarkeit innerhalb einer Web-Anwendung mit OpenSource Technologien.

Kapitel 2

Grundlagen

Zu den Grundlagen dieser Arbeit zählen Theorien und Konzepte aus dem Geomarketing und der Geoinformatik sowie die angewendeten Technologien im Prototyp. Die folgenden Kapitel stellen die wichtigsten Informationen bereit, die ein allgemeines Verständnis der Anwendung ermöglichen.

2.1 Geomarketing

Aus dem Handbuch Geomarketing von Michael Herter: Geomarketing analysiert aktuelle wie potenzielle Märkte nach räumlichen Strukturen, um den Absatz von Produkten effektiver planen und messbar steuern zu können¹. Ergänzend befasst sich Geomarketing mit der Beschreibung, Analyse und dem Vergleich beliebiger Märkte und Standorte hinsichtlich ökonomischer Charakteristiken und Potenziale durch Referenzierung und flächendeckende Berechnung von Marktdaten auf geographische Strukturen². Kurz gesagt beschreibt Geomarketing also sämtliche Aspekte des Marketings, die geografischen Bezug haben.

Zu relevanten Themenbereichen des Geomarketings für diese Arbeit gehören Standortanalyse /-planung, Filialplanung sowie die Gravitationsanalyse und das Konzept des Gravitationsmodells. Weiterhin werden die Begriffe Geodaten und Marktdaten erläutert.

¹Herter und Mühlbauer 2018.

²*Definition Geomarketing / Geomarketing* 2021.

2.1.1 Standortanalyse

Allgemein erörtert die Standortanalyse Beschreibung, Untersuchung und Unterscheidung von guten und schlechten IST-Standorten sowie potenziellen neuen Standorten und deren Umfeld hinsichtlich der Eignung für den Absatz bestimmter Produkte³.

Für die Betrachtung von potenziellen neuen Standorten werden unternehmensinterne Daten (falls vorhanden) und externe Daten anhand von verschiedenen Standortfaktoren untersucht, mit dem Ziel sämtliche potenzielle Standorte auf möglichst wenig Alternativen zu begrenzen und schließlich analytisch die Beste zu bestimmen. Die Unterscheidung kann hierbei in höchster Ebene in vier Kategorien erfolgen⁴:

Zugehörigkeit zur Leistungserstellung beinhaltet Faktoren zur Beschaffung, Produktion und zum Absatz.

Grad der monetären Quantifizierbarkeit beinhaltet harte und weiche Standortfaktoren. Harte Standortfaktoren sind immer quantifizierbar und dienen daher als Grundlage für wirtschaftliche Berechnungen und Kosten. Der Einfluss weicher Standortfaktoren kann nicht eindeutig bestimmt werden und kann mit der selektiven Clusterung all der Faktoren beschrieben werden, die auf dem individuellen Raumempfinden der Menschen in ihrer Lebens- und Arbeitswelt basieren.

Maßstabsebene beschreibt Faktoren der Makro-, Meso- und Mikroebene oder anders der Länder-, Region- und Gemeindeebene.

Grad der Spezifität beschreibt Sektor- und Branchenspezifische Faktoren.

Die Abbildung 2.1 bietet hierzu eine detaillierte Auflistung der Kategorien mit Beispielen.

³geomarketing_standortanalyse.

⁴Haas 2021.

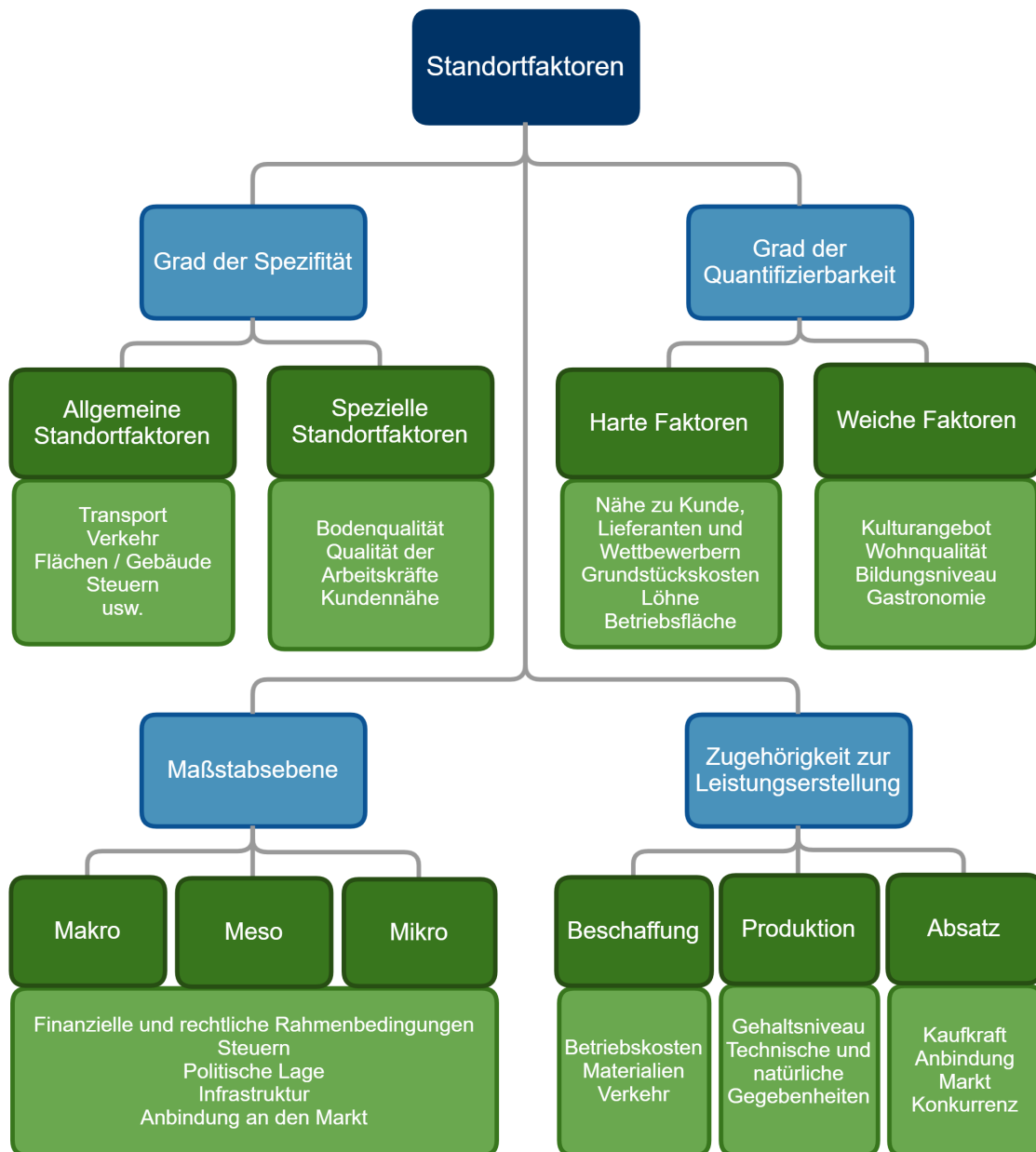


Abbildung 2.1: Eigene Darstellung Standortfaktoren

Weitere zusätzlich relevante Aspekte können sein:

- Zielgruppe - Wer sind die Kunden? Ist das Verkaufsmodell B2C oder B2B?
- Demografische Merkmale - Alter, Geschlecht und Wohnort der Kunden
- Sozioökonomische Betrachtung - Gibt es einen Zusammenhang zwischen Beruf, Bildungsstand oder Einkommen und dem Kaufverhalten?
- Psychografische Merkmale - Hat der Lebensstil, Werte, Motivation oder Ähnliches Einfluss auf das Kaufverhalten?
- Wettbewerbsdichte
- Preispolitik der Wettbewerber
- Größe des Einzugsgebiets
- Kaufkraftwerte des Gebiets
- Erreichbarkeit
- Mietpreise
- Attraktivität des Standortes

Obwohl Filialen geographisch sowie aus betriebswirtschaftlicher Sicht Unternehmensstandorte sind, kann zwischen Filialplanung und Standortplanung unterschieden werden und dementsprechend werden andere Faktoren bei der Standortanalyse wichtiger oder hinzugezogen. Für die Filialplanung zusätzlich relevant werden folgende Faktoren:

- Bekanntheitsgrad, Markenstärke - Was zeichnet die eigene Marke aus? Was setzt sie ab?
- Freies Potential - Herrscht genug Nachfrage?
- Kannibalisierungseffekte - Ist der Standort zu nah an anderen, bestehenden Filialen?
- Logistikkosten - Kann ich Lieferwege und Lagerstandorte optimal nutzen?

Für eine einfache mathematische Standortanalyse können nun zunächst die Kategorien anhand der eigenen Marke als mehr oder weniger relevant bewertet und gewichtet werden. Außerdem müssen die einzelnen Kategorien für jeden Standort bewertet werden. Die Bewertungen der Kategorien müssen nun mit der Gewichtung der Kategorie multipliziert werden, um die genaue Faktorbewertung des Standorts für jede Kategorie zu erhalten. Die Faktorbewertungen summiert ergeben nun Standortbewertung. Die Standortbewertungen gegenübergestellt stellen die Standortanalyse abschließend gelistet dar.

2.1.2 Standortplanung/ Filialplanung

Bereits im vorherigen Kapitel erwähnt, wird zwischen der Standortplanung und der Filialplanung geringfügig unterschieden. So legt die Filialplanung ihren Fokus auf mehrere Standorte in einem Filialnetz zusammengefasst, welches bei der Analyse berücksichtigt werden muss. Wohingegen die Standortplanung sich eher auf einige wenige Standorte konzentriert.

Beide Methoden verwenden jedoch in der vorher durchgeführten Standortanalyse herausgestellte Erkenntnisse, um die potenziellen Standorte einzuordnen und eine Entscheidung der nächsten Filialeröffnung zu treffen.

2.1.3 Geodaten

Geodaten sind strukturierte codierte Angaben zur quantitativen und qualitativen Beschreibung von natürlichen oder definierten Objekten der realen Welt. Geodaten vermessen die Welt und beschreiben geographische (Teil-)räume und Orte⁵.

Geodaten werden in mehrere Typen klassifiziert und unterliegen definierten Standards, die sich am Markt durchgesetzt haben⁶.

So definiert die ISO 19115 einen Standard zur Beschreibung geographischer Informationen anhand von Metadaten⁷. Wichtigste standardisierte Dienste sind unter Anderem:

⁵ *Geodaten / Geomarketing* 2021.

⁶ *GIS-Standards* 2021.

⁷ *ISO 19115* 2021.

- WMS - Web Map Service zum Teilen von Karten
- WFS - Web Feature Service zum Teilen von Feature-Daten

Und zu den wichtigsten standardisierten Datenformaten zählen:

- GeoJSON - JSON Format mit Geo-Spezifika
- KML - Keyhole Markup Language
- GPKG - GeoPackage definiert vom Open Geospatial Consortium

Im Prototyp verwendete Formate sind GeoJSON für Features sowie einfache Bilder (PNG) der Hintergrundkarte.

2.1.4 Marktdaten

Marktdaten oder Marktinformationen beschreiben die individuelle regionale Charakteristik geographischer Gebiete oder Standorte mittels qualitativer Merkmale⁸.

Es gibt unternehmensinterne sowie externe Marktdaten. Marktdaten können aus einem internen CRM-System stammen und über Umfragen, Marktforschung, Erhebungen als Primärdaten selbst erhoben werden oder aus staatlichen Statistiken und Branchen- und Wirtschaftsverbänden als Sekundärdaten eingeholt werden.

Im Prototyp verwendete Marktdaten sind aus Sekundärdaten erstellte Beispieldaten für Filialen und Gebiete.

2.2 Geoinformationssysteme

Geoinformationssysteme, kurz GIS, sind Informationssysteme zur Erfassung, Bearbeitung, Organisation, Analyse und Präsentation räumlicher Daten⁹. Ähnlich anderer Informationssysteme besteht ein GIS aus Hardware (Computer, Server, Drucker etc.), Software mit

⁸ *Marktdaten / Geomarketing 2021.*

⁹ *Geographische Informationssysteme (GIS) / Geomarketing 2021.*

Analyse-Tools (Zeichnen, Kalkulation) und räumlichen Daten (Koordinatensystem, Karten, Geometrien etc.). Gegebenenfalls wird die Liste um eine Verwaltungsebene ergänzt sobald die Daten und Funktionen des GIS Rollen und Rechte behaftet sind. Erste GIS Systeme stammen aus den sechziger Jahren (Canada Geographic Information System¹⁰). Zu den ersten Nutzern der Systeme gehörten vor Allem Behörden und Universitäten, so wurden viele grundlegende theoretische Konzepte an der Harvard University von Professor Howard Fisher aufgestellt¹¹. Mittlerweile haben sich viele Web-GIS etabliert, hierbei wird das Informationssystem über eine Website veröffentlicht oder benutzt. Zu den größten Vertretern moderne Web-GIS zählen vor Allem Google Maps, Bing Maps, OpenStreetMaps als OpenSource-Alternative oder etwas kleinere Anbieter wie HERE oder Yandex.Maps. Kommerzielle Web-Gis bieten meist ein eingeschränktes Funktions-Set, was sie nicht als Produkt für individuelle Software-Lösungen für Firmen in Frage kommen lässt daher greifen viele Firmen auf kommerzielle Desktop-GIS zurück oder lassen sich ganz individuelle Systeme bauen, die aus Web- und Desktop-GIS bestehen. Zu den bekanntesten GIS zählen Produkte von ESRI, Autodesk, Pitney Bowes oder CAIGOS.

2.2.1 Koordinatensysteme und Projektion

In der Geophysik wird die Erde nicht als Kugel sondern Ellipsoid bezeichnet¹². Wenn man jedoch eine Karte elektronisch auf einem Bildschirm betrachtet, dann sieht man ein Rechteck. Keine Anzeichen der Krümmung eines Globus. Die Problematik der Projektion der Erde auf eine flache Darstellung hat über den Lauf der Jahre mehrere Lösungen produziert, die jedoch alle mit Koordinatensystemen und Projektionsrechnungen zu tun haben, und bietet Stoff für ein eigenes Wissenschaftsfeld. Aufgrund dessen versuchen die nächsten Zeilen, die Problematik und Anwendung im Prototyp kurz zu beschreiben.

In einem GIS muss die Projektion zwangsläufig enthalten sein und das bestenfalls für mehrere Projektionstypen. Die meisten Web-Karten wie Google Maps oder Bing Maps benutzen die Projektion World Geodetic System 1984 (kurz WGS 84) mit dem Koordinatenreferenzsystem (engl. CRS) der European Petroleum Survey Group (kurz EPSG)

¹⁰esriCGIS.

¹¹fisher1979.

¹²Jung 1956.

4326, welches Koordinaten in Grad darstellt¹³. OpenLayers hingegen benutzt standardmäßig WGS 84 mit EPSG 3857, welches Koordinaten in Metern zur Ursprungsordinate darstellt¹⁴. Die Abbildung 2.2 zeigt die Koordinaten eines Punktes in Berlin in beiden Koordinatenreferenzsystemen.

Input coordinate system EPSG:4326 WGS 84 Change	Output coordinate system EPSG:3857 WGS 84 / Pseudo-Mercator Change
Input coordinates Longitude: <input type="text" value="13°27'4.817"/> Latitude: <input type="text" value="52°30'13.345"/>	Output coordinates X: <input type="text" value="1497396.10"/> Y: <input type="text" value="6891719.61"/>
Transform Swap ⇌	

Abbildung 2.2: Bildschirmaufnahme der Transformation von EPSG 4326 zu EPSG 3857 von epsg.io¹⁵

2.3 Genutzte Technologie

Für die prototypische Ausarbeitung des Modells wurde auf modernste Technologien und Frameworks zugegriffen. So wird als Karten-Framework /gl(s)ol in der Version 6.4.3 verwendet sowie /gl(s)angular in der Version 10. Die Darstellung 2.3 zeigt die genutzten Technologien als Grafik.

¹³ WGS 84 - WGS84 - World Geodetic System 1984, used in GPS - EPSG 2021.

¹⁴ WGS 84 / Pseudo-Mercator - Spherical Mercator, Google Maps, OpenStreetMap, Bing, ArcGIS, ESRI - EPSG 2021.

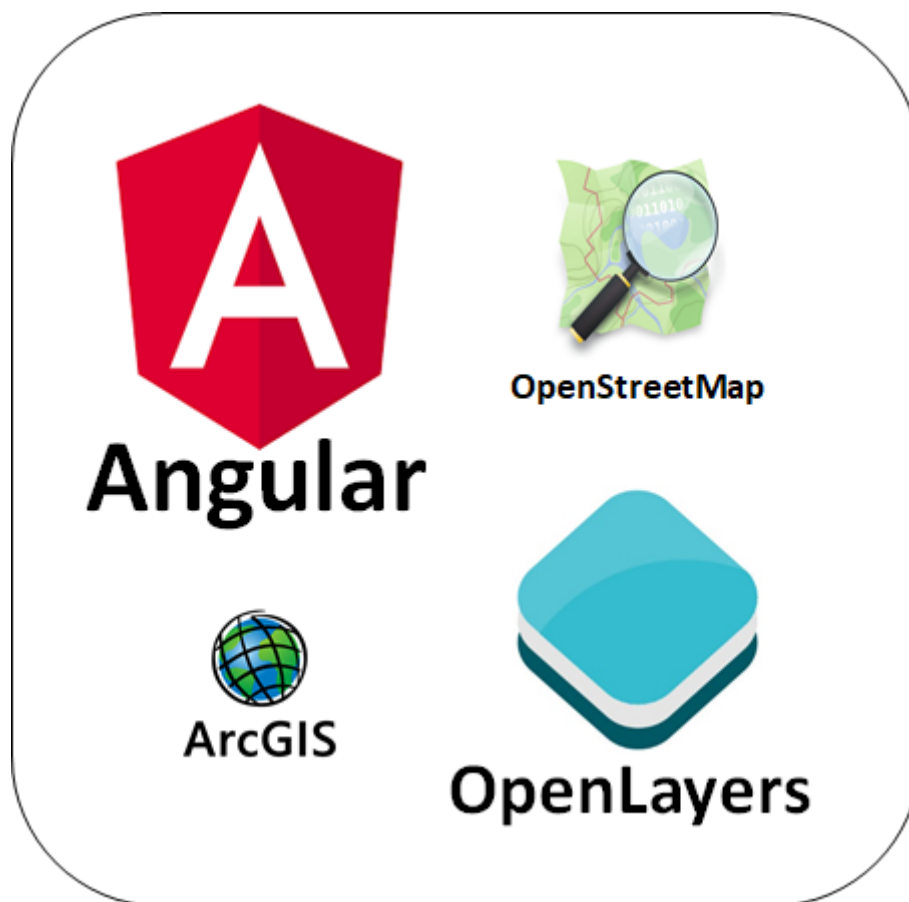


Abbildung 2.3: Eigene Abbildung des Technologie Stacks der Anwendung

OpenLayers bietet ein breites Portfolio an Funktionen und Features passend für sämtliche Anforderungen realer Geo-Informationssysteme die in der Praxis verwendet werden. Im Bezug auf die prototypische Anwendung dieser Arbeit sind vor Allem die Unterstützung der Darstellung von Punkten (Filialen) und der Gravitations-Gebiete in GeoJSON-Format auf verschiedenen Layern notwendig sowie die einfache Konfigurierbarkeit von Karten-Interaktion wie zum Beispiel das Platzieren, Verschieben und Editieren von Punkt-Objekten (Filialen) auf der Karte.

Weiterführend soll die Anwendung schnell, kompakt und modern sein, um die Relevanz aus Performance Gründen auf dem Markt gewährleisten zu können. Daher erfolgt die Umsetzung mit dem auf TypeScript basierenden Framework Angular. Besonderes Augenmerk liegt hierbei im Prototypen eigentlich nur auf der simplen, kompakten und schnellen Auslieferung eines Web-Servers als Host der Anwendung. Zu den für die weiterführende

Entwicklung relevant werdenden Features des Frameworks zählen eine große Community, einen fortlaufenden Support sowie eine fortlaufende Entwicklung durch Google, die Verwendung von TypeScript einem Superset von JavaScript mit Verbesserter Funktionalität und sämtlichen Features, die für Entwicklung einer effizienten und anspruchsvollen Single-Page-Webanwendung benötigt werden.

Kapitel 3

Konzept

Die Algorithmen und Prozesse einer Filialplanung spiegeln sehr gut einen allgemeinen Anwendungsfall moderner GIS. Neben einer einfachen Hintergrundkarte sind die Mitarbeiter auf Zeichenwerkzeuge, Geo-Daten-Anzeige, thematische Karten und Kennzahlen Berechnungen angewiesen, um akkurate und fundierte Prognosen und Planungen treffen zu können. Viele theoretische Konzepte und Prozesse passieren hierbei im Hintergrund und sind nicht direkt ersichtlich.

In den folgenden Kapiteln werden Prozesse der Standortanalyse beschrieben und der Fokus auf das Gravitationsmodell von Huff als Algorithmus zur Bestimmung des Marktanteils gelegt. Ebenso wird die daraus entstehende Architektur des Prototyps vorgestellt.

3.1 Algorithmen und Prozesse

Die Filialplanung ist ein Prozess, der sich aus mehreren Teilprozessen zusammensetzt. Einer dieser Teilprozesse ist die Standortanalyse bezogen auf Filialen. Die Wahl eines Standortes ist keinesfalls immer eindeutig und anhand des potenziellen Umsatzes der neuen Filiale zu erkennen. So kann es zum Beispiel durchaus sinnvoll sein eine Filiale trotz möglicher Kannibalisierung anderer eigener Filialen dennoch zu eröffnen, weil dies gleichzeitig zu Umsatzeinbußen bei Konkurrenzfilialen führt. Der eigene Marktanteil und Gesamtumsatz ist der entscheidende Faktor bei der Filialplanung. Durch die Anwendung ausgewählter Algorithmen gilt es also folgende Leitfrage zu beantworten:

Wo befindet sich der ideale Standort, um eine neue Filiale zu eröffnen?

Um diese Frage fundiert beantworten zu können, ergeben sich mehrere vorliegende Fragen:

Wo kann ich überhaupt eine neue Filiale eröffnen?

Was ist mit meinen Konkurrenten, was ist mit Kannibalisierung meiner eigenen Filialen?

Wie kann ich folglich also sicherstellen, dass sich mein Gesamtumsatz durch die Neueröffnung steigert?

Die Suche nach dem idealen Standort beginnt zunächst bei der Eingrenzung möglicher Standorte. Im modernen Stadtbild ist die Anzahl freier Standorte begrenzt. Meist bestimmt das Angebot die Möglichkeiten.

Existiert nun eine Liste möglicher Standorte, muss für jeden Standort der Einfluss auf das bestehende Filialnetz erfasst werden. Das bestehende Netz kann nur eigene Filialen beinhalten, um die Kannibalisierung meines eigenen Netzes durch eine Neueröffnung zu analysieren, oder Konkurrenzfilialen und Lager einschliessen, um den Einfluss auf den Gesamtmarkt zu berechnen.

Wichtige Parameter für die Berechnung des Marktanteils der Filialen im Netz sind Attraktivität, Nähe zu Zielgruppen und die Entfernung zu anderen Filialen.

Über das Huff-Modell kann die Marktanteil-Auswirkung aller Standorte berechnet werden. Im Folgenden wird das Modell und zugehörige Komponenten im Detail vorgestellt.

Um eine realistische Abbildung der Welt auf eine Karte zu bringen benötigt es eine Umrechnung eines Ovals, quasi der Erdkugel, auf ein Rechteck, im Fall eines Web-Gis des Bildschirms.

3.1.1 Gravitationsmodell

Das *Huff-Modell* (engl. Huff Gravitation Model) ist ein mathematisches Modell zur Abgrenzung und Segmentierung von Marktgebieten **Roy2004**. Das Modell bestimmt die

$$P_{ij} = \frac{A_j^\alpha D_{ij}^{-\beta}}{\sum_{j=1}^n A_j^\alpha D_{ij}^{-\beta}}$$

Abbildung 3.1: Formel des Huff-Modells

Wahrscheinlichkeit, mit der Kunden einen Standort (Filiale, Einkaufszentrum) in Abhängigkeit von Distanz und Attraktivität aufsuchen. Die Formel wird im allgemeinen wie folgt dargestellt:

Die Wahrscheinlichkeiten werden nun auf der Karte als Punkte dargestellt, die rund um den Standort platziert werden. Die Punkte der selben Wahrscheinlichkeiten werden zu Isowahrscheinlichkeitslinien verbunden. So entstehen zu jedem Standort verschiedene Gravitationsebenen, die farblich gekennzeichnet werden. Die Beeinflussung der verschiedenen Gravitationsebenen führt zu mehreren Farbverläufen, die ein komplexes Bild der Standort Landschaft bilden. In seiner einfachsten Form berücksichtigt das Modell nur die Distanz und eine simple Kennzahl der Attraktivität (zum Beispiel in Form eines Rankings) für die Wahrscheinlichkeitsberechnung. Hierzu wird zunächst ein maximaler Einflussbereich der Filialstandorte definiert. Dieser Bereich stellt die Grundlage der Berechnungen dar und muss deswegen bekannt und mit berechenbaren Kennzahlen gefüllt sein. Zur Bestimmung des Bereiches können einfache geografische Abstände oder Gebiete benutzt werden, wie zum Beispiel eine Berechnung auf Grundlage Berlins als Einflussbereichs. Vor Allem aber kommen zeitliche oder örtliche Parameter zum Einsatz. So macht es aus wirtschaftlicher Sicht viel mehr Sinn das Gebiet anhand von Fahrzeitzonen zu berechnen. So würde ein potenzieller Kunde aus Brandenburg wahrscheinlich auch in einer Filiale in Berlin einkaufen gehen, wenn diese attraktiver, örtlich näher oder besser zu erreichen ist. Berechnet wird also ein Einzugsbereich, um die Filiale herum. Ob dies nun eine maximale Fahrtzeit von 30 Minuten ist oder eher eine maximale Distanz von 30 Kilometern, ist auf die einzelne Filiale oder den gewählten Standard der Berechnung zurückzuführen.

Um die Huff-Formel korrekt kalibrieren zu können, genauer gesagt die Parameter alpha und beta empirisch bestimmen zu können, müssen folgende Schritte befolgt werden:

- Abgrenzung des Erhebungsgebiets

- Unterteilung des Erhebungsgebiets in Untergebiete
- Zentroiden der Gebiete festlegen
- Alle konkurrierende Einrichtungen identifizieren und Koordinaten erfassen
- Entfernungen zwischen den Zentroiden aller Gebiete und aller Einrichtungen berechnen
- Spezifizieren aller Eigenschaften zur Kundenbeeinflussung
- Wirtschaftliche, soziale und demografische Daten für Gebiete angeben
- Studie durchführen für die Frequenz in welcher Kunden Einrichtungen besuchen

Einwohner pro Gebiet berechnen = Größe mal Faktor 0,006

Kaufkraft der gebiete = Einwohner mal durchschnittliche Kaufkraft Berlin (21,687€) Quelle <https://de.statista.com/statistik/daten/studie/168591/umfrage/kaufkraft-nach-bundeslaendern/>

Ausgaben für Lebensmittel = Einwohner mal durchschnittliche Ausgaben für Lebensmittel (356 € Quelle <https://www.destatis.de/DE/Themen/Gesellschaft-Umwelt/Einkommen-Konsum-Lebensbedingungen/Konsumausgaben-Lebenshaltungskosten/Tabellen/privater-konsum-d-lwr.html;jsessionid=848A137E8A70CBDB1F7FD40382B122EE.internet8721>)

durchschnittlicher größe eines lidl = 900m^2 (<https://www.handelsdaten.de/lebensmitteldiscounter/durchschnittliche-verkaufsflaeche-der-discountmaerkte-lidl-deutschland>)

Weiterführend muss bestimmt werden wie und ob sich das Potenzial über den Verlauf der Distanz des Einzugsbereiches verändert. Bleibt das Potenzial konstant, würde dies bedeuten die Kunden in den äußeren Bereichen des Gebiets kommen mit der gleichen Wahrscheinlichkeit in die Filiale wie die Kunden in den unmittelbar angrenzenden Bereichen. Aber gegenteilig wäre ein linear abnehmendes Potenzial wahrscheinlich ebenso nicht vollständig realitätsgetreu, da Kunden ab einer Distanz, die zu groß für den Fuß-Weg wäre, eher das Auto oder den öffentlichen Nahverkehr wählen und dann eventuell direkt zu einer attraktiveren Filiale weiter weg fahren würden. Daher kann als grundlegende Distanzfunktion quasi eine beliebig komplizierte Formel gewählt werden. Aus Gründen der Vereinfachung und Demonstration wird für den Prototyp eine einfache linear abnehmende Distanzfunktion gewählt.

Nachdem nun zunächst die Potenzialberechnung für eine einzelne Filiale anhand der beschriebenen Parameter und Funktionen erfolgen konnte gilt es nun das Potenzial in einem bestehendem Filialnetz zu berechnen. Als Ergebnis wird hierbei eine Wahrscheinlichkeitsberechnung für sämtliche Filialen des Netzes erwartet, sodass jedem Feld des summierten Gesamt-Einzugsgebietes einen Wahrscheinlichkeitswert zugeordnet werden kann, der beeinflusst von sämtlichen anderen Filialen des Netzes, für jede Filiale des Netzes unterschiedlich sein kann und dementsprechend eingefärbt werden kann. Das Endergebnis zeigt somit die beschriebene farbliche Gravitationskarte.

Für eine komplexere Berechnung mit mehr Faktoren kann das MCI-Modell von Nakanishi und Cooper verwendet werden, welches die Weiterentwicklung der einfachen Huff-Modells darstellt **mciModell**.

ovale Weltkarte auf den flachen Bildschirm projiziert wird und der Klick auf eine Pixel-Koordinate des Bildschirms umgerechnet eine geografische Koordinate widerspiegelt. Die Karte wird in der Anwendung im BaseMap-Service mit Parametern erstellt und in der OpenLayersMap-Komponente in den DOM injiziert.

Der Karte werden drei Layer hinzugefügt:

- Hintergrund-Layer
- Filial-Layer
- Zensusgebiete-Layer

Fachlich betrachtet kann der Hintergrund-Layer auch als Hintergrundkarte bezeichnet werden, technisch ist er jedoch ebenso ein Layer wie die Filialen und Gebiete. Die Layer werden im BaseMap-Service erstellt und der Karte in der OpenLayersMap-Komponente hinzugefügt. Zu den Layern gehören entsprechende Sources, über die Features in den Layer und somit dargestellt werden können.

Der Hintergrund-Layer ist ein Kachel-Layer (Englisch: Tile-Layer). Der Layer wird durch ein Gitter (Englisch: Grid) in einzelne Kacheln eingeteilt, die alle einzeln mit Bildern befüllt werden. Dies ist ein Optimierungsschritt, der den Datentransfer reduziert sowie die Renderingzeit und -performance verbessert. Die Kachelbilder werden über Http-Requests an die OpenStreetMap-API geladen.

Die beiden Feature-Layer der Filialen und Gebiete sind Vektor-Layer (Englisch: Vector-Layer). Die jeweiligen Sources der Layer lesen die Features über lokale GeoJSON-Dateien im Feature-Service ein und befüllen den Layer im BaseMap-Service mit den Sources.

Nun sind die Features über ihre Layer auf der Karte zu sehen und können über eine Selektions-Interaktion in der Karte ausgewählt werden. Über den SelectFeature-Service wird daraufhin das Objektfenster aktiviert, welches Informationen über das Feature enthält und die Berechnung des Huff-Modells für die selektierte Filiale starten kann. Die Daten des Features werden über den Objektfenster-Service in das Objektfenster injiziert.

Über die Tool-Komponente kann eine neue Filiale auf die Karte gesetzt werden und die Layer gesteuert werden.

Sobald eine neue Filiale auf der Karte gesetzt ist wird über den Neue-Filiale-Service ein weiteres Feature in die Filiale-LayerSource geladen und über das Objektfenster kann nun die Berechnung des Huff-Modells gestartet werden.

Über das LayerManager-Tool kann im LayerManager-Service die Sichtbarkeit und Reihenfolge der Layer gesteuert werden.

Kapitel 4

Implementierung

Das Kapitel Implementierung erfasst die technische Dokumentation des erarbeiteten Prototyps. Im Detail werden in den folgenden Seiten die technische Umsetzung des in Kapitel 3 entworfenen Konzepts beschrieben. Beschriebene Funktionalitäten werden mit Bildauschnitten unterstützt.

4.1 Prototyp

Die Anwendung wurde als Angular Projekt mittels der Angular CLI erstellt. Über den CLI Befehl

```
$ ng new gravitationsmodel
```

generiert die CLI ein kompilierbares und ausführbares Angular Projekt mit essentiellen Abhängigkeiten und Strukturen. Angular verwendet standardmäßig NPM als package manager. Eine *package.json*, welche sämtliche Abhängigkeiten dokumentiert, wird bereits mit erstellt. Um das Setup abzuschließen müssen weitere Abhängigkeiten in Form von *npm packages* installiert werden. Über den Befehl

```
$ ng add ol
```

fügt die CLI automatisch das Paket von OpenLayers hinzu und für die korrekte Typisierung in TypeScript das notwendige *types* Paket für OpenLayers hinzu.

Nachdem die technischen Voraussetzungen geschaffen sind kann mit der Implementierung begonnen werden. Auch hierbei bietet die CLI Unterstützung in Form von *Scaffolding* Befehlen.

```
$ ng generate <schematic> [name]
```

generiert Komponenten, Services, Models, Klassen und weitere Code-Gerüste durch den passenden Präfix-Parameter und Namen. Angular Komponenten bestehen immer aus einer TypeScript Klasse (*.component.ts*), einem Template (*.component.html*) sowie Dateien für Styling (*.css* oder *.scss*) und Test (*.component.spec.ts*).

```
$ ng generate component objektfenster
```

erstellt *objektfenster.component.ts*, *objektfenster.component.html* sowie *objektfenster.scss* und *objektfenster.component.spec.ts* Dateien.

Mit Hilfe der CLI lassen sich so die Code-Gerüste schnell erstellen und die CLI übernimmt sogar die in Angular nötige *Dependency Injection* indem neue Komponenten direkt in der entsprechenden *.module.ts* deklariert werden¹.

Nachdem die Komponenten erstellt wurden kann nun mit der Implementierung der fachlichen Funktionen begonnen werden. Der Kern der Anwendung ist eine Karte mit der interagiert wird. Um diese darzustellen, muss zunächst ein OpenLayers Map-Objekt erstellt und in den DOM eingehängt werden². Dies geschieht in der OpenLayersMap-Komponente und dem BaseMap-Service. Über das bereits installierte OpenLayers Paket wird das Map-Objekt importiert und initialisiert.

```
import Map from 'ol/Map';
import {fromLonLat} from 'ol/proj';
import {View} from 'ol';

const targetId = 'map';
const longitude = 13.451338;
const latitude = 52.503707;
const zoomLevel = 11;
```

¹Angular CLI 2021.

²OpenLayers v6.5.0 API - Class: Map 2021.

```
const coordinate = fromLonLat([longitude, latitude]);

const view = new View({
    center: coordinate,
    zoom: zoomLevel
});

new Map({
    target: targetId,
    layers: [],
    controls: [],
    view,
});
```

Die Karte wird mit der notwendigen Id des HTML-Elements, in welchem die Karte angezeigt werden soll, und einem View initialisiert. Das View-Objekt besteht aus einer Center-Koordinate und der initialen Zoomstufe und stellt den Begrenzungsrahmen (engl. Bounding Box) der Karte dar. Zu beachten ist ebenfalls hierbei die Transformation der Koordinaten von EPSG:4326 in das in OpenLayers standardmäßig genutzte EPSG:3857 über die Funktion *fromLonLat*

Kapitel 5

Auswertung

5.1 Performance

5.2 Fazit/ Ausblick

Abbildungsverzeichnis

2.1	Eigene Darstellung Standortfaktoren	5
2.2	Bildschirmaufnahme der Transformation von EPSG 4326 zu EPSG 3857 von epsg.io ¹	10
2.3	Eigene Abbildung des Technologie Stacks der Anwendung	11
3.1	Formel des Huff-Modells	15
3.2	Komponentendiagramm der Anwendung in eigener Darstellung	18

¹*Transform coordinates - GPS online convertor* 2021.

Tabellenverzeichnis

Quelltextverzeichnis

Literaturverzeichnis

- Angular CLI* (2021). URL: <https://cli.angular.io/> (besucht am 12.02.2021).
- Definition Geomarketing / Geomarketing* (2021). de-DE. URL: <https://www.geomarketing.de/was-ist-geomarketing/> (besucht am 11.02.2021).
- Geodaten / Geomarketing* (2021). de-DE. URL: <https://www.geomarketing.de/geodaten/> (besucht am 11.02.2021).
- Geographische Informationssysteme (GIS) / Geomarketing* (2021). de-DE. URL: <https://www.geomarketing.de/geomarketing-software/geografische-informationssysteme/> (besucht am 12.02.2021).
- GIS-Standards* (2021). de. URL: <https://www.gistandards.eu/de/gis-standards/> (besucht am 11.02.2021).
- Haas, Prof Dr Hans-Dieter (2021). *Definition: Standortfaktoren*. de. Publisher: Springer Fachmedien Wiesbaden GmbH Section: economy. URL: <https://wirtschaftslexikon.gabler.de/definition/standortfaktoren-45787/version-133523> (besucht am 11.02.2021).
- Herter, Michael und Karl-Heinz Mühlbauer, Hrsg. (2018). *Handbuch Geomarketing*. ger. 2. Aufl. Wichmann Verlag. ISBN: 978-3-87907-654-3. URL: <https://content-select.com/de/portal/media/view/5c7e7232-1828-4831-bb3c-7986b0dd2d03>.
- ISO 19115* (2021). *ISO 19115:2003*. en. URL: <https://www.iso.org/cms/render/live/en/sites/isoorg/contents/data/standard/02/60/26020.html> (besucht am 11.02.2021).
- Jung, Karl (1956). „Figur der Erde“. In: *Geophysik I / Geophysics I*. Hrsg. von J. Bartels. Berlin, Heidelberg: Springer Berlin Heidelberg, S. 534–639. ISBN: 978-3-642-45855-2. DOI: 10.1007/978-3-642-45855-2_16. URL: https://doi.org/10.1007/978-3-642-45855-2_16.
- Marktdaten / Geomarketing* (2021). de-DE. URL: <https://www.geomarketing.de/marktdaten/> (besucht am 12.02.2021).

OpenLayers v6.5.0 API - Class: Map (2021). URL: https://openlayers.org/en/latest/apidoc/module-ol_Map-Map.html (besucht am 12.02.2021).

Transform coordinates - GPS online convertor (2021). en. URL: <http://epsg.io> (besucht am 12.02.2021).

WGS 84 - WGS84 - World Geodetic System 1984, used in GPS - EPSG (2021). *WGS 84 - WGS84 - World Geodetic System 1984, used in GPS - EPSG:4326*. en. URL: <http://epsg.io> (besucht am 12.02.2021).

WGS 84 / Pseudo-Mercator - Spherical Mercator, Google Maps, OpenStreetMap, Bing, ArcGIS, ESRI - EPSG (2021). *WGS 84 / Pseudo-Mercator - Spherical Mercator, Google Maps, OpenStreetMap, Bing, ArcGIS, ESRI - EPSG:3857*. en. URL: <http://epsg.io> (besucht am 12.02.2021).

Anhang A

A.1 Diagramm

A.2 Tabelle

A.3 Screenshot

A.4 Graph