



universität  
wien

# MASTERARBEIT / MASTER'S THESIS

Titel der Masterarbeit / Title of the Master's Thesis

„Fuzzy- versus Crisp-Verfahren: ein Methodenvergleich  
von GIS-gestützten Geomarketinganalysen“

verfasst von / submitted by  
Christopher Küsters, BSc

angestrebter akademischer Grad / in partial fulfilment of the requirements for the degree of  
Master of Science (MSc)

Wien, 2017

Studienkennzahl lt. Studienblatt /  
degree programme code as it appears on  
the student record sheet:

A 066 856

Studienrichtung lt. Studienblatt /  
degree programme as it appears on  
the student record sheet:

Kartographie und Geoinformation

Betreut von / Supervisor:

Univ.-Prof. Dipl.-Ing. Dr. Wolfgang Kainz



## **Danksagung**

Das letzte Puzzlestück zur erfolgreichen Beendigung meines Masterstudiums kann nun auch endlich eingefügt werden. Auf dem Weg dorthin haben mich viele Personen begleitet, ohne deren direkter und indirekter Unterstützung ich das Ziel wohl nie erreicht hätte.

Zuerst möchte ich mich bei Herrn Univ.-Prof. Dipl.-Ing. Dr. Wolfgang Kainz für die Betreuung meiner Masterarbeit und die Lehrveranstaltungen, welche ich im Zuge des Masterstudiums bei Ihnen belegen konnte, bedanken.

Ein ganz besonderer Dank gilt meiner super-tollen Freundin Michaela, die mich in nicht immer einfachen Zeiten motivieren konnte und auf deren Unterstützung ich bis heute zählen kann. Danke dafür !

Ebenfalls bedanken möchte ich bei den Kommilitonen, welche mich über die Jahre begleitet haben. Insbesondere zu nennen sind hier Christoph Kubasa und Stefan Greimel mit denen ich die Vielzahl meiner Lehrveranstaltungen und Exkursionen besuchte – es war mir eine Ehre, Jungs. Ein weiterer Dank gilt Gero Nischik für den unermüdlichen Einsatz beim Korrekturlesen und weiteren wertvollen Tipps im Zuge der Erstellung dieser Arbeit.

Den größten Dank möchte ich meiner Familie aussprechen. Besonders meinen Eltern müsste ich eigentlich gefühlte 43 Orden verleihen, so sehr konnte ich mich all die Jahre auf ihre Unterstützung verlassen. Ohne euch wäre es mir nicht möglich gewesen, diesen Weg zu gehen. Dafür werde ich euch ewig dankbar sein und möchte nochmals in aller Deutlichkeit ein „Dankeschön“ an euch geben.



## **Kurzfassung**

Eine Vielzahl an Unternehmen nutzt heutzutage Geomarketing, welches den klassischen Marketingprozess um die räumliche Komponente ergänzt. Mit der steigenden Anzahl an verfügbaren Markt- und Kundeninformationen wird die Aufgabe für Unternehmen immer wichtiger, die vorhandenen Informationen (Daten) effektiver zu nutzen, anstatt große und kostenintensive externe Datenmengen hinzuzukaufen. An dieser Stelle knüpft die vorliegende Masterarbeit an und geht der Frage nach, ob durch erweiterte (fuzzybasierte) GIS-gestützte Geomarketinganalyseverfahren aus den vorhandenen Daten ein Zusatznutzen zu generieren sei. Anhand eines fiktiven Unternehmens werden ausgewählte Geomarketinganalysen auf zwei unterschiedliche Arten von Analysemethoden im GIS durchgeführt. Einerseits werden die Analysen auf Grundlage der klassischen zweiwertigen Logik (Boolesche Logik) durchgeführt und andererseits auf Basis der Lehre der unscharfen Mengen (Fuzzy Logic) mittels Zugehörigkeitsfunktion und –werten. Anschließend werden die kartographischen Ergebnisse sowohl visuell, mittels Über- und Nebeneinanderlegen der Karten, als auch inhaltlich, durch die Interpretation der Attributwerte, miteinander verglichen. Darauf basierend lassen sich schlussendlich Aussagen bezüglich der Informationsgewinnung bzw. eines möglichen Zusatznutzens durch die Anwendung von Fuzzy Logic treffen.

## **Abstract**

Nowadays there is a large number of companies using geomarketing, which complements classic marketing by adding spatial domains. Due to the number of available market and customer information, it is even more important for companies to make effective use of existing data instead of buying expensive big data. At this point this master thesis takes up the question if one can generate added value by using advanced (fuzzy based) geomarketing analyses in GIS based on existing data. By creating a fictitious company the selected geomarketing analyses are conducted in two different ways. On the one hand the analyses are carried out by using Boolean logic. On the other hand, the analyses are put into practice by using the fuzzy logic model. Subsequently, the cartographic results are evaluated visually by overlapping maps or by placing them next to each other as well as by interpreting the attributive values. Finally, based on this, conclusions can be drawn regarding a possible additional benefit or information acquisition by using fuzzy logic.



# Inhaltsverzeichnis

	Seite
<b>1 Einleitung .....</b>	<b>1</b>
1.1 Zielsetzung und Forschungsfragen .....	2
1.2 Methodik, Datenbasis und Aufbau der Arbeit .....	3
1.3 Stand der Forschung .....	5
<b>2 Theoretische Grundlagen .....</b>	<b>7</b>
2.1 Geomarketing.....	7
2.1.1 Historie des Geomarketings .....	10
2.1.2 Aufbau eines Geomarketingsystems .....	11
2.1.3 Datenbasis .....	13
2.1.4 Thematische Kartographie .....	17
2.1.5 Analysemöglichkeiten im Geomarketing .....	22
2.1.5.1 Basisanalysen .....	22
2.1.5.2 Raumbezogene Anwendungen.....	25
2.1.5.3 Adressbezogene Anwendungen .....	26
2.2 Fuzzy Logic .....	28
2.2.1 Unschärfe vs. Wahrscheinlichkeit .....	28
2.2.2 Fuzzy Sets vs. Crisp Sets.....	29
2.2.3 Zugehörigkeitsfunktionen .....	32
2.2.4 Fuzzy Operatoren .....	34
2.2.5 Linguistische Variablen und Modifizierer .....	36
2.2.6 Fuzzy Systeme.....	38
<b>3 Fuzzy Logic in GIS-Anwendungen .....</b>	<b>40</b>
3.1 Unschärfe Grenzen im GIS .....	41
3.2 Fuzzy-Analyse-Tools.....	42
3.3 Vor- und Nachteile von Fuzzy Logic .....	46
<b>4 Planung und Ablauf der GIS-gestützten Geomarketinganalysen .....</b>	<b>48</b>
4.1 Untersuchungsgebiet.....	48
4.2 Vorstellung fiktives Unternehmen.....	49
4.3 Ablauf der Analyse .....	49

4.3.1 Auswahl der Geomarketinganalysen.....	50
4.3.2 Planung der Geomarketinganalysen im GIS .....	51
4.3.3 Kartenvergleich/Evaluierung.....	52
<b>5 Datengrundlagen / Datenaufbereitung.....</b>	<b>53</b>
5.1 Datengrundlagen .....	53
5.2 Datenaufbereitung .....	54
<b>6 Durchführung der Analysen im GIS .....</b>	<b>56</b>
6.1 Kundenstrukturanalyse .....	56
6.2 Standortanalyse .....	60
6.3 Entfernungsanalyse .....	64
6.4 Penetrationsanalyse.....	68
<b>7 Interpretation und Vergleich der Ergebnisse .....</b>	<b>71</b>
7.1 Ergebnisse der Kundenstrukturanalysen.....	71
7.2 Ergebnisse der Standortanalysen .....	75
7.3 Ergebnisse der Entfernungsanalysen .....	79
7.4 Ergebnisse der Penetrationsanalysen .....	83
<b>8 Schlussfolgerungen.....</b>	<b>87</b>
<b>Literaturverzeichnis.....</b>	<b>I</b>
<b>Abbildungsverzeichnis .....</b>	<b>VII</b>
<b>Tabellenverzeichnis .....</b>	<b>IX</b>
<b>Anhang .....</b>	<b>X</b>
<b>Eidesstattliche Erklärung .....</b>	<b>XXVII</b>

Aus Gründen der besseren Lesbarkeit wird im vorliegenden Beitrag auf die gleichzeitige Verwendung weiblicher und männlicher Sprachformen verzichtet. Sämtliche Bezeichnungen gelten selbstverständlich für beide Geschlechter.

## **1 Einleitung**

Im hart umkämpften Wettbewerb der Wirtschaftsunternehmen gewinnen Planung, Koordination und Kontrolle der Marktaktivitäten eines Unternehmens an immer größerer Bedeutung. Geomarketing erweitert die klassischen Marketingfelder Produkt, Preis, Distribution und Kommunikation um den räumlichen bzw. geographischen Bezug. Je nach Datenverfügbarkeit von sowohl unternehmensinternen als auch unternehmensexternen Daten, können mittels Einsatz von Business-Geoinformationssystemen (Business-GIS) die aktuellen und potenziellen Märkte nach räumlichen Strukturen analysiert werden und diese verortet werden [vgl. SCHÜ-00]. Hierbei dient Geomarketing mit Hilfe unterschiedlicher Instrumente (Kundenprofilanalysen, Standortanalysen, Potenzialanalyse, Einzugsgebietsanalyse, etc.) als effektive Entscheidungs-unterstützung. Eine grundlegende Herausforderung von Geomarketinganalysen ist jedoch, dass durch die Fülle von unscharfen Informationen im Analyseprozess in den meisten Fällen ein gravierender Informationsverlust droht. Als Lösungsansatz, um diesem Informationsverlust entgegen zu wirken, kann der Einsatz von Fuzzy Logic fungieren, bei dem der Faktor der Unschärfe in die Berechnungen mit einbezogen werden kann.

Fuzzy Logic beschreibt die Lehre der unscharfen Mengen mit ihren unscharfen Begrenzungen und spielt als unterstützende Analyse in technischen Disziplinen (z.B. Maschinenbau) bereits seit geraumer Zeit eine große Rolle [vgl. BOT-95]. Auch in den Geowissenschaften trifft man immer häufiger auf Analysemethoden, bei denen das strikte Eingrenzen sich hinderlich auf das Ergebnis auswirkt. In diesem Zusammenhang sind besonders Clusteranalysen oder kartographische Darstellungen von Risikobewertungen wie z.B. Windhäufigkeit oder Lawinengefährzonen (Hangneigung) anzuführen.

In einer modernen Betriebswirtschaft ist heutzutage der Einsatz von GIS bzw. Business-GIS unabdingbar. Der Aufbau und die Instandhaltung unterschiedlicher Infrastrukturen (i.S. von Verkaufsstandorten, Anlieferungswege usw.) sind ohne kompetente und kontinuierliche GIS-Analysen im Unternehmen nicht zu gewährleisten. Die mit unternehmensinternen und unternehmensexternen Daten(-banken) verknüpften Informationen ermöglichen einer breiten internen Anwendergruppe den sofortigen Zugriff auf diese. Hierbei dient Geomarketing v.a.

- als Analyseinstrument von Ist-Situationen der aktuellen Marktsituation,
- als Planungsinstrument in der Neuorganisation von Gebieten und Standorten,
- als Kontrollinstrument zur Analyse von getroffenen Maßnahmen und
- als Steuerungsinstrument zur stetigen Anpassung der Wettbewerbsstrategien an gegenwärtige Marktgegebenheiten [vgl. HER-08].

Mit Hilfe unterschiedlicher räumlicher Gebietsstrukturen können (potenzielle) Standorte, Vertriebsgebiete oder Kundensegmente geplant, analysiert und visualisiert werden. Seit einigen Jahren lässt sich zudem feststellen, dass der Einsatz von neuen Technologien und

Analyseinstrumenten in Unternehmen enorm gewachsen ist. Die Herausforderung besteht nicht mehr alleine darin, möglichst viele unternehmensinterne und unternehmensexterne Daten zu sammeln, sondern die für ein Unternehmen sinnvoll verwertbaren Informationen aus diesen Daten herauszufiltern. In der wettbewerbsintensiven Marktwirtschaft ist die Erweiterung der Kundenregion bzw. Kundenanzahl für die Unternehmen trotz staatlicher Förderungen sehr kostspielig. Vorherige Marktanalysen über Kundenpotenziale und Umsatzerwartungen sind somit von großer Bedeutung, zumal der Kauf von Marktdaten und Wirtschaftsinformationen für eine (neue) Kundenregion oder ein Kundensegment oftmals enorm teuer ist.

## 1.1 Zielsetzung und Forschungsfragen

Das **Ziel** dieser Masterarbeit ist es, scharfe (crisp) und unscharfe (fuzzy) Verfahren von ausgewählten GIS-gestützten Geomarketinganalysen zu vergleichen, um darauf aufbauend zu prüfen, inwieweit das Konzept der Fuzzy Logic in Verbindung mit Geomarketing einen Zusatznutzen für ein Unternehmen generieren kann. Dabei werden zudem die Vor- und Nachteile bei der Anwendung von Fuzzy Logic innerhalb von GIS-gestützte Geomarketinganalysen herausgearbeitet und zu erwartende bzw. aufgetauchte Probleme bei der praktischen Umsetzung im GIS aufgezeigt.

Die vorliegende Masterarbeit setzt sich aus zwei Hauptthemenfeldern zusammen: **Geomarketing** und **Fuzzy Logic**. Infolgedessen lassen sich zur Erreichung der Zielsetzung folgende Forschungsfragen herleiten:

### **Forschungsfragen:**

- F1) Inwiefern unterscheiden sich GIS-gestützte Geomarketinganalysen mittels Fuzzy- und Crisp-Verfahren voneinander?
- F2) Was sind die Vor- und Nachteile bei der Anwendung von Fuzzy Logic in Bezug auf Geomarketinganalysen?
- F3) Können die unterschiedlichen fuzzybasierten Geomarketinganalysen einen Zusatznutzen für ein Unternehmen generieren?

Gerade die aktuell wachsende Flut an Informationen innerhalb eines Unternehmens sollte zwecks Kostenersparnis effektiver genutzt werden, anstatt unternehmensexterne Daten von Anbietern zu hohen Preisen hinzuzukaufen. Geomarketing entwickelte sich bisher als schnell wachsender Wirtschaftszweig und weniger als wissenschaftlich fundiertes Wissensgebiet. Hierzu soll diese Masterarbeit einen wissenschaftlichen Beitrag liefern, indem zwei grundlegende Herangehensweisen von Geomarketinganalysen miteinander verglichen werden. Davon abgesehen soll untersucht werden, ob unscharfe Geomarketinganalysen von Markt- und Kundeninformationen einen zusätzlichen Nutzen bringen. Folglich könnten Unternehmen durch effektive (Geo-) Marketinganalysen die bereits erwähnten hohen Kosten einsparen.

## 1.2 Methodik, Datenbasis und Aufbau der Arbeit

Als Einstieg in die Thematik, als Theoriegrundlage der beiden Disziplinen (Geomarketing und Fuzzy Logic) und zur Bezugnahme des bestehenden Wissens- sowie Forschungsstandes dient die **Literaturrecherche** (Desk-Research). Mit Hilfe der wissenschaftlichen Fachliteratur sollen die beiden Hauptthemenbereiche (Geomarketing und Fuzzy Logic) dieser Masterarbeit theoretisch aufgearbeitet werden.

Das Hauptaugenmerk dieser Arbeit liegt auf dem **Methodenvergleich** von scharfen (crisp) und unscharfen (fuzzy) GIS-gestützten Geomarketinganalysen. Hierzu werden mittels eines fiktiven Unternehmens auserwählte Analysen durchgeführt. Zu Beginn soll zunächst geklärt werden, welche Geomarketinganalysen auf der vorhandenen Datengrundlage praktikabel durchführbar sind. In einem weiteren Schritt wird dann geprüft, ob unscharfe Geomarketinganalysen für ein Unternehmen einen Zusatznutzen generieren können und inwieweit sich die Ergebnisse von den klassischen (scharfen) Geomarketinganalysen unterscheiden.

Die zur GIS-gestützten Geomarketinganalyse verwendeten **Daten** sind einerseits Beispiel- bzw. Schulungsdaten aus dem Seminar „Geomarketing und dessen Analyseverfahren“, andererseits stehen externe Daten von der Statistik Austria, dem Open Data Portal Österreich und aus dem OpenStreetMap-Projekt zur Verfügung. Die **GIS-Instrumente** der Geomarketinganalyse umfassen sowohl automatisierte Abläufe (ModelBuilder), Netzwerkanalysen auf Basis von digitalen Straßenkarten als auch spezifische Einzelfallanalysen wie z.B. Zielgruppenanalysen.

Aus dem Bereich der qualitativen Forschungsmethoden wird ein Experteninterview in Form eines freien Interviews auf Basis eines halbstandardisierten Interview-Leitfadens geführt. Bei dem Experten handelt es sich um eine sachkundige Person, die auf Grund ihrer beruflichen Erfahrung über spezifisches „Know-How“ im thematisierten Kontext verfügt. Dabei sollen u.a. Fragen bezüglich der Vor-/Nachteile und Gefahren/Potenziale von Fuzzy- und Crisp-Analysen ermittelt werden und Vorgehensweisen zum Ablauf einer GIS-gestützten Fuzzy-Analyse in Erfahrung gebracht werden.

Der **Aufbau** dieser Masterarbeit gliedert sich wie folgt:

Nachdem im *ersten Kapitel* in die zu Grunde liegende Thematik eingeleitet und die dazugehörigen Forschungsfragen ausformuliert wurden, befasst sich das *zweite Kapitel* mit den theoretischen Grundlagen der beiden Hauptthemenbereiche (Geomarketing und Fuzzy Logic). Zunächst wird das Fachgebiet des Geomarketings erläutert, indem die Definition bzw. Abgrenzung zum klassischen Marketing, historische Entwicklung, der räumliche Datenbezug und die unterschiedlichen Analysemethoden mit Hilfe der verwendeten Fachliteratur herausgearbeitet werden. Der zweite theoretische Themenblock des Kapitels befasst sich ebenfalls auf Grundlage von Literaturquellen mit der Fuzzy Logic. Hierbei wird die Begriffsdefinition inklusive der Mengenlehre präzisiert und in weiterer Folge auf die daraus resultierende Fuzzy Set Theorie, deren mathematische Formeln und Funktionen sowie theoretische und praktische Anwendungsgebiete eingegangen.

Das *dritte Kapitel* vergegenwärtigt den Anwendungsschwerpunkt der Fuzzy Logic in Bezug auf Geoinformationssysteme (GIS). Dabei wird erläutert, inwiefern Unschärfe mit Hilfe von GIS visualisierbar ist und welche Funktionalitäten es im Bereich der Fuzzy-Analyse-Tools im GIS gibt. Diesbezüglich werden auch die Vor- und Nachteile von fuzzybasierten Analyseverfahren herausgearbeitet.

Im *vierten Kapitel* wird der Ablauf bzw. die Planung der GIS-gestützten Geomarketinganalysen erläutert. Zum einen werden das fiktive Unternehmen und das herangezogene Untersuchungsgebiet vorgestellt, zum anderen steht die Ablaufbeschreibung der Geomarketinganalysen im Vordergrund. An dieser Stelle finden sich auch die Erläuterung zur Auswahl der verwendeten Geomarketinganalysen und die Herangehensweise im Zuge des Kartenvergleichs bzw. der Evaluierung.

Die Beschreibung der Datengrundlagen erfolgt im *fünften Kapitel*, indem die verwendeten Geometrie- und Sachdaten beschrieben werden. Ebenfalls in diesem Kapitel wird die Datenaufbereitung ausgearbeitet, welche auch die Datenstruktur und –verwaltung um GIS beinhalten.

Das *sechste Kapitel* thematisiert die Durchführung der Geomarketinganalysen im GIS. Im Zuge deren werden die einzelnen Analyseschritte dargestellt und die Umsetzung mittels unterschiedlicher GIS-Tools herausgearbeitet. Der Analyse-Workflow wird dabei stets in zwei Varianten aufgezeigt: einerseits für die Crisp-Methode, andererseits für die Fuzzy-Methode der Geomarketinganalysen.

Die Interpretation bzw. Auswertung der Methodenvergleiche findet sich im *siebten Kapitel*. Die Analyseergebnisse werden auf die jeweilige Geomarketingmethode hin spezifisch miteinander verglichen und interpretiert. Dabei spielen die visuelle und inhaltliche Interpretationsebene eine wichtige Rolle. Des Weiteren werden Aussagen hinsichtlich eines möglichen Zusatznutzen (z.B. Kostenersparnis) für das Unternehmen getroffen.

Im abschließenden *achten Kapitel* erfolgt eine Zusammenfassung der Ergebnisse und die Hauptaussagen der Methodenvergleiche werden abgeleitet und resümiert. Abschließende werden hier auch die in der Einleitung formulierten Forschungsfragen beantwortet. Das Abbildungs- bzw. Tabellenverzeichnis und der Kartenanhang runden die Arbeit schlussendlich ab.

### 1.3 Stand der Forschung

Während der ausführlichen Literaturrecherche wurden unterschiedliche Forschungsarbeiten gefunden, welche GIS-gestützte Analysemöglichkeiten in Verbindung mit Fuzzy Logic thematisieren. Die explizite Kombination von Geomarketing und Fuzzy Logic ist fast ausschließlich als Kundensegmentierungsanalyse (Customer Relationship Management) vorzufinden. Andere GIS-gestützte Geomarketinganalysen, die in Verbindung mit Fuzzy Logic stehen, wurden nicht gefunden. Dennoch ist es notwendig einzelne wissenschaftliche Beiträge oder Arbeiten in chronologischer Reihenfolge nach Erscheinungsjahr aufzuzeigen, welche für die weitere Bearbeitung des Themas von Bedeutung sind.

GREKOUSIS/HATZICHRISTOS (2013) untersuchten in ihrem Beitrag „Fuzzy clustering analysis in geomarketing research“ verschiedene Stadtbezirke von Athen auf sozioökonomische bzw. soziodemographische Gesichtspunkte. Mittels Fuzzy-Clustering ermittelten sie Ballungen bzw. Zugehörigkeitsgerade zur Demographie, Lifestyle und Wirtschaftskraft der Athener Bevölkerung. Die Untersuchung gibt einen breiten Einblick in den Bereich von Fuzzy-Clustering in Verbindung mit GIS.

HELBICH (2009) gibt in seinem Paper „Regionalisierung (post)suburbaner Faktoren mittels Fuzzy Clusteranalyse am Fallbeispiel des Wiener Umlandes“ einen umfassenden Einblick in eine Clusteranalyse in Bezug auf raumstrukturelle Veränderungen im Stadt-Umland von Wien. Besagtes Übergangsgebiet wird mittels Fuzzy-Analysen dahingehend untersucht, inwieweit jene Gebiete von suburbanen oder postsuburbanen Entwicklungsprozessen beeinflusst werden. Hierbei werden mit Hilfe unterschiedlicher statistischer Methoden spezifische räumliche Muster aufgedeckt, sodass Aussagen bezüglich der Charakteristik der suburbanen Raumstruktur gemacht werden können.

AKYÜREK/YANAR (2006) geben in ihrem Fachzeitschriftsaufsatz „The enhancement of the cell-based GIS analyses with fuzzy processing capabilities“ einen recht allgemeinen Überblick über die Anwendungsmöglichkeiten von fuzzybasierten GIS-Analysen in der Geographie. Sie zeigen anhand von Beispielanalysen die Vielseitigkeit der Fuzzy-Analysertools im GIS auf. Obwohl der Beitrag bereits zehn Jahre alt ist und sich die Tools im GIS verändert bzw. weiterentwickelt haben, hat die Grundidee im Aufbau und Vorgehen einer Fuzzy-Analyse weiterhin Bestand.

BENEDIKT (2006) zielt in seiner Pilotstudie „Lebensräume der älteren Stadtbevölkerung“ darauf ab, jene Wiener Stadtgebiete aufzuzeigen, welche aktuell und künftig durch eine deutliche Präsenz „älterer“ Menschen gekennzeichnet sind. Im Auftrag des MA 18 – Stadtentwicklung und Stadtplanung der Stadt Wien sollten die Zielgebiete in Folgeprojekten weiter hinsichtlich der „Alterstauglichkeit“ untersucht werden. Zur Ermittlung der geforderten Stadtgebiete wurden ebenfalls Fuzzy-Analysen genutzt, um so die Zugehörigkeitsgerade zur Variable „alt“ zu generieren.

Ein Methodenvergleich von GIS-gestützten Geomarketinganalysen konnte in keiner Forschungsarbeit ermittelt werden, v.a. nicht in den oben genannten spezifisch untersuchten. Hier setzt die vorliegende Masterarbeit an und geht der Frage nach, inwiefern sich GIS-

gestützte Geomarketinganalysen mittels Fuzzy- und Crisp-Verfahren voneinander unterscheiden und ob sie für ein Unternehmen sinnvoll einsetzbar sind.

## 2 Theoretische Grundlagen

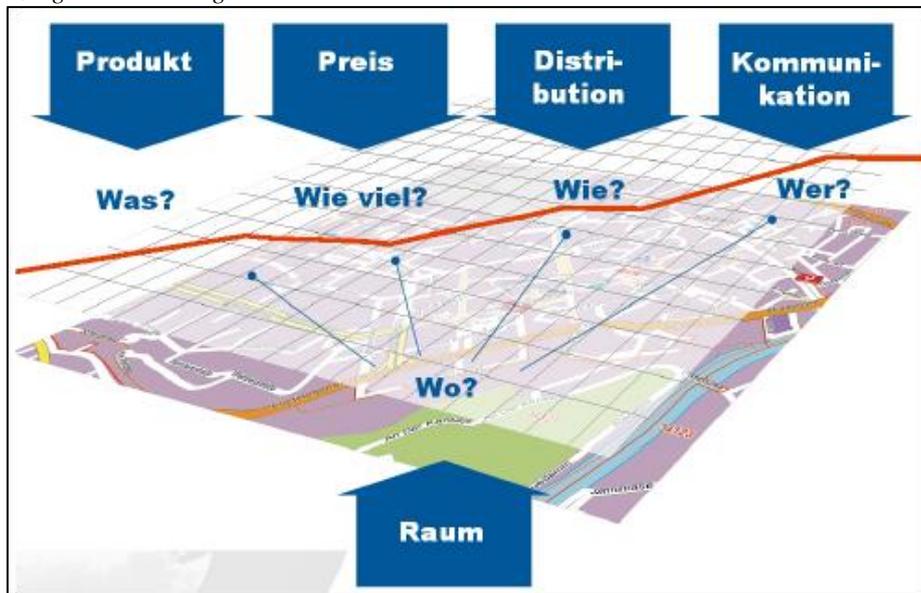
Im folgenden Kapitel werden die grundlegenden theoretischen Konzepte der beiden Hauptthemengebiete dieser Masterarbeit vorgestellt. Das Unterkapitel 2.1 legt den Fokus auf die Theorie des Geomarketings, während im Unterkapitel 2.2 das Aufgabenfeld der Fuzzy Logic näher erläutert wird.

### 2.1 Geomarketing

Bevor der Begriff *Geomarketing* definiert wird, ist es hilfreich zunächst der traditionelle Marketingbegriff näher zu betrachten. In der recherchierten Literatur wird *Marketing* als „ein Konzept der marktorientierten Unternehmensführung“ [KRE-13] betitelt. BURMANN, KIRCHGEORG und MEFFERT (2007) ergänzen diese Erläuterung indem sie festhalten, dass Marketing „Planung, Koordination und Kontrolle aller auf die aktuellen und potenziellen Märkte ausgerichteten Unternehmensaktivitäten“ [BUR-07] sei. Ergänzend „sollen durch dauerhafte Befriedigung der Kundenbedürfnisse die Unternehmensziele im gesamtwirtschaftlichen Güterversorgungsprozess verwirklicht werden“ [BUR-07].

Seit Ende der 1990er Jahre unterzieht sich der Marketingprozess einem Wandel. Im Gegensatz zum klassischen Marketing betrachtet das Geomarketing neben WER (Kunden) und WAS (Produkt) auch das WO (regionaler Markt). Demnach wird im Geomarketing das traditionelle Marketing durch die räumliche Ebene ergänzt und es erforscht somit den Markt zusätzlich nach diesen Kriterien (vgl. Abb. 1). [vgl. FIS-01].

Abb. 1: Ergänzung der Marketingmethoden durch die räumliche Ebene



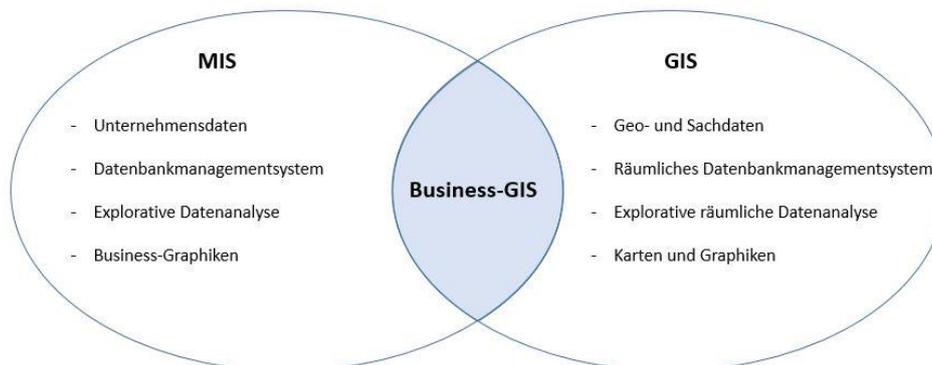
Quelle: [HER-08]

In der Fachliteratur taucht keine allgemein gültige Definition zum Begriff Geomarketing auf. SCHÜSSLER (2000) gibt eine sehr umfassende Definition des Begriffes Geomarketing: „*Geomarketing* bezeichnet die Planung, Koordination und Kontrolle kundenorientierter Marktaktivitäten von Unternehmen mittels Geographischer Informationssysteme. Es werden Methoden angewendet, die den Raumbezug der untersuchten unternehmensinternen und-externen Daten herstellen, analysieren und visualisieren sowie sie zu entscheidungsrelevanten

Informationen aufarbeiten“ [SCHÜ-00]. Seine Definition besteht aus zwei Teilen. Der erste Teil umfasst den Marketingbegriff und erläutert die drei Hauptsäulen des Marketings: Planung, Koordination und Kontrolle. Der zweite Teil bezieht sich stark auf das Geoinformationssystem und stellt den räumlichen Bezug der analysierten Daten in den Vordergrund. Ein *Geoinformationssystem (GIS)* bezeichnet wiederum „ein rechnergestütztes System, das aus Hardware, Software, Daten und den Anwendungen besteht. Mit Ihm können raumbezogene Daten digital erfasst, gespeichert, verwaltet, aktualisiert, analysiert und modelliert sowie alphanumerisch und graphisch präsentiert werden“ [DEL-13].

Im Zusammenhang mit dem Geomarketingbegriff taucht in der Literatur auch immer wiederkehrend der Begriff des Business-GIS auf. Um die Begrifflichkeit des Business-GIS näher erläutern zu können, ist es unabdingbar eine weitere Definition anzubringen und zwar die des Management-Informationssystems (MIS): „Management-Informationssysteme sind rechnergestützte Informationssysteme zur Speicherung, Verwaltung, Analyse und Präsentation unternehmensinterner und –externer Daten, die den Endbenutzer aller Entscheidungsebenen bei der Lösung komplexer Entscheidungen unterstützen“ [FIS-01]. Im Gegensatz zum MIS bezieht das GIS, wie bereits erläutert, zusätzlich den räumlichen Bezug der Datenanalyse mit ein. Ein Business-GIS bildet die Schnittstelle zwischen MIS und GIS und nutzt die Funktionen beider Informationssysteme. In Abbildung 2 ist diese Charakteristik visualisiert.

Abb. 2: Business-GIS: Schnittstelle zwischen MIS und GIS



Quelle: eigene Darstellung nach [FIS-01]

Resultierend aus den beiden angesprochenen Definitionen ergibt sich für ein *Business-GIS* folgende Wortbestimmung: „Ein Business-GIS ist ein rechnergestütztes Informationssystem zur Erfassung, Speicherung, Verwaltung, Analyse, Visualisierung und Präsentation von unternehmensinternen und unternehmensexternen Daten mit geographischem Bezug zum Zwecke der Entscheidungsunterstützung“ [FIS-01].

Der Prozess des Geomarketings basiert auf dem der mikrogeographischen Marktsegmentierung. Das Hauptaugenmerk der mikrogeographischen Marktsegmentierung liegt auf dem Auffinden von homogenen Teilmärkten, die gegeneinander betrachtet heterogen sind [vgl. HER-08]. Auf Grundlage des Prinzips der sozialen Segregation können homogene Gruppen gebildet werden. Anders ausgedrückt: „gleich und gleich gesellt sich gern“ beschreibt das Phänomen, dass Bewohner mit ähnlichen Familienverhältnissen, ähnlicher Kaufkraft und ähnlichem Verhalten dazu neigen, in bestimmten kleinräumigen Gebieten zusammenzuwohnen

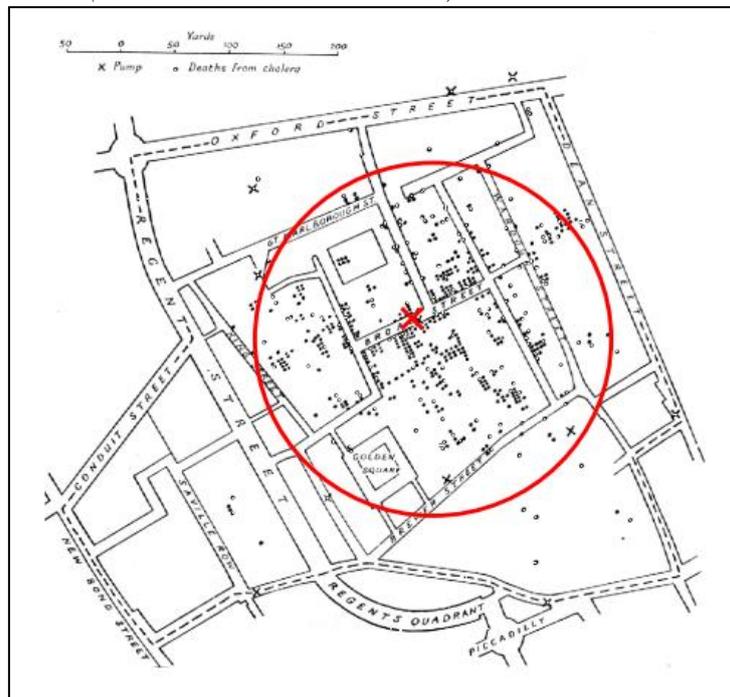
[vgl. FIS-01]. Hierzu ist von Bedeutung, dass der Gesamtmarkt primär nicht nach personenbezogenen, sondern nach raumbezogenen Kriterien erforscht wird, der mittels soziodemographischer und sozioökonomischer Daten klassifizierbar ist. Folglich werden die Eigenschaften der Bewohner direkt in Beziehung zu ihrem Wohnumfeld gesetzt und man spricht in diesem Zusammenhang von Zielregionen anstatt Zielgruppen [vgl. MES-13].

Zur Erstellung einer mikrogeographischen Marktsegmentierung ist es nötig, den Gesamtmarkt vorab in kleinräumige geographische Teilmärkte zu gliedern. Laut FISCHER / STAUFER-STEINNOCHER (2001) ist eine sehr feine Gliederung unabdingbar, da sonst das Phänomen der sozialen Segregation nicht deutlich genug zu Tage kommt. Im Gegensatz dazu sind makrogeographische Elemente nicht zielführend. Im nächsten Schritt müssen soziodemographische, sozio-ökonomische und verhaltensorientierte Daten über die Einwohner der mikrogeographischen Einheit ausgewertet werden. Mit Zuhilfenahme diverser Klassifikationsverfahren wird eine Marktsegmentierung von Kundentypen erreicht [vgl. FIS-01].

### 2.1.1 Historie des Geomarketings

Obwohl Geomarketing eine relative junge Disziplin ist, existieren in anderen Wissensgebieten seit längerer Zeit diverse Ansätze, welche bestimmte Kernkompetenzen des Geomarketing bereits widerspiegeln. Ein gern aufgezeigtes Beispiel ist die Suche nach dem Ursprung der Cholera-Epidemie in London im Jahr 1854. Nachdem bereits 14.000 Menschen der Epidemie zum Opfer gefallen waren, zeichnete der englische Arzt John Snow die Choleratodesfälle in eine Karte ein. Seine Karte zeigt auf, dass die Toten nicht zufällig über alle Straßenzüge Londons verteilt waren, sondern sie konzentrierten sich auf die Straßen, welche durch eine bestimmte Trinkwasserpumpe in einer Straße versorgt wurden (vgl. Abb. 3) [vgl. HER-11].

Abb. 3: Karte von John Snow (rotes Kreuz = Standort Brunnen)



Quelle: [HTW-10]

Snow's Verdacht, dass die Epidemie durch verunreinigtes Trinkwasser übertragen wird, bestätigte sich und er widerlegte die These, dass Cholera wie bisher angenommen durch die Luft übertragen werde. Diese Analyse wird oftmals als eine der ersten raumanalytischen Datenauswertungen betrachtet.

Wenige Jahre später publizierte Johann Heinrich von Thünen 1876 sein Werk „Der isolierte Staat“, welches einen Zusammenhang zwischen Güterpreisen und der Entfernung zum Absatzmarkt thematisierte. Die Standorterreichbarkeit von Servicestellen bzw. die Distanz von Kunden zum Produkt sind im Geomarketing seit längerem grundlegende Basisanalysen, welche ihren Ursprungsleitsatz im oben genannten Werk wiederfinden [vgl. KEL-14].

Zu Beginn der 1920er Jahre untersuchte die Schule für Sozialökologie in Chicago Zusammenhänge zwischen Nachbarschaften, der ökonomischen Bedeutung von übergeordneten Stadtteilen und soziodemographischen Charakteristika der Bevölkerung [vgl. KEL-14]. An jener Forschungseinrichtung entstanden weitere bedeutende Studien bzw. Forschungsarbeiten, wie z.B. die von Robert E. Park, welcher als einer der ersten Skalen nutzte,

um qualitative Unterschiede von Meinungen und Attitüden in messbare Größen umzuformen [vgl. ESS-99]. Im Jahr 1949 entwickelten E. Shevky und M. Williams eine empirische Sozialraumanalyse, die bereits Erkenntnisse über soziale Segmentierungsstrategien enthält, welche bis heute im Geomarketing Anwendung finden [vgl. KEL-14].

In den 1960er und 1970er Jahren folgte die „Quantitative Revolution“ der Geographie, welche dazu führte, dass mathematische und statistische Methoden auf raumanalytische Phänomene angewendet wurden. Die Geographie und auch die Sozialwissenschaften öffneten sich gegenüber den mathematischen Methoden und folglich wurden sie zum vorherrschenden Paradigma dieser Zeit. Gegen Ende der 1970er Jahre wurden die neuen Forschungstechniken zuerst in Großbritannien auf raumwirtschaftliche Fragestellungen angewendet, welche wir heute als Geomarketing bezeichnen [vgl. FEI-07].

Parallel zur Quantitativen Revolution begann die Elektronische Datenverarbeitung (EDV) sich annähernd rasch zu entwickeln. Als Folge von hohen Rechenleistungen, die mathematisch-statistische Methoden zwangsläufig zur Berechnung bzw. Auswertung benötigen, war die Entwicklung von Großrechnern eine logische Konsequenz. Im Zuge dieser gleichlaufenden Entwicklungsperiode in Verbindung mit Fortschritten in der Computergrafik und Kartographie generierten sich die ersten Anwendungen Geographischer Informationssysteme [vgl. SCHÜ-00].

In den letzten 20 bis 25 Jahren wurden ausgehend von den USA und Kanada, mit Zunahme des Technikmarktes auch in Europa vermehrt GIS in Behörden und Unternehmen implementiert. In Volkswirtschaften, die einen hohen Verdrängungswettbewerb generieren, kommt es zu Sättigungserscheinungen auf dem Konsumgütermarkt. Hierbei vollzieht sich ein Wandel von produktorientierten zu kundenorientierten Absatzmärkten [vgl. FEI-07]. Der Übergang vom Verkäufer- zu Käufermärkten wird durch ein Angebotsdefizit verursacht, da die Nachfrage schneller wächst als das Angebot. In dieser Situation ist es für die Anbieter von besonderer Bedeutung, ihre Marketingstrategien zu intensivieren, um einem Marktanteilverlust entgegenwirken zu können [vgl. SCHÜ-00]. Des Weiteren müssen Planungsentscheidungen, sei es gegenüber Mitarbeitern, Steuerzahlern, Aktionären oder Betriebsräten, nachvollziehbar gerechtfertigt und verständlich präsentiert werden. Durch den Einsatz entsprechender GIS-gestützter Visualisierungen können komplexe Zusammenhänge plausibel und ansprechend präsentiert werden [vgl. FEI-07].

### **2.1.2 Aufbau eines Geomarketingsystems**

Ein Geomarketingssystem bzw. Business-GIS setzt sich aus einer Kombination mehrerer Komponenten zusammen. Die Komponenten sind nicht als einzelne Bestandteile zu betrachten, vielmehr bilden sie als Ganzes ein aufeinander abgestimmtes System. Zu den Komponenten zählen: [vgl. FIS-01]

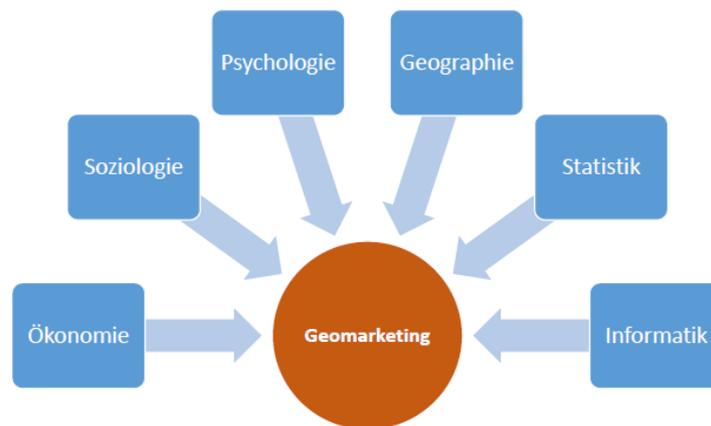
- *Hardware* beinhaltet Personal Computer (PCs), Note- bzw. Netbooks, Daten- und Applikationsserver, Datenausgabegeräte, Netzwerke und Speichermedien;
- *Software* umfasst Programmsysteme und Schnittstellen, die zur Dateneingabe und –ausgabe, Verwaltung und Konvertierung sowie Analyse und Visualisierung der Daten dienen;

- *Daten* enthalten unternehmensinterne und unternehmensexterne Geo- und Sachdaten unterschiedlicher Datenquellen und auch Qualität der Daten;
- *Modelware* impliziert Methoden und Modelle, die GIS-gestützten Analysewerkzeuge zur Entscheidungsunterstützung assistieren;
- *Orgware* umfasst die Organisations- und Entscheidungsstrukturen und den Informationsfluss bzw. –weiterleitung in einem Unternehmen.

Die Organisationsstruktur innerhalb eines Unternehmens ist entscheidend für eine erfolgreiche Geomarketingstrategie. Hierbei ist die Dateninfrastruktur von zentraler Bedeutung und bildet den Kern jedes Geomarketingprojektes.

Eine andere Vielfalt, genauer gesagt die der wissenschaftlichen Komponenten, ergibt sich aus der Interdisziplinarität von Geomarketing. In der folgenden Abbildung 4 sind die Teildisziplinen dargestellt:

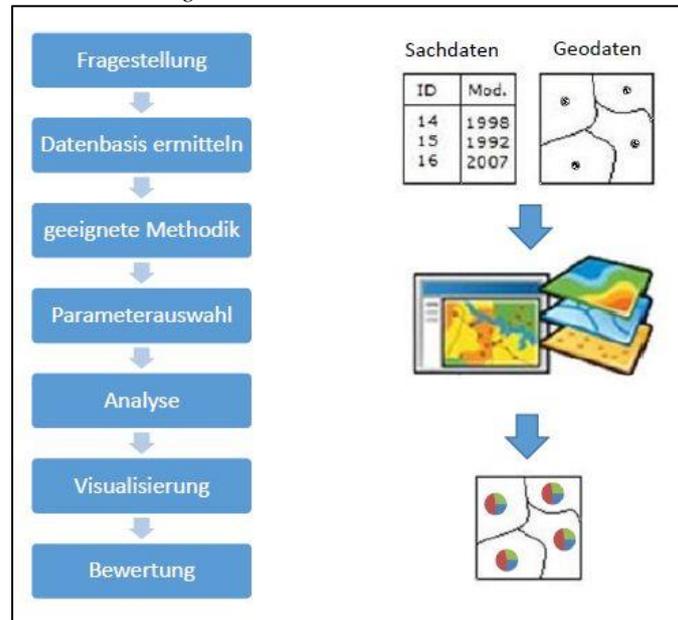
Abb. 4: Interdisziplinarität von Geomarketing



Quelle: eigene Darstellung

Das Prozessschema im Geomarketing ist eine sukzessive Verfahrensweise, welches in Abbildung 5 dargestellt ist. Es besteht aus insgesamt sieben Schritten, angefangen von der Fragestellung bis zur Bewertung. Im ersten Schritt, der Festlegung der Fragestellung, werden das Problem und die Zielsetzung der Geomarketinganalyse klar formuliert.

Abb. 5: Prozessschema des Geomarketings



Quelle: eigene Darstellung nach [FEI-07]

Die zweite Arbeitsstufe beschäftigt sich mit der Ermittlung der Datenbasis. Hierzu werden unternehmensinterne und unternehmensexterne Geo- und Sachdaten herangezogen und im Optimalfall ergibt sich ein homogener Datenbestand. Die Schritte drei bis fünf veranschaulichen die Analysephase des Prozessschemas. Beginnend mit der Auswahl einer geeigneten Methodik über die Kalibrierung der Parameter bis hin zur eigentlichen Analyse im Geoinformationssystem (GIS). Die räumliche Analyse ist stark abhängig von der vorher festgelegten Datenbasis. Die Visualisierung der durchgeführten Analysen ist der sechste Arbeitsschritt. Sie ist ein wichtiges Instrument zur grafischen Darstellung von raumbezogenen Informationen und dient vor allem der Präsentation der Ergebnisse [vgl. SCHÜ-00]. Für den Anwender ist es mitunter leichter aus thematischen Karten oder Kartogrammen gezielte Informationen zu gewinnen, als aus einer schlichten Tabelle. Diese Eigenschaft macht sich der abschließende siebte Punkt des Prozessschemas zunutze. Durch die korrekte Interpretation der Analyseergebnisse kann die gewonnene Entscheidungsunterstützung firmenintern unmittelbar genutzt oder in andere Abteilungen oder Unternehmensbereiche weitergeleitet werden.

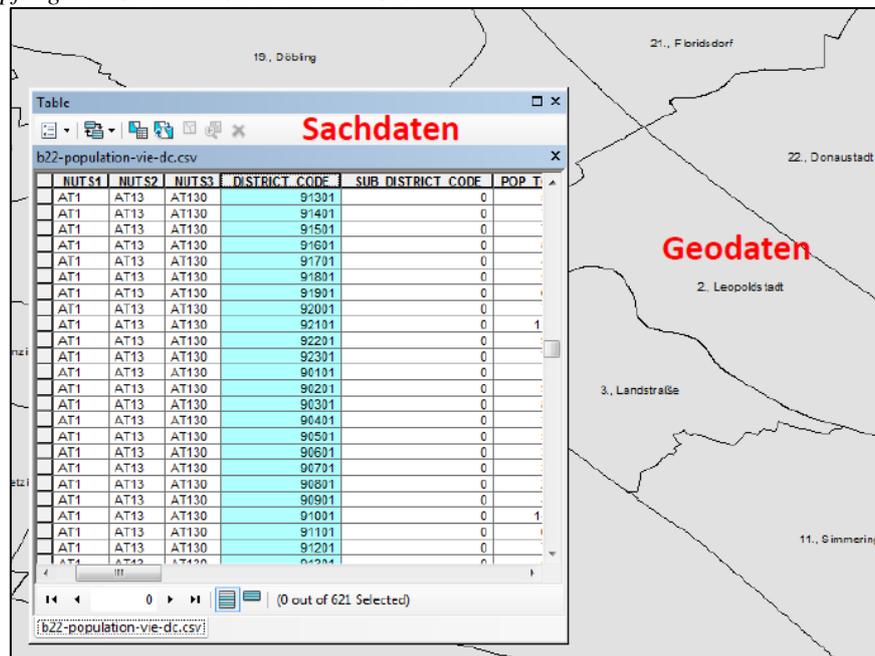
### 2.1.3 Datenbasis

Geomarketing nutzt das Verständnis räumlicher Gegebenheiten mit dem Ziel Strategien, Planungen und Entscheidungen eines Unternehmens zu optimieren. Voraussetzung für das Gelingen ist die sorgfältige Erfassung, Analyse und Interpretation von vielfältigen Datenbeständen [vgl. KEL-14].

Zur GIS-gestützten Geomarketinganalyse werden zwei Arten von Daten benötigt. Zum einen spielen die raumbezogenen Daten, die sogenannten Geodaten oder Geometriedaten (engl. spatial data), eine wichtige Rolle. Sie weisen einen expliziten Raumbezug auf und definieren so die Form und Lage von Objekten oder Ereignissen. Im Gegensatz dazu bezeichnen die Sachdaten (engl. attribute data) die inhaltliche Beschreibung der Geodaten [vgl. FIS-01]. In

einem GIS findet nun die Verknüpfung von Geo- und Sachdaten statt. Ein Beispiel hierfür zeigt die folgende Abbildung 6:

Abb. 6: Verknüpfung von Geo- und Sachdaten im GIS



Quelle: eigene Darstellung

Als räumliche Datenbasis dienen die grauen Flächengeometrien, welche einige Wiener Stadtbezirke darstellen (Geodaten). Zur Verknüpfung der Sachdaten, in diesem Fall die Einwohnerzahl und das Geschlechterverhältnis, wird ein eindeutiger Zuordnungscode benötigt, welcher in beiden Datensätzen vorhanden sein muss. Über die in der Sachdatentabelle farblich markierten Spalte (district code) konnte die Verknüpfung mit den Geodaten (ebenfalls Spalte district code) erfolgen. Somit können geometrische Informationen mit thematischen Inhalten „gefüttert“ werden wodurch sich vielseitige Analysemöglichkeiten ergeben.

### Geodaten bzw. Geometriedaten

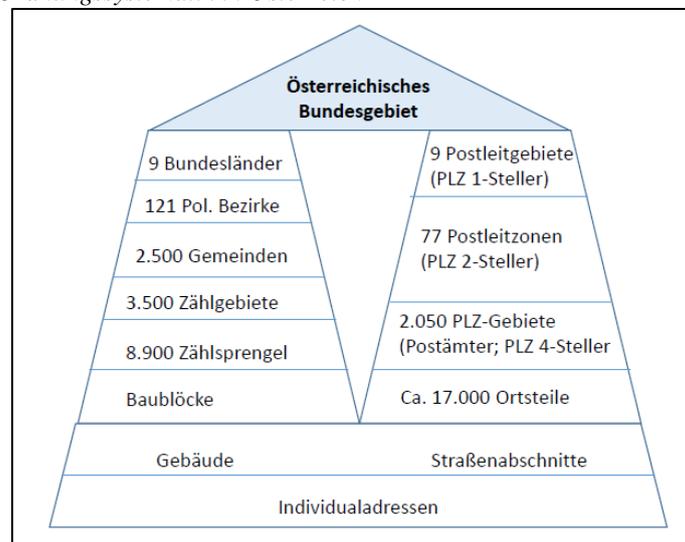
Geo- bzw. Geometriedaten lassen sich in zwei Kategorien unterteilen: Vektordaten und Rasterdaten. **Vektordaten** beschreiben nach Objekten differenzierte Daten und sind eindeutig über x- und y-Koordinaten im GIS definiert. Diese können als Punkt (z.B. Wohnadresse), Linie (z.B. Straße) oder Fläche (z.B. Stadtbezirk) existieren. Laut SCHÜSSLER (2000) dienen Vektordaten als räumliches Bezugssystem und können zusätzlich mit ergänzenden Attributinformationen verknüpft werden [vgl. SCHÜ-00]. Durch die vorher stattgefunden Georeferenzierung garantieren Vektordaten eine hohe Lagegenauigkeit. Ein weiterer Vorteil von Vektordaten ist, dass sie deutlich weniger Speicherplatz benötigen als Daten im Rasterformat. Jedoch benötigen GIS-gestützte Analysen mit einer hohen Anzahl von Vektordaten eine sehr hohe Rechenkapazität und -zeit. Auch ist die Erfassung und Aufbereitung der Daten mit einem hohen Arbeitsaufwand verbunden.

Im Gegensatz zu den Vektordaten werden **Rasterdaten** über eine Pixelmatrix abgebildet. Die darzustellenden Informationen werden über ein feines Raster von kleinen Flächen (Gitter) repräsentiert. Objekte oder Flächen werden über Pixel dargestellt, wobei jedes Element

eindeutig über die Zeilen- und Spaltennummer definiert ist. Unterschiedliche Zahlenwerte kodieren wiederum einzelne Pixelinformationen. Bekannte Beispiele für Rasterdatenbilder sind digitale Luft- und Satellitenbilder [vgl. DEL-13]. Rasterzellen können Grau- und Farbinformationen zugeordnet werden. Zusätzlich zu den Farbwerten besteht die Möglichkeit bestimmte Attribute zu codieren. In einem digitalen Höhenmodell beispielsweise wird jedem Pixel ein bestimmter Höhenwert zugeordnet, welcher durch einen bestimmten Grauwert ausgedrückt wird [vgl. DEL-13]. Im Vergleich zu Vektordaten sind Rasterdaten nicht nach Objekten gegliedert, wodurch sie sich gut als räumliche Bezugsgrundlage bzw. Hintergrundinformation eignen. Zudem finden sie häufig Anwendung bei flächendeckenden Analysen und Modellierungen, um z.B. eine zeitliche Veränderung (Vegetation, Umweltverschmutzung, etc.) aufzuzeigen. Des Weiteren ermöglichen sie eine einfache Handhabung durch ihre homogene Datenstruktur (Pixel) und zeichnen sich durch eine günstige Erfassungsmethode aus. Allerdings benötigen Rasterdaten einen weitaus größeren Speicherplatz als Vektordaten. Weiter ist die Auflösung durch die Pixelanzahl begrenzt, was sich besonders in großen Maßstäben widerspiegelt. Dadurch ist der Einsatz bei parzellenscharfen Analysen nur sehr bedingt möglich. Von daher gilt: je feiner die Struktur der Rasterzellen (Pixel) gewählt wird, desto genauer ist die Geometrie der Objekte. Damit einhergehend steigt jedoch der Speicherbedarf des Bildes ebenfalls stark an [vgl. KEL-14].

In Österreich ist die administrative Ordnungssystematik hierarchisch gegliedert. Über einen amtlich eindeutigen Identifikationsschlüssel ist das Verhältnis zwischen den verschiedenen Gebietsebenen definiert. Abbildung 7 zeigt die administrative Gebietsstruktur in Österreich:

Abb. 7: Administrative Ordnungssystematik in Österreich



Quelle: eigene Darstellung nach [FIS-01]

Das österreichische Bundesgebiet ist einerseits administrativ und andererseits postalisch aufgeteilt. Entscheidend ist hier, dass Raumeinheiten niedriger Ebenen zu Raumeinheiten höherer Ebenen aggregiert werden können. Die makrogeographische Betrachtung beinhaltet auf administrativer Seite Bundesländer, Politische Bezirke, Gemeinden und Zählgebiete. Auf postalischer Seite reicht die makrogeographische Betrachtung von den 9 Postleitgebieten bis einschließlich der 2050 PLZ-Gebiete. Die unterhalb der eben genannten Gebietsstrukturen

gelegenen Ebenen sind auf beiden Seiten der Mikrogeographie zuzuordnen. Vor dem Hintergrund, dass sich die GIS-gestützten Geomarketinganalysen in den folgenden Kapiteln auf das Wiener Stadtgebiet beziehen, ist für diese Arbeit besonders die mikrogeographische Betrachtung von Interesse.

Für die mikrogeographische Marktgebietsstrukturierung liegen ein Großteil der Geodaten, wie z.B. Straßen- und Schienennetzwerke, Bezirksgrenzen, Flächennutzung, Zählsprengel usw. als Vektordaten vor. Zwei wichtige Datenquellen sind in diesem Zusammenhang das Open Government Data Portal Österreich ([www.data.gv.at](http://www.data.gv.at)) und das weltweite Open Data Projekt „OpenStreetMap“. Das Open Government Data Portal Österreich wurde aus der Zusammenarbeit mit der Cooperation der Open Government Data Österreich und dem Bundesrechenzentrum Österreich gegründet. Durch eine intensive Zusammenarbeit von Ländern, Städten und Gemeinden stehen den Nutzern eine umfangreiche Datenbasis zur Verfügung [vgl. BUN-07]. Das globale OpenStreetMap-Projekt wurde im Jahr 2004 ins Leben gerufen, um eine „freie“ Weltkarte zu kreieren. Das Ziel ist somit der freie Zugang zu weltweiten Geodaten. Eine große globale Community erfasst, editiert, verwaltet und visualisiert zahlreiche Geodaten von Straßen, Gewässernetzen, Flächennutzungen, Baublöcken und vielen weiteren Themenbereichen [vgl. OPE-16].

Anders als die administrativen und postalischen Geodatenstrukturen werden von unterschiedlichen Institutionen oder Unternehmen auch eigene branchenspezifische Gebietsstrukturen im Geomarketing erstellt und verwendet. In der Pharma- und Versicherungsbranche beispielsweise ist eine flächendeckende Vertriebsorganisation von enormer Bedeutung. Beide Branchen benötigen kleinräumig differenzierte Marktanalysen, was mit den klassischen administrativen Strukturdaten nicht umzusetzen ist [vgl. RUG-07]. Demzufolge werden von Marktforschungsinstituten, die teilweise direkt an die jeweiligen Branchen gekoppelt sind, eigens entwickelte Datenzellen zur Verfügung gestellt. Das Unternehmen IMS Health beispielsweise bietet diese Dienstleistung in Bereich der Pharmabranche an und stellt einen breiten Marktanalysekatalog zur Verfügung, für den Pharmaunternehmen nicht selten einige tausend Euro investieren.

## **Sachdaten**

Sachdaten bilden den Informationsgehalt zu den Geometriedaten und charakterisieren sich zunächst durch eine nicht-raumbezogene Datenbasis. Sie bestehen oftmals aus soziodemographischen, ökonomischen und amtlichen statistischen Daten und werden mit Hilfe eines Datenbanksystems verwaltet [vgl. DEL-13]. Im GIS werden Sachdaten mit den Geometriedaten verknüpft, um einen Raumbezug herzustellen, sodass sie für raumbezogenen Marktanalysen genutzt werden können. Dieser Vorgang ist zu Beginn dieses Kapitels beschrieben und wird als Geokodierung betitelt. Sachdaten lassen sich in der Regel in zwei Klassen einteilen: die unternehmensinternen Daten und die unternehmensexternen Daten.

**Unternehmensinterne Daten** sind alle in einem Unternehmen gesammelte und angefallene Daten, welchen einen Raumbezug zugeordnet werden kann. Beispiele hierfür sind Kundendaten, Umsatzzahlen, Absatzzahlen, Werbekosten, usw. Ein wesentlicher Vorteil von

unternehmensinternen Daten ist, dass die Datenbezugsquelle, Verwaltungsmethode und Aktualität bekannt sind [vgl. RUG-07]. SCHÜSSLER (2000) kritisiert im Gegensatz dazu, dass jene Daten oft nicht in einem einheitlichen Verwaltungsmedium vorliegen. Von Excel-Dateien über Datenbanken bis hin zu losen Akteneinträgen bringen alle eine offensichtliche Problematik bei der einheitlichen Integration ins GIS mit sich. Dies erschwert die gegenseitige Anpassung enorm und es werden zusätzliche Arbeitsschritte benötigt bis die Daten zueinander kompatibel sind. Werden nur unternehmensinterne Daten betrachtet, wird lediglich eine sehr subjektive Sicht auf die Marktsituation generiert. Aus diesem Grund ist es von großer Bedeutung auch unternehmensexterne Daten mit in die Analysen einzubeziehen.

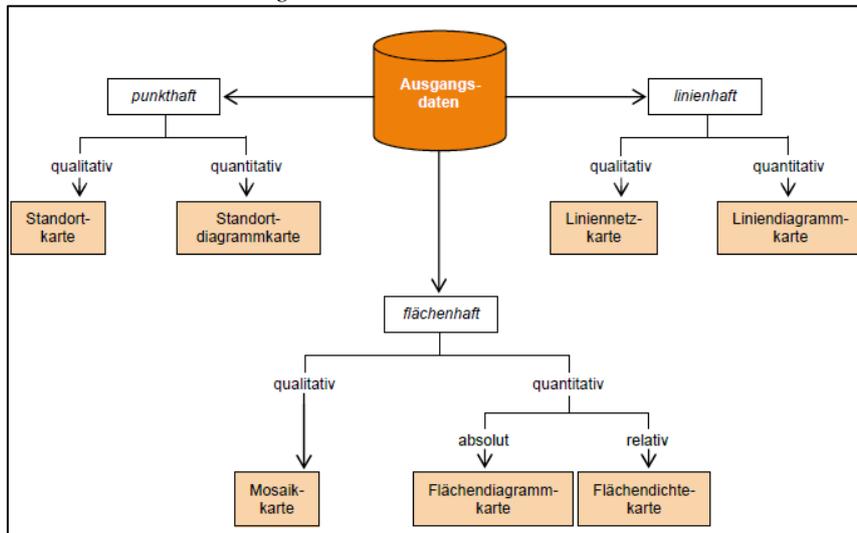
**Unternehmensexterne Daten** sind Daten, die aus externen Datenquellen hinzugezogen werden, da sie nicht unternehmensintern anfallen. Zu ihnen gehören z.B. Zensusdaten, Marktdaten und Kaufkraftdaten. Zwischen den Datenbezugsquellen kann zusätzlich unterschieden werden, ob es sich um amtliche Anbieter (z.B. Statistik Austria) oder um kommerzielle Anbieter handelt [vgl. FIS-01]. Zu den kommerziellen Datenanbietern zählen vor allem Marktforschungsinstitute, welche sich auf das gewerbliche Bereitstellen von Marktdaten in unterschiedlichen Branchen spezialisiert haben (Bsp, IMS Health).

### **2.1.4 Thematische Kartographie**

BOLLMANN (2002) beschreibt die Thematische Kartographie als „Teilgebiet bzw. Zweig der Angewandten Kartographie, der sich mit der Bearbeitung und Herstellung thematischer Karten, thematischer Kartenwerke und thematischer Atlanten sowie mit deren Nutzungsmöglichkeiten und -bedingungen befasst“ [BOL-02]. Im Geomarketing erfolgt der Großteil der Visualisierungen als analoge oder webbasierte thematische Karten.

Verschiedene GIS und Business-GIS Anwendungen bieten dem Nutzer ein breites Spektrum an Signaturen, Farbtoneinstellungen und Diagrammdarstellungen. Diese ermöglichen mit Hilfe der grafischen Variablen Größe, Helligkeit, Muster, Form, Farbton und Richtung die korrekte Erzeugung von thematischen (Business-) Karten [vgl. GFK-07]. Abbildung 8 zeigt ein Modell zur Vorgehensweise bei der Erstellung von Thematischen Karten. In einem ersten Schritt muss die Charakteristik des Raumbezugs gewählt werden. Diese kann als punktförmig (z.B. Filialstandorte), linienförmig (z.B. Straßennetz) oder flächenhaft (z.B. Stadtbezirke) definiert werden.

Abb. 8: Vorgehensweise bei der Erstellung Thematischer Karten



Quelle: [GFK-07]

Im zweiten Schritt erfolgt die Entscheidung, ob die zur Analyse herangezogenen Daten quantitativen oder qualitativen Ursprungs sind. **Qualitative Darstellungen** beantworten laut BOLLMANN (2002) die Frage „Was ist wo?“ [BOL-02]. Dadurch können nominalskalierte Daten mit Hilfe der Variablen Form, Farbe, Orientierung und Muster visualisiert werden. Typische Beispiele für qualitative Darstellungen sind Karten zur Flächennutzung (Wohngebiet, Gewerbegebiet, Waldgebiet, usw.), politische Weltkarten oder Standortkarten mit punkthaften Signaturen [vgl. GFK-07].

**Quantitative Darstellungen** hingegen beschäftigen sich mit der Frage „Welche Dichte ist wo?“ [vgl. BOL-02] und beinhalten Daten, die ordinal-, intervall- oder ratioskaliert sind. Die Verwendung von Helligkeitsstufen und unterschiedlicher Größen der Darstellungen ermöglichen die korrekte Visualisierung von quantitativen Daten. Hierbei werden weiter zwischen Darstellungen von Absolutwerten und Relativwerten unterschieden [vgl. GFK-07]. Oftmals werden Absolut- und Relativedarstellungen auch zugleich in einer Karte dargestellt. Ein Beispiel einer solchen kombinierten Darstellung wäre eine Karte zur Bevölkerungsdichte (Einwohner/km<sup>2</sup>; relativ) von bestimmten Regionen mit gleichzeitiger Angabe der Einwohnerzahl von bestimmten Städten als Säulendiagramme (absolut).

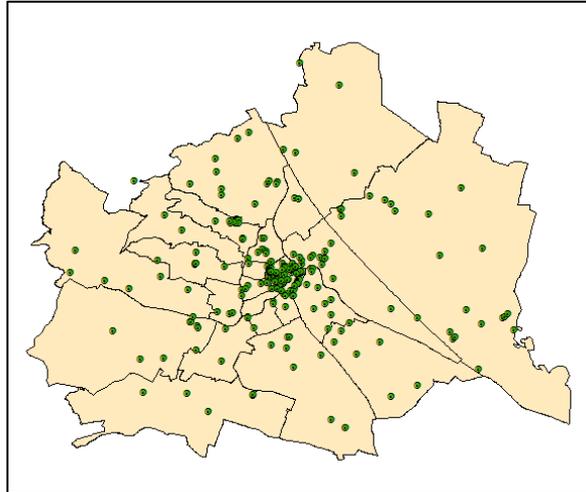
### Häufig auftretende Kartentypen im Geomarketing

Die drei am häufigsten auftretenden Kartentypen im Zuge von Geomarketinganalysen sind Standortkarten, Choroplethenkarten und Diagrammkarten. Nachfolgend werden alle drei Kartenarten kurz vorgestellt. Zu erwähnen ist noch, dass nur die drei „Basistypen“ erläutert werden, es jedoch mitunter vielerlei Kombinationsmöglichkeiten der Kartenarten gibt.

**Standortkarten** sind eine qualitative Darstellungsform und spiegeln mittels Signaturen die Position einer Objektart auf einer Karte wieder. Im Geomarketing werden sie häufig bei der Darstellung von Filialstrukturen oder bei der Kundenverteilung genutzt [vgl. HER-08].

Abbildung 9 zeigt eine Standortkarte, in der die Positionen von Denkmälern im Wiener Stadtgebiet abgebildet sind (Datenquelle OpenStreetMap).

Abb. 9: Standortkarte

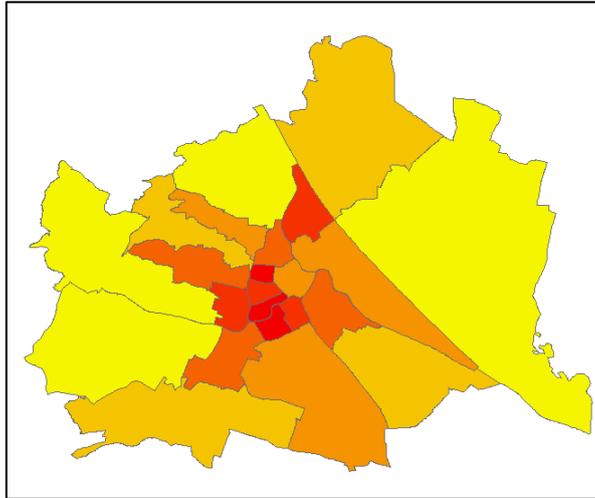


Quelle: eigene Darstellung

Unternehmen verwenden auf Standortkarten gerne ihre eigenen Firmenlogos um die Position der Filiale zu verdeutlichen. In Atlanten weisen Wirtschaftskarten von Ländern oft eine Mischung mehrerer punkthafter Signaturtypen auf.

**Choroplethenkarten** hingegen sind eine Darstellungsform, die besonders geeignet für quantitative Datenmilieus sind. Sie stellen flächenbezogen Verhältnisse (relative Werte) dar und grenzen sich mittels Farbabstufungen oder Arten von Schraffuren voneinander ab. Die Relativwerte werden in eine bestimmte Anzahl an Klassen gegliedert, welche jeweils durch einen bestimmten Farbton/Schraffur gekennzeichnet sind [vgl. GIT-15]. Um eine gute Lesbarkeit der Karte beim Nutzer zu gewährleisten, sollten die Klassenabgrenzungen farblich oder strukturell klar erkennbar sein. Im Geomarketing sind Choroplethenkarten eine sehr häufig angewandte Kartenform, da sie wichtige Informationen anschaulich und schnell vermittelt werden können. In der folgenden Abbildung 10 ist eine Choroplethenkarte dargelegt, welche die Bevölkerungsdichte in Einwohner pro Quadratkilometer in Wien darstellt.

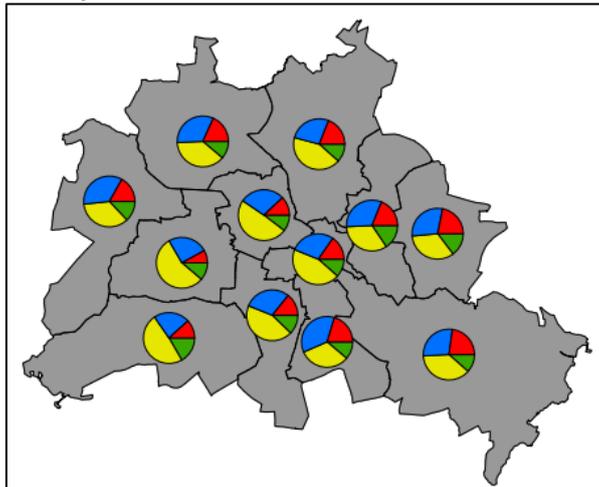
Abb. 10: Choroplethenkarte



Quelle: eigene Darstellung

**Diagrammkarten** liefern wie Choroplethenkarten ebenfalls quantitative Informationen. OLBRICH et al. (2002) definiert Diagrammkarten als „thematische Karten, auf denen von den Sachdaten abhängig gestaltete Diagramme, räumlich angeordnet sind“ [OLB-02]. Jedes Diagramm in einer Diagrammkarte weist eine räumliche Bezugsebene auf und dabei kann der räumliche Bezug von Diagrammen punkthaft, linienförmig oder flächenhaft sein. Ein Diagramm kann quantitative Informationen räumlich strukturiert darstellen und eine Diagrammkarte verbindet die Vorteile von Karten und Diagrammen. In Abbildung 11 ist eine beispielhafte Diagrammkarte dargestellt, welche durch Kreisdiagramme charakterisiert ist.

Abb. 11: Diagrammkarte (Kreisdiagramme)



Quelle: [GIT-15]

Jene Kreisdiagramme sind aufgeteilt in eine bestimmte Anzahl an Sektoren, welche zusammen die Gesamtheit eines darzustellenden Wertes widerspiegeln. Folglich variiert die Größe proportional zum angegebenen Wert. Eine weitere Bezeichnung hierfür ist ein Kartodiagramm. Die als grafische Variable genutzten Darstellungen (z.B. Kreise, Balken) sind in ihrer Größe

veränderlich, sodass Mengenunterschiede einfach wiedergegeben werden können [vgl. DGK-00]. Neben den Kreisdiagrammen können die Zahlwerte auch als Balken- oder Säulendiagramm visualisiert werden. Sie sind entweder als horizontal ausgerichtete Rechtecke mit unterschiedlichen hohen Seitenlängen abgebildet oder stehen als Zylinder mit unterschiedlicher Höhe in einer dreidimensionalen Ansicht. Pro Bezugsfläche können auch mehrere Balken bzw. Säulen nebeneinanderstehen, wenn mehrere Variablen abgebildet werden sollen [vgl. OLB-02]. Des Weiteren gibt es auch mehrschichtige komplexe thematische Karten, in denen eine große Anzahl an Signaturen und Diagrammtypen eine Vielzahl von Werten ausdrückt. Durch die Überlagerung auf unterschiedlichen Kartenebenen ergänzen sich die thematischen Aspekte gegenseitig und erzeugen eine wechselnde Sicht auf die abgebildete Thematik.

## 2.1.5 Analysemöglichkeiten im Geomarketing

Das folgende Unterkapitel thematisiert die unterschiedlichen Analysemöglichkeiten und zeigt auf, welche Geomarketingtools in der Praxis Anwendung finden. Zunächst können die vorgestellten Analysen in drei Kategorien unterteilt werden: die Basisanalysen, die raumbezogenen Anwendungen und adressbezogene Anwendungen [vgl. FIS-01]. Eine standardisierte Abfolge der Analysen ist nicht gegeben, da Business-GIS-Tools auf die jeweilige Fragestellung angepasst werden und sich folglich viele Kombinationsmöglichkeiten zur Problemlösung ergeben.

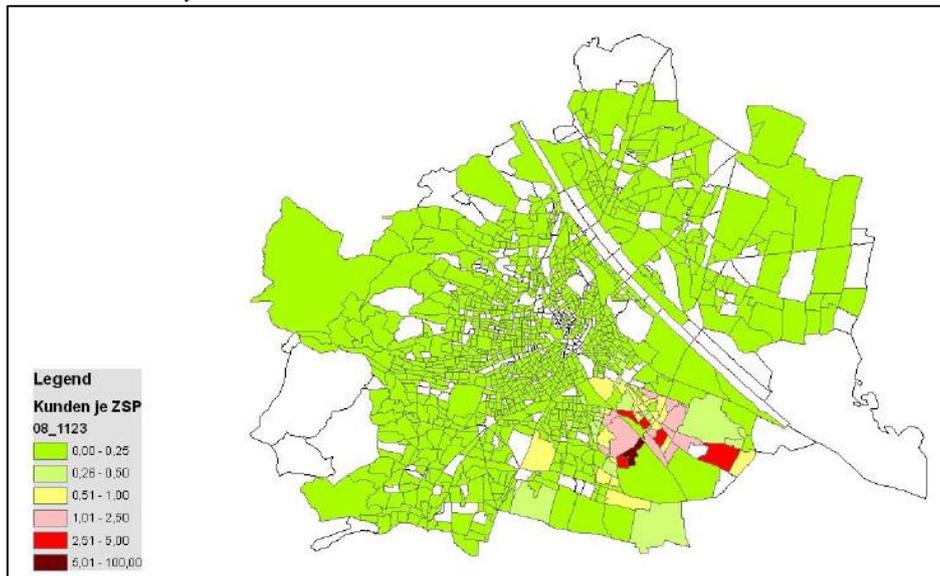
### 2.1.5.1 Basisanalysen

Die **Basisanalysen** sind, wie der Name schon sagt, grundlegende Analysen, welche als Voraussetzung für folgende komplexere Analysen durchgeführt werden. Sie geben einen ersten Überblick über die Kunden- und Marktgebietsstruktur eines Unternehmens und ermöglichen eine leicht verständliche Visualisierung der darzustellenden Kennzahlen. Die nachfolgenden vorgestellten Basisanalysen sind die Marktgebietsstrukturanalyse, die Kundenstrukturanalyse, die Entfernungsanalyse und die Marktdurchdringungsanalyse.

Die **Marktgebietsstrukturanalyse** ist laut FISCHER et al. (2001) „die Charakterisierung des zu untersuchenden Marktgebietes mittels ausgewählter Marktdaten“ [FIS-01]. Ziel der Marktgebietsstrukturanalyse ist es, einen ersten Gesamteindruck des zu untersuchenden Gebietes zu erhalten, um daraus resultierend die regionale Beschaffenheit des Marktes zu charakterisieren [vgl. KEL-14]. Bei diesen Analysen sind ausschließlich die (externen) Marktdaten wie z.B. sozioökonomische Daten (z.B. Kaufkraft) und soziodemographische Daten (Alter der Wohnbevölkerung, Haushaltsgröße, usw.) von Bedeutung. Da auf die Einbeziehung von Kundendaten verzichtet wird, sind die Analysen relativ einfach durchzuführen und lassen sich gut in einer Karte visualisieren.

Für **Kundenstrukturanalysen** oder auch **Kundenprofilanalysen** sind besonders die Kundendaten von großer Bedeutung. Mit Hilfe einer solchen Analyse ist ein Unternehmen in der Lage die räumliche Verteilung von Kunden zu analysieren und zu welchem Kundensegment sie zugeordnet werden können. Die Kundenstrukturanalyse bildet eine wichtige Grundlage sowohl für weitere Analysetechniken als auch für die Erstellung der Visualisierungen. Abbildung 12 zeigt eine beispielhafte Kundenstrukturanalyse, in der das Verhältnis von Kunden an der Einwohnerzahl je Zählsprengel dargestellt wird.

Abb. 12: Kundenstrukturanalyse

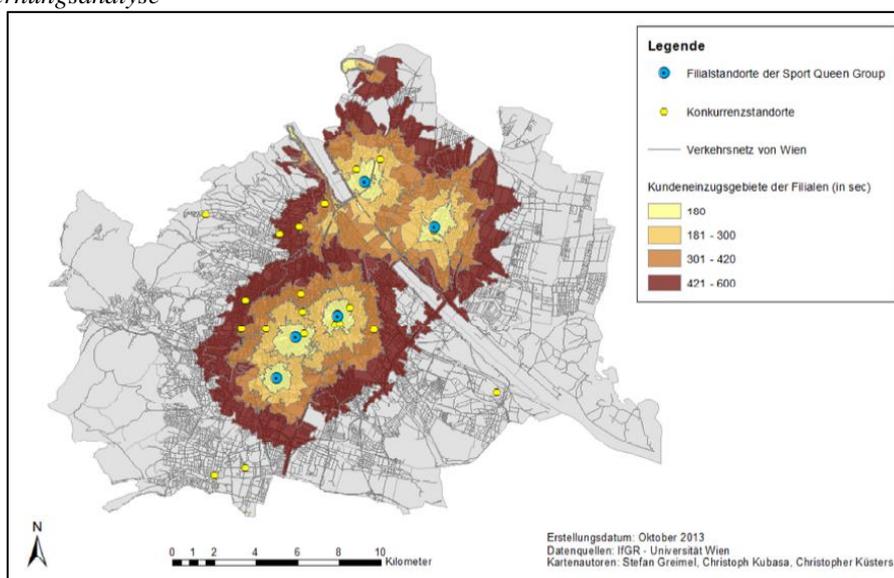


Quelle: [MES-13]

Anschließend an eine Kundenstrukturanalyse können Aussagen über die Über- oder Unterrepräsentierbarkeit von bestimmten Kundenmerkmalen getroffen werden. Zudem lassen sich Rückschlüsse über vorhandenes Zielgruppenpotenzial ermitteln und somit wichtige Erkenntnisse für die unternehmensinternen Marketing- und Vertriebsstrategien gewinnen [vgl. FEI-00].

Die **Entfernungsanalyse** bildet eine wichtige Grundlage für die Standortplanung und die Potenzialanalyse. Hierbei werden Einzugsgebiete meist in Form von flächenhaften oder linienhaften Isochronen gebildet. Häufig wird nicht nur der eigene oder potenzielle Standort als Mittelpunkt der Einzugsgebietsanalyse abgebildet, sondern es werden auch die Standorte der Konkurrenz in die Analyse mit einbezogen [vgl. KEL-14]. In Abbildung 13 ist eine Entfernungsanalyse von fiktiven Filialstandorten im Wiener Stadtgebiet abgebildet.

Abb. 13: Entfernungsanalyse

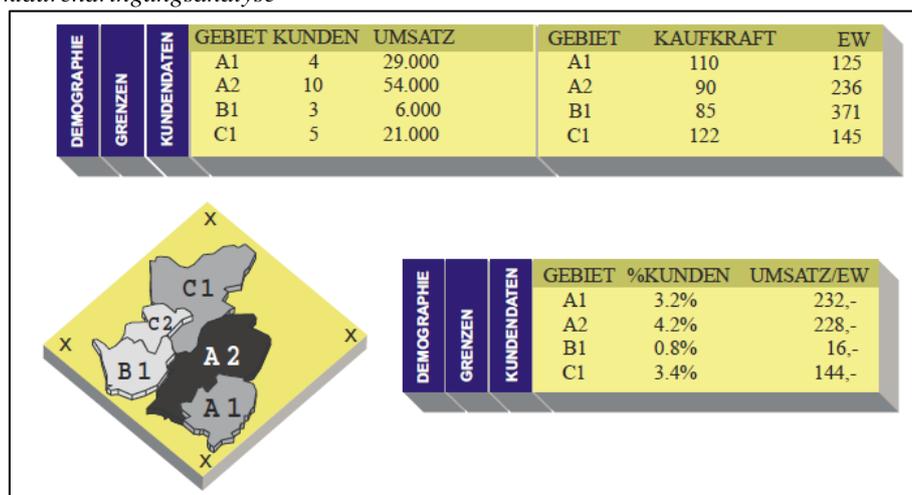


Quelle: eigene Darstellung aus dem Seminar Geomarketing und dessen Analysemöglichkeiten

In dieser Abbildung sind deutlich die Isochronen der Einzugsgebiete der Filialstandorte zu erkennen, welche die gestaffelten Fahrzeiten (PKW) in Sekunden angeben. Die Erkenntnisse über die Bereitschaft von Kunden, gewisse Distanzen in Kauf zu nehmen, ist ein wichtiger Aspekt bei Filialneugründungen, da die gesammelten Informationen auf weitere neue potenzielle Standorte übertragen werden können.

Die komplexeste aller Basisanalysen ist die **Marktdurchdringungsanalyse** oder auch **Penetrationsanalyse**. Hierbei werden die unternehmensinternen Daten (Kundendaten, Umsätze, usw.) mit den unternehmensexternen Marktdaten (z.B. demographische Daten) verknüpft. Die unternehmensexternen Daten (Marktdaten) werden zuvor zur Ermittlung des vorhandenen Gesamtvolumens des Marktes, sprich dem Potenzial herangezogen [vgl. MES-13]. Anschließend werden die Kundendaten in Relation zu den Marktdaten (Haushaltsgröße, Einwohner, usw.) in einer gewählten mikrogeographischen Bezugsseinheit (z.B. Zählsprenkel) gesetzt. Demnach betrachtet die Marktdurchdringung die Penetration in einem bestimmten Raumbezug und gibt somit die relative oder auch absolute Anzahl von Kunden in einem vorher festgelegten Gebiet wieder [vgl. KEL-14]. Abbildung 14 verdeutlicht die Abfolge einer Marktdurchdringungsanalyse.

Abb. 14: Marktdurchdringungsanalyse



Quelle: [DAR-03]

Wie erwähnt werden hier unternehmensinterne Daten (Anzahl Kunden, Umsatz) mit Marktdaten (Kaufkraft, Einwohner) in Beziehung gestellt, indem sie auf eine gemeinsame geographische Gebietseinheit kodiert werden. Somit kann ein Unternehmen deutlich herausarbeiten, welche Gebiete mit welcher Markttiefe durchdrungen sind und daraus weitere Zielsetzungen in Bezug auf Werbemittelverteilung oder Zielgruppenpenetration schlussfolgern.

### 2.1.5.2 Raumbezogene Anwendungen

Zur Gruppe der raumbezogenen Anwendungen werden die Standortanalyse und-planung, die Vertriebsgebietsanalyse und die Filialnetzoptimierung gezählt. Die **Standortanalyse und –planung** gehört heutzutage schon zu den Standardanwendungen vieler Unternehmen mit und ohne Filialstruktur. Die Standortentscheidung ist mit enormen Kosten verbunden, da sie im Normalfall nicht problemlos zu widerrufen ist und somit eine langfristige strategische Entscheidung eines Unternehmens ist [vgl. KEL-14]. Die Gewinne eines Handelsunternehmens sind maßgeblich von der Standortwahl beeinflusst, da strategisch ungünstige Standortentscheidungen sich unmittelbar auf die Wettbewerbsfähigkeit auswirken.

Laut FEIX (2007) erfolgt die Ermittlung potenzieller Standorte für jedes Unternehmen individuell auf Grund von unternehmensspezifischen Anforderungen. Eine Supermarktkette hat beispielsweise andere Standortanforderungen als eine Autohauskette oder eine Bankengruppe [vgl. FEI-07]. Eine Standortanalyse ist nicht als alleinstehendes GIS-Tool im Analyseprozess zu sehen, sondern setzt sich aus unterschiedlichen Methoden zusammen und kann somit als multikriterielle Entscheidungsanalyse (engl. Multi Criteria Analysis) verstanden werden. Je nach Anforderung des Unternehmens beinhaltet die Abfolge der Analyse verschiedene „Subanalysen“. Die gängigsten Bausteine einer Standortanalyse sind:

- Bestimmung des Einzugsgebietes eines (potenziellen) Standortes: mittels Entfernungsanalyse wird die Reichweite des potenziellen Standortes generiert und es können neben PKW- auch Fahrrad- und Fußgängerwegzeiten berechnet werden.
- Bestimmung des Marktpotenzials für einen (potenziellen) Standort: auf Grundlage einer Zielgruppenanalyse nach demographischen, sozioökonomischen und psychographischen Merkmalen kristallisieren sich bestimmte Kundenprofile heraus.
- Analyse der Konkurrenzsituation: Wie sieht die Wettbewerbssituation im Umfeld des (potenziellen) Standortes aus? Welche Branchen sind als Konkurrenz anzusehen?
- Objektspezifische Faktoren: hier spielen besonders die Immobilienpreise (Miete/Kauf) des Objektes und raum- bzw. stadtplanerische Vorgaben/Hindernisse eine entscheidende Rolle [vgl. SCHÜ-00].

Aus der Summe dieser Analysebausteine ergeben sich unterschiedliche Standortprofile der potenziellen Standorte, welche in weiterer Folge unternehmensintern begutachtet werden.

In der **Vertriebsgebietsanalyse** werden der Absatz und der Verkauf von Produkten zum Endkunden gesteuert und organisiert. Aus makrogeographischer Sicht wird der Gesamtmarkt (beispielsweise das gesamte Bundesgebiet von Österreich) in Unterkategorien nach Teilmärkten und Kundensegmenten gegliedert [vgl. FEI-07]. Die dezentral strukturierten Teilmärkte bilden mit ihren Außenstandorten und Außendienstmitarbeitern die Basis für die Distribution und sichern auch die regionale Kundenakquise. Die Neuorganisation bzw. Umstrukturierung von Vertriebsgebieten ist in Unternehmen oftmals ein sehr schwergängiger Prozess, da einerseits aktuelle Vertriebs- und Kundenbeziehungen nicht aufgelöst werden sollten und andererseits die firmeninternen Routineprozesse nur ungern abgeändert werden. Von daher ist häufig die sinnvollere Lösung, die Vertriebsgebiete gründlich zu analysieren und ggf. in bestehenden Strukturen aufeinander abzustimmen [vgl. KEL-14].

Die **Filialnetzoptimierung** untersucht die einzelnen Filialstandorte und deren Einzugsgebiete eines Unternehmens im Hinblick auf die optimale Auslastung des vorhandenen Kundenpotenzials [vgl. FIS-01]. Mittels dieser Analyse lassen sich Lücken in der Kundenerreichbarkeit identifizieren und sie hilft dabei ein breit aufgestelltes Filialnetz zu generieren [vgl. GFK-07]. Hierbei spielt besonders die Erstellung von Prognosemodellen von Neueröffnungen, Schließungen oder Standortänderungen und deren unmittelbaren Auswirkungen eine entscheidende Rolle [vgl. FIS-01].

### 2.1.5.3 Adressbezogene Anwendungen

Adressbezogene Anwendungen zeichnen sich durch eine Kombination von Business-GIS-Analysen, Methoden der Marktforschung und strategischen Marketingprozessen aus. Hierzu zählen die Intensivierung der Kundenbeziehungen, Location Based Services (LBS) und die Tourenplanung bzw. die Routenoptimierung [vgl. MES-13].

Die **Intensivierung der Kundenbeziehung** inklusive der Bestandsoptimierung zielt aus marketingstrategischer Sicht einerseits auf die Möglichkeit ab, zusätzliche Produkte an bestehende Kunden zu verkaufen (Cross-Selling) und andererseits den Wert aktueller Produkte deutlich zu steigern (Up-Selling) [vgl. FIS-01]. Ferner wird auch das Customer Relationship Management (CRM) an dieser Stelle integriert, welches laut GABLER et al. (2015) „als ein strategischer Ansatz, der zur vollständigen Planung, Steuerung und Durchführung aller interaktiven Prozesse mit den Kunden“ [GAB-15] zu verstehen ist. Wie bereits zu Beginn des Kapitels erwähnt, untersucht jene Segmentierungsstrategie den Markt nach homogenen Kundengruppen und versucht die einzelnen Teilregionen entsprechend ihrer individuellen Beschaffenheit zu strukturieren. Im Zuge des CRM wird demnach eine scharfsinnige und auf den jeweiligen Kunden ausgerichtete Segmentierungsstrategie ermittelt und eine dauerhafte Kundenbindung angestrebt [vgl. SCHÜ-00].

Insbesondere die globale „Smartphone-Revolution“ der letzten zehn Jahre hat Applikationen (Apps) im Dienstleistungsbereich hervorgebracht, die direkt auf die aktuelle geographische Position des Benutzers ausgerichtet sind, die sogenannten **Location Based Services (LBS)**. Heutzutage ist es via Smartphone spielend einfach das nächste Hotel per App zu buchen, Preise von Produkten zu vergleichen oder per Smartphone Tickets zu bestellen und zu bezahlen oder für den nächsten Flug einzuchecken. Mittels GPS-Abfragen kann auch das nächstgelegene Kino in Sekundenschnelle gefunden werden. Unternehmen profitieren von der Datenflut der Anwender und speichern, analysieren und nutzen die freiwillig herausgegebenen Kundendaten für ihre (Geo-)Marketingzwecke. Hier ergibt sich jedoch die Schwierigkeit die für das Marketing wirklich relevanten Informationen von den weniger relevanten Informationen herauszufiltern, da die erhaltene Menge an Daten bei erfolgreichen Applikationen sehr hoch ist.

Die **Tourenplanung und Routenoptimierung** ist besonders für Logistik- und Versandunternehmen von enormer Bedeutung. Grundlage hierfür ist die Netzwerkanalyse im GIS. Die linienhaft vorliegenden Verkehrsdaten werden über ein Knoten-Kantenmodell generiert. Es beinhaltet streckenabschnittsweise Informationen über

Geschwindigkeitsbegrenzungen, Einbahnstraßen, Parkverbotszonen usw. [vgl. FEI-07]. Mittels der Verknüpfung von Startpunkten (z.B. Firmenzentrale) mit den Zieladressen (Kundenadressen) lassen sich effiziente Routen- und Tourenpläne erstellen [vgl. FIS-01].

## 2.2 Fuzzy Logic

In einer Vielzahl von Wissensgebieten und in der täglichen Berufspraxis unterschiedlicher Branchen reicht die herkömmliche zweiwertige Crisp Logic (auch Boolesche Logik oder binäre Logik) nicht aus, um Elementzugehörigkeiten eindeutig zuweisen zu können. Vielmehr hindert häufig das Ziehen von scharfen Grenzen bzw. Klassen daran, den gesamten Informationsgehalt eines Sachverhaltes folgerichtig darzustellen. Deutlich wird diese Problematik, wenn man beispielsweise die Körpergröße von Menschen in klein-, mittel- und großgewachsen einteilen möchte. Setzt man den Grenzwert zwischen mittel- und großgewachsen bei 1,90 Meter Körpergröße, so würde eine 1,88 Meter große Person zur mittleren Klasse gezählt werden, obwohl sie offensichtlich von vielen anderen Menschen als „großgewachsen“ betitelt werden würde. Folglich ist die scharfe Trennung der Klassen bei 1,90 Meter Körpergröße keine ausreichende Repräsentation des Sachverhaltes ‚Körpergröße‘, denn in der Realität lassen sich oftmals auch graduell gegliederte Zugehörigkeiten feststellen [vgl. NIS-07].

Bereits im Jahr 1963 verfasste R.H. Wilkinson in einem wissenschaftlichen Paper grundlegende Überlegungen zur Fuzzy Logic (dt. unscharfe Logik). Als Begründer dieser Disziplin gilt jedoch der kalifornische Universitätsprofessor Lotfi A. Zadeh. Mit seinem 1965 veröffentlichten Aufsatz „Fuzzy Sets“ in der Zeitschrift „Information and Control“ stellte er die grundlegenden mathematischen Prinzipien der Fuzzy Logic und Fuzzy Sets (dt. unscharfe Mengen) auf [vgl. ENG-02].

Auf dieser Grundlage lässt sich laut BOTHE (1995) der Begriff Fuzzy Logic wie folgt definieren: „Fuzzy Logic lässt sich mit unscharfe, begrenzte, fusselige Logik übersetzen. Als wesentliches Charakteristikum der Unschärfe einer Aussage bzw. Information kann dabei die graduierte Bewertung ihres Wahrheitswertes angesehen werden. Mit Hilfe der Fuzzy Logic können deshalb auch Beschreibungen verarbeitet werden, die auf der Basis von (unscharfen) umgangs- und fachsprachlichen Aussagen (Regeln) gegeben sind“ [BOT-95].

Fuzzy Logic erlaubt im Gegensatz zu klassischen zweiwertigen Crisp Logic nicht nur Schlüsse auf „wahr“ oder „falsch“ zu begrenzen, sondern sie modelliert die dazwischen liegenden unscharfen bzw. un schlüssigen Faktoren. Sie kann somit als Konzept der unscharfen Mengen angesehen werden und spielt besonders in technischen Disziplinen (z.B. Maschinenbau) eine entscheidende analytische Rolle. Ebenfalls in der Geographie bzw. den Geowissenschaften trifft man immer häufiger auf eine unscharfe vage Erkenntnisgewinnung. In diesem Kontext sind besonders die in Kapitel eins erläuterten wissenschaftlichen Paper zum Stand der Forschung zu erwähnen oder die Anwendung in kartographischen Visualisierungen wie z.B. Risikobewertungen (Lawinengefahrzonen, Hangneigung, Windhöfigkeit, usw.).

### 2.2.1 Unschärfe vs. Wahrscheinlichkeit

Im Hinblick auf die Betrachtung von Unschärfe (engl. fuzziness) gegenüber Wahrscheinlichkeit (engl. probability) ist es möglich Gefahr zu laufen, dass man die Bedeutung der beiden Begriffe gleichsetzt. Dies ist vor allem dem Fakt geschuldet, dass sowohl bei der Unschärfe als auch bei der Wahrscheinlichkeit die Zugehörigkeitswerte bzw. Wahrscheinlichkeiten zwischen null und eins rangieren [vgl. KAI-13]. Jedoch betrachten Unschärfe und Wahrscheinlichkeit zwei

unterschiedliche Aspekte der Unsicherheit [vgl. SCHE-09]. Eine Wahrscheinlichkeit spiegelt einen Indikator wider, ob ein bestimmtes Ereignis eintritt oder nicht. Dieses muss aber nicht zwangsläufig eintreten. Im Gegensatz dazu gibt die Unschärfe den Grad der Zugehörigkeit zu einer Klasse bzw. einem Phänomen an, da man sicher weiß, dass jene Klasse bzw. jenes Phänomen existiert [vgl. KAI-13].

### 2.2.2 Fuzzy Sets vs. Crisp Sets

In einem **Crisp Set** (klassische Menge, zweiwertige Menge) lässt sich jedes Element eindeutig einer Teilmenge zuweisen oder eben nicht zuweisen. Das Prinzip der Zuordnung folgt somit einem zweiwertigen Konzept [vgl. ENG-02]. Die Funktion eines Crisp Sets ist demnach wie folgt definiert:

*Sei  $A$  eine Teilmenge der Grundmenge  $X$ , so lautet die charakteristische Funktion*

*$X_A$  von  $A$  ist definiert als  $X_A : X \rightarrow \{0, 1\}$  mit*

$$X_A(x) = \begin{cases} 1 & \text{wenn } x \in A \\ 0 & \text{wenn } x \notin A \end{cases}$$

Diese Definition besagt, dass die Funktion nur den Wert null ( $x$  ist kein Element von  $A$ ) oder eins ( $x$  ist ein Element von  $A$ ) annehmen kann [vgl. FAD-04].

Ein **Fuzzy Set** (unscharfe Menge) ist im Gegensatz zu einem Crisp Set nicht durch eine zweiwertige eindeutige Mengendefinition begrenzt. Während, wie im vorherigen Absatz bereits erwähnt, die klassische Menge ein Element entweder eindeutig zuordnet oder nicht zuordnet, erweitert ein Fuzzy Set die Zugehörigkeit durch eine reelle Zahl im Intervall zwischen null und eins  $[0, 1]$ . Hierbei beschreibt die reelle Zahl die graduelle Zugehörigkeit eines Elements zu einer Klasse bzw. Phänomen [vgl. ENG-02]. Die Zugehörigkeit (engl. membership) eines Elements wird durch die jeweilige Zugehörigkeitsfunktion (engl. membership function) beschrieben [vgl. ZAD-65].

*Eine unscharfe Menge (Fuzzy Set)  $A$  der Grundmenge  $X$  ist über die Zugehörigkeitsfunktion  $\mu_A$  definiert. Diese lautet:  $\mu_A : X \rightarrow [0, 1]$  wobei  $\mu_A(x)$  den Grad der Zugehörigkeit von  $x$  in  $A$  angibt.*

Resultiert aus der Zugehörigkeitsfunktion der Wert eins, so ist das Ergebnis eine vollständige Zugehörigkeit. Umgekehrt besagt der Zugehörigkeitswert null, dass eine Nicht-Zugehörigkeit vorliegt.

Um den Unterschied zwischen einem Crisp und Fuzzy Set zu verdeutlichen, wird ein weiteres Beispiel anhand der Körpergröße von Personen erläutert. KAINZ (2013) veranschaulicht dies mit Hilfe folgender Annahmen: Es werden die Körpergrößen von drei Personen betrachtet. Person A misst 185 cm, Person B 165 cm und Person C 186 cm. Ziel ist es, die Personen in drei Klassen (klein, mittel, groß) einzuteilen. Die scharfe (crisp) Einteilung der Klassengrenzen ist festgelegt für eine kleine Körpergröße mit 0 cm bis 165 cm, für eine mittlere Körpergröße mit 165 cm bis 185 cm und große Personen werden ab 185cm zu jener Klasse hinzugezählt. Werden die drei Personen nun nach der eben beschriebenen scharfen Klassifikationsmethode eingeteilt,

stellt man fest, dass Person A in die mittlere Klasse, Person B in die Klasse mit kleiner Körpergröße und Person C in die Klasse mit großer Körpergröße fällt (siehe Tabelle 1).

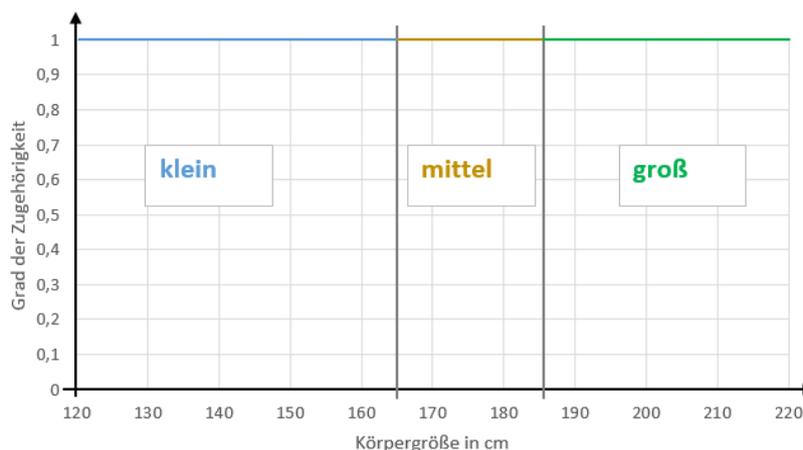
Tab. 1: Einteilung der Personen A, B und C mit Hilfe scharfer Klassifikation

	klein	mittel	groß
Person A	0	1	0
Person B	1	0	0
Person C	0	0	1

Quelle: eigene Darstellung nach [KAI-13]

Auffällig ist, dass, obwohl Person A und Person C nur einen Zentimeter Unterschied in der Körpergröße aufweisen, sie in zwei unterschiedliche Klassen der Körpergröße fallen. Dies ist das Resultat der scharfen vorher definierten Klassengrenzen, dessen charakteristische Funktion in Abbildung 15 zu sehen ist.

Abb. 15: Charakteristische Funktion der Körpergrößen



Quelle: eigene Darstellung nach [KAI-13]

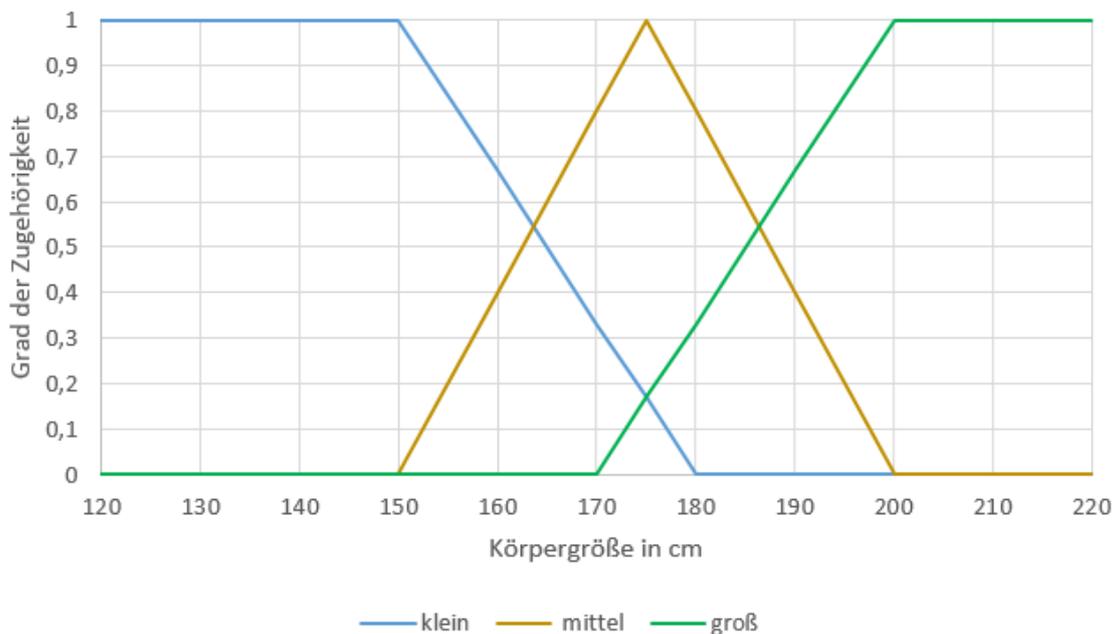
Um dieser Problematik entgegenzuwirken, können die drei Klassen der Körpergröße auch mit Hilfe von drei Zugehörigkeitsfunktionen aus dem Bereich der Fuzzy Logic generiert werden. Die Zugehörigkeitsfunktionen für die drei Klassen (klein, mittel und groß) sind nachfolgend abgebildet:

$\mu_{\text{klein}}(x) = \begin{cases} 1 & x \leq 150 \\ \frac{180-x}{30} & 150 < x \leq 180 \\ 0 & x > 180 \end{cases}$	$\mu_{\text{mittel}}(x) = \begin{cases} 0 & x \leq 150 \\ \frac{x-150}{25} & 150 < x \leq 175 \\ \frac{200-x}{25} & 175 \leq x \leq 200 \\ 0 & x > 200 \end{cases}$	$\mu_{\text{groß}}(x) = \begin{cases} 0 & x \leq 170 \\ \frac{x-170}{30} & 170 < x \leq 200 \\ 1 & x > 200 \end{cases}$
--	---	---

Der Zugehörigkeitsgrad für die Klasse „kleine Körpergröße“ liegt bis zu einer Körpergröße von 150 cm bei eins und fällt dann linear ab bis der Grad der Zugehörigkeit bei 180 cm null erreicht. Die Werte der Zugehörigkeit für Personen mit mittlerer Körpergröße sind bis zu einer Größe von 150 cm mit null angegeben. Zwischen 150 cm und 175 cm steigen die Zugehörigkeitswerte

der mittleren Klasse der Körpergröße linear an, bis sie bei 175 cm die vollständige Zugehörigkeit beim Wert eins annehmen. Danach fallen die Zugehörigkeitswerte zwischen 175 cm und 200 cm Körpergröße wieder linear ab und enden ab 200 cm beim Zugehörigkeitswert null. Die letzte Klasse der großen Personen weist bis zu einer Körpergröße von 170 cm keine Zugehörigkeit auf (Wert null). Ab 170 cm Körpergröße steigt der Grad der Zugehörigkeit linear an, bis er ab 200 cm die vollständige Zugehörigkeit zur Klasse „groß“ besitzt (Wert eins). In der folgenden Abbildung sind die drei Zugehörigkeitsfunktionen der eben beschriebenen unscharfen Klassifikation abgebildet:

Abb. 16: Zugehörigkeitsfunktionen der drei Körpergrößenklassen



Quelle: eigene Darstellung nach [KAI-13]

Vergleichen wir nun die Zugehörigkeitswerte der drei Personen mit denen aus der scharfen Klassifikation (Tabelle 1), so können wir mit Hilfe der gerade abgebildeten Zugehörigkeitsfunktionen die neuen unscharfen Werte der Klassenzugehörigkeit ablesen und die neuen Werte ebenfalls tabellarisch festhalten:

Tab. 2: Zugehörigkeitswerte der Personen A, B und C mittels unscharfer Klassifikation

	klein	mittel	groß
<b>Person A</b>	0,00	0,60	0,50
<b>Person B</b>	0,50	0,60	0,00
<b>Person C</b>	0,00	0,56	0,53

Quelle: eigene Darstellung nach [KAI-13]

In Tabelle 2 ist deutlich erkennbar, dass die Personen A und C die höchste Zugehörigkeit in der Klasse der mittleren Körpergröße aufweisen, da sie auch nur ein Zentimeter in der Körpergröße trennt. Waren Person A und C bei der klassischen scharfen Klassenbildung noch zwei unterschiedlichen Klassen zugeordnet worden (mittel und groß), so sind sie nun anhand ihrer

aus den Zugehörigkeitsfunktionen berechneten Zugehörigkeitswerten in die mittlere Klasse eingestuft worden. Ebenfalls Person B hat im Gegensatz zur scharfen (crisp) Klassifikationsmethode eine höhere Zugehörigkeit in der mittleren Klasse erfahren. Hieraus ist zu schließen, dass die strikte scharfe Trennung von Klassifikationen ein Ergebnis enorm in eine Richtung beeinflussen kann und in diesem Fall nicht nahe an der Realität liegt.

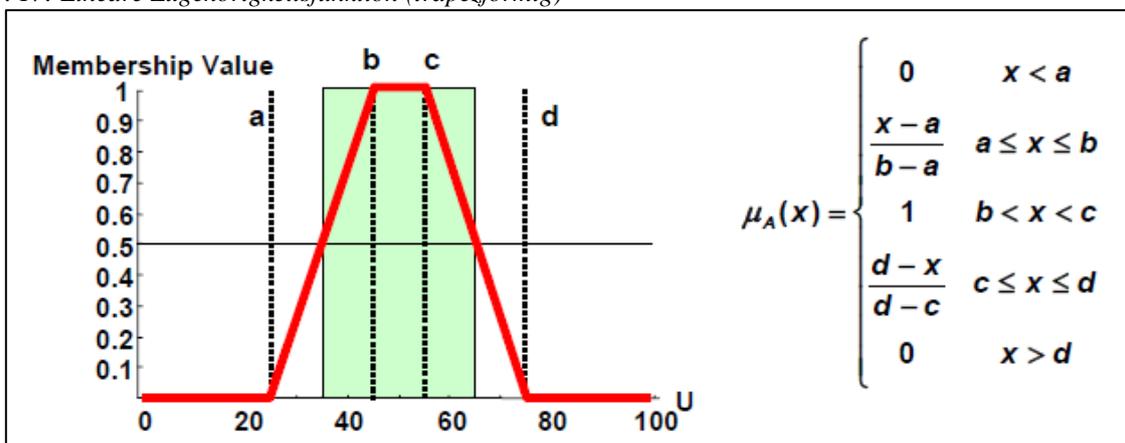
### 2.2.3 Zugehörigkeitsfunktionen

Die Zuweisung der reellen Werte zwischen null und eins zu den Fuzzy Sets ist mittels der Zugehörigkeitsfunktion definiert. Die korrekte Auswahl und Aufstellung der Zugehörigkeitsfunktion ist zu Beginn einer Fuzzy Analyse ein elementarer Schritt und richtet sich dabei nach dem jeweiligen Phänomen, welches darzustellen ist [vgl. AME-14].

KAINZ (2013) hebt dabei hervor, dass alle Zugehörigkeitsfunktionen gewisse Eigenschaften gemein haben. Es liegen die Werte für den Grad der Zugehörigkeit, wie bereits erwähnt, immer zwischen null und eins. Zudem sollte die Zugehörigkeitsfunktion so aufgestellt sein, dass in der Mitte des Fuzzy Sets die Werte der Zugehörigkeit eins erreichen. Des Weiteren ist die Zugehörigkeitsfunktion von der Mitte ausgehend hin zu beiden Seiten abfallend, was die gerade angesprochene Darstellungsform weiter untermauert. Jener Punkt in der Funktion, an dem der Wert der Zugehörigkeit 0,5 erreicht, wird „crossover point“ genannt, welcher gleichzeitig den Grenzwert für das als Grundlage dienende Crisp Set bildet [vgl. KAI-13].

Es gibt zwei Arten von Zugehörigkeitsfunktionen, zum einen die **linearen** und zum anderen die **abgerundeten bzw. sinusförmigen Zugehörigkeitsfunktionen**. Die linearen Zugehörigkeitsfunktionen werden durch die vier Parameter a, b, c und d beschrieben. Je nachdem welche Werte den Parametern zugeordnet werden, ergeben sich unterschiedliche Formen einer linearen Zugehörigkeitsfunktion [vgl. AME-14]. Abbildung 17 zeigt die lineare trapezförmige Zugehörigkeitsfunktion mit den vier angesprochenen Parametern. Danebenstehend ist die allgemeine Funktion angegeben, welche bereits aus dem Beispiel im vorigen Unterkapitel bekannt ist.

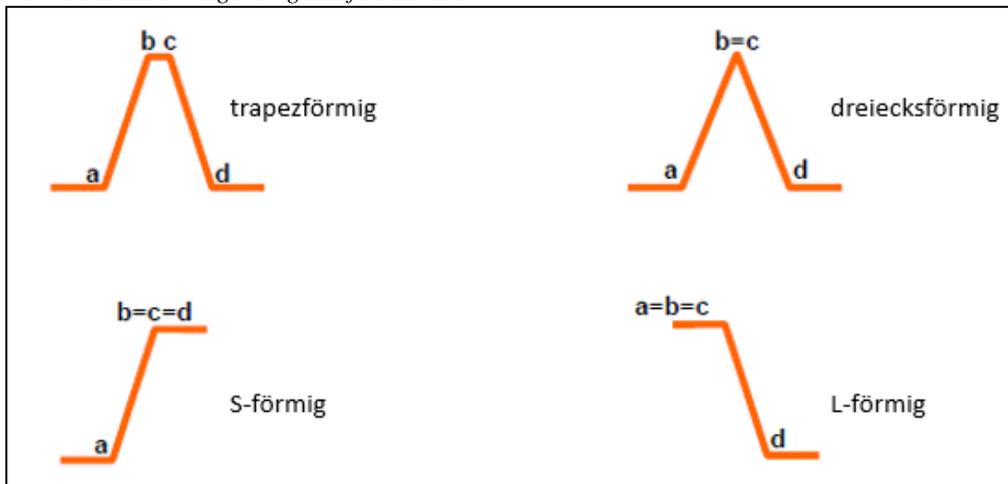
Abb. 17: Lineare Zugehörigkeitsfunktion (trapezförmig)



Quelle: [KAI-13]

Die linearen Zugehörigkeitsfunktionen können durch die unterschiedlichen Werte der vier Parameter a, b, c und d noch weitere Formen annehmen. Neben der trapezförmigen Funktion ist es möglich auch dreiecksförmige, L-förmige und S-förmige Funktionen zu berechnen. In der folgenden Abbildung 18 sind die eben genannten Funktionsformen dargestellt, welche sich durch die verschiedenen Wertkonstellationen der Parameter ergeben.

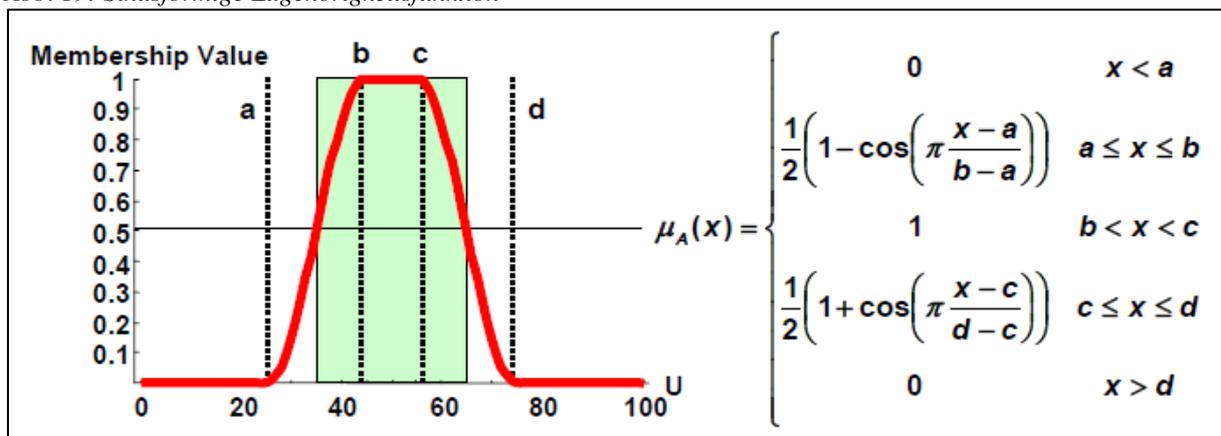
Abb. 18: Formen linearer Zugehörigkeitsfunktionen



Quelle: leicht abgeändert nach [KAI-13]

Neben den linearen Zugehörigkeitsfunktionen existiert noch die zweite Gruppe der sinusförmigen bzw. abgerundeten Zugehörigkeitsfunktionen. Je nachdem welche Formel zur Berechnung eines Fuzzy Sets sinnvoller erscheint, können sich auch kurvenförmige Funktionen ergeben. Die sinusförmige Zugehörigkeitsfunktion mit der dazugehörigen mathematischen Formel ist in Abbildung 19 verdeutlicht.

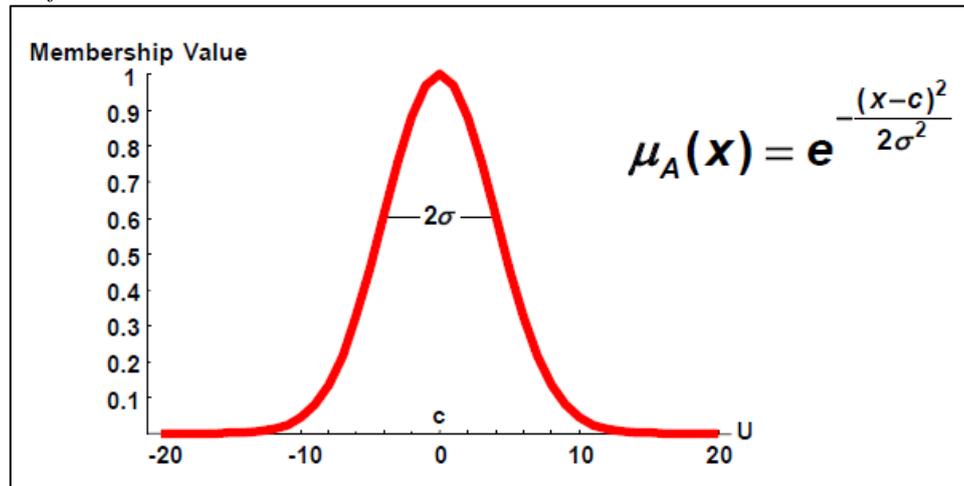
Abb. 19: Sinusförmige Zugehörigkeitsfunktion



Quelle: [KAI-13]

Als einen Spezialfall von abgerundeten Zugehörigkeitsfunktionen kann die Gaussfunktion angesehen werden. Auf Grund ihrer eigentlichen Herkunft, der Wahrscheinlichkeitstheorie, scheint es zunächst leicht verwunderlich, dass gerade diese Funktion in der Fuzzy Logic Anwendung findet. Jedoch können die Parameter c (Mittelwert) und  $\sigma$  (Standardabweichung) ebenfalls in einer Zugehörigkeitsfunktion dargestellt werden. Die Abbildung 20 zeigt die Gaussfunktion inklusive der nebenstehenden Funktionsgleichung.

Abb. 20: Gaussfunktion



Quelle: [KAI-13]

## 2.2.4 Operationen auf Fuzzy Mengen

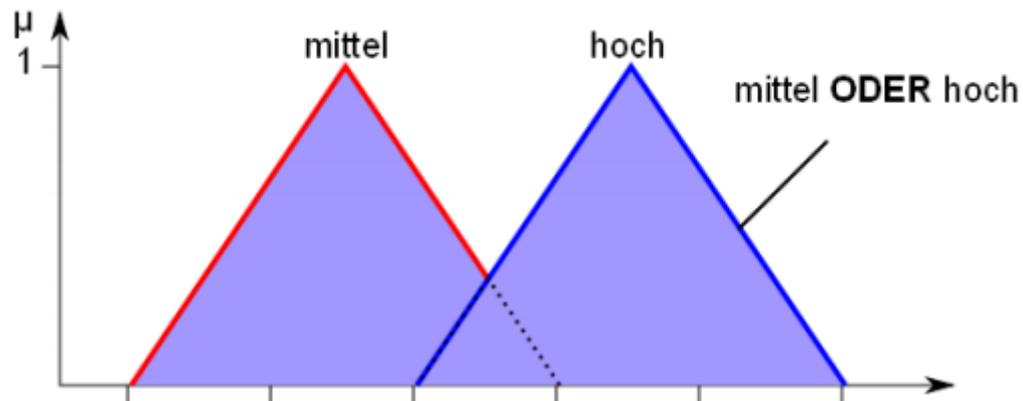
Bevor die verschiedenen Operatoren zwischen zwei Fuzzy Mengen genauer erläutert werden, müssen zunächst noch die Höhe und die Trägermenge eines Fuzzy Sets definiert werden. Die Trägermenge  $T$  eines Fuzzy Sets  $A$  beinhaltet alle Teilmengen einer Grundmenge  $X$ , bei denen der Zugehörigkeitswert größer als null ist. Die mathematische Definition einer Trägermenge eines Fuzzy Sets sieht wie folgt aus:  $T(A) = \{x \in X \mid \mu_A(x) > 0\}$ .

Die Höhe  $H$  eines Fuzzy Sets  $A$  wird durch den höchsten Zugehörigkeitswert bestimmt und mathematisch als  $H(A)$  geschrieben. Fuzzy Sets mit einer Höhe von 1 heißen normalisiert [vgl. BOT-95].

Die aus der klassischen Mengenlehre bekannten Operatoren Vereinigung (union), Durchschnitt (intersection) und Komplement (complement) lassen sich auch auf Fuzzy Sets anwenden. Im Folgenden werden jene Operatoren durch die gängigsten Definitionen beschrieben. In der recherchierten Literatur wurden weitere Möglichkeiten gefunden, gewisse Operatoren zweier Fuzzy Sets zu berechnen. Dies soll nur als Hinweis zu verstehen sein, dass die vorgestellten mathematischen Definitionen bei weitem nicht alle Lösungswege implizieren, die in jenem Fachgebiet bis dato hergeleitet wurden.

Abbildung 21 zeigt die **Vereinigung** zweier Fuzzy Sets „mittel (rot)“ und „hoch (blau)“. Diese wird, wie auch in der klassischen Mengenlehre, durch den „Oder-Operator“ ausgedrückt.

Abb. 21: Vereinigung (union) zweier Fuzzy Sets



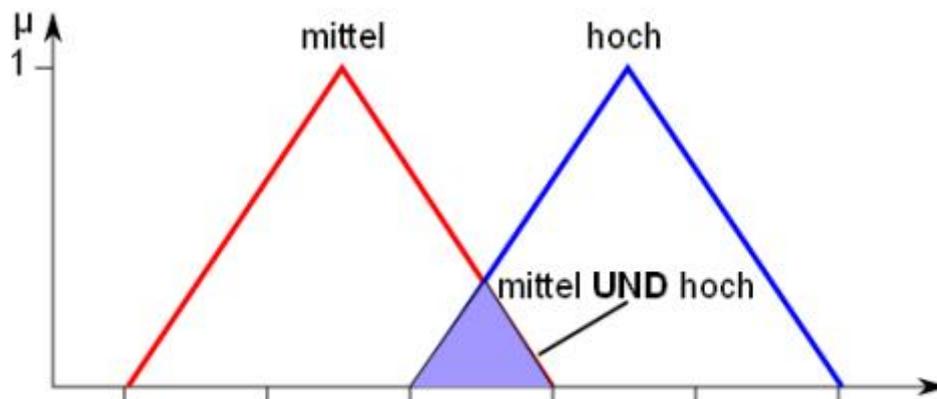
Quelle: [VEI-13]

Berechnet wird die Vereinigung zweier Fuzzy Sets A und B durch die jeweiligen Maxima der Zugehörigkeitswerte der beiden Funktionen. Die mathematische Definition lautet demnach:

$$\forall x \in X, \mu_{A \cup B}(x) = \max(\mu_A(x), \mu_B(x))$$

Der **Durchschnitt** zweier Fuzzy Sets wird mittels des Minimums der beiden Zugehörigkeitsfunktionen gebildet. In der folgenden Abbildung ist der Durchschnitt der beiden Fuzzy Sets „mittel“ und „hoch“ dargestellt, welcher mit Hilfe des „Und-Operators“ formuliert wird.

Abb. 22: Durchschnitt (intersection) zweier Fuzzy Sets



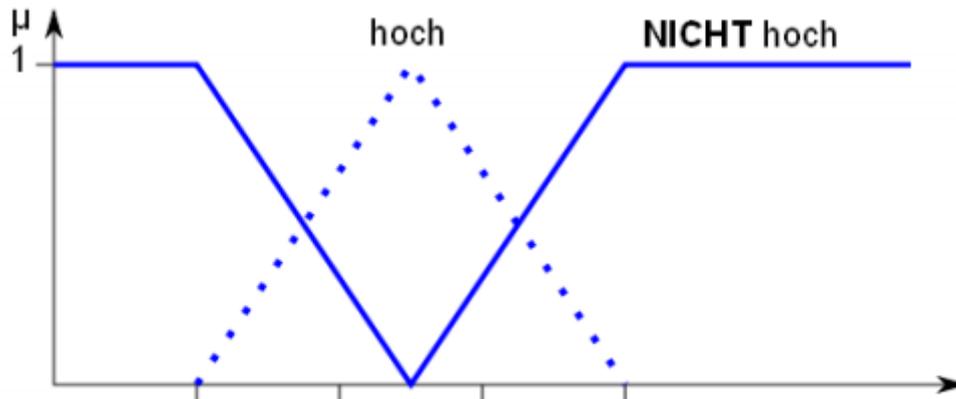
Quelle: [VEI-13]

Die mathematische Definition des Durchschnitts zweier Fuzzy Sets A und B lässt sich wie folgt schreiben:

$$\forall x \in X, \mu_{A \cap B}(x) = \min(\mu_A(x), \mu_B(x))$$

Der dritte Operator auf Fuzzy Sets ist das **Komplement**. Dieses wird durch die Negation der jeweiligen Zugehörigkeitsfunktion gebildet. Abbildung 23 zeigt das Komplement („Nicht-hoch“) des Fuzzy Sets „hoch“.

Abb. 23: Komplement (complement) eines Fuzzy Sets



Quelle: [VEI-13]

Die mathematische Formel zum Komplement eines Fuzzy Sets A wird, wie bereits angesprochen, durch dessen Negation zum Ausdruck gebracht.

$$\forall x \in X, \mu_{\bar{A}}(x) = 1 - \mu_A(x)$$

### 2.2.5 Linguistische Variablen und Modifizierer

Im Gegensatz zu numerischen Variablen zeichnen sich in der Fuzzy Logic **linguistische Variablen** durch vage bzw. unscharfe Ausdrücke der Sprache aus [vgl. AME-14]. BOTHE (1995) erläutert, dass eine linguistische Variable durch z.T. mehrere linguistische Terme beschrieben wird. Die Anzahl der linguistischen Terme ist je nach linguistischer Variable unterschiedlich. Als Beispiel kann hier als linguistische Variable die Temperatur eines Zimmers genommen werden. Die linguistischen Terme, die die Zimmertemperatur charakterisieren, könnten beispielsweise „warm“ und „kalt“ sein. Diese beiden unscharfen linguistischen Terme können mittels zweier Zugehörigkeitsfunktionen als Fuzzy Sets berechnet und dargestellt werden.

Adverbien und Adjektive bilden in unserem Sprachschema eine signifikante Bedeutungsunterstützung für einzelne Wörter oder auch ganze Sätze. Auch in der Fuzzy Logic ist es möglich die gerade angesprochenen linguistischen Terme durch **Modifizierer** (modifier) in ihren Eigenschaften zu stärken oder auch abzuschwächen [vgl. GOO-02]. Beispiele für Modifizierer sind: etwas, sehr, ziemlich, mehr oder weniger usw. Im Hinblick auf ein Fuzzy Set bzw. deren Zugehörigkeitsfunktion können die Modifizierer mit Hilfe mathematischer Operatoren implementiert werden. Tabelle 3 gibt einen Überblick über die Modifizierer.

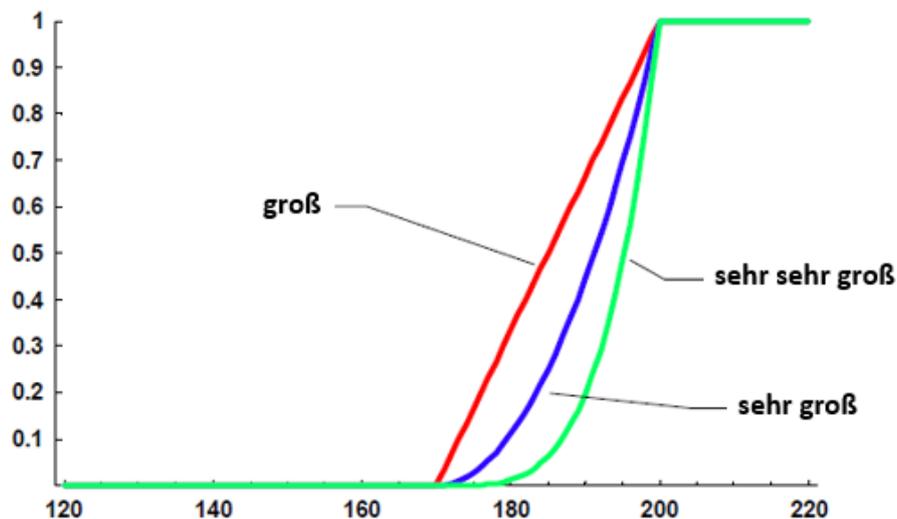
Tab. 3: Mathematische Definitionen und Operatoren der Modifizierer

Modifizierer	Operator	Mathematische Definition
sehr A	Konzentration (A)	$\mu_{Konz(A)}(x) = \mu_A^2(x)$
mehr oder weniger/ziemlich A	Dehnung (A)	$\mu_{Dehn(A)}(x) = \sqrt{\mu_A(x)}$
Etwas A	Kontrastverstärkung	$\mu_{Kont(A)}(x) = \begin{cases} 2\mu_A^2(x) & \text{für } \mu_A(x) \in [0; 0,5] \\ 1 - 2(1 - \mu_A(x))^2 & \text{alle anderen } \mu_A(x) \end{cases}$
Nicht A	Negation (A)	$\mu_{Neg(A)}(x) = \mu_{\bar{A}}(x) = 1 - \mu_A(x)$

Quelle: eigene Darstellung nach [KAI-13]

Zur Veranschaulichung eines Modifizierers wird das aus den vorigen Unterkapiteln bekannte Fuzzy Set der Körpergröße „groß“ hinzugezogen. Zur bereits bekannten Zugehörigkeitsfunktion „groß“ sind außerdem die beiden Graphen des Modifizierers „sehr groß“ und „sehr sehr groß“ abgebildet. Abbildung 24 zeigt die drei Funktionen.

Abb. 24: Zugehörigkeitsfunktionen von „groß“, „sehr groß“ und „sehr sehr groß“



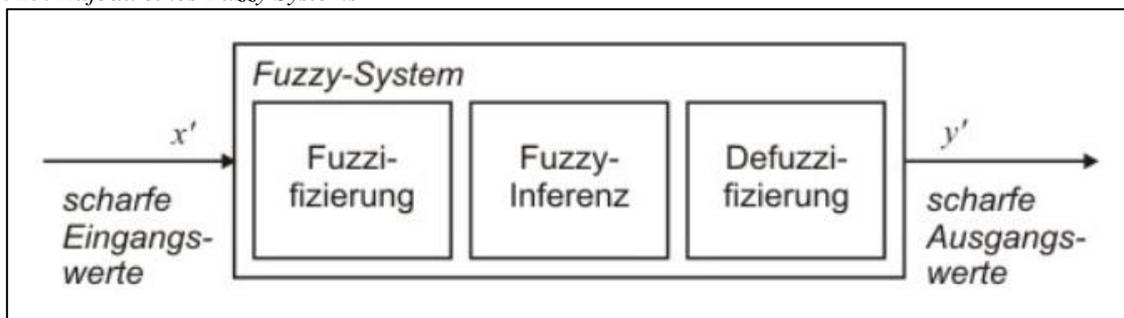
Quelle: leicht abgeändert nach [KAI-13]

Der Modifizierer „sehr“ wird mit Hilfe des Konzentrationsoperators dargestellt. Mathematisch besagt dieser, dass die Zugehörigkeitsfunktion quadriert wird. Diesen Schritt kann man beliebig oft wiederholen, sodass der Modifizierer deutlich verstärkt in Erscheinung treten kann. Als Folge dessen sind die beiden modifizierten Graphen deutlich gestaucht wie in Abbildung 24 zu erkennen ist.

## 2.2.6 Fuzzy Systeme

Fuzzy Systeme oder auch Fuzzy Regelsysteme (engl. Fuzzy Control) sind regelbasierte Systeme, die mit Hilfe von Zugehörigkeitsfunktionen linguistische Terme formulieren, welche unscharfe Informationen beinhalten [vgl. KAH-95]. Wie auch bei klassischen Regelsystemen kennzeichnen sich Fuzzy Systeme durch eine scharfe Eingangsgröße (z.B. Geschwindigkeit) und generieren eine ebenfalls scharfe Ausgangsgröße (z.B. Geschwindigkeit verringern). Der Knotenpunkt des Fuzzy Systems jedoch, die Inferenz oder auch Regeldefinition, arbeitet mit unscharfen Werten. Die Transformation der scharfen Eingangsgrößen in unscharfe Werte erfolgt mittels der Fuzzifizierung und die anschließende Ausgabe des scharfen Resultats durch die Defuzzifizierung [vgl. BAN-04]. Der Aufbau eines Fuzzy Systems ist in der folgenden Abbildung 25 wiedergegeben.

Abb. 25: Aufbau eines Fuzzy Systems



Quelle: [BAN-04]

Die zu untersuchende scharfe Eingangsgröße muss zu Beginn in eine unscharfe Information transformiert werden. Dieser erste Schritt im Fuzzy System wird, wie bereits erwähnt, **Fuzzifizierung** genannt. Die linguistischen Terme der Eingangsgröße (linguistische Variable) bilden die zu generierenden Zugehörigkeitsfunktionen, welche die unterschiedlichen Fuzzy Sets der Eingangsgröße beschreiben. Hierbei sollten die Fuzzy Sets der linguistischen Variablen stets so definiert sein, dass die Summe aller Zugehörigkeitsfunktionen der linguistischen Terme den Wert eins ergeben. Auf diese Weise soll sichergestellt werden, dass keine Lücken in der Transformierung der Eingangsgrößen in unscharfe Werte entstanden sind [vgl. KAH-95].

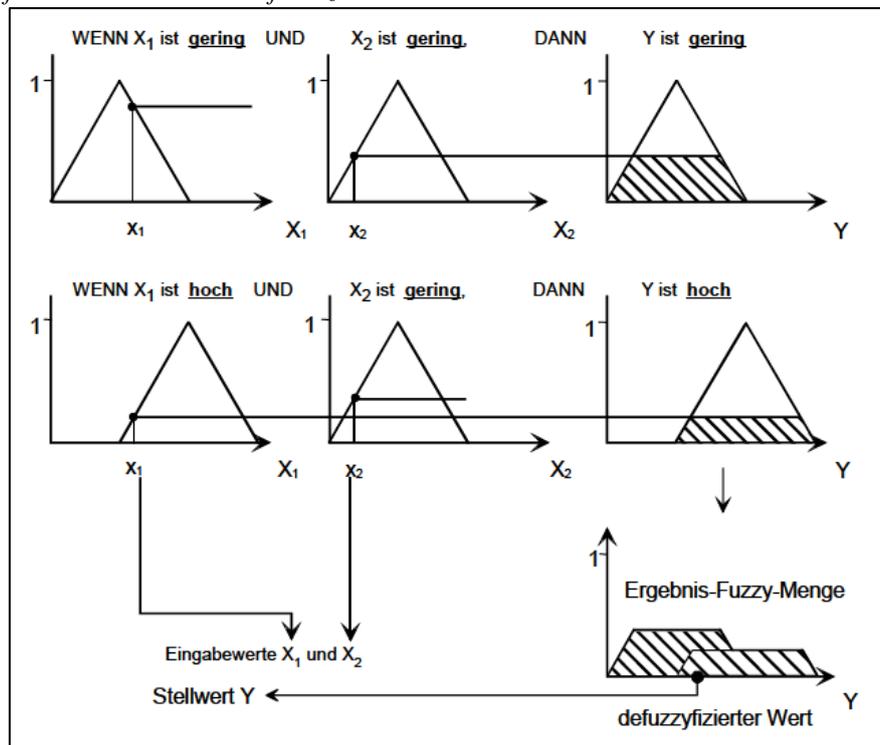
Die **Inferenz** bildet das Herzstück des Fuzzy Systems. Hier werden die wissensbasierten Regeln definiert, welche auf dem logischen Schließen basieren und mittels Prämissen und Konklusionen erstellt werden. Die am häufigsten verwendete Methode des unscharfen Schließens ist die Mamdani-Implikation [vgl. REI-97]. Im der Zuge der Mamdani-Implikation spricht man auch von der Minimum-Maximum-Inferenz. Diese direkte Methode besagt:

Wenn  $x = A$  UND/ODER  $y = B$ , dann ist  $z = C$

Dabei sind A, B und C unscharfe Prämissenvariablen, welche beliebig erweitert werden können. Je nachdem, ob bei der Verknüpfung der beiden Prämissen ein „und“ oder ein „oder“ gewählt wird, werden die beiden Zugehörigkeitsfunktionen (A / B) mittels Minimum-Operator (Und) oder Maximum Operator (Oder) gekoppelt (vgl. Kapitel 2.2.4). Abbildung 26 zeigt einen

Ablauf einer Minimum-Maximum-Inferenz. Hierbei wird der Minimum-Operator (Und) mittels zwei Wenn-dann-Regeln auf die beiden Prämissevariablen  $x_1$  und  $x_2$  angewendet.

Abb. 26: Ablauf Minimum-Maximum-Inferenz



Quelle: [SCHE-09]

Der letzte Schritt im Fuzzy System ist die **Defuzzifizierung**. Wie in der obenstehenden Abbildung abzulesen ist, erhält man als Ergebnis zunächst eine Fuzzy Menge, welche mittels des Maximumoperators (Oder) aus den beiden Konklusionsmengen gebildet wird. Um, wie anfangs beschrieben, wieder einen scharfen Ausgangswert zu erhalten, muss das Ergebnis mit Hilfe einer Defuzzifizierungsmethode transferiert werden. Die gängigste Methode hierfür ist die Berechnung des Flächenschwerpunktes der Ergebnis-Fuzzy-Menge.

### 3 Fuzzy Logic in GIS-Anwendungen

Was ein Geoinformationssystem ist wurde in Kapitel 2.1 hinlänglich erläutert. Das in der vorliegenden Masterarbeit eingesetzte GIS ist das von ESRI Inc. entwickelte ArcGIS Desktop 10.3.

Ein GIS unterscheidet sich von anderen Informationssystemen insbesondere dahingehend, dass den Geometrie- und Sachdaten ein eindeutiger Raumbezug zugeordnet wird. Die vorliegenden Daten werden mittels Georeferenzierung einem Bezugs- bzw. Koordinatensystem zugewiesen. Unter der Layerstruktur in einem GIS versteht man die Aufsichtung mehrerer Geometriedatensätze, welche in verschiedenen Ebenen gespeichert sind und durch die Überlagerung im GIS zu einem kartographischen Produkt kumulieren [vgl. BOL-02].

Zu den Grundfunktionalitäten eines GIS zählt die Geodatenerfassung. Neben der vektoriellen Digitalisierung von Geoobjekten aus Sekundärquellen (beispielsweise Orthophotos), ist eine weitere gängige Methode der Erfassung die direkte Schnittstelle mit mobilen (GIS-) Produkten via GNSS (Global Navigate Satellite Systems) [vgl. MÜL-02]. Die Datenverwaltung und der damit ermöglichte strukturierte Zugriff auf Geodaten erfolgt in den meisten Fällen über eine Geodatenbank. Früher undenkbar, ist es heute Usus, dass Geometrie-, Topologie- und Sachdaten in einer Datenbank verwaltet werden. Rasterdaten hingegen, werden oftmals auch weiterhin in eigenen Rasterdatenkatalogen oder Rastermosaiken koordiniert [vgl. DEL-13].

Je nach Hersteller und Lizenz unterscheiden sich GIS in der Vielfältigkeit von Analyse- und Modellierungsmöglichkeiten mitunter sehr deutlich voneinander. Typische GIS-gestützte Analysen sind geometrische und topologische Analysen, statistische Analysen, die Modellierung von Oberflächen und die Analyse digitaler Geländemodelle. Ein weiteres Merkmal von GIS ist es, dass einerseits thematische und andererseits auch geometrische Komponenten von Geoobjekten in die Untersuchung mit einbezogen werden können [vgl. BOL-02].

Laut MÜLLER (2002) dient die Funktion der Ausgabe von Geodaten besonders der Herstellung bzw. Präsentation von kartographischen Produkten und Visualisierungen. Durch die digitale Anwendung aus dem Bereich der thematischen Kartographie (siehe Kapitel 2.1.4) können explizite bildschirmaffine Karten generiert werden.

### 3.1 Unscharfe Grenzen im GIS

Im Zuge der Arbeit mit GIS ist der Nutzer mit einer ständigen Auseinandersetzung von Abgrenzungen innerhalb des Datenbestandes konfrontiert. Da (digitale) Karten laut BOLLMANN (2002) „vereinfachte, verebnete, maßstabsgerecht verkleinerte Darstellungen der Wirklichkeit“ sind, lässt sich daraus zwangsläufig schließen, dass durch die Generalisierung und manuelle Erfassung von Daten (z.B. Digitalisierung) eine stetige Unschärfe zu jeder Zeit vorhanden ist.

In der Geographie und in den Geowissenschaften treffen wir ständig auf unterschiedliche Arten von Grenzen. PARKER (2006) differenziert nachfolgenden Typen von Grenzen:

- *Politische Grenzen:* politische, administrative und militärische Grenzen
- *Kulturelle Grenzen:* Sprache, Religion und kulturspezifische Eigenschaften
- *Demographische Grenzen:* Ethnische Gruppen, Bevölkerungsdichte, Geschlechterverteilung usw.
- *Ökonomische Grenzen:* Rohstoffvorkommen, Landwirtschaft, Clusterbildung
- *Geographische Grenzen:* Klimazonen, topographische Eigenschaften, physiogeographische Beschaffenheit usw.

Hierbei fällt auf, dass bis auf die politischen Grenzen, der Hauptteil der Grenzen einen fließenden porösen und somit unscharfen Charakter aufweist. Um einen gemäßigten unscharfen Grenzübergang im GIS zu modellieren, bietet die Verwendung von Fuzzy Logic eine gute Möglichkeit. Hierzu wird die eigentliche Grenzlinie (gelbe Linie) des Polygons als „crossover point“ (Zugehörigkeitsgrad = 0,5) bestimmt (siehe Abbildung 27)

Abb. 27: Polygon mit unscharfer Grenze



Quelle: [KAI-13]

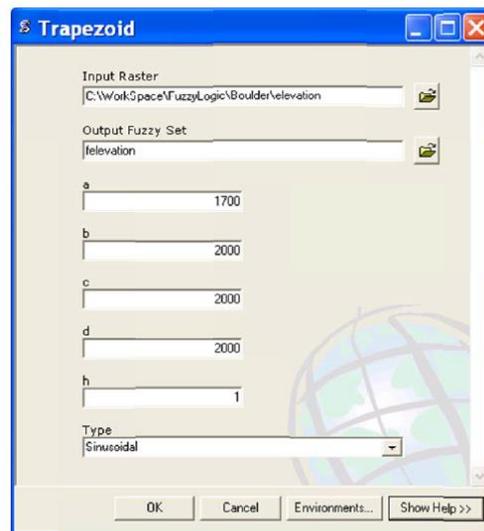
Außerhalb des Polygons liegt der Zugehörigkeitsgrad bei null (keine Zugehörigkeit) und innerhalb des Polygons bei eins (vollständige Zugehörigkeit). Der mittels Buffer generierte Übergangsbereich ist durch eine Farbabstufung visualisiert. Im GIS existieren noch weitere Möglichkeiten der Analyse und Visualisierung von unscharfen Daten auf der Grundlage von Fuzzy Logic. Das anschließende Kapitel zeigt diesbezüglich weitere Möglichkeiten auf.

## 3.2 Fuzzy-Analyse-Tools

Nachdem Analysemethoden basierend auf der Fuzzy Logic bereits seit Anfang der 1980er Jahre erfolgreich in der Automatisierungstechnik in Form von Fuzzy Reglern in der Anwendung Verwendung fanden, wurde die Fuzzy Set Theorie auch zunehmend für die Geowissenschaften ein interessantes Konzept. Einer der ersten Wissenschaftler, welcher mit unscharfen Mengen in Verbindung mit GIS arbeitete, war Peter A. Burrough im Jahr 1989. In seinem Aufsatz „Fuzzy Mathematical Methods for Soil Survey and Land Evaluation“ (1989) nutzte er die Fuzzy Logic Theorie zur Analyse und Bearbeitung von Land- und Bodenbewertungen [vgl. MAN-00].

Bis in die 2000er Jahre hinein konnten Fuzzy Analysen im GIS nur durchgeführt werden, indem man die Berechnungen extern in einem Mathematik- oder Statistikprogramm durchgeführt hat. In späteren GIS-Versionen (beispielsweise ESRI ArcView 3) konnten die Fuzzy Berechnungen bereits innerhalb des Softwarepakets durchgeführt werden. In ArcView 3 war es über die Kommandozeile im „Raster- oder Map-Calculator“ möglich, eigens erstellte Fuzzy Abfragen einzupflegen. Ab der ArcGIS Version 9 konnten mit Hilfe von Python-Skripts eigene Geoprocessing-Tools programmiert und in der Toolbox zur Verfügung gestellt werden. Abbildung 28 zeigt ein selbst erstelltes Geoprocessing-Tool [vgl. KAI-13].

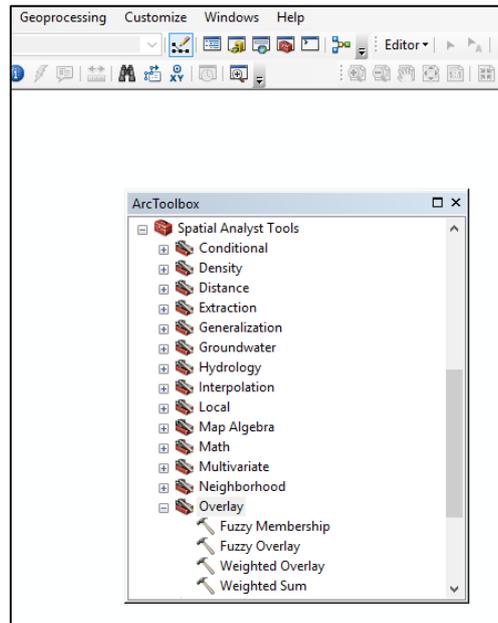
Abb. 28: Geoprocessing-Tool in ArcGIS 9



Quelle: [KAI-13]

Gegenwärtig verfügt ArcGIS (seit der Version 10), je nach Lizenzierung, über fest integrierte Fuzzy Tools. In der „Spatial Analyst Toolbox“ im Segment „Overlays“ sind zwei fixe Fuzzy Tools auszumachen (siehe Abbildung 29).

Abb. 29: Fuzzy Tools in ArcGIS 10.3



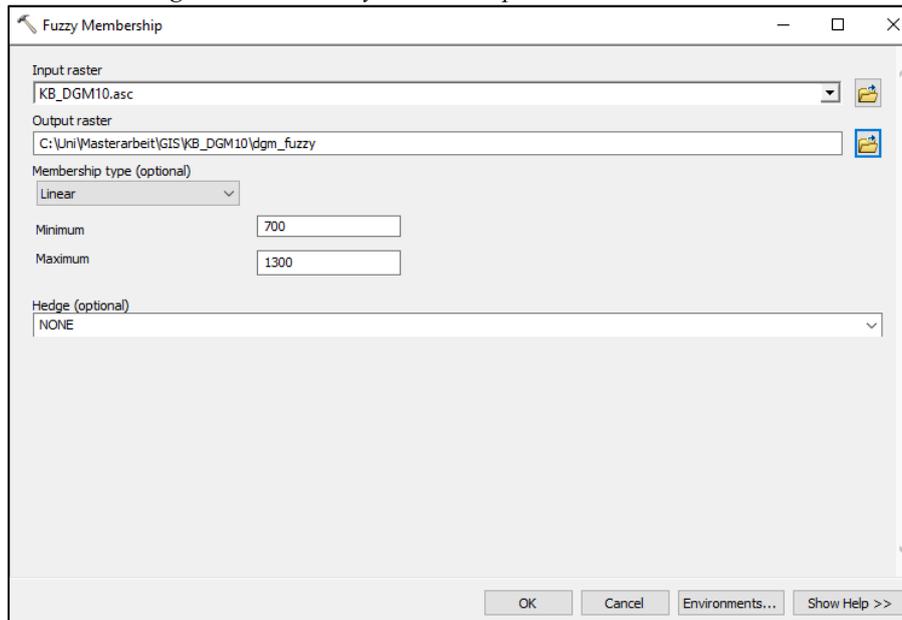
Quelle: eigene Darstellung

Mit dem Tool „**Fuzzy Membership**“ können Eingangsdaten eines Rasterdatensets transformiert oder reklassifiziert werden. Den Inputdaten wird, je nachdem welche Minimum- und Maximumwerte eingepflegt werden, ein bestimmter Grad der Zugehörigkeit zwischen null und eins zugewiesen [vgl. ESR-16]. Es ist weiterhin möglich, die Art der Zugehörigkeitsfunktion zu wählen. Je nach analysierter Thematik können z.B. lineare, gaußsche oder Wurzelfunktionen als Zugehörigkeitsfunktion bestimmt werden. Als zusätzliche Parametereinstellung kann zudem ein Modifizierer mit in die Analyse einbezogen werden. Demzufolge erstellt das Tool, wie der Name schon sagt, eine Zugehörigkeitsfunktion aus einem Rasterdatensatz und gibt die Möglichkeit, diesen im GIS zu visualisieren.

Das folgende Beispiel zeigt eine einfache Anwendung des Fuzzy Membership Tools. Hierzu wird das digitale Geländemodell (DGM) mit einer Auflösung von 10m des Bezirks Kitzbühl in Tirol ins GIS eingefügt. Das Ziel ist es, alle Bereiche des Rasterdatensatzes darzustellen, welche eine Höhe von 1000m oder höher aufweisen. Die Datenabfrage geschieht einerseits mit einer scharfen (crisp) Klassifizierung und andererseits mit einer Fuzzy Membership. Bei der scharfen Abfrage erhält man eine zweifarbige Kartendarstellung, welche einerseits Gebiete mit null bis 999m darstellt (beige) und andererseits Regionen mit mehr als 1000m Höhe (braun). Die Grenzen wurden hier demnach strikt gezogen, sodass ein scharfer Übergang zwischen den beiden Höhenklassen zustande kommt (siehe linke Abbildung 30).

Wie bereits im oberen Absatz erwähnt, lässt sich durch das Tool „Fuzzy Membership“ ein unscharfer, leicht fließender Übergangsbereich zwischen den Höhendarstellungen visualisieren. Diesbezüglich wird der Crossover Point der linearen Zugehörigkeitsfunktion bei 1000m gesetzt, der Minimumwert bei 700m und der Maximumwert bei 1300m festgelegt. Die Parametereinstellungen sind in folgender Abbildung 29 ablesbar.

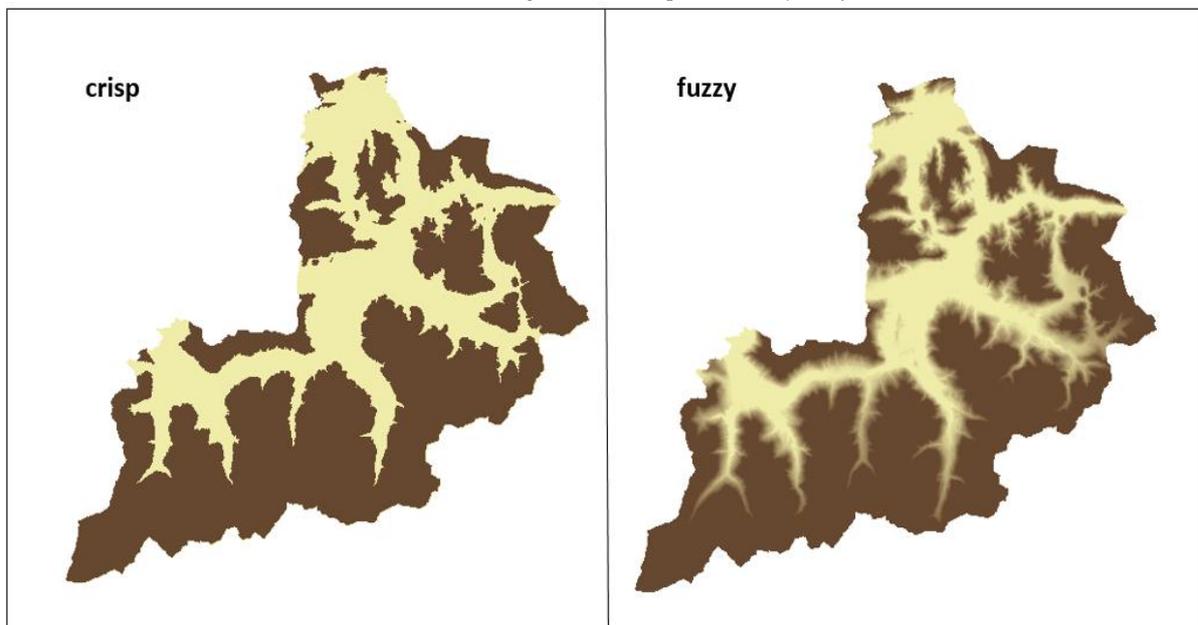
Abb. 29: Parametereinstellung des Tools „Fuzzy Membership“ im GIS



Quelle: eigene Darstellung

Die Parametereinstellungen beabsichtigen folglich, dass zwischen den Höhenwerten von 700m und 1300m durch die Zugehörigkeitswerte ein unscharfer (fuzzy) Übergangsbereich erzeugt wird. Im Vergleich zur crisp Methode zeigt die fuzzy Visualisierung der Höhenkarte vom Bezirk Kitzbühl in Tirol einen sehr viel feineren Übergang zwischen den Höhenschichten im Rasterdatensatz auf (vgl. Abb. 30).

Abb. 30: DGM Bezirk Kitzbühl; Höhendarstellung mittels Crisp und Fuzzy Verfahren



Quelle: eigene Darstellung

Das zweite Tool, welches sich in der „Spatial Analyst Toolbox“ unter dem Eintrag „Overlay“ befindet ist das „**Fuzzy Overlay**“. Der Anwendungszweck hierbei ist, dass dieses Werkzeug den Grad der Zugehörigkeit zu einem bestimmten Phänomen von zwei oder mehr Fuzzy Sets

generieren kann. Es ist auch möglich Beziehungen zwischen den einzelnen Fuzzy Sets mit Hilfe des Typs der Überlagerung auszudrücken [vgl. ESR-16]. In welcher Form Fuzzy Mengen zueinanderstehen können, ist bereits aus dem Kapitel 2.2.4 - Operationen auf Fuzzy Mengen bekannt. Demzufolge können in dem Tool folgende unterschiedliche Überlagerungstypen gewählt werden: „Fuzzy Und“, „Fuzzy Oder“, „Fuzzy Product“, „Fuzzy Summe“ und „Fuzzy Gamma“ [vgl. ESR-16]. Die am häufigsten verwendeten Überlagerungsarten sind das „Fuzzy Und“ und das „Fuzzy Oder“. Der Und-Operator bildet die gemeinsame Schnittmenge (Minimum) der Wertebereiche ab, wobei der Oder-Operator den gesamt betroffenen Wertebereich (Maximum) der beiden Fuzzy Sets miteinander verknüpft.

Im Softwarepaket ArcGIS findet das „Fuzzy Overlay“ Tool oftmals Verwendung in Verbindung mit dem „ModelBuilder“. Im „ModelBuilder“ können festgelegte Abläufe (Workflows) in Form eines Modells erstellt werden. Dazu werden Geoverarbeitungswerkzeuge in einer vorher definierten Sequenz aneinandergereiht und das Modell kann als eigene Toolbox für spätere Zwecke abgespeichert werden [vgl. ESR-16]. In Anbetracht dessen, dass die Analyse von Beziehungen mehrerer Fuzzy Sets oftmals in Verbindung mit einer multikriteriellen Analysemethode steht und diese gerne mit Hilfe des „ModelBuilders“ durchgeführt wird, kann der „ModelBuilder“ als typisches Anwendungsumfeld innerhalb von ArcGIS angesehen werden.

### 3.3 Vor- und Nachteile von Fuzzy Logic

Fuzzy Logic findet sich mittlerweile in einer Vielzahl von Anwendungsgebieten wieder. Ob im medizinischen Bereich, in der maschinellen Regelungstechnik oder in den Geowissenschaften, unscharfe Informationsverarbeitung ist vielerorts einsatzfähig. Eine der Stärken von Fuzzy Logic ist, dass das menschliche Denken und Handeln realitätsnaher imitiert wird. Oftmals reicht die klassische zweiwertige Logik nicht aus, um Entscheidungen in der Praxis repräsentativ abzubilden [vgl. AKY-06]. In diesem Zusammenhang sind besonders die linguistischen Variablen und sprachlichen Modifikatoren in der Fuzzy Logic zu nennen, da Entscheidungsmerkmale in vielen Fällen nur in verbaler Form vorliegen und hinsichtlich ihrer Charakteristika nicht eindeutig definiert werden können (nah, groß, warm, usw.) [vgl. BRÖ-97]. Demzufolge können nicht numerische Eigenschaften mittels Fuzzy Logic modelliert werden.

NAUCK/KRUSE (1998) betonen, dass einer der Hauptvorteile von Fuzzy Logic die relativ einfache Modellierung zu geringen Aufwand/Kosten sei [vgl. NAU-98]. Demzufolge seien Fuzzy Analysen in Situationen mit geringen finanziellen Rücklagen und lückenhaften Informationen ein moderater Lösungsansatz, um in angemessener Zeit zu vorerst verwertbaren Ergebnissen zu kommen [vgl. NAU-98]. Ein weiterer Vorteil von Fuzzy Systemen ist deren Robustheit gegenüber einer Fehleranfälligkeit. Ist ein solches System erst einmal konfiguriert, kann die Optimierung zwar einen zusätzlichen Zeitaufwand bedeuten, jedoch sind die grundlegenden Systemeinstellungen wenig anfällig [vgl. VEI-13].

Im Bereich der Geowissenschaften ist die Fuzzy Set Theorie besonders für multikriterielle Analyseverfahren interessant. Im Gegensatz zu scharfen, auf verschiedene Merkmale ausgerichtete Analysemethoden, welche durch die strikte Abtrennung von Klassengrenzen einen sofortigen Ausschluss unterschiedlicher Charakteristika zur Folge haben, können auf Fuzzy Logic basierende Analysemethoden einzelne Merkmale, die mehreren Klassen zugehörig sind, dementsprechend darstellen und die multiplen Eigenschaften derer besser widerspiegeln.

Zwar findet die Fuzzy Set Theorie mittlerweile in vielen Themenfeldern Anwendung, jedoch gibt es weiterhin nur geringe Erfahrungswerte und Routineabläufe, da das „Neuland“ Fuzzy Logic in vielen Bereichen fortwährend nicht kontinuierlich zur Lösungsfindung herangezogen wird. Dementsprechend gestaltet es sich als schwierig, auf grundlegende Praxiskenntnisse als Basis für die eigene Analyse zurückgreifen zu können [vgl. BAN-04].

BRÖTHALER / REINBERG (1997) kritisieren, dass die Schlussfolgerungen zur endgültigen Informationsgewinnung mittels eines Fuzzy Systems einen hohen Aufwand erfordern [vgl. BRÖ-97]. Durch den Fuzzifizierungs- bzw. Defuzzifizierungsprozess wird bekanntermaßen ein scharfer Eingangswert zuerst in unscharfe und anschließend scharfe Ausgangsgrößen transformiert, wodurch der größere Arbeitsaufwand im Gegensatz zu klassischen zweiwertigen Systemen zustande kommt [vgl. BRÖ-97].

ZIMMERMANN (1993) sieht eines der größten Probleme in der Arbeit mit Fuzzy Methoden darin, dass die Fuzzy Set Theorie oftmals als „Stein der Weisen“ wahrgenommen wird und jegliche Ergebnisse ohne Hinterfragung als korrekt bzw. repräsentativ angesehen werden [vgl.

ZIM-93]. Gleiches Problem erläuterte BENEDIKT (2016) im Rahmen des Experteninterviews zu dieser Masterarbeit indem er die Problematik der Auswahl Parametereinstellungen und Operatoren ansprach [vgl. BEN-16]. Die auf Expertenwissen basierenden Einstellungen seien demnach sehr schwer empirisch abzusichern und sind vielmehr subjektive Einschätzungen als objektive „Allwissenheit“ der zugrunde liegenden Situation [vgl. BEN-16]. Folglich müssen auch bei der Anwendung von Fuzzy Logic jegliche Ergebnisse und Parametereinstellungen kritisch hinterfragt werden, denn eine Vielzahl der recherchierten Literatur erweckt den Eindruck, dass die aus Fuzzy Logic generierten Informationen fast schon eine uneingeschränkte Gültigkeit besitzen.

Zur besseren Übersicht und als Schlussfolgerung dieses Kapitels sind in der folgenden Tabelle 4 die wichtigsten Vor- und Nachteile in Bezug auf Fuzzy Logic zusammengefasst:

Tab. 4: Vor- und Nachteile von Fuzzy Logic

Vorteile von Fuzzy Logic	Nachteile von Fuzzy Logic
menschliches Denken und Handeln wird realitätsnaher imitiert	Wenig Erfahrung in praxisnahen Anwendungen
verbal beschriebene Eigenschaften sind modellierbar	Hoher Arbeitsaufwand bis zur endgültigen Informationsgewinnung
einfache und rasche Modellierung	Parametereinstellung / Operatoren schwer empirisch abzusichern
Objekt kann mehrere Klassenzugehörigkeiten aufweisen	

Quelle: eigene Darstellung

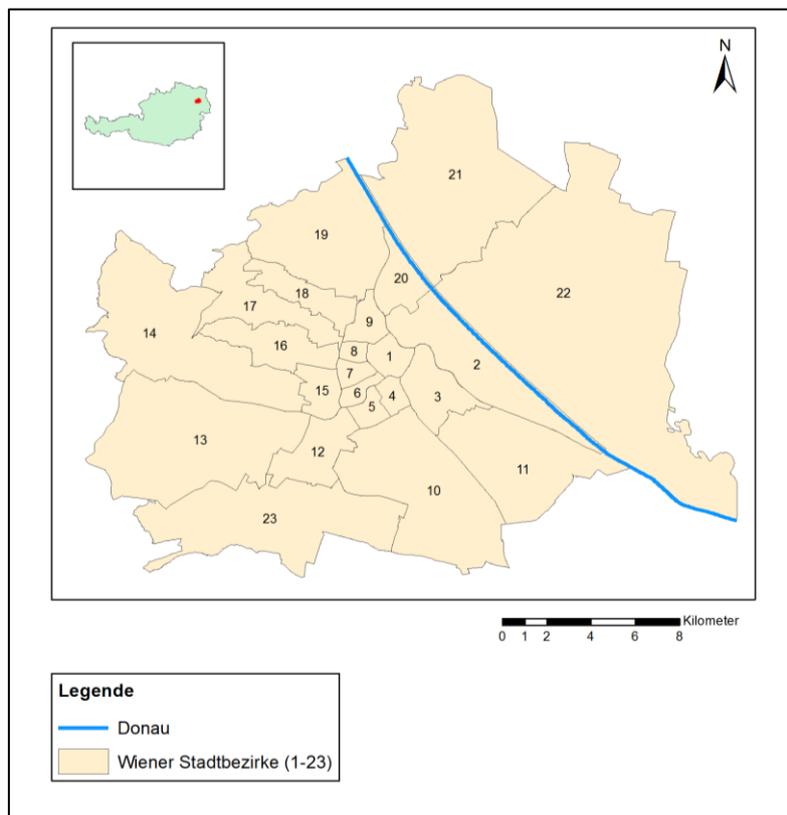
## 4 Planung und Aufbau der GIS-gestützten Geomarketinganalysen

Zur besseren Nachvollziehbarkeit und aus Gründen der Übersichtlichkeit stellt das folgende vierte Kapitel dieser Arbeit die Planung bzw. den Aufbau der GIS-gestützten Geomarketinganalysen vor. Zunächst wird das Untersuchungsgebiet abgegrenzt und das fiktive Unternehmen vorgestellt. Darauf aufbauend werden Abfolge und Gesamtvorhaben der Analysen beschrieben und mit Hilfe einer grafischen Übersicht erläutert.

### 4.1 Untersuchungsgebiet

Das dieser Arbeit zu Grunde liegende Untersuchungsgebiet umfasst die österreichische Bundeshauptstadt Wien mit ihren 23 Gemeindebezirken. Die im Nordosten von Österreich liegende und vom Bundesland Niederösterreich umgebene Hauptstadt weist auf einer Fläche von ca. 414 Km<sup>2</sup> eine Bevölkerungsanzahl von ca. 1,8 Mio. Menschen (Stand 2015) auf [vgl. MAG-15].

Abb. 31: Untersuchungsgebiet Stadt Wien



Quelle: eigene Darstellung

Auf Grund der einerseits herausragenden wirtschaftlichen und politischen Stellung innerhalb Österreichs und andererseits umfangreichen Datenverfügbarkeit zu Analysezwecken, ist die Stadt Wien als Untersuchungsgebiet bezüglich GIS-gestützter Geomarketinganalysen besonders gut geeignet.

## 4.2 Fiktives Unternehmen

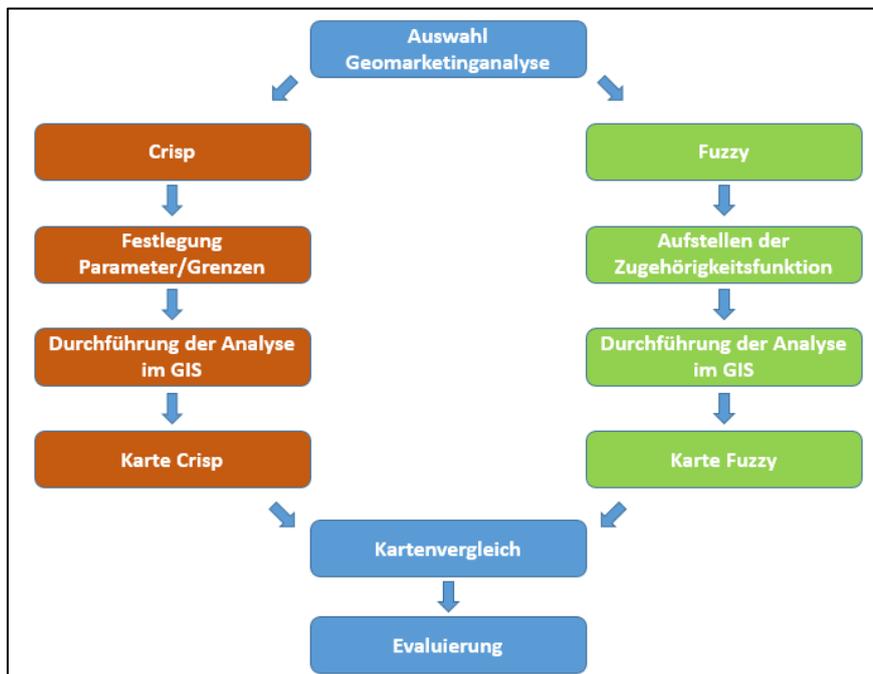
Um einen möglichst nahen Praxisbezug simulieren zu können, wird in folgenden Kapitel ein fiktives Unternehmen vorgestellt, anhand dessen die in den weiteren Kapiteln durchgeführten und evaluierten GIS-gestützten Geomarketinganalysen veranschaulicht werden. Jedes Unternehmen mit einer Marketingbereitschaft weist individuelle Anforderungen, beispielsweise im Bereich der Zielgruppenfindung oder in der Konkurrenzsituation (z.B. Branchenmix), auf. Diese sind später wichtige Unternehmenscharakteristika und ergeben entscheidende Säulen im Verlauf einer Geomarketinganalyse.

Die fiktive Unternehmensgruppe „Sport Gold Group“ ist ein Handelsunternehmen aus der Branche der Sportartikel bzw. Sportbekleidung und bietet qualitativ hochwertige Markenartikel im hochwertigen Preissegment an. Die daraus resultierende Zielgruppe sind junge Erwachsene mit überdurchschnittlich hohem Einkommen. Die Sport Gold Group plant ein bis zwei neue Filialstandorte im Wiener Stadtgebiet und nutzt unterschiedliche Geomarketinganalysen, um diese zu finden zur optimalen Positionierung auf dem Markt.

## 4.3 Ablauf der Analyse

Der Workflow bzw. die einzelnen Arbeitsschritte der hier durchgeführten Analyse sind in Abbildung 32 visualisiert.

Abb. 32: Workflow der Analyse



Quelle: eigene Darstellung

In einem ersten Schritt wird eine Auswahl an Geomarketinganalysen getroffen, welche in der Analyse Anwendung finden. Wie in Kapitel 2.1.5 erläutert wurde, gibt es eine Vielzahl an Analysemöglichkeiten im Geomarketing. Da die Durchführung aller verfügbaren Geomarketinganalysen den Rahmen dieser Arbeit deutlich sprengen würde, wurde eine

Auswahl von vier Geomarketinganalysen zum Methodenvergleich herangezogen. Im GIS werden die Geomarketinganalysen fortan getrennt durchgeführt. Einerseits wird die Analyse mit Hilfe der klassischen Mengenlehre (crisp) realisiert und andererseits mittels Verfahren basierend auf der Fuzzy Logic. Anschließend erhält man zur jeder Analysemethode zwei thematische Karten, eine mit dem Ergebnis der Crisp Analyse und die andere mit dem Resultat der Fuzzy Analyse. Durch das Übereinanderlegen bzw. Vergleichen der beiden Kartenergebnisse und die Interpretation der Attributwerte (Export aus dem GIS) können im letzten Schritt Schlussfolgerungen bezüglich der Informationsgewinnung, des möglichen Zusatznutzens generiert und v.a. die Standortentscheidung für das Unternehmen gegeben werden

### 4.3.1 Auswahl der Geomarketinganalysen

Auf Grund der Vielzahl an Analysemöglichkeiten im Geomarketing, kann, wie bereits im vorigen Kapitel angesprochen, nur ein Teil der verfügbaren Analysemethoden im Zuge dieser Arbeit realisiert werden, da der Umfang der vorliegenden Masterarbeit sonst zu unüberschaubar werden würde.

Als erste Analyse wird eine **Kundenstrukturanalyse** auf Grundlage der ermittelten Zielgruppe durchgeführt. Im Zuge dieser Analyse soll ermittelt werden, in welchen Zählsprengeln des Wiener Stadtgebiets der Anteil der Bevölkerung mit einem Alter zwischen 20 und 39 Jahren und überdurchschnittlich hoher Kaufkraft explizit hoch ist. Die Zielgruppenanalyse ist ein wichtiges Entscheidungskriterium bei der anschließenden Wahl der Filialstandorte.

Anschließend wird eine **Standortanalyse** ausgeführt, welche die Ergebnisse der vorangegangenen Kundenstrukturanalyse bereits mit einbezieht. Zusätzlich zu den beiden Kriterien der Kundenstrukturanalyse werden noch zwei Distanzparameter betrachtet. Zum einen möchte das Unternehmen auf eine gute Anbindung an die öffentlichen Verkehrsmittel abzielen (Nähe zur U-Bahn-Haltestelle), dem gegenüber aber eine gewisse Mindestdistanz zur Konkurrenzunternehmen bewahren (Abstand zur Konkurrenz).

Nachdem sich auf Basis der beiden vorherigen Analysen bereits gewisse Potenzialgebiete herauskristallisiert haben, folgt im nächsten Schritt die **Entfernungsanalyse**. Hierbei werden Einzugsgebiete für potenzielle Filialstandorte berechnet, welche die gestaffelte PKW-Fahrzeit in Minuten in Form von flächen- oder linienhaften Isochronen als Entfernung betrachten. Der eventuelle Unternehmensstandort wird diesbezüglich als Mittelpunkt definiert und die Einzugsgebiete werden kreis- bzw. netzförmig in alle Richtungen generiert.

Als vierte und letzte Geomarketinganalyse wird eine **Penetrationsanalyse** für einen Wiener Stadtbezirk ermittelt. Dabei wird der Kundenanteil an Einwohnern je Einzugsgebiet berechnet. In diesem Fall wird beispielhaft der fiktive Kundenanteil an Einwohnern je Zählsprengel des neunten Wiener Stadtbezirks (Alsergrund) berechnet. Ziel der Penetrationsanalyse ist es, die Marktdurchdringung zu ermitteln, um somit Aussagen bezüglich eventueller Verstärkung zur Neukundenwerbung/Bestandskundenwerbung treffen zu können.

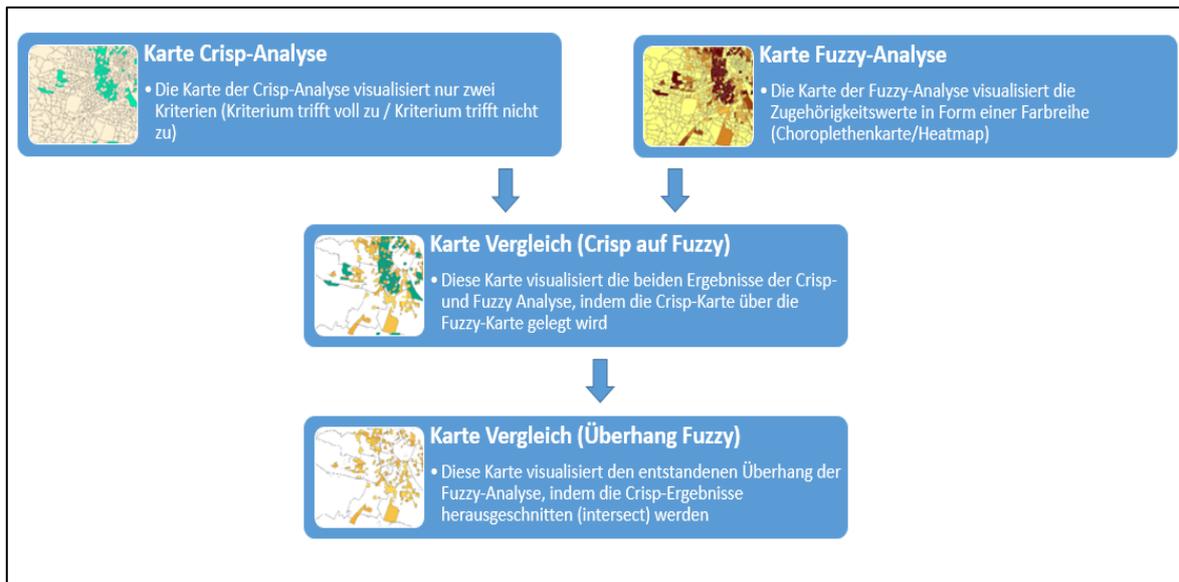
### 4.3.2 Planung der Geomarketinganalysen im GIS

Um einen Methodenvergleich der GIS-gestützten Geomarketinganalysen vornehmen zu können, werden die in Kapitel 4.3.1 ausgewählten Analyseverfahren zunächst gesondert im Crisp- bzw. Fuzzy-Verfahren und als danach folgend als Vergleichsanalysen in ESRI ArcGIS 10.3 ausgeführt (siehe Abb. 33). Der Großteil der Geomarketinganalysen wird im GIS mit Hilfe des „ModelBuilder“ durchgeführt. Dieser Workflow-Manager ermöglicht es, Sequenzen von aufeinander aufbauenden Geoverarbeitungswerkzeugen in eine vorher definierte Reihenfolge zu setzen, sodass eine Analyse mit vielen unterschiedlichen Arbeitsschritten sinnvoll automatisiert bzw. modelliert werden kann [vgl. ESR-16].

Die Crisp-Analyse spiegelt die standardmäßige, auf der klassischen zweiwertigen Logik basierende, Vorgehensweise bei Geomarketinganalysen wider. Vorab werden die entsprechenden Parameter definiert, sodass ein zweiwertiges bzw. eindeutig determiniertes Analyseverfahren zur Anwendung kommt. Die Karte der Crisp-Analyse visualisiert das Analyseergebnis mittels klar abgrenzender Kriterien (Kriterium trifft voll zu / Kriterium trifft nicht zu).

Die Fuzzy-Methode der Geomarketinganalyse folgt der Verfahrensweise der unscharfen Logik (Fuzzy Logic). Basierend auf den Analyseparametern der Crisp-Analyse werden die Zugehörigkeitsfunktionen der Fuzzy-Analyse erstellt. Dabei bildet die Parametergrenze der Crisp-Analyse den Crossover-Point der entsprechenden Zugehörigkeitsfunktion. In weiterer Folge werden mit Hilfe der Fuzzy-Tools „Fuzzy Membership“ und „Fuzzy Overlay“ die Analyseparameter in Form von Choroplethenkarten und Farbreihen (Einzugsgebietsanalyse) visualisiert.

Abb. 33: Methodenvergleich im GIS



Quelle: eigene Darstellung

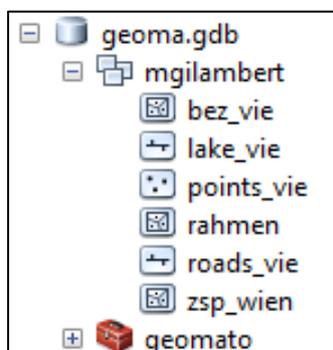
### **4.3.3 Kartenvergleich/Evaluierung**

In letzten GIS-Arbeitsschritt werden die Analyseergebnisse miteinander verglichen. Die visuelle Auswertung der Karten erfolgt indem die Karten einerseits überlagert werden (der Crisp-Analyse-Layer wird über den Fuzzy-Analyse-Layer gelegt), andererseits werden die Karten nebeneinander liegend betrachtet und interpretiert (Einzugsgebietsanalyse). Durch das Herausschneiden der Bereiche, welche nicht von der Crisp-Analyse überdeckt werden (Tool Intersect) ergeben sich die Überhanggebiete der Fuzzy-Analyse. Zur inhaltlichen Auswertung werden außerdem die Attributwerte der Überhanggebiete als Excel-Sheet exportiert und in tabellarischer Form den Werten der Crisp-Analyse gegenübergestellt und miteinander verglichen.

## 5 Datengrundlagen / Datenaufbereitung

Das folgende Kapitel beinhaltet sowohl die in der Analyse verwendete Datenbasis als auch deren Aufbereitung im GIS. Zur Sicherstellung einer komplikationsarmen Durchführung der Geomarketinganalysen, ist es unabdingbar, eine übersichtliche Datenstruktur zu erzeugen. Dies schafft die Basis für brauchbare und fundierte Analyseergebnisse und hilft, trotz einer großen Menge an Daten, den Überblick zu bewahren. Zu diesem Zweck wurde in ArcMap 10.3 eine File-Geodatabase angelegt, in welche die relevanten Daten importiert wurden. Als Projektion wurde die MGI Austria Lambert-Projektion auf Grundlage des ETRS89 Bezugssystems im Feature Dataset konfiguriert. Ebenfalls wurde eine Toolbox innerhalb der File-Geodatabase erstellt, in der die graphischen Skripte (Models) des ModelBuilders angelegt sind. Die folgende Abbildung zeigt die Struktur der File-Geodatabase im GIS:

Abb. 34: Datenstruktur im GIS



Quelle: eigene Darstellung

### 5.1 Datengrundlagen

Die Erstellung der kartographischen Darstellungsformen der Geomarketinganalysen beruht auf zwei Datentypen im GIS: Einerseits werden Geometriedaten, in diesem Fall Vektordaten, verwendet, welche unterschiedliche Objekte mittels differenzierter Daten einen eindeutigen Raumbezug zuweisen, andererseits bilden Sachdaten die Informationsebene der Geometriedaten und werden im GIS mit den Geometriedaten verknüpft (vgl. Kapitel 2.1.3).

Als Geometriedaten wurden im Zuge der Geomarketinganalysen Vektordaten in Form von Punkt, Linie und Polygon verwendet. Die Datenquellen der Vektordaten setzten sich aus zwei Open Data Portalen zusammen. Neben dem Open Government Data Portal Österreich wurde auch auf die Daten des OpenStreetMap- Projekts zurückgegriffen, die beide für die nicht kommerzielle Nutzung frei zur Verfügung stehen. Folgende Geometriedaten wurden zur Erstellung der Geomarketinganalysen herangezogen:

- Open Government Data Portal Österreich:
  - Stadt-, Bezirks- und Zählsprengelgrenzen der Stadt Wien (Polygon; Stand 2016)
  - U-Bahn-Haltestellen in Wien (Punkt; Stand 2016)
- OpenStreetMap:
  - Straßennetzwerk Wien (Linie; Stand 2015)
  - PoI's - Points of Interest (Punkt; Stand 2016)

Im Bereich der Sachdaten wurde ebenfalls auf unterschiedliche Datenbezugsquellen zurückgegriffen. Dabei wurde zum Großteil mit unternehmensexternen Sachdatenbeständen gearbeitet, da das zur Veranschaulichung herangezogene Unternehmen ein Fiktives ist und somit nicht wirklich einen vorhandenen unternehmensinternen Datenbestand aufweisen kann. Zu den Datenquellen zählt neben der Statistik Austria und der Universität Wien (Seminar Geomarketing) auch das Open-StreetMap-Projekt. Zur Durchführung der Analysen wurden folgende Sachdatenbestände herangezogen:

- Statistik Austria:
  - Bevölkerungsverteilung Wien nach Zählsprengel in unterschiedlichen Altersklassen (absolut / relativ; Stand 2015)
- Universität Wien:
  - Kaufkraftdaten Wien (Stand 2013)
  - fiktiver Kundendatensatz Wien
- OpenStreetMap:
  - Unternehmen in Wien nach Branchen (Stand 2016)

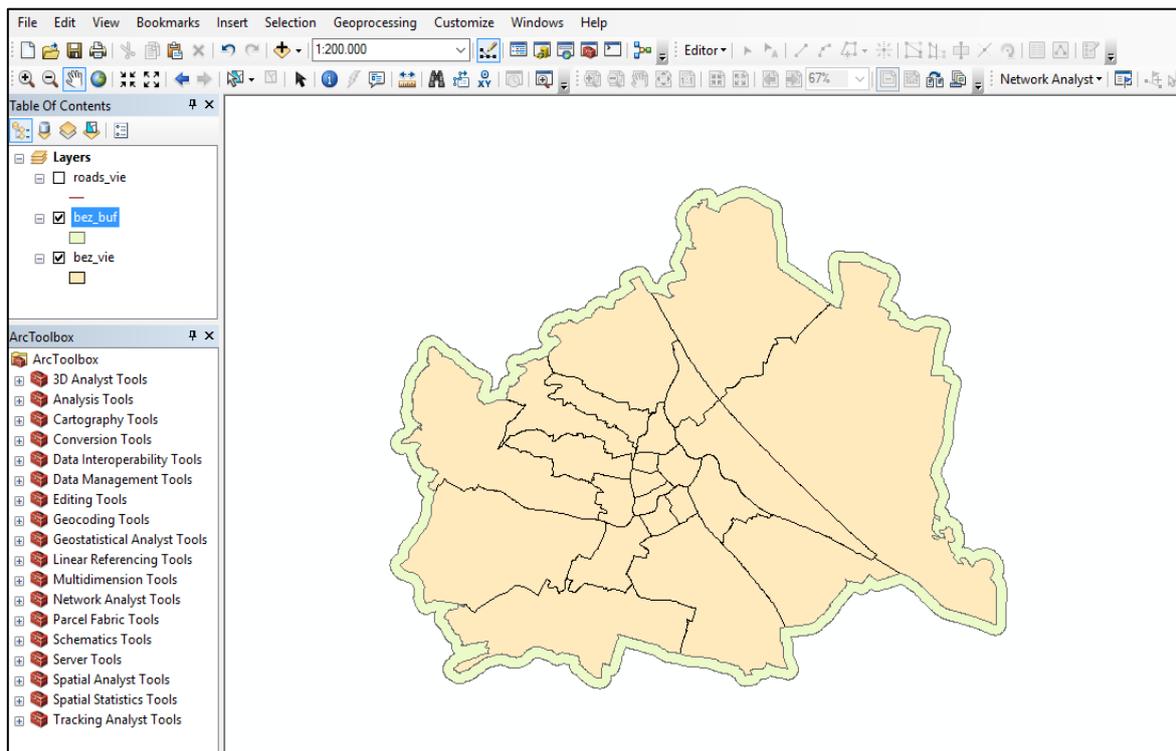
Zur Verknüpfung der Sachdaten mit den Geometriedaten im GIS mussten diese teilweise nachträglich aufbereitet werden. Um eine eindeutige Zuweisung sicherzustellen zu können, musste stellenweise die Schreibweise angepasst und eine neue ID-Kennziffer definiert werden. Diese Tätigkeiten wurden im Tabellenkalkulationsprogramm Microsoft Excel durchgeführt.

## **5.2 Datenaufbereitung**

Bevor die ausgewählten Geomarketinganalysen im GIS durchgeführt werden konnten, galt es, den vorhandenen Datenbestand an die Performance und die inhaltlich thematischen Anforderungen anzupassen. Auf Grund der Tatsache, dass der Datenbestand des OpenStreetMap-Projekts nur als ein Datensatz für ganz Österreich bezogen werden konnte, bestand die Hauptaufgabe darin, den Datensatz auf das Wiener Stadtgebiet zu reduzieren. Ohne die Bearbeitung würde es auf Grund der Größe des Datensatzes während der GIS-Analysen zu spürbaren Performance-Problemen der Software kommen, sodass ein reibungsloser Workflow im GIS nicht gegeben sein könnte.

Zum Herausfiltern der Daten, welche nur das Wiener Stadtgebiet betreffen, wurden im GIS die Außengrenzen der Wiener Stadtbezirke mit dem Gesamtdatensatz von OpenStreetMap mit dem Tool „Clip“ herausgeschnitten. Da jedoch die Gefahr bestand, dass benötigte Daten durch das direkte Trennen an der Außengrenze verloren gehen würden, wurde im Vorhinein ein 500m Buffer um die Außengrenzen gelegt, sodass der Datensatz eine 500-Meter-Übergangszone besitzt (siehe Abbildung 35).

Abb. 35: 500m Buffer um die Außengrenzen des Wiener Stadtgebiets



Quelle: eigene Darstellung

## 6 Durchführung der Analysen im GIS

In diesem Kapitel erfolgt die Erläuterung der Analysedurchführungen im GIS, welche die verwendeten Daten je Analyse und deren zur Methodik benötigten GIS-Tools und Skripte des Model Builders beinhalten. Die Geomarketinganalysen bauen aus Sicht der Sport Gold Group logisch aufeinander auf, sodass zuerst eine Standort- bzw. Filialneugründung im Vordergrund steht und darauf folgend die Optimierung der Verteilung der Werbemittel von Bestands- und Neukunden thematisiert wird.

### 6.1 Kundenstrukturanalyse

Im Zuge der Kundenstrukturanalyse soll herausgefunden werden, in welchen Zählsprengeln der Stadt Wien der Anteil an Kunden mit einem überdurchschnittlich hohen Einkommen und die Altersklasse von 20- bis 39-Jährigen explizit hoch repräsentiert ist. Da die Sport Gold Group qualitativ hochwertige Markenartikel im hohen Preissegment für junge Erwachsene anbietet, ist für das Unternehmen besonders interessant, in welchen Gebieten (Zählsprengeln) Wiens junge Erwachsene mit überdurchschnittlich hohem Einkommen überrepräsentativ vertreten sind. Für die Kundenstrukturanalyse wurden folgende Datensätze verwendet:

- Open Government Data Portal Österreich:
  - Stadt-, Bezirks- und Zählsprengelgrenzen der Stadt Wien (Polygon; Stand 2016)
- Statistik Austria:
  - Bevölkerungsverteilung Wien nach Zählsprengel in unterschiedlichen Altersklassen (absolut / relativ; Stand 2015)
- Universität Wien:
  - Kaufkraftdaten Wien (Stand 2013)

#### Kundenstrukturanalyse - Crisp

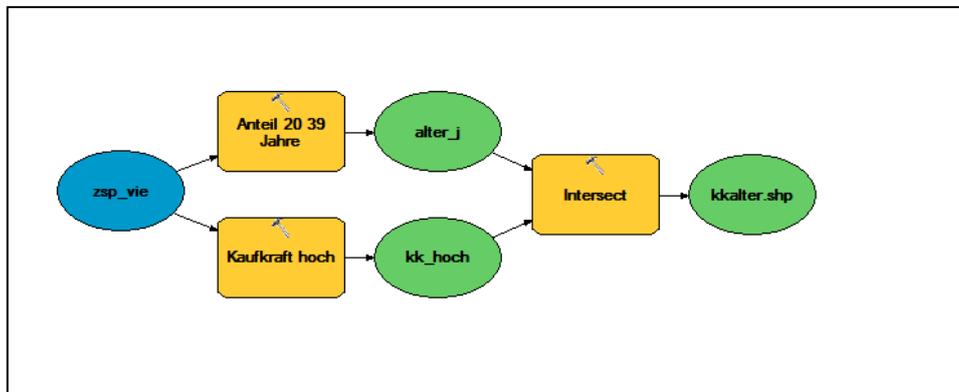
Zunächst wurde die Kundenstrukturanalyse mittels einer **Crisp-Analyse** durchgeführt. Dahingehend mussten vorweg die jeweiligen Parameter der Attribute festgelegt werden, welche die beiden Kundencharakteristika definieren. Hierzu wurden in der Attributtabelle die beiden Median- und Durchschnittswerte ermittelt, auf dessen Grundlage ein entsprechender Wert für die Analyse festgelegt wurde. Für den Anteil der 20- bis 39-jährigen Personen pro Zählsprengel beträgt der Median 31 % und der Durchschnittswert liegt bei 29,8 %. Demnach wurde der Wert für einen hohen Anteil an 20- bis 39-jährigen Personen für die Crisp-Analyse mit  $\geq 35$  % festgelegt.

Der zur Analyse herangezogene Wert bezüglich des überdurchschnittlich hohen Einkommens ist der Pro-Einwohner-Kaufkraftindex pro Zählsprengel. Dieser bezieht sich auch den österreichweiten Durchschnittswert, welcher den Normwert 100 besitzt. Werte, die über 100 liegen, weisen somit einen überdurchschnittlichen Kaufkraftindex im Vergleich zum nationalen Normwert auf. Der Durchschnittswert von Wien liegt bei 113 und der Median dieser Kennziffer bei 119. Da in der Analyse Zählsprengel gesucht wurden, welche einen überdurchschnittlich

hohen Pro-Kopf-Kaufkraftindex vorweisen, wurde der Auswahlwert des Kaufkraftindex mit  $\geq 120$  definiert.

Im GIS wurde die Crisp-Analyse zur Kundenstruktur mit Hilfe des Model Builders realisiert. Im Model wurde das Select-Tool auf die mit den Sachdaten verknüpfte Zählsprengel-Shapefile angewendet. Das Select-Tool wurde mit dem oben erwähnten Kriterium zur Altersstruktur der Zielgruppe und dem Kaufkraftkriterium ausgeführt. Abschließend wurden die beiden Ergebnisse mittels des Intersect-Tools zusammengefügt, was dem Logischen ‚Und-Operator‘ entspricht, sodass beide Kriterien voll und ganz zutreffen müssen, um die Analysebedingungen zu erfüllen. Das Model der Analyse ist in der folgenden Abbildung 36 dargestellt:

Abb. 36: Model zur Kundenstrukturanalyse (crisp)



Quelle: eigene Darstellung

## Kundenstrukturanalyse – Fuzzy

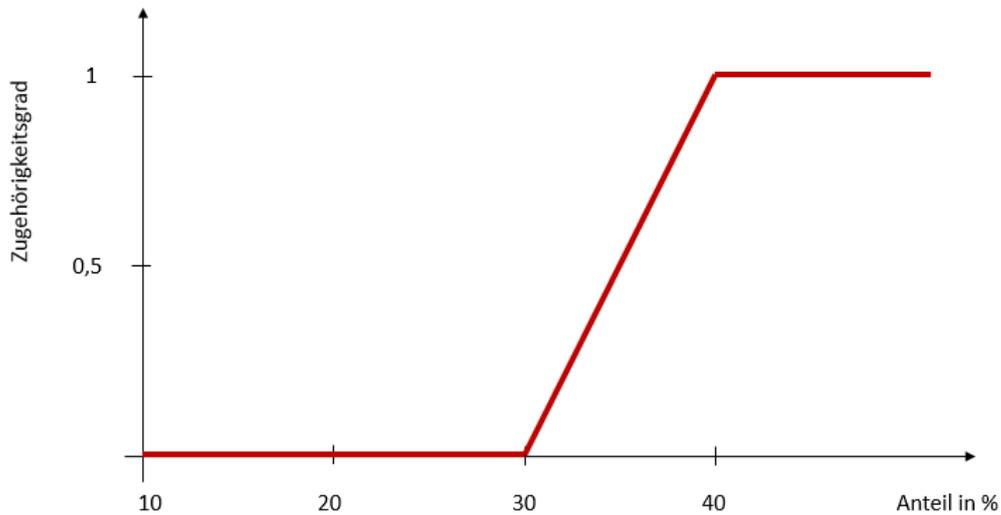
Um die Kundenstrukturanalyse mittels einer fuzzy-basierten Methode durchführen zu können, müssen vorweg die Zugehörigkeitsfunktionen der Kriterien der Altersstruktur der Zielgruppe und der überdurchschnittlich hohen Kaufkraft definiert werden. Hierbei werden die Parametergrenzen der Crisp-Analyse herangezogen, die in weiterer Folge den jeweiligen Crossover-Point (Zugehörigkeitswert = 0,5) der entsprechenden Zugehörigkeitsfunktion widerspiegeln.

Folglich wurde der Crossover-Point für einen hohen Anteil an 20- bis 39-jährigen Personen in den Zählsprengeln mit 35% abgeleitet (siehe Kapitel 6.1.1). Für Werte die kleiner oder gleich 30% betragen läuft die Zugehörigkeitsfunktion gegen null und Werte die größer 40% sind, erreicht die Funktion den Zugehörigkeitswert eins. Die daraus resultierende Zugehörigkeitsfunktion lautet:

$$\mu_{\text{Anteil}\%}(x) = \begin{cases} 1 & x > 40 \\ \frac{x-30}{10} & 30 < x \leq 40 \\ 0 & x \leq 30 \end{cases}$$

Der dazugehörige lineare s-förmige Graph ist in der folgenden Abbildung dargestellt:

Abb. 37: Zugehörigkeitsfunktion von Anteil an 20- bis 39-jährigen Personen



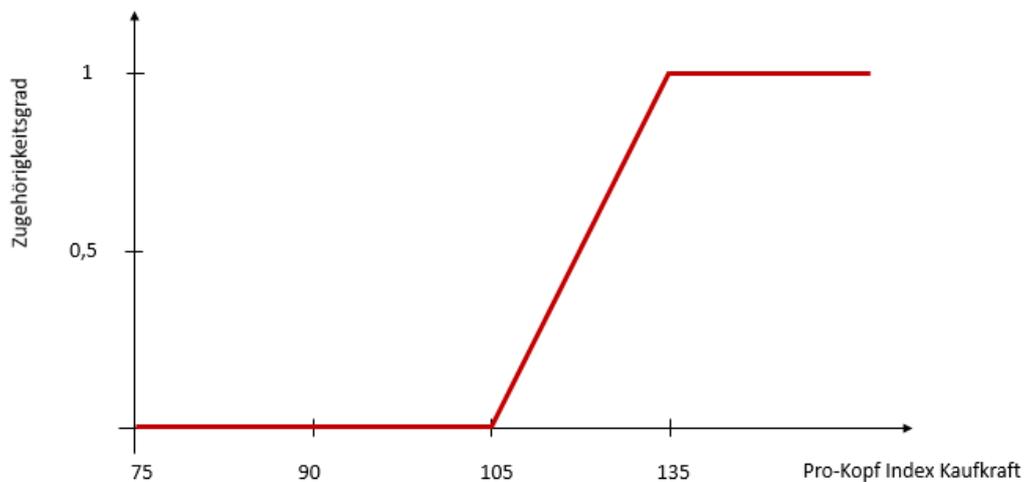
Quelle: eigene Darstellung

Die Zugehörigkeitsfunktion zur hohen Kaufkraft leitet sich ebenfalls aus der Crisp-Analyse ab. Für Werte kleiner oder gleich 120 läuft die Funktion gegen null und den Zugehörigkeitsgrad eins erreicht diese für Werte die größer als 135 sind. Der Crossover Point liegt demnach bei 120. Die entsprechende Zugehörigkeitsfunktion ist nachstehend abgebildet:

$$\mu_{\text{Kaufkraft}}(x) = \begin{cases} 1 & x > 135 \\ \frac{x-105}{30} & 105 < x \leq 135 \\ 0 & x \leq 105 \end{cases}$$

Der Graph der Zugehörigkeitsfunktion zur hohen Kaufkraft ist ebenfalls linear steigend.

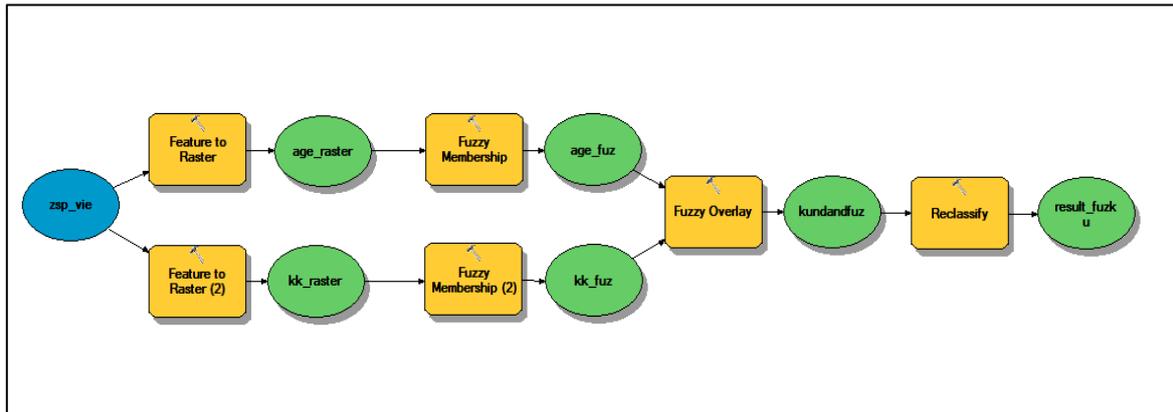
Abb. 38: Zugehörigkeitsfunktion zur Kaufkraft (Pro-Kopf Index)



Quelle: eigene Darstellung

Im Model Builder wird aus der Zählsprengel-Shapefile jeweils ein Rasterdatensatz (für Anteil an 20-bis 39-jährigen Personen und hoher Kaufkraft) erzeugt, sodass das das Fuzzy-Analyse-Tool (Fuzzy Membership) als Oberflächenanalyse angewendet werden kann. Beide Fuzzy Membership-Raster werden mittels des Fuzzy Overlays (Und-Operator) miteinander verknüpft. Das Ergebnis wird schlussendlich noch reklassifiziert, damit eine vergleichende kartographische Darstellung in Form von Vektordaten möglich ist (siehe Abbildung 39).

Abb. 39: Model zur Kundenstrukturanalyse (fuzzy)



Quelle: eigene Darstellung

## 6.2 Standortanalyse

Aufbauend auf die Kundenstrukturanalyse zielt die Standortanalyse auf zwei Distanzparameter zur Standortwahl ab. Die Analyse bezieht sich auf die Ergebnisse der Kundenstrukturanalyse und betrachtet dementsprechend nur jene Zählsprengel, welche sich im Zuge der Kundenstrukturanalyse herauskristallisiert haben. Einerseits möchte die Sport Gold Group mit ihrer Standortneuwahl eine gute Anbindung an den öffentlichen Nahverkehr garantieren (Kriterium Nähe zur U-Bahn-Haltestelle), andererseits zielt das Unternehmen darauf ab eine gewisse Distanz zur konkurrierenden Branchen/Unternehmen zu bewahren (Kriterium Abstand zur Konkurrenz). Die zur Standortanalyse verwendeten Daten setzten sich wie folgt zusammen:

- Open Government Data Portal Österreich:
  - Stadt-, Bezirks- und Zählsprengelgrenzen der Stadt Wien (Polygon; Stand 2016)
  - U-Bahn-Haltestellen in Wien (Punkt; Stand 2016)
- OpenStreetMap:
  - PoI's - Points of Interest (Punkt; Stand 2016)
  - Unternehmen in Wien nach Branchen (Stand 2016)

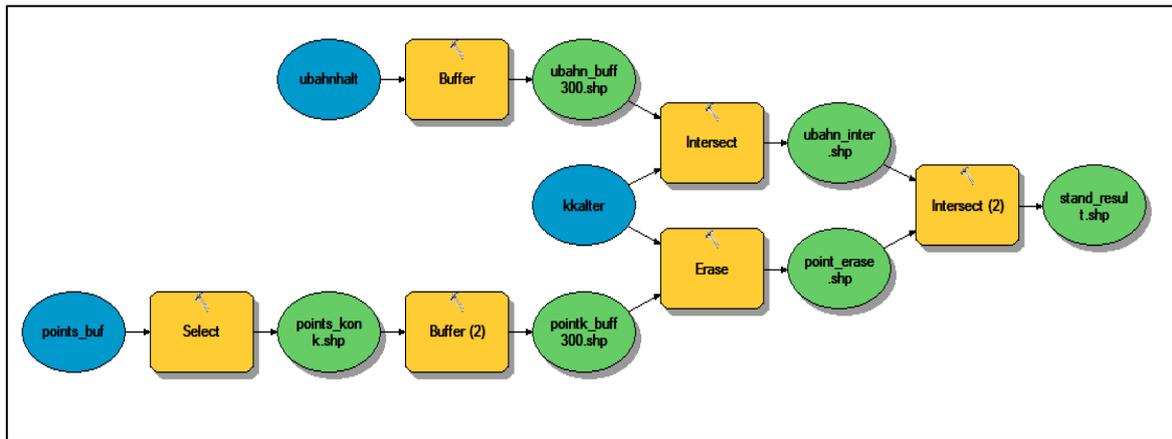
### Standortanalyse - Crisp

Der Datensatz „Unternehmen in Wien nach Branchen“ wurde bezüglich der relevanten Konkurrenzunternehmen vorab gefiltert. Dabei wurden aus dem Gesamtdatensatz alle Unternehmen der Branchen „outdoor“ und „sports“ mittels Select Tool herausgefiltert, da diese als unmittelbare Konkurrenz für die Sport Gold Group angesehen werden können (siehe Model Builder; Abb. 40).

Der Parameter, welcher den Abstand zur Konkurrenz beschreibt, ist mit einem Mindestabstand von 300m definiert worden ( $\geq 300\text{m}$ ). Demnach ist ein Kriterium der Standortanalyse, dass konkurrierende Unternehmen aus den zuvor gefilterten Branchen nicht in direkter Nähe vorhanden sind, um in den zukünftigen Handelsgebieten ein gewisses Alleinstellungsmerkmal vorweisen zu können. Im Gegensatz dazu ist geplant, dass die Distanz zur nächstgelegenen U-Bahn-Haltestelle höchstens 300m betragen darf ( $\leq 300\text{m}$ ), da so den zukünftigen Kunden eine komfortable Anfahrt mit öffentlichen Verkehrsmitteln geboten werden kann und eine gute Alternative zur ohnehin überlasteten PKW-Verkehrssituation in Wien bietet.

Die Umsetzung der Standortanalyse wurde ebenfalls mit Hilfe des Model Builders realisiert. Zur Generierung der Mindest- und Höchstentfernungen wurde um die jeweiligen Objekte ein Buffer kreiert, welcher im folgenden Schritt mit dem Ergebnis der Kundenstrukturanalyse verschnitten (Intersect - Höchstdistanz U-Bahn-Haltestelle) bzw. dahingehend subtrahiert wurde (Erase – Mindestabstand Konkurrenz). Beide Distanzanalysen wurden im letzten Analyseschritt mit dem Intersect-Tool verschnitten (logischer Und-Operator).

Abb. 40: Model zur Standortanalyse (crisp)



Quelle: eigene Darstellung

## Standortanalyse - Fuzzy

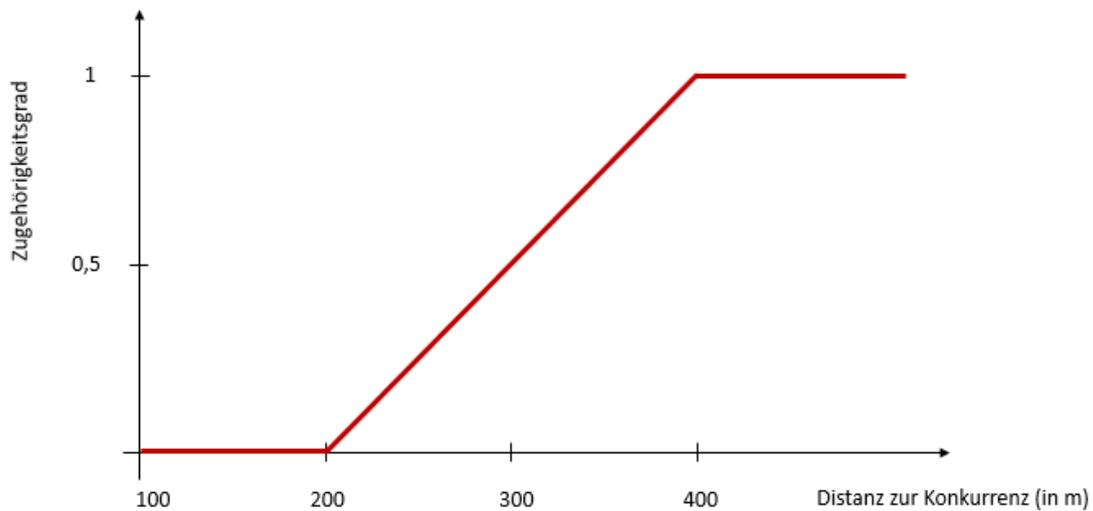
Die Fuzzy-Analyse zur Standortanalyse bezieht ebenfalls die vorherige Kundenstrukturanalyse mit in den Workflow ein, sodass nur die Ergebnis-Zählsprengel der Kundenstrukturanalyse in der weiteren Folge betrachtet werden. Der Parametertransfer aus der Crisp-Standortanalyse folgt dem gleichen Schema wie bei der Kundenstrukturanalyse. Auch hier wird die Parametergrenze als Crossover-Point (Zugehörigkeitsgrad 0,5) übernommen.

Der Crossover-Point zur Zugehörigkeitsfunktion die den Mindestabstand zu konkurrierenden Unternehmen abbildet, beträgt 300m. Der Zugehörigkeitsgrad für Distanzen  $\leq 200$ m läuft gegen null, wohingegen das Maximum (Zugehörigkeitsgrad 1) ab einer Entfernung von 400m erreicht wird. Die dazugehörige mathematische Funktion ist nachstehend abgebildet:

$$\mu_{\text{Konkurrenz}}(x) = \begin{cases} 1 & x > 400 \\ \frac{x-200}{200} & 200 < x \leq 400 \\ 0 & x \leq 200 \end{cases}$$

Der dazugehörige Funktionsgraph ist eine s-förmige lineare Funktion und in der folgenden Abbildung dargestellt:

Abb. 41: Zugehörigkeitsfunktion zur Distanz zur Konkurrenz



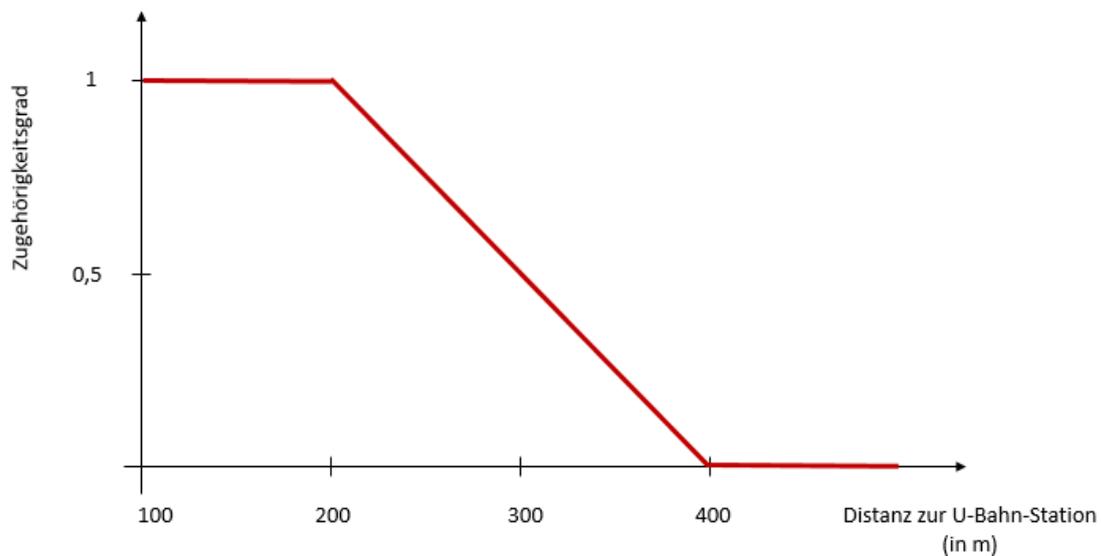
Quelle: eigene Darstellung

Der zweite betrachtete Distanzparameter ist die Nähe zu öffentlichen Verkehrsmitteln (U-Bahn-Haltestellen). Das Kriterium der Crisp-Analyse ist mit einem Höchstabstand von 300m angegeben, sodass der Crossover-Point der Fuzzy-Analyse zum Höchstabstand zu einer U-Bahn-Haltestelle ebenfalls mit 300m definiert wird. Da der Abstand für potenzielle Standorte zu öffentlichen Verkehrsmitteln möglichst gering gehalten werden soll, erreicht die Zugehörigkeitsfunktion den Zugehörigkeitsgrad eins bei Entfernungen von  $\leq 200$ m. Für Distanzen die  $> 400$ m betragen verläuft die Zugehörigkeitsfunktion gegen null. Die entsprechende mathematische Funktion ist nachstehend abgebildet:

$$\mu_{U-Bahn}(x) = \begin{cases} 1 & x \leq 200 \\ \frac{400-x}{200} & 200 < x \leq 400 \\ 0 & x > 400 \end{cases}$$

Der dazugehörige Funktionsgraph ist l-förmig bzw. linear fallend und in der folgenden Abbildung dargestellt:

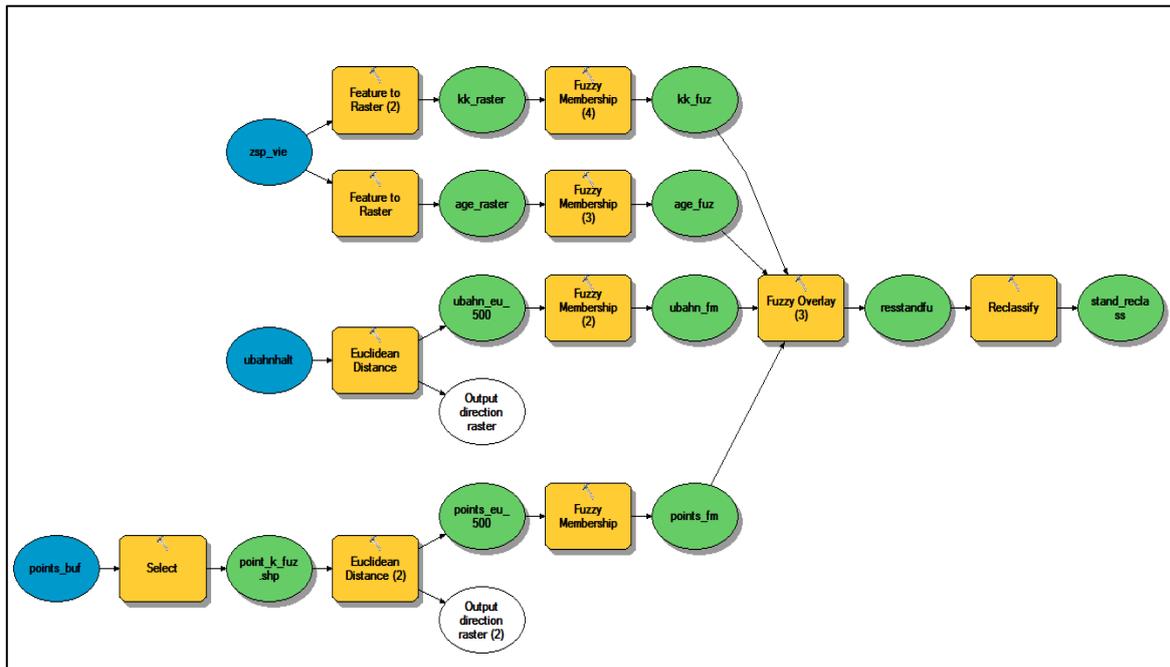
Abb. 42: Zugehörigkeitsfunktion zur Distanz zur nächsten U-Bahn-Haltestelle



Quelle: eigene Darstellung

Wie schon bei der Crisp-Standortanalyse wurde im Model Builder zunächst der Vektor-Punkt-Datensatz „Unternehmen in Wien nach Branchen“ dahingehend gefiltert (Select-Tool), dass nur die Branchen im weiteren Analyseverlauf betrachtet werden, welche als unmittelbare Konkurrenz zur Sport Gold Group angesehen werden können (Branchen „outdoor“ und „sports“). Im nächsten Schritt wurde um die beiden Shapefile-Datensätze (Konkurrenz und U-Bahn-Haltestelle) mittels des Tools Euclidean Distance ein Rasterdatensatz erzeugt, welcher die Distanz zum nächstgelegenen Objekt (Konkurrenzunternehmen/U-Bahn-Haltestelle) abbildet. Die Distanz wird in der Einheit angegeben, die im ArcMap-Projekt eingestellt wurde; in diesem Fall Meter (MGI Austria Lambert-Projektion). Die maximale Entfernung wurde auf 500m eingestellt, sodass innerhalb dieser Entfernung nachfolgend das Fuzzy Membership-Tool im Bereich von 200m bis 400m angewendet werden konnte. Darauf folgend wurde die Ergebnisse aus der Kundenstrukturanalyse und die der Standortanalyse mittels dem Tool Fuzzy Overlay (Und-Operator) miteinander verknüpft und im letzten Schritt reklassifiziert, um einen späteren Vergleich in Form von Vektordaten zu ermöglichen.

Abb. 43: Model zur Standortanalyse (fuzzy)



Quelle: eigene Darstellung

### 6.3 Entfernungsanalyse

Auf Grund der Tatsache, dass sich im Zuge der beiden vorherigen Analysen bereits gewisse potenzielle Standorte der „Sport Gold Group“ herauskristallisiert haben, ermittelt die Entfernungsanalyse isochronen- und linienhafte Einzugsgebiete, die mittels der PKW-Fahrzeit abgebildet werden. Eine Entfernungs- oder Einzugsgebietsanalyse ist im Verlauf einer Filialneugründung eine essenzielle Analysemethode um beispielsweise Erkenntnisse über die Anzahl an potenziellen Kunden in unterschiedlichen Gebieten zu bekommen oder Überschneidungen mit der Konkurrenz zu analysieren. Hierzu werden zwei mögliche Standorte definiert um die die Einzugsgebiete netzförmig erzeugt werden. Basierend auf den Ergebnissen der beiden vorangegangenen Analysen werden für die Entfernungsanalyse zusätzlich folgende Datensätze benötigt:

- OpenStreetMap:
  - Straßennetzwerk Wien (Linie; Stand 2015)
  - PoI's - Points of Interest (Punkt; Stand 2016)
- Open Government Data Portal Österreich:
  - Stadt-, Bezirks- und Zählsprengelgrenzen der Stadt Wien (Polygon; Stand 2016)

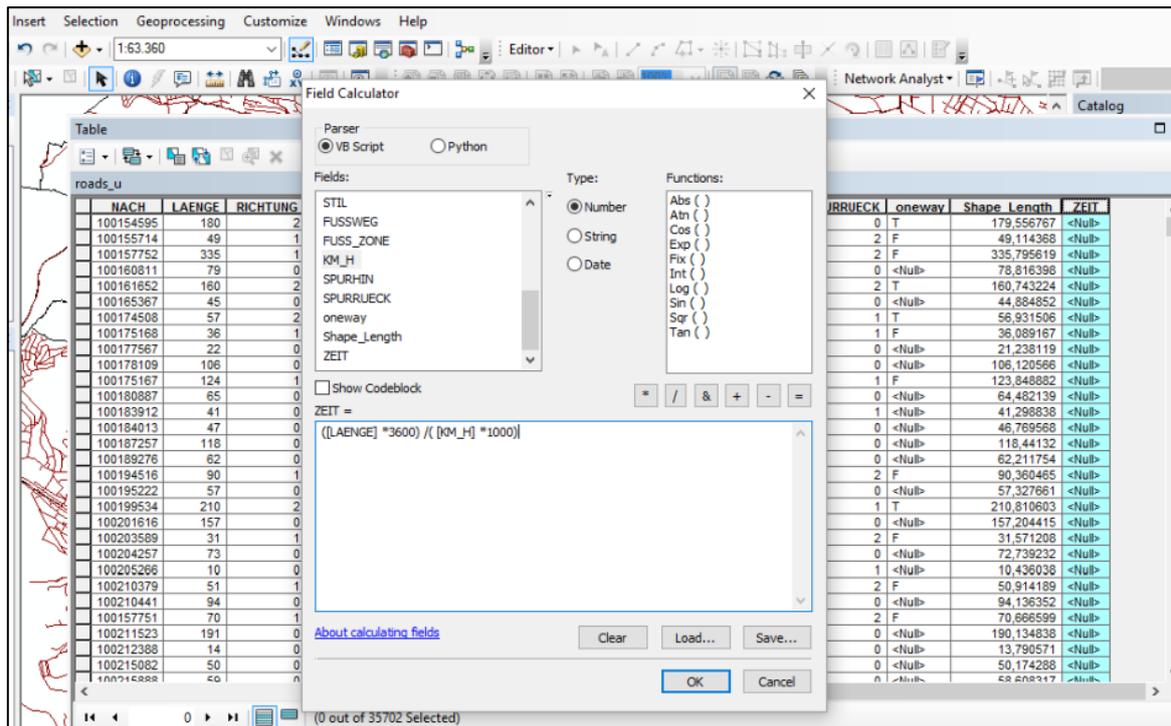
## Entfernungsanalyse – Crisp

Da die Berechnung der Einzugsgebiete für die einzelnen Filialen auf Isochronen basiert, wurde hierfür in ArcGIS in der Attribut-Tabelle des Straßennetz-Datensatzes eine zusätzliche Spalte hinzugefügt, die die Bezeichnung „ZEIT“ und den Typ „Double“ erhielt. Über den Field Calculator im Kontextmenü der neu erstellten Spalte wurden die entsprechenden Werte mittels folgender Formel berechnet:

$$([\text{LAENGE}] * 3600) / ([\text{KM}/\text{H}] * 1000)$$

Die Anwendung der Formel im Field Calculator ist in der folgenden Abbildung dargestellt:

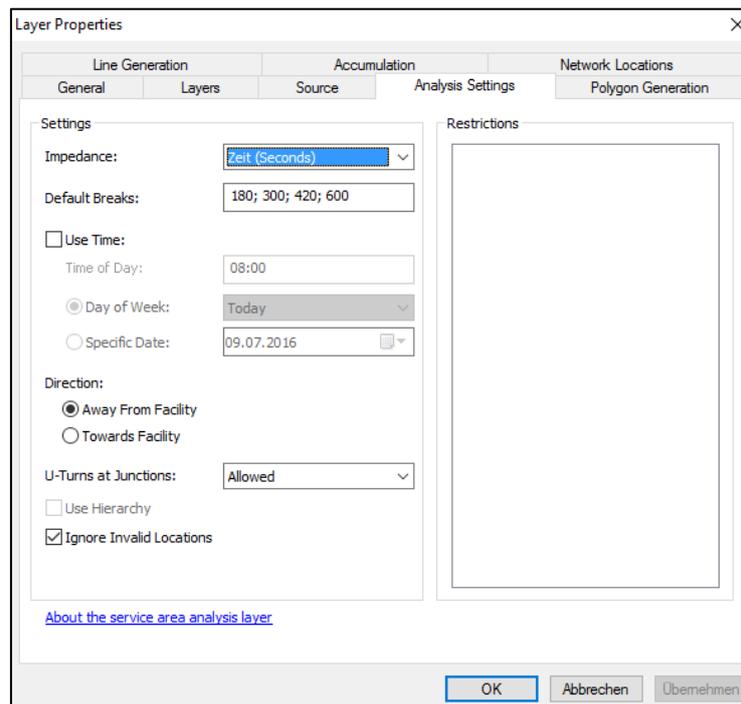
Abb. 44: Berechnung der Fahrzeit in ArcGIS



Quelle: eigene Darstellung

Über das Kontextmenü jenes Feature Datasets, in dem auch der Straßennetz-Datensatz vorhanden ist, wurde anschließend ein Straßennetzwerk erstellt. Im Zuge dessen wurden wichtige Parameter und Eigenschaften festgelegt. Als Attribute bzw. Restriktionen wurden Einbahnen, die Weglänge (Meter) und die benötigte Fahrzeit (Sekunden) angegeben. Nachdem auch die Network Analyst Toolbar von ArcGIS aktiviert wurde, konnte das erstellte Netzwerk integriert und die beiden potenziellen Filialstandorte hinzugefügt werden. Für das Netzwerk wurde noch zusätzlich in den Eigenschaften (Analysis Settings) definiert, dass die Grenzen der einzelnen Teilstücke der Einzugsgebiete bei 180, 300, 420 und 600 Sekunden liegen sollen und dass diese Teilstücke generalisiert als Disks dargestellt werden sollen (siehe Abbildung 45).

Abb. 45: Analysis Settings des Netzwerk-Layers



Quelle: eigene Darstellung

Die Visualisierung des Ergebnisses erfolgte im GIS in zwei Varianten. Einerseits wurden die beiden Einzugsgebiete als flächenhafte Isochronen abgebildet, andererseits erfolgte die Darstellung in Form von Linien auf Grundlage des Straßennetzwerks.

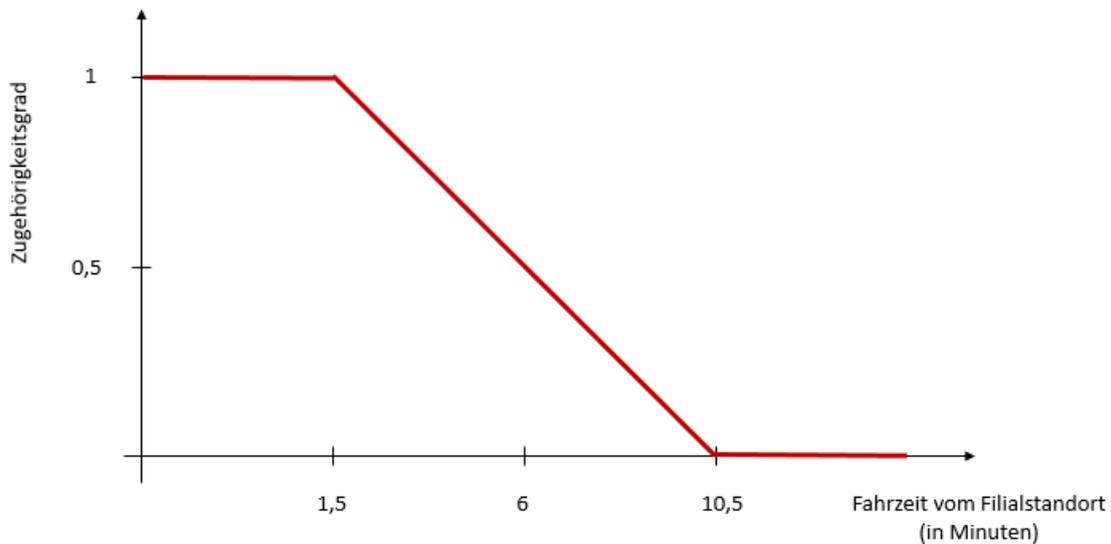
## Entfernungsanalyse – Fuzzy

Die Fuzzy-Analyse zur Entfernungsanalyse erfolgte, ebenso wie die Crisp-Analyse, auf der Grundlage der Ergebnisse der beiden vorherigen Analysen. Hierzu wurden auch die Einzugsgebiete um die beiden potenziellen Filialneustandorte der „Sport Gold Group“ generiert. Da die Crisp-Analyse in Form von vier Klassifizierungsparametern beschrieben wurde, erfolgte die Festlegung des Crossover-Points bei 360 Sekunden, was die Hälfte der Sekundensummen der Fahrzeitklassen widerspiegelt. Für PKW-Fahrzeiten die >630 Sekunden aufweisen, verlaufen die Zugehörigkeitswerte gegen null. Bei Fahrzeiten, die ≤90 Sekunden betragen, erreicht die Zugehörigkeitsfunktion den Wert eins (vollständige Zugehörigkeit). Dementsprechend wird die lineare Zugehörigkeitsfunktion als fallend abgebildet, sodass mit zunehmender Entfernung vom potenziellen Filialstandort der Zugehörigkeitsgrad abnimmt. Die mathematische Funktion ist nachfolgend abgebildet:

$$\mu_{\text{Fahrzeit}}(x) = \begin{cases} 1 & x \leq 90 \\ \frac{630-x}{540} & 90 < x \leq 630 \\ 0 & x > 630 \end{cases}$$

Der dazugehörige l-förmige Funktionsgraph ist in der folgenden Abbildung dargestellt:

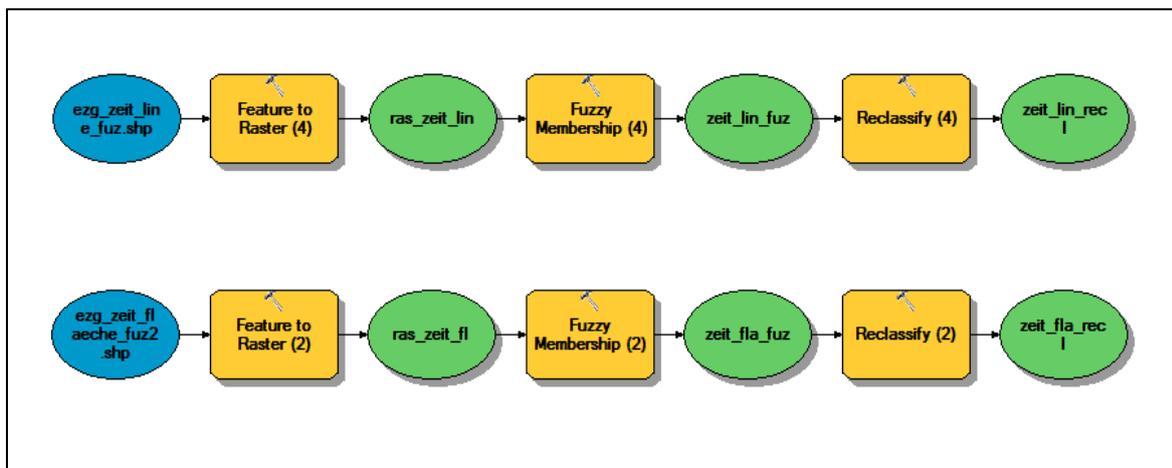
Abb. 46: Zugehörigkeitsfunktion zur PKW-Fahrzeit



Quelle: eigene Darstellung

Im ArcGIS Model Builder wurden die Workflows getrennt voneinander, einmal für die flächenhafte Analyse und einmal für die linienhafte Analyse, durchgeführt. Zunächst wurden die erzeugten Shapefiles mit Hilfe des Tools Feature to Raster in ein Rasterdataset umgewandelt, sodass eine Fuzzy-Analyse angewendet werden konnte. Daraufhin wurden die Zugehörigkeitsgrade mittels der Fuzzy Membership Funktion ermittelt und anschließend reklassifiziert, um eine vergleichende kartographische Darstellung in Form von Vektordaten zu ermöglichen.

Abb. 47: Model zur Entfernungsanalyse (fuzzy)



Quelle: eigene Darstellung

## 6.4 Penetrationsanalyse

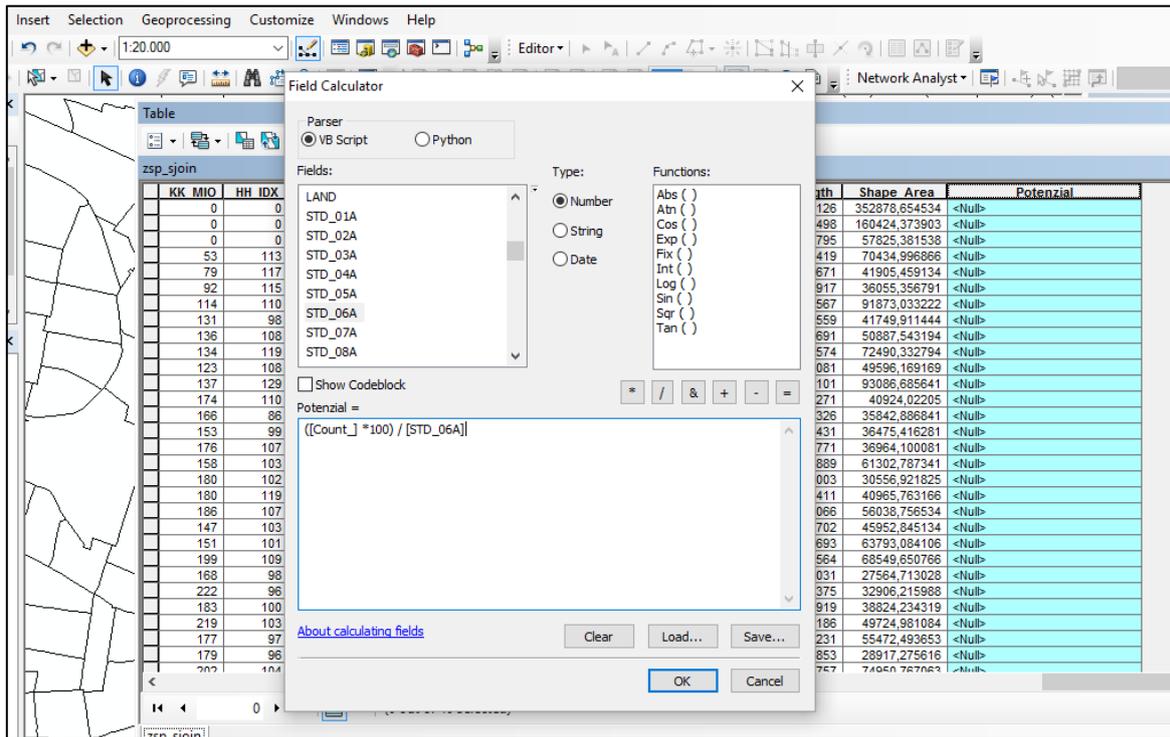
Die letzte Geomarketinganalyse im Analyseverlauf ist die Penetrationsanalyse. Hierbei sollte herausgefunden werden, wie hoch der Kundenanteil je Einwohner in einzelnen Zählsprengeleln ist. Als Untersuchungsgebiet wurde in dieser Analyse der neunte Wiener Gemeindebezirk (Alsergrund) ausgewählt und mit Hilfe eines fiktiven Kundendatensatzes gearbeitet. Das Ziel bestand darin, Kundenanteile und –verteilungen bezüglich der Marktdurchdringung zu untersuchen, um somit Aussagen über eine geplante Neukundenwerbung in den Zählsprengeleln treffen zu können. Zur Durchführung der Analyse wurden folgende Datensätze verwendet:

- Open Government Data Portal Österreich:
  - Stadt-, Bezirks- und Zählsprengelelgrenzen der Stadt Wien (Polygon; Stand 2016)
- Statistik Austria:
  - Bevölkerungsverteilung Wien nach Zählsprengeleln in unterschiedlichen Altersklassen (absolut / relativ; Stand 2015)
- Universität Wien:
  - fiktiver Kundendatensatz Wien

### Penetrationsanalyse – Crisp

Bevor der Kundenanteil je Einwohner in den einzelnen Zählsprengeleln berechnet werden konnte, musste zunächst im GIS ein Spatial Join (räumliche attributive Verknüpfung) erzeugt werden. Dementsprechend wurde der fiktive Kundendatensatz mit den Zählsprengeleln des neunten Bezirks verknüpft. Als Ergebnis des Spatial Joins erhielt man eine neue Spalte in der Attributtabelle des Zählsprengelelnsatzes welche die Bezeichnung „Count\_“ trägt und die Anzahl der Kunden des fiktiven Kundendatensatzes pro Zählsprengeleln wiedergibt. Um nun zu ermitteln, wie der Kundenanteil an den Einwohnern je Einzugsgebiet aussieht, wurde eine neue Spalte angelegt („Potenzial“). Zur Ermittlung des prozentualen Kundenanteils wurden die Kunden pro Zählsprengeleln mit dem Wert 100 multipliziert und durch die Anzahl der potenziellen Gesamtkunden (20-39-jährige Personen) pro Zählsprengeleln dividiert. Diese Berechnung erfolgte im Field Calculator mittels der Spalte „Potenzial“ (siehe Abbildung 48):

Abb. 48: Berechnung des Kundenanteils je Einwohner in den Zählsprenkeln



Quelle: eigene Darstellung

Im Zuge dieser Analyse wurden diejenigen Zählsprenkel gesucht, die einen sehr geringen Kundenanteil aufweisen, um eine geplante Neukundenwerbung optimal platzieren zu können. Das Analyse Kriterium wurde demnach auf einen Kundenanteil  $\leq 5\%$  definiert. Mittels Select-Tool wurden im GIS die Zählsprenkel herausgefiltert, auf die das Kriterium zutrif/nicht zutrif. Die kartographische Visualisierung GIS erfolgte anschließend in Form von einer zweifarbigen Karte (Kriterium trifft voll zu/Kriterium trifft nicht zu).

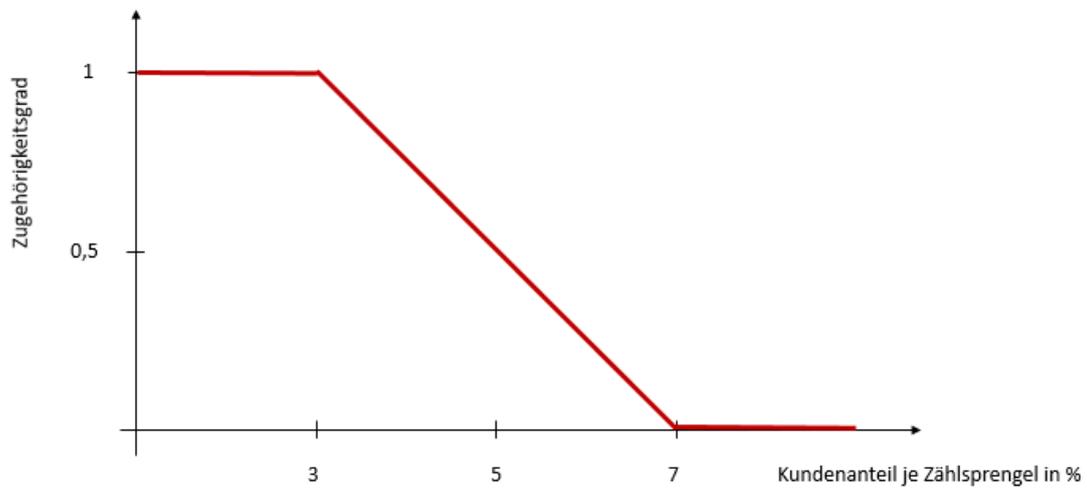
### Penetrationsanalyse – Fuzzy

Das fuzzy-basierte Analyseverfahren zur Penetrationsanalyse nutzt den bereits erstellten Zählsprenkel-Datensatz aus der Crisp-Analyse und bezieht sich somit auch auf Kundenanteile (Spalte Potenzial) des neunten Wiener Gemeindebezirks. Da die Parametergrenze in der Crisp-Analyse  $\leq 5\%$  betrug, wurde der Cossover-Point der Zugehörigkeitsfunktion bei 5% definiert. Die Penetrationsanalyse zielt in diesem Fall auf einen möglichst geringen Kundenanteil der „Sport Gold Group“ an allen potenziellen Kunden ab, um eine Neukundenwerbekampagne gezielt auf die resultierenden Zählsprenkel anwenden zu können. Folglich verläuft die Zugehörigkeitsfunktion für Kundenanteile  $> 7\%$  gegen null und erreicht den Zugehörigkeitswert eins bei einem Kundenanteil von  $\leq 3\%$ . Die entsprechende mathematische Funktion sieht wie folgt aus:

$$\mu_{\text{Kundenanteil}}(x) = \begin{cases} 1 & x \leq 3 \\ \frac{7-x}{4} & 3 < x \leq 7 \\ 0 & x > 7 \end{cases}$$

Die entsprechende Zugehörigkeitsfunktion ist 1-förmig bzw. linear fallend:

Abb. 49: Zugehörigkeitsfunktion zum Kundenanteil je Zählsprengel



Quelle: eigene Darstellung

Im GIS wurde die Analyse mit Hilfe eines kurzen visuellen Skripts im Model Builder durchgeführt. Zunächst wurde die Zählsprengel-Shapefile in ein Rasterdataset umgewandelt, welches auf der Spalte „Potenzial“ basiert. Daraufhin wurde eine Fuzzy Membership mit den oben definierten Parametern generiert und im letzten Schritt reklassifiziert, um eine vergleichende kartographische Auswertung als Vektordatensatz zu ermöglichen.

Abb. 50: Model zur Penetrationsanalyse (fuzzy)



Quelle: eigene Darstellung

## **7 Interpretation und Vergleich der Ergebnisse**

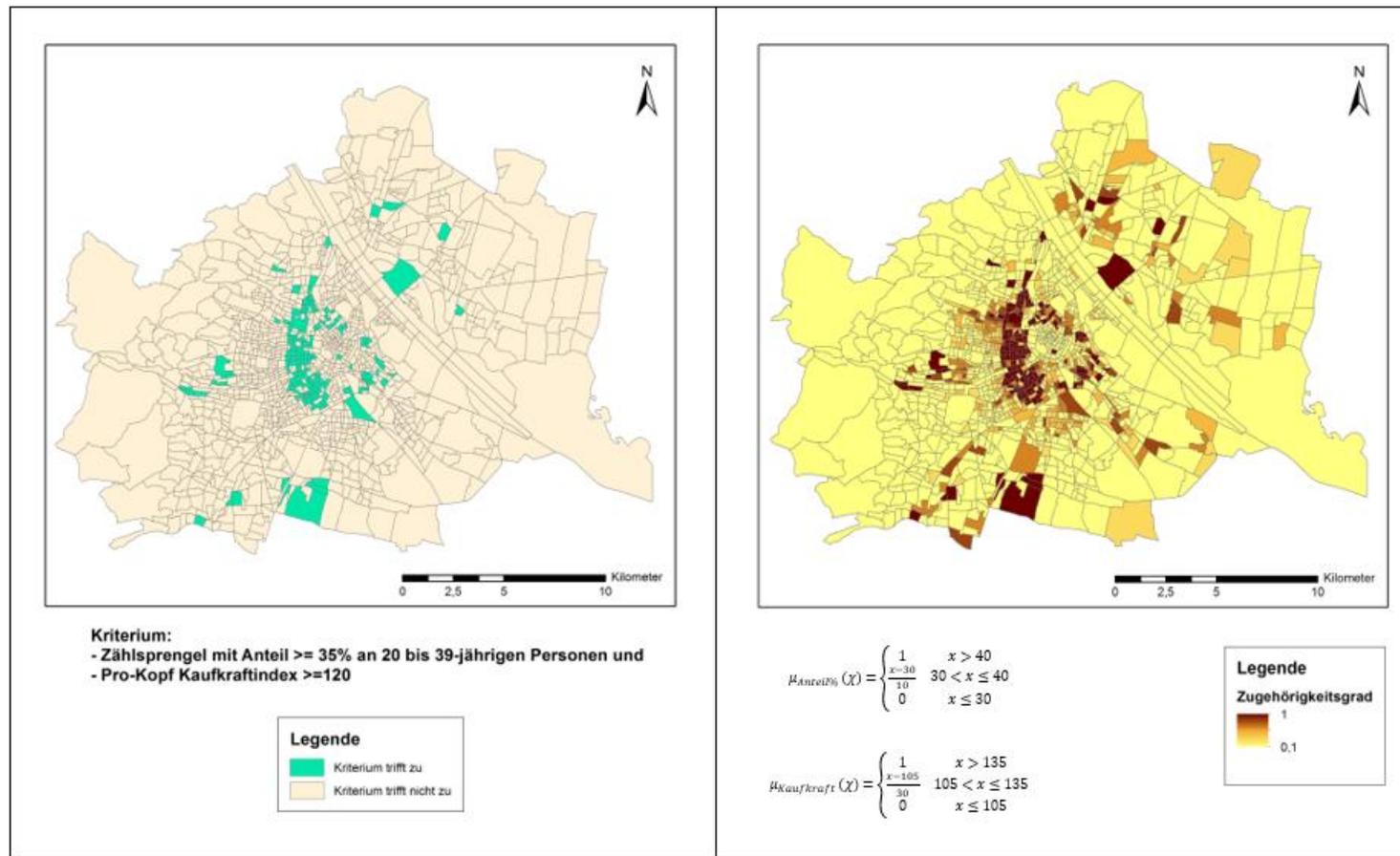
Das siebte Kapitel dieser Arbeit stellt die Auswertungen der Geomarketinganalysen vor. Die Ergebnisse der beiden angewandten Methoden werden für die betrachteten Geomarketinganalyse gesondert erfasst, ausgewertet und anschließend miteinander verglichen. Die einzelnen Karten der jeweiligen Analysen sind im Anhang dieser Arbeit zusätzlich einsehbar.

### **7.1 Ergebnisse der Kundenstrukturanalysen**

Die Ergebnisse der Kundenstrukturanalyse, welche auf der zweiwertigen (crisp) Logik basieren, sind in der untenstehenden Abbildung 51 im linken Bereich dargestellt. Zählsprenkel, bei denen die beiden Analysekriterien voll zutreffen und somit ein Zielgruppenpotenzial aufweisen, sind grün eingefärbt. Darin ist abzulesen, dass besonders in den Zählsprenkeln entlang der Gürtelstraße (ringförmige Nord-Süd-Verbindung in Wien) der Anteil 20-39-jähriger Personen mit überdurchschnittlich hohem Einkommen kriteriumszutreffend vorhanden ist. Auch ringförmig um den ersten Bezirk sind vermehrt grün gefärbte Zählsprenkel zu erkennen, was auf eine eindeutige Zustimmung der Kundenkriterien schließen lässt.

Die Karte, die mit Hilfe der Fuzzy-Kundenstrukturanalyse erstellt wurde, weist einen höheren Zugehörigkeitsgrad zu den Analysekriterien auf, je dunkler die Braunfärbung der Zählsprenkel ausfällt (Abbildung 51 rechte Karte). Demnach befinden sich die Zählsprenkel mit den höchsten Zugehörigkeitswerten an den Positionen, an denen auch die Crisp-Analyse zu einem eindeutigen zutreffenden Ergebnis kommt. Zudem fällt auf, dass auch vereinzelt hellere Brauntöne in Zählsprenkeln auf der rechten Donauseite vorhanden sind (besonders im 21. und 22. Bezirk).

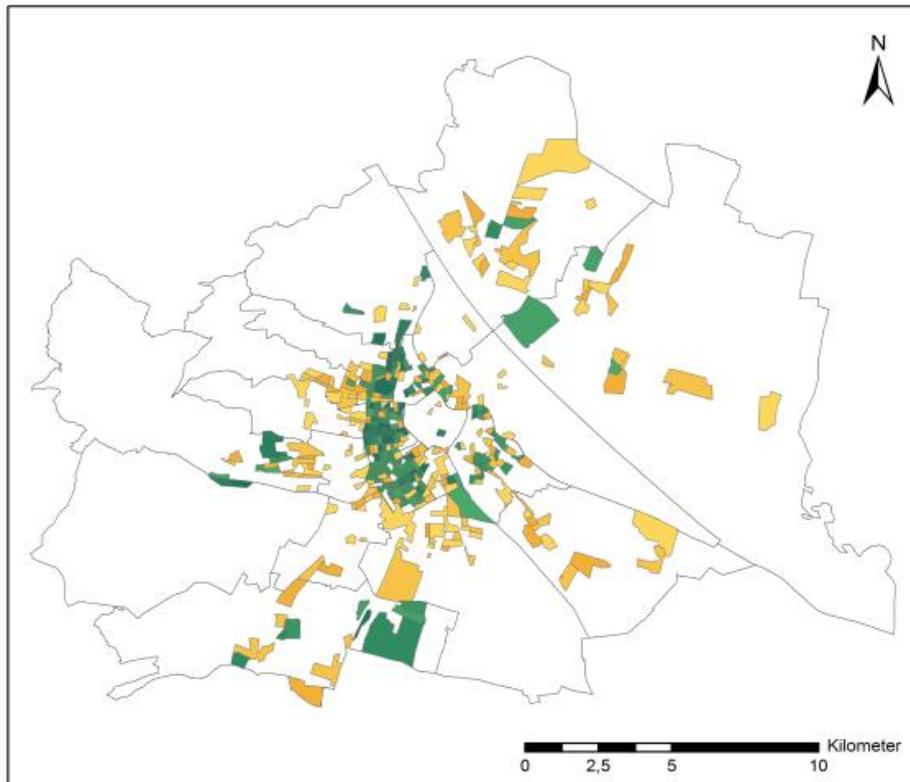
Abb. 51: Kundenstrukturanalyse (links crisp / rechts fuzzy)



Quelle: eigene Darstellung

Um einen besseren Vergleich der beiden Analysemethoden zu ermöglichen, wurde in der folgenden Karte eine Überlagerung der Crisp-Analyse auf der Fuzzy-Analyse visualisiert (siehe Abbildung 52).

Abb. 52: Überlagerung von Crisp-Analyse (grün) auf Fuzzy-Analyse

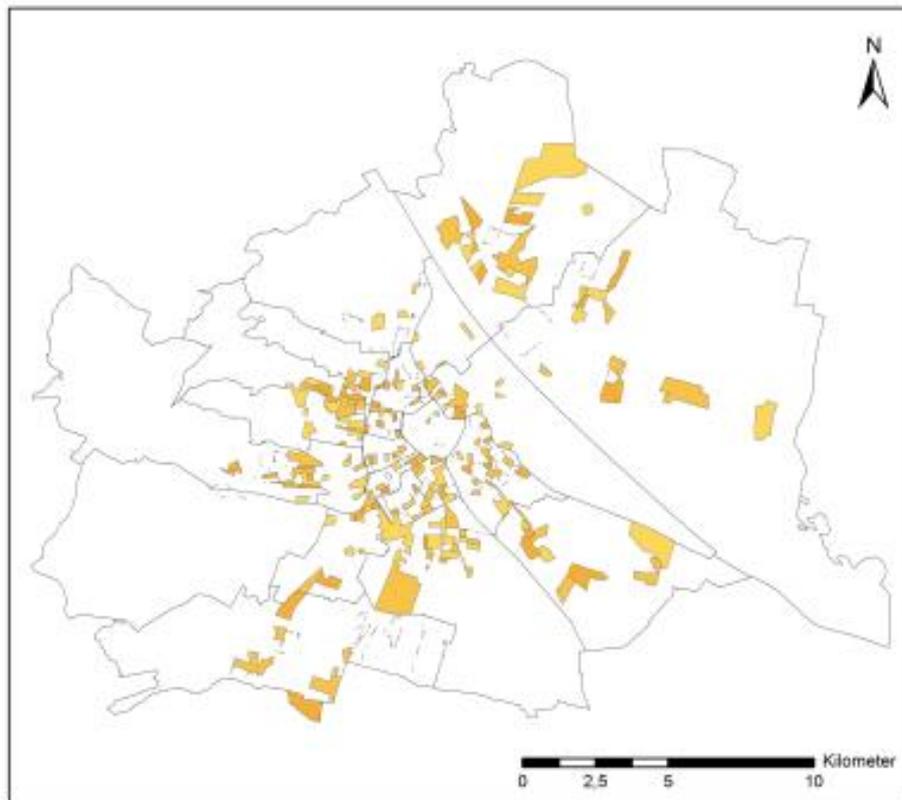


Quelle: eigene Darstellung

Es ist deutlich zu erkennen, dass angrenzend an die Zählsprengel, welche aus der Crisp-Analyse resultieren, vermehrt Zählsprengel mit einem mittleren und niedrigen Zugehörigkeitswert auszumachen sind. Die grün dargestellten Ergebnisbereiche der Crisp-Analyse überlagern folglich die Bereiche der Fuzzy-Analyse mit den höchsten Zugehörigkeitswerten, da dort die Analyse Kriterien beiderseits annähernd voll zutreffen.

Der alleinige Überhang, der aus der Fuzzy-Analyse resultiert, ist in der nachstehenden Abbildung dargestellt. Die darin abgebildeten Zielgruppenpotenzialflächen gehen allein aus der Fuzzy-Analyse hervor und sind soweit auch zu erwarten, da eine Fuzzy-Analyse ein breiteres Ergebnisspektrum als eine Crisp-Analyse aufweist, denn die Crisp-Analyse unterscheidet lediglich zwischen „voll zutreffend“ und „gar nicht zutreffend“ und arbeitet nicht mit Zugehörigkeitsgraden zwischen null und eins wie die der Fuzzy-Analyse.

Abb. 53: Überhang der Fuzzy-Analyse (Kundenstrukturanalyse)



Quelle: eigene Darstellung

Tabelle 5 zeigt die Flächengrößen der einzelnen Überhangbereiche der Fuzzy-Analyse gegliedert nach Zugehörigkeitsgrad auf. Dabei wurden Bereiche mit einem Zugehörigkeitsgrad zwischen 0,3 und 0,69 betrachtet. Gebiete, die einen Zugehörigkeitsgrad von weniger als 0,3 ausweisen, wurden vernachlässigt, da diese ein zu geringes Zielgruppenpotenzial in Bezug auf die Kundenstrukturanalyse vorweisen. Ergebnisbereiche mit einem Zugehörigkeitswert von über 0,69 waren im Überhang nicht vorhanden.

Tab. 5: Flächengröße der Zugehörigkeitswerte der Überhangbereiche

Zugehörigkeitsgrad der Überhangbereiche der Fuzzy-Kundenstrukturanalyse	Fläche in Km <sup>2</sup>
Bereiche mit dem Zugehörigkeitsgrad 0,3 – 0,39	12,28
Bereiche mit dem Zugehörigkeitsgrad 0,4 – 0,49	11,89
Bereiche mit dem Zugehörigkeitsgrad 0,5 – 0,59	6,14
Bereiche mit dem Zugehörigkeitsgrad 0,6 – 0,69	0,08
<b>Gesamtgröße Überhang</b>	<b>30,39</b>
<b>Gesamtgröße der Crisp-Analyse</b>	<b>17,1</b>

Quelle: eigene Darstellung (GIS-Attributtabelle Layer Überhang)

Betrachtet man die Flächengröße (in km<sup>2</sup>) der Ergebnisse, ist daraus ebenfalls zu erkennen, dass die Fuzzy-Analyse durch den Überhang zunächst einen höheren quantitativen Informationsgehalt aufweist, da die Gesamtflächengröße der Überhanggebiete 30,39 km<sup>2</sup> und die Gesamtgröße der Ergebnisse der Crisp-Analyse 17,1 km<sup>2</sup> betragen. Jedoch weisen ca. 80% der Überhangfläche einen Zugehörigkeitsgrad von unter 0,5 auf, wodurch sich der Aussagekraft der Überhanggebiete wieder etwas relativiert.

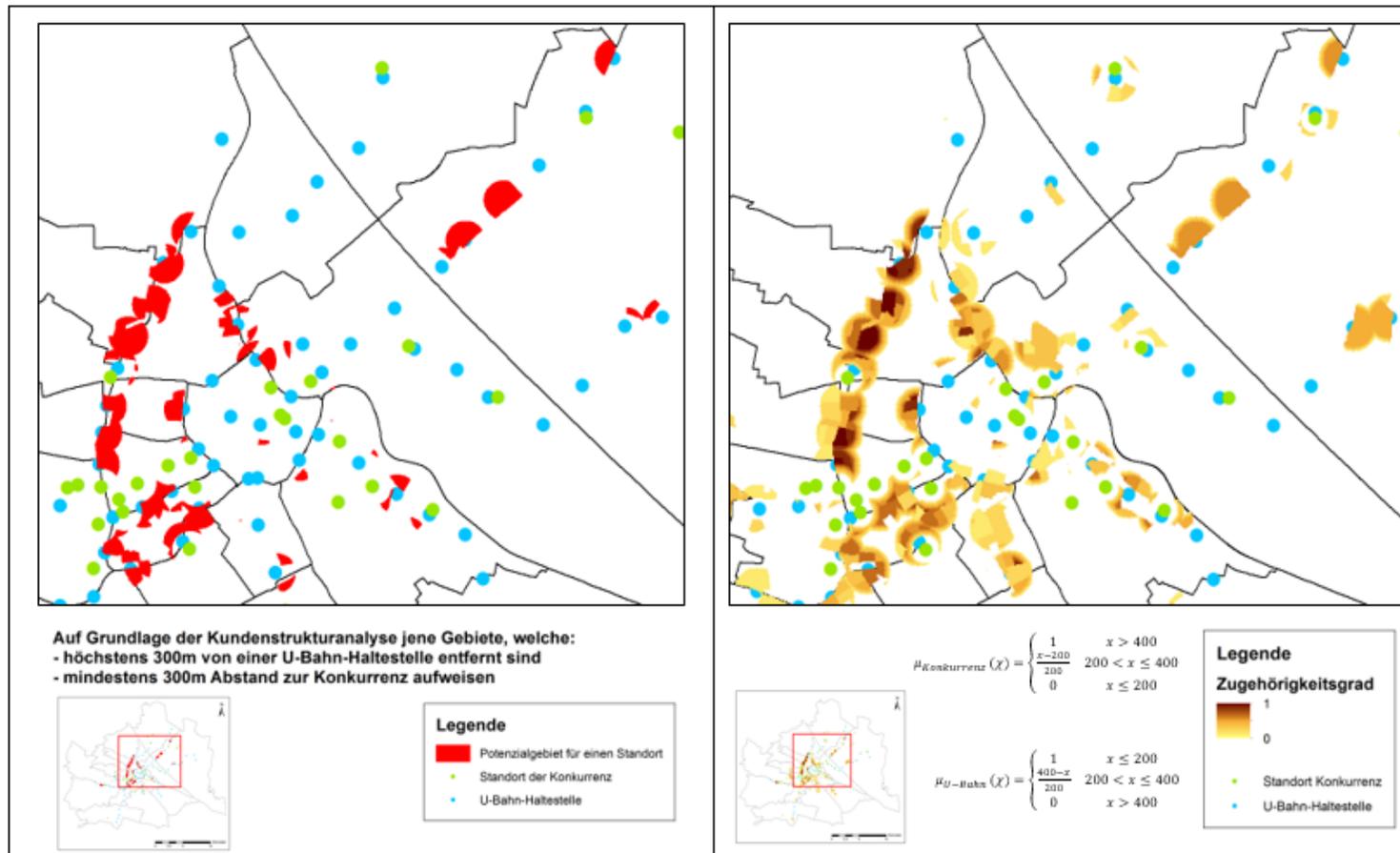
In Bezug auf das fiktive Unternehmen, die Sport Gold Group, weist die Crisp-Analyse nur diejenigen Gebiete als Ergebnis (Zielgruppenpotenzialgebiete) aus, in welchen die beiden Suchkriterien voll zutreffen. Die Fuzzy-Analyse der Kundenstrukturanalyse hat jedoch auch gezeigt, dass 6,22 km<sup>2</sup> (ca. 20 % der gesamten Überhanggebietsfläche) mit einem Zugehörigkeitswert von mehr als 0,5 an zusätzlichen Potenzialflächen vorhanden sind, welche nicht durch die Crisp-Analyse beachtet worden wären. In Anbetracht dessen kann man vorerst festhalten, dass die Fuzzy-Analyse im Zuge der Kundenstrukturanalyse einen brauchbaren Informationsgewinn und somit einen Zusatznutzen gegenüber der Crisp-Analyse liefert und dadurch ein größerer Anteil von potenziellen Zielgruppengebieten für die „Sport Gold Group“ in Frage kommen.

## **7.2 Ergebnisse der Standortanalysen**

Aufbauend auf die Ergebnisse der Kundenstrukturanalyse, welche die Zählsprengel mit dem gesuchten Zielgruppenpotenzial aufzeigen, zielt die Standortanalyse auf einen potenziellen neuen Filialstandort ab. Dabei wurden einerseits die Höchstdistanz zu einer U-Bahn-Haltestelle und andererseits die Mindestentfernung zu Konkurrenzstandorten als Analyseparameter betrachtet.

Zur detaillierten Visualisierung wurde in der folgenden Abbildung jeweils nur ein Ausschnitt aus der Gesamtkarte von Wien herangezogen. Auf der linken Seite ist die Crisp-Analyse der Standortanalyse dargestellt. Darin sind potenzielle Filialstandortgebiete rot eingefärbt, bei denen die beiden Analyseparameter voll zutreffen (Und-Operator). Der rechte Kartenausschnitt zeigt die Fuzzy-Analyse der Standortanalyse und differenziert, wie schon bei der Kundenstrukturanalyse, die Zugehörigkeitswerte in Form von Braun-/Orangefarbtönen (je dunkler der Farbton, desto höher ist der Zugehörigkeitsgrad der Analyseparameter). Hierbei ist wiederum zu erkennen, dass an Potenzialflächen, wo die Crisp-Analyse ein zutreffendes Analyseergebnis aufzeigt, die Zugehörigkeitswerte dementsprechend hoch liegen, da die Analyseparameter in diesen Bereichen für beiderlei Analysemethoden fast komplett zutreffen. Insgesamt fallen die Potenzialflächengrößen der Standortanalyse kleiner aus als in der Kundenstrukturanalyse, da die Standortanalyse auf Grundlage der Ergebnisse der Zielgruppenpotenzialflächen durchgeführt wurde.

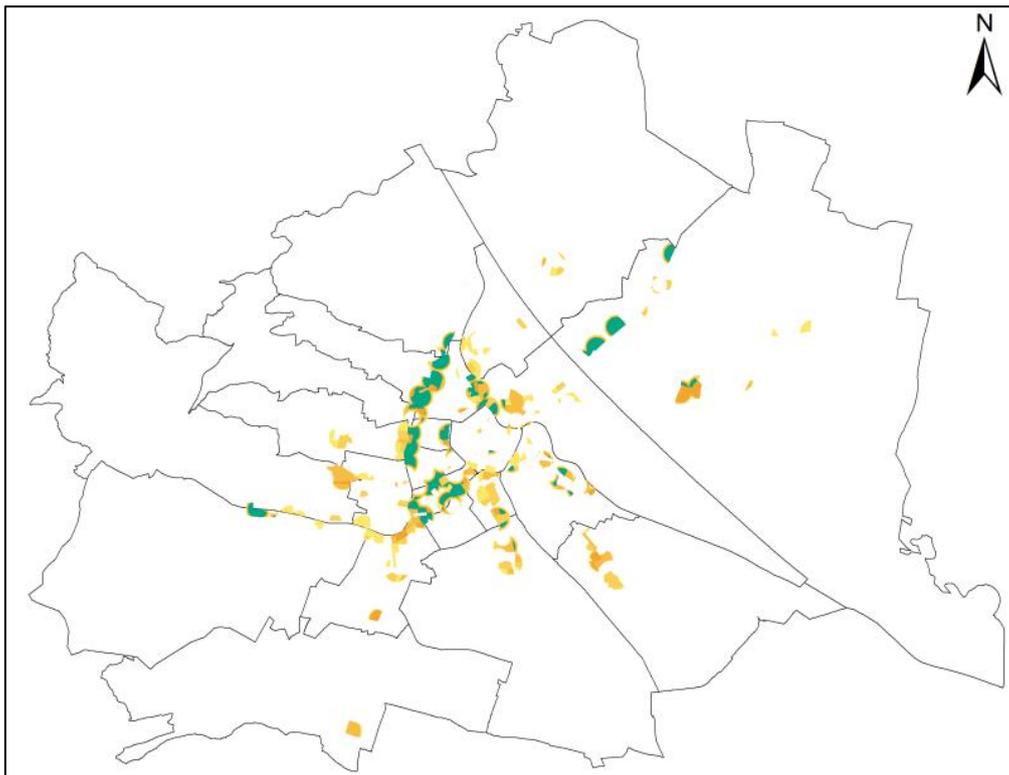
Abb. 54: Standortanalyse (links crisp / rechts fuzzy)



Quelle: eigene Darstellung

Besonders deutlich wird dieses Erkenntnis in der nächsten Karte. Darin überlagert das Analyseergebnis der Crisp-Analyse (grüne Flächen) das Resultat der Fuzzy-Analyse. Auch hier ist wiederum die logische Tatsache zu beobachten, dass die Potenzialflächen der Crisp-Analyse jene Flächen der Fuzzy-Analyse überdecken, welche den höchsten Zugehörigkeitsgrad aufweisen. Ebenfalls sind angrenzend an die potenziellen Filialstandortflächen der Crisp-Analyse Bereiche mit einem Zugehörigkeitsgrad zwischen ca. 0,3 und 0,7 auszumachen, welche das Resultat des breiteren Ergebnisspektrums der Fuzzy-Analyse sind.

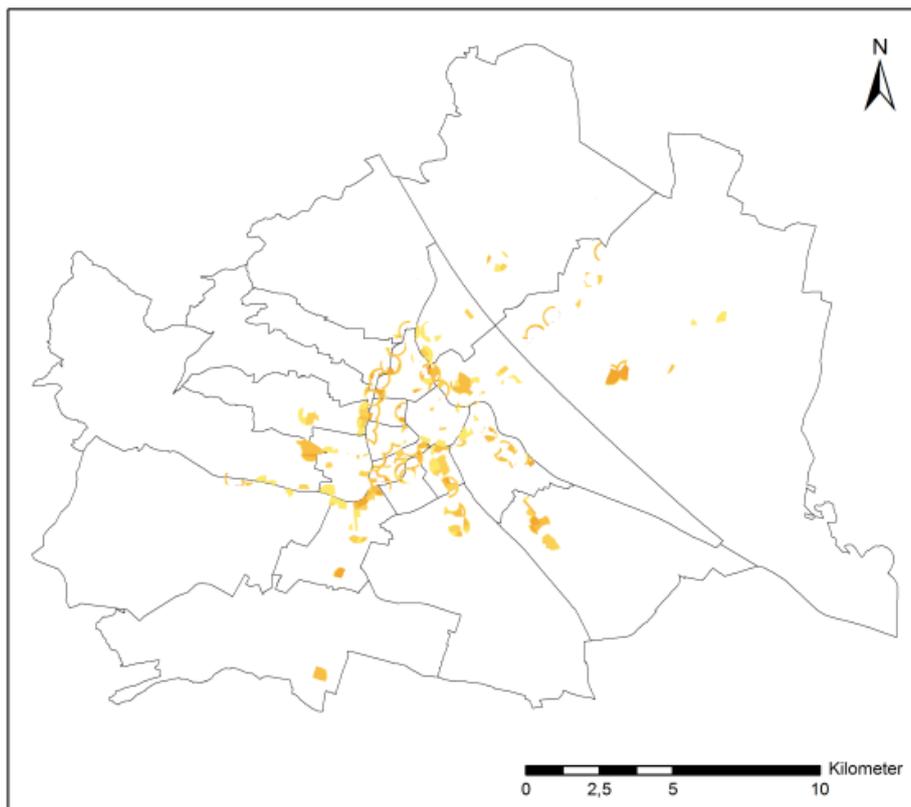
Abb. 55: Überlagerung von Crisp-Analyse (grün) auf Fuzzy-Analyse



Quelle: eigene Darstellung

Der daraus hervorgehende Überhang der Fuzzy-Analyse ist in der nachfolgenden Karte dargestellt. Die dort abgebildeten Potenzialflächen eines eventuellen zukünftigen Filialstandorts sind folglich jene Bereiche, welche nur im Zuge der Fuzzy-Analyse ermittelt wurden. Im Zuge der Crisp-Analyse wurden diese Flächen nicht im Ergebnis berücksichtigt, da durch die zweiwertige Analyselogik in Verbindung mit dem Logischen Und-Operator der Blocking Point (Abbruchkriterium) in den Überhanggebieten der Fuzzy-Analyse zum Tragen kam. Hier wird deutlich, dass es noch eine große Anzahl an Potenzialflächen gibt, welche im Rahmen eines gut verwertbaren Zugehörigkeitsgrades der Fuzzy-Analyse den Mindestabstand zu konkurrierenden Unternehmen wahren, jedoch die Höchstdistanz zur nächsten Anbindung an den öffentlichen Nahverkehr (U-Bahn-Haltestelle) nicht überbieten.

Abb. 56: Überhang der Fuzzy-Analyse (Standortanalyse)



Quelle: eigene Darstellung

Die folgende Tabelle stellt die Flächengrößen (in km<sup>2</sup>) der Überhanggebiete der Fuzzy-Analyse im Vergleich zum Ergebnis der Crisp-Analyse der Standortanalyse dar. Auch hier wurden Potenzialflächen der Fuzzy-Analyse mit einem Zugehörigkeitsgrad von 0,3 bis 0,69 betrachtet, da Gebiete mit einem geringeren Zugehörigkeitsgrad als 0,3 ein für das Analyseergebnis zu vernachlässigendes Standortpotenzial aufweisen. Potenzialflächen des Überhangs mit einem Zugehörigkeitsgrad von mehr als 0,69 waren nicht auszumachen.

Tab. 6: Flächengröße der Zugehörigkeitswerte der Überhangbereiche

Zugehörigkeitsgrad der Überhangbereiche der Fuzzy-Standortanalyse	Fläche in m <sup>2</sup>
Bereiche mit dem Zugehörigkeitsgrad 0,3 – 0,39	2,57
Bereiche mit dem Zugehörigkeitsgrad 0,4 – 0,49	2,53
Bereiche mit dem Zugehörigkeitsgrad 0,5 – 0,59	1,22
Bereiche mit dem Zugehörigkeitsgrad 0,6 – 0,69	0,06
<b>Gesamtgröße Überhang</b>	<b>6,38</b>
<b>Gesamtgröße der Crisp-Analyse</b>	<b>2,93</b>

Quelle: eigene Darstellung (GIS-Attributtabelle Layer Überhang)

In der Tabelle 6 ist abzulesen, dass die Gesamtflächengröße der Überhanggebiete der Fuzzy-Analyse in etwa doppelt so groß ist wie die Fläche der entsprechenden Crisp-Analyse. Der zunächst quantitative größere Potenzialflächenanteil relativiert sich durch die Tatsache, dass 5,1 km<sup>2</sup> (ca. 80%) der Überhangfläche einen Zugehörigkeitsgrad von 0,3 bis 0,49 vorweisen. 1,28 km<sup>2</sup> (ca. 20%) der Überganggebiete der Fuzzy-Analyse weisen jedoch einen Zugehörigkeitsgrad von über 0,5 auf und können im Zuge der Standortanalyse als bedeutsame Potenzialflächen angesehen werden. Jene Flächen wurden im Zuge der Crisp-Analyse nicht als Ergebnisflächen ausgeforscht und spiegeln zusätzliche Potenzialgebiete bezüglich der Standortsuche wider, welche nur durch die Fuzzy-Analyse berechnet wurden.

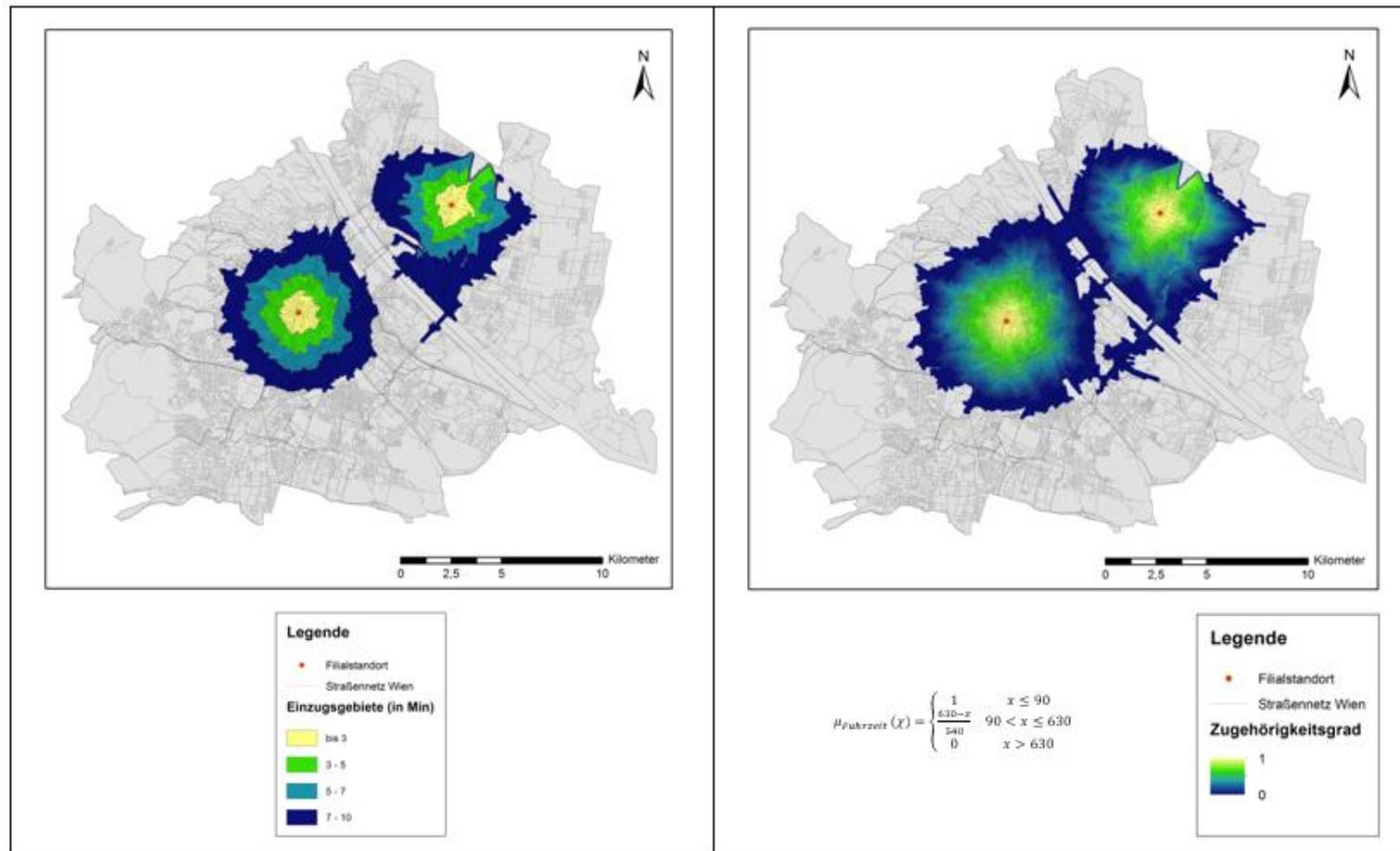
Bezogen auf die Standortanalyse ist das Ergebnisspektrum der Fuzzy-Analyse auch hier deutlich größer. Diese quantitativ höhere Potenzialflächengröße ergibt sich, ähnlich wie bei der Kundenstrukturanalyse, durch den multikriteriellen Charakter der Analyse bzw. durch die definierten Ausschlusskriterien der Crisp-Analyse (Blocking Point) im Gegensatz zu den Teilübereinstimmungen der Parameter der Fuzzy-Analyse (siehe Überhangflächen). Allerdings ist es auch hier von Nöten, die qualitative Aussagekraft der Überhanggebiete zu überprüfen. Demnach erzielt die Standortanalyse auch einen zusätzlichen Informationsgewinn durch die Anwendung von fuzzy-basierten Analysemethoden.

### **7.3 Ergebnisse der Entfernungsanalysen**

Die Entfernungsanalyse visualisiert das Einzugsgebiet bzw. die PKW-Fahrzeiten zu einem potenziellen Filialstandort auf Grundlage des Straßennetzwerks. Im Zuge der Entfernungsanalyse wurden zwei potenzielle Filialstandorte auf jenen Flächen gewählt, welche aus den beiden vorangegangenen Analysen hervorgegangen sind. Ein Standort befindet sich auf der westlichen Donauseite in der Nähe der Gürtelstraße und der andere potenzielle Standort liegt auf der östlichen Donauseite im 22. Wiener Gemeindebezirk. Um die Standorte herum wurden die Einzugsgebiete einerseits mit Hilfe von flächen- bzw. ringhaften Isochronen dargestellt und andererseits in Form von Linien auf der Grundlage des Straßennetzwerks.

In Abbildung 57 ist auf der linken Seite die Crisp-Analyse und auf der rechten Seite die Fuzzy-Analyse der isochronen Entfernungsanalyse dargestellt. Die Crisp-Analyse visualisiert vier um die Filialstandorte angeordnete ringförmige Isochronen mit unterschiedlich langen PKW-Fahrzeiten bis hin zu einer zehnminütigen Entfernung. Dabei ist zu erkennen, dass die verschiedenen Fahrzeitringe farblich und räumlich klar voneinander abgegrenzt sind und keine Überschneidungen aufweisen. Dem Nutzer ist somit schnell ersichtlich, welche Fahrzeit von verschiedenen Positionen aus zum potenziellen Filialstandort benötigt wird.

Abb. 57: Entfernungsanalyse flächen- bzw. ringförmig (links crisp / rechts fuzzy)



Quelle: eigene Darstellung

Die Fuzzy-Analyse (Abb. 57 rechts) hingegen stellt die Fahrzeiten in Form von Zugehörigkeitsgraden dar. Die Zugehörigkeitsgrade sind in Form einer ineinander übergehenden Farbreihe visualisiert. Je dunkler die Färbung wird, desto größer ist die Entfernung vom potenziellen Filialstandort. Auf Grund der unscharfen Farbübergänge ist es hier deutlich schwerer von einem bestimmten Standpunkt den entsprechenden Zugehörigkeitsgrad abzulesen und somit auf die Entfernung zu schlussfolgern. Vielmehr generiert das Einzugsgebiet den Eindruck von Hotspots und eignet sich dadurch nur zur Verschaffung eines schnellen bzw. groben Überblicks.

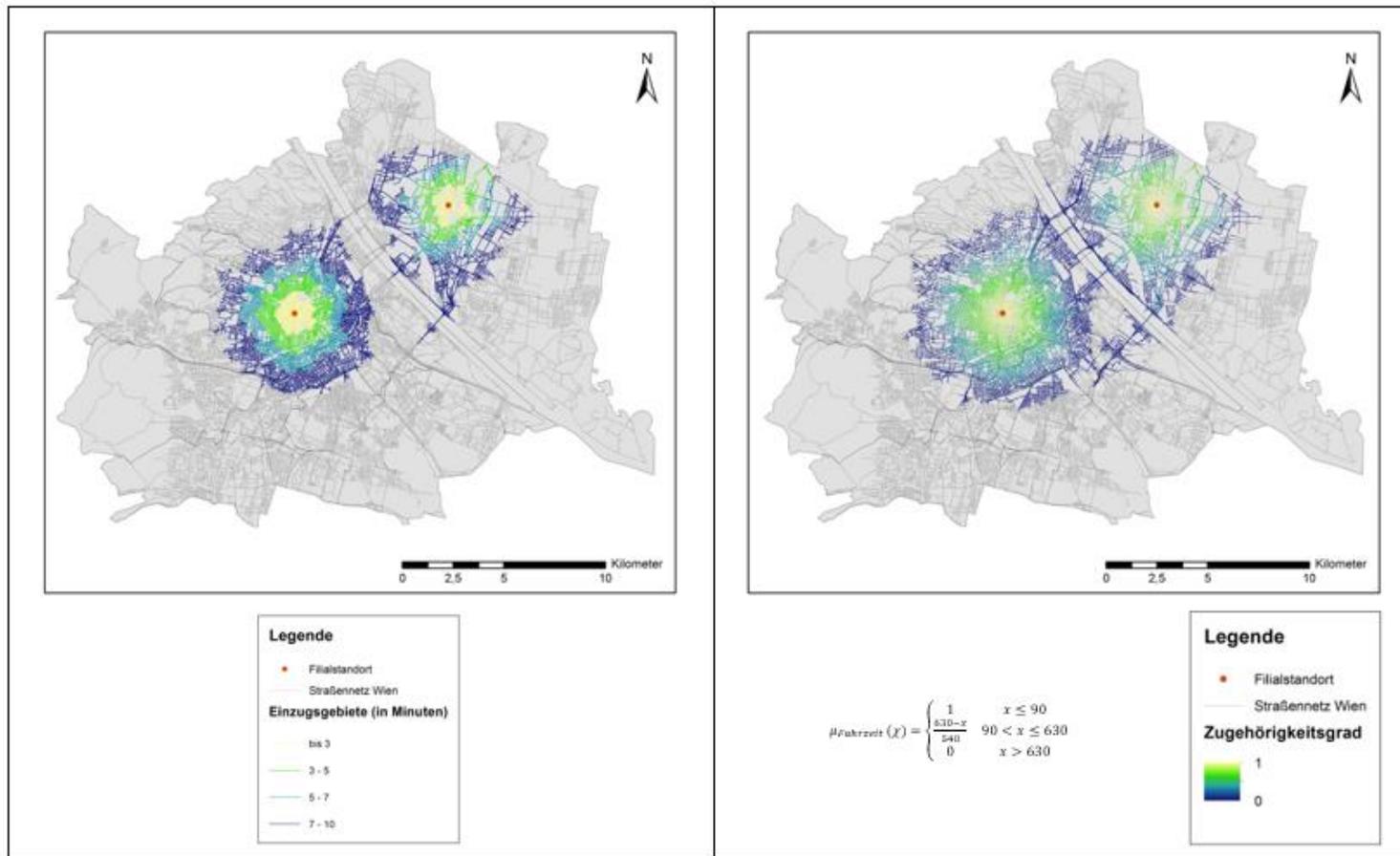
Die linienhafte Entfernungsanalyse, welche direkt auf dem Straßennetzwerk abgebildet ist, ist in der Abbildung 58 dargestellt. Auf der linken Seite ist die dazugehörige Crisp-Variante der Analyse dargelegt. Auch hier ist es dank der farblichen strikten Abgrenzung der unterschiedlichen Fahrzeiten möglich, eine relativ genaue Auskunft über die Entfernung zum potenziellen Filialstandort zu bekommen.

Die linienhafte Fuzzy-Entfernungsanalyse ist im rechten Bereich der Abbildung 58 wiedergegeben. Hierbei ist die farbliche Visualisierung der Zugehörigkeitswerte in gleicher Weise gewählt wie bei der flächenhaften obenstehenden Karte (Abb. 58). Je heller der Farbton der Zugehörigkeitswerte, desto geringer ist die Entfernung zum potenziellen Filialstandort. Dabei ist, wie schon bei der flächenhaften Fuzzy-Entfernungsanalyse, festzustellen, dass eine exakte Fahrzeitbestimmung nur sehr schwierig möglich ist. Durch die ineinander fließende Farbgebung der Zugehörigkeitswerte ist es nicht genau auszumachen, in welchem Entfernungsradius sich ein Objekt zum potenziellen Filialstandort befindet.

Die beiden Methoden der Entfernungsanalyse wurden hauptsächlich auf einer visuellen Ebene ausgewertet. Inhaltlich betrachtet ist der Sachverhalt relativ eindeutig. Die Crisp-Analyse bildet die vorher definierten PKW-Fahrzeitringe ab und die Fuzzy-Analyse stellt die unterschiedlichen Entfernungen in Form von fließenden Farbreihen bzw. Hotspots dar. Dass der Entfernungsradius der Fuzzy-Analyse ein wenig größer ist als der der Crisp-Analyse, resultiert aus dem größeren Ergebnisspektrum der Parameter der Zugehörigkeitsfunktion.

Im Hinblick auf die Sport Gold Group besteht das Hauptaugenmerk dieser Analyse aber auf der visuellen Komponente. Die Fuzzy-Variante der Entfernungsanalyse erschwert es dem Nutzer eine exakte Entfernungseinschätzung zum potenziellen Filialstandort zu geben. Auf Grund ihres „Hotspot-Charakters“ kann sie lediglich für einen groben und schnellen ersten Eindruck dienen. Jedoch zielt ein Unternehmen mittels einer Entfernungsanalyse auf klare Einzugsgebiete ab, da aus diesen Segmenten heraus unter anderem auch Logistik- und Kundeneinzugsstrukturen errechnet werden. Die Crisp-Variante der Entfernungsanalyse ermöglicht eine klare Visualisierung der unterschiedlichen PKW-Fahrzeiten und somit eine sehr genaue Fahrzeitbestimmung zum potenziellen Filialstandort. Folglich erzielt die Fuzzy-Entfernungsanalyse nur einen sehr geringen zusätzlichen Informationsgewinn auf Grund der dürftigen Aussagekraft ihrer kartographischen Visualisierung im Hinblick auf den Nutzwert für das Unternehmen.

Abb. 58: Entfernungsanalyse linienhaft (links crisp / rechts fuzzy)



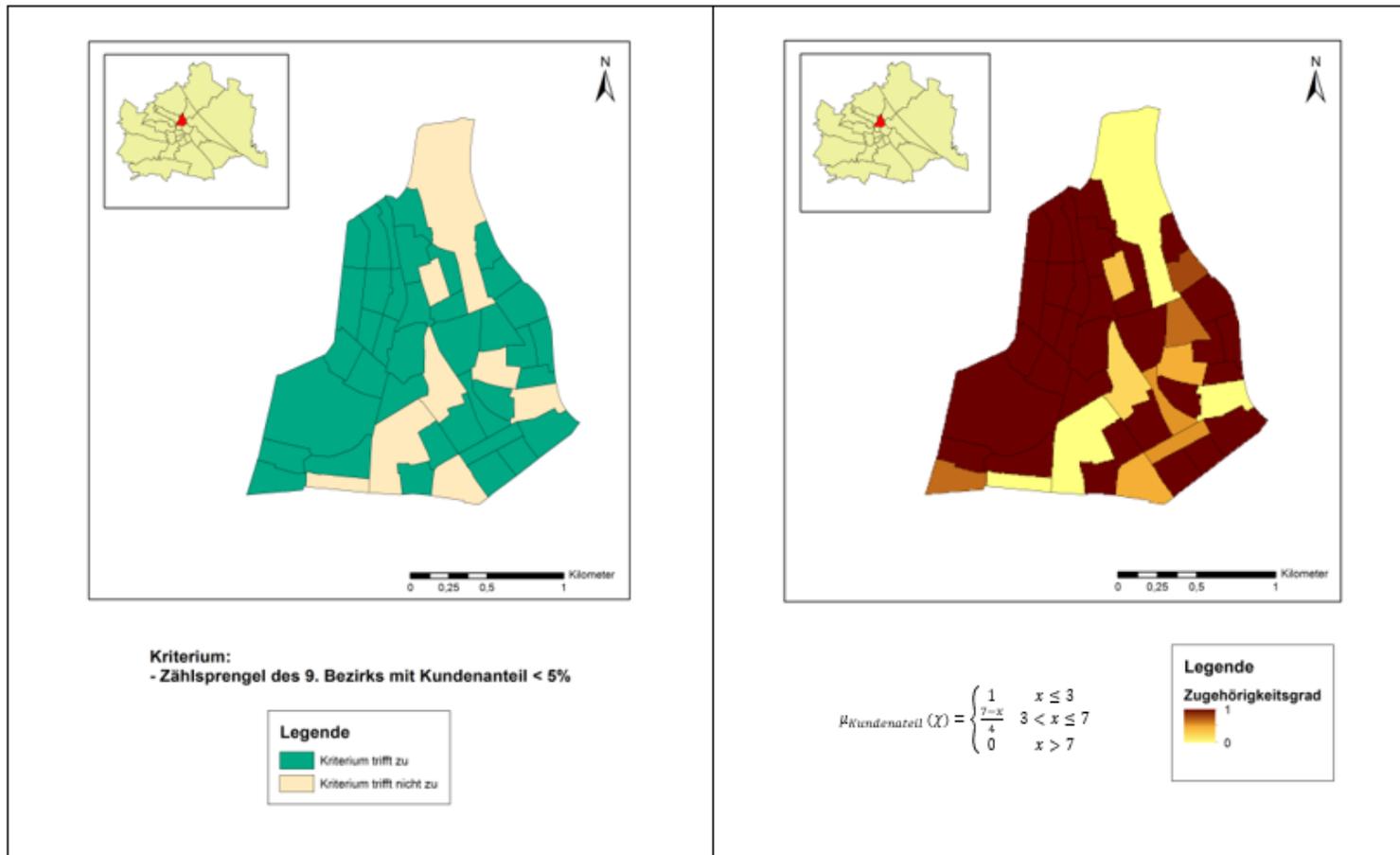
Quelle: eigene Darstellung

## 7.4 Ergebnisse der Penetrationsanalysen

Die Penetrationsanalyse untersuchte den Kundenanteil je Zählsprenkel im neunten Wiener Gemeindebezirk Alsergrund. Mit Hilfe des Beispielkundendatensatzes und der Gesamtzahl an potenziellen Kunden (20-39-jährige Personen) wurde die Verteilung der Kundenanteile im Bezirk ermittelt. Dadurch erhofft sich die Sport Gold Group später Aussagen bezüglich einer Neukundenwerbekampagne treffen zu können, um so gezielter die Werbemittelverteilung zu organisieren.

In Abbildung 59 ist auf der linken Seite das Ergebnis der Crisp-Analyse und auf der rechten Seite das Ergebnis der Fuzzy-Analyse dargestellt. Die Crisp-Analyse visualisiert, ob das Analysekriterium der Penetrationsanalyse voll zutrifft (grüne Zählsprenkel) oder nicht zutrifft (beige Färbung der Zählsprenkel). Dabei ist deutlich zu erkennen, dass beim Großteil der Zählsprenkel das Analysekriterium voll zutrifft, sprich der Kundenanteil in diesen Zählsprenkeln ist kleiner als 5%. In der Choroplethenkarte der Fuzzy-Analyse sind die Zählsprenkel umso dunkler eingefärbt, je höher der Zugehörigkeitsgrad ist. Auch hier überwiegen die dunkleren Brauntöne der Zugehörigkeitswerte, da die Mehrheit der Zählsprenkel einen sehr geringen Kundenanteil aufweist.

Abb. 59: Penetrationsanalyse (links crisp / rechts fuzzy)

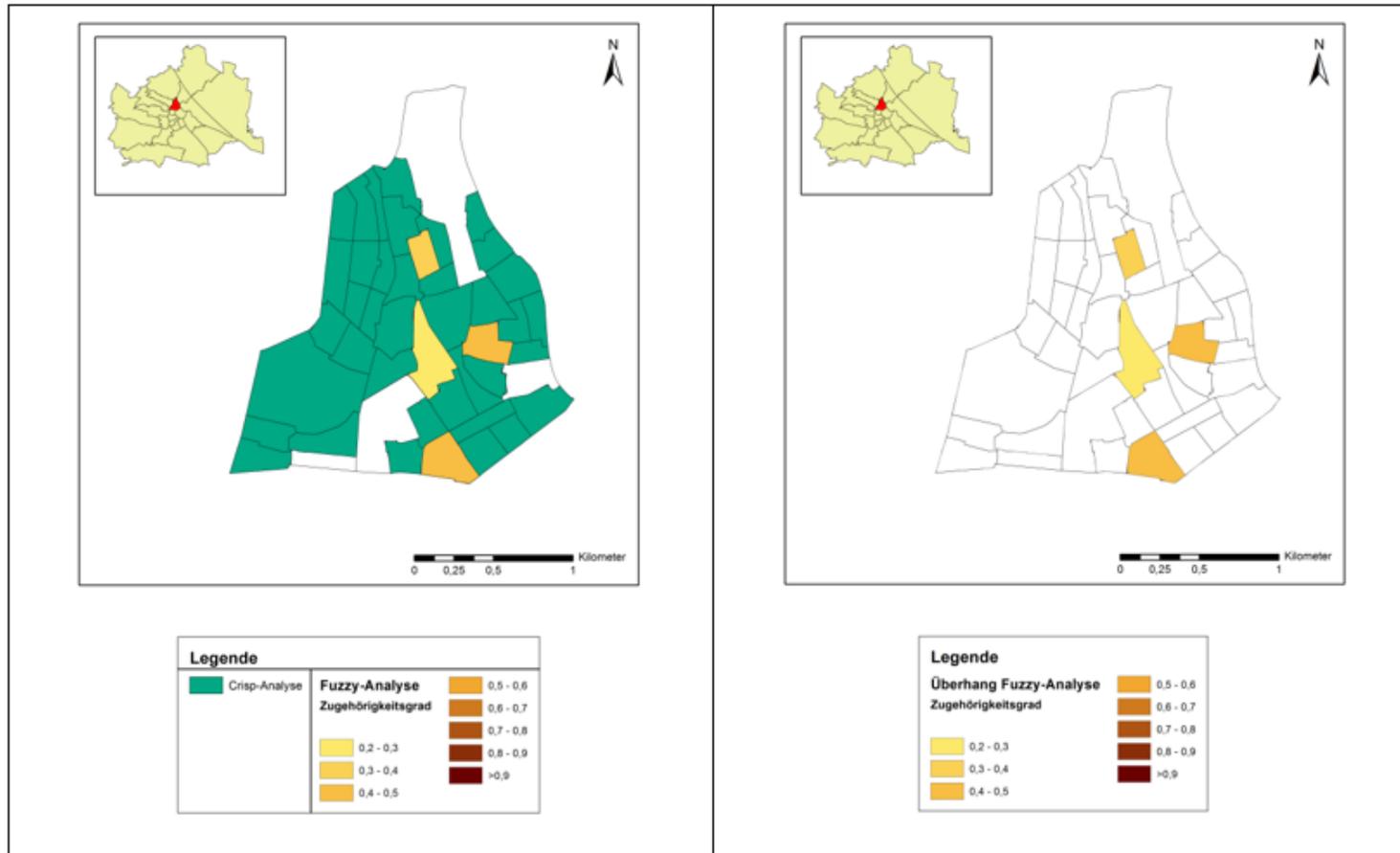


Quelle: eigene Darstellung

In der nachfolgenden Abbildung ist zum einen die Layer-Überlagerung der Crisp-Analyse auf der Fuzzy-Analyse aufgezeigt (links) und zum anderen der Überhang der Fuzzy-Analyse abgebildet (rechts). Die Überlagerung der Crisp-Analyse zeigt deutlich, dass ca. 80% der Zählsprenkel überdeckt sind und die Ergebnisse der Fuzzy-Analyse in dieser Karte keine Aussagekraft mehr erzielen können, also keinen analytischen Mehrwert hat. Die vier Zählsprenkel, welche aus dem Überhang der Fuzzy-Analyse hervorgehen, sieht man in der rechten Karte. Diese Zählsprenkel weisen jedoch nur einen Zugehörigkeitsgrad von 0,2 – 0,3 auf.

Als Ergebnis der Crisp-Analyse treffen bei 38 (ca. 82,5%) von 46 Zählsprenkeln die Analysekriterien voll und ganz zu (Kundenanteil <5%). Im Zuge der Fuzzy-Analyse weisen 34 (ca. 74%) von 46 Zählsprenkeln ein Zugehörigkeitswert von 1,0 auf. Folglich erbringt die Fuzzy-Analyse der Penetrationsanalyse einerseits durch ihre kleine Parameteramplitude und andererseits auf Grund der Betrachtung von nur einem Analyseparameter nur einen geringen Zusatznutzen. Anstatt der Fuzzy-Analyse hätten die Ergebnisse auch mit einer scharfen Klassifizierungsmethode (klassische Choroplethenkarte mit scharfen Klassengrenzen) erzielt werden können. Bezogen auf die Sport Gold Group erbringt die Fuzzy-Methode der Penetrationsanalyse nur einen minimalen zusätzlichen Informationsgewinn. Hierbei spielt jedoch die Wahl der Analyseparameter eine wichtige Rolle, da durch die dicht beieinander liegenden Prozentwerte (3% - 7%) eine aussagekräftige Vergleichbarkeit kaum möglich ist. Als Ergebnis bleibt festzuhalten, dass der Kundenanteil in ca. 80% der Zählsprenkel des 9. Wiener Gemeindebezirks kleiner als 5% ist und somit eine Neukundenkampagne in diesem Bezirk durchaus Sinn macht.

Abb. 60: Überlagerung (links, crisp auf fuzzy); Überhang (rechts, fuzzy)



Quelle: eigene Darstellung

## 8 Schlussfolgerungen

Der im Zuge dieser Arbeit ausgearbeitete Methodenvergleich der GIS-gestützten Geomarketinganalysen ist zusammenfassend in der folgenden Tabelle 7 dargestellt. Hierbei wurden drei Analyseeigenschaften (Analysecharakter, Informationsebene und der mögliche Zusatznutzen durch die Fuzzy-Analyse) zu den jeweiligen Geomarketinganalysen bewertet.

Tab. 7: Zusammenfassung des Methodenvergleichs der Geomarketinganalysen

	<b>Analysecharakter</b>	<b>Informationsebene</b>	<b>Zusatznutzen durch Fuzzy-Analyse?</b>
<b>Kundenstrukturanalyse</b>	multikriteriell	inhaltlich / visuell	ja
<b>Standortanalyse</b>	multikriteriell	inhaltlich / visuell	ja
<b>Entfernungsanalyse</b>	monokriteriell	visuell	nein
<b>Penetrationsanalyse</b>	monokriteriell	inhaltlich / visuell	bedingt

Quelle: eigene Darstellung

Die Fuzzy-Methoden der Kundenstruktur- und Standortanalyse liefern hierbei den größten Zusatznutzen für die Sport Gold Group. Beide Analysen besitzen einen multikriteriellen Charakter und können sowohl inhaltlich als auch visuell eine Auswertung generieren. Die Entfernungsanalyse konnte im Zuge ihrer Fuzzy-Analyse keinen Zusatznutzen für das fiktive Unternehmen hervorbringen. Auf Grund ihrer rein visuellen Interpretationsmöglichkeit und der monokriteriellen Erscheinungsweise produziert die Fuzzy-Entfernungsanalyse keinen additiven Informationsgewinn. Die Penetrationsanalyse hingegen kann aus ihren Analyseergebnissen im Zuge der Fuzzifizierung einen bedingten Zusatznutzen für die Sport Gold Group generieren. Trotz des monokriteriellen Charakters gelingt eine inhaltliche (attributive) und visuelle (kartographische) Auswertung der Analyse und liefert somit zumindest im Ansatz verwertbare zusätzliche Informationen hinsichtlich der Zielsetzungen dieser Arbeit.

### **Forschungsfrage 1: Inwiefern unterscheiden sich GIS-gestützte Geomarketinganalysen mittels Fuzzy- und Crisp-Verfahren voneinander?**

Im Zuge der betrachteten und ausgewerteten GIS-basierten Geomarketinganalysen konnten hinsichtlich der Durchführung, Visualisierung und des Informationsgehalts Unterschiede festgestellt werden. Die Crisp-Analyse charakterisiert sich durch eine klar abgegrenzte Parameterkonfiguration und benötigt wenig Vorbereitungszeit für die praktische thematische Anwendung. Die Fuzzy-Variante der Geomarketinganalyse hingegen erfordert zunächst die Definition der jeweiligen Zugehörigkeitsfunktion und somit einen etwas höheren (Arbeits-)

Aufwand. Daraus abgeleitet ergeben sich die unterschiedlichen Zugehörigkeitswerte (zwischen null und eins), welche die Kriteriumszugehörigkeit widerspiegeln.

Die visuelle kartographische Darstellung erfolgt bei der Crisp-Analyse zu einem Großteil in Form von zweiwertigen Karten. Darin sind die Parametergrenzen farblich strikt abgegrenzt und somit ist auf den ersten Blick ein Zutreffen bzw. Nicht-Zutreffen des Analysekriteriums erkennbar. Das kartographische Produkt der Fuzzy-Analyse ist die Darstellung der unterschiedlichen Zugehörigkeitswerte in Form einer Farbreihe. Diese kann einerseits räumliche und inhaltliche Grenzen aufweisen (Choroplethenkarte) oder andererseits als ineinander fließende Farbreihe (Hotspots/Heatmap) in Erscheinung treten.

Durch den logischen Und-Operator generiert die Crisp-Analyse nur zweiwertige Analyseergebnisse, sodass die Analyse Kriterien entweder voll und ganz oder keineswegs zutreffen. Infolgedessen verfügt das Crisp-Verfahren über eine viel begrenztere inhaltliche Spannweite als die unscharfe Analysemethode. Die Fuzzy-Methodik der GIS-gestützten Geomarketinganalysen kann hingegen durch die Zugehörigkeitswerte auch nur teilweise Übereinstimmungen der Analyse Kriterien darstellen. Demzufolge ist die inhaltliche Spannweite der Analyseergebnisse deutlich größer als bei der Crisp-Methodik, woraus sich auch das quantitativ größere Ergebnisspektrum ergibt (Übergang der Fuzzy-Analyse).

## **Forschungsfrage 2: Was sind die Vor- und Nachteile bei der Anwendung von Fuzzy Logic in Bezug auf Geomarketinganalysen?**

Im vielen geowissenschaftlichen Disziplinen und im Verlauf dieser Untersuchung punkten fuzzybasierte Analysemethoden besonders dadurch, dass durch die Einbeziehung multipler Eigenschaften (multikriteriell), auch nur mit einer teilweisen Übereinstimmung der Analyse Kriterien, fundierte Analyseergebnisse erzielt werden können. Mit Hilfe der Zugehörigkeitswerte und –funktionen ermöglicht die Fuzzy-Analyse der Vagheit von Parametern Ausdruck zu verleihen. Im Gegensatz dazu stößt die Crisp-Analyse mit mehreren Parametern schnell an ihre Analysegrenzen, was durch das Nicht-Zutreffen eines von mehreren Parametern (Blocking Point) im Zuge einer logischen Und-Operation zu erklären ist. Die teilweisen Übereinstimmungen der Fuzzy-Methodik spiegeln sich in den quantitativ größeren Ergebnisspektren wider (Überhang), wodurch den Anwendern (Unternehmen) größere Potenziale zur weiteren Verfügung stehen.

Allerdings erfordert die Durchführung einer Fuzzy-Analyse einen höheren Aufwand als klassische GIS-gestützte Crisp-Analysen. Demzufolge ist ein Mehraufwand gegeben, welcher neben dem höheren zeitlichen Aufwand auch das Vorhandensein von geschulten Personal in Bezug auf die praktische Anwendung von Fuzzy Logic voraussetzt. Das größte Problem bei der Anwendung von fuzzybasierten GIS-gestützten Geomarketinganalysen jedoch ist die Analyseparameterkonfiguration. Die Einstellung der Analyseparameter basiert auf subjektivem Expertenwissen und dementsprechend schwierig ist es, diese empirisch abzusichern. Schlussendlich kann die Fuzzy-Analyse auch nicht mehr Objektivität garantieren als die Crisp-Analyse.

### **Forschungsfrage 3: Können die unterschiedlichen fuzzybasierten Geomarketinganalysen einen Zusatz-nutzen für ein Unternehmen generieren?**

Die Frage nach einem möglichen Zusatznutzen durch die Anwendung von fuzzybasierten GIS-gestützten Geomarketinganalysen kann nicht pauschal für alle Analysen beantwortet werden. In diesem Fall spielen eine Vielzahl von Faktoren eine wichtige Rolle, wie beispielsweise die Anzahl der Parameter, die Informationsebene oder die Qualität der Daten.

Wie in der zu Beginn dieses Kapitels dargestellten Tabelle 7 zu erkennen ist, können Fuzzy-Methoden im Geomarketing besonders bei multikriteriellen Analysen mit einer inhaltlichen Informationsebene durchaus einen Zusatznutzen generieren. An dieser Stelle sind besonders die Kundenstruktur- und Standortanalyse zu nennen, die im Analyseergebnis im Gegensatz zur klassischen Crisp-Analyse eine deutlich höhere Anzahl an Potenzialgebieten (Überhang) aufweisen können. Auf Grund der Tatsache, dass sowohl die Crisp-Analyse als auch die Fuzzy-Analyse hinsichtlich der Resultate mit dem logischen Und-Operator arbeiten, hat die Fuzzy-Methodik durch den Grad der Zugehörigkeit den Vorteil, auch nur teilweise Übereinstimmungen mit den Suchkriterien auszudrücken und kartographisch darzustellen. Die Entfernungsanalyse mit ihrem visuellen Charakter konnte in der Fuzzy-Variante nicht zu einem Informationsgewinn beitragen. Die Charakteristik der klar abgegrenzten Einzugsgebiete der klassischen Analyse konnte durch den Einsatz von Fuzzy Logic nicht nutzerfreundlicher gestaltet werden; eher wurde das Gegenteil bewirkt, da die fließenden Farbübergänge die genaue Erkennung der Fahrzeiten erschweren. Nur einen sehr geringen zusätzlichen Nutzen erbringt die Fuzzy-Analyse der Penetrationsanalyse einerseits durch ihre kleine Parameteramplitude und andererseits auf Grund der Betrachtung von nur einem Analyseparameter. Die erzielten Ergebnisse der Fuzzy-Penetrationsanalyse hätten auch mit einer klassischen Choroplethenkarte mit scharfen Klassengrenzen erbracht werden können.

Die getätigten Aussagen der Methodenvergleiche spiegeln jedoch nur eine kleine Auswahl der gegenwärtigen Geomarketinganalysen wider und beziehen sich nur auf einen Anwendungsfall. Der gezielte Einsatz von Fuzzy-Analysen als unterstützende Methode bei ausgewählten Geomarketinganalysen macht durchaus Sinn, jedoch nur unter der Voraussetzung, dass die Anwender über entsprechende Erfahrung im Umgang mit Fuzzy Logic verfügen und die Konfigurationsparameter vorangegangenen Testläufen unterzogen wurden. Eine willkürliche breitgefächerte Anwendung der Fuzzy Logic wird jedoch keinen zusätzlichen Informationsgewinn erbringen, indem sie schnellstmöglich auf jede Art von Geomarketinganalysen „gestülpt“ und durchgeführt wird. Als Methodenergänzung zur klassischen zweiwertigen Geomarketinganalyseverfahren kann die Fuzzy Logic unter den genannten Voraussetzungen jedoch allemal zu zusätzlichen verwertbaren Ergebnissen führen.

## Literaturverzeichnis

- [AKY-06] AKYÜREK, Z. / YANAR, T. (2006): The enhancement of the cell-based GIS analyses with fuzzy processing capabilities. –In: Information Science 176, S. 1067-1085.
- [AME-14] AMENT, C. (2014): Fuzzy und Neuro Control. Technische Universität Ilmenau – Vorlesungsskript zum Modul Fuzzy und Neuro Control. Ilmenau.
- [BAN-04] BANK, B. (2004): Fuzzy Logic. Fachbeiträge Informatik. Universität Ulm - Seminararbeit. Ulm.
- [BEN-06] BENEDIKT, J. (2006): Lebensräume der älteren Stadtbevölkerung. Pilotstudie MA 18 – Stadtentwicklung und Stadtplanung. Wien.
- [BEN-16] BENEDIKT, J. (2016): Experteninterview. Wien.
- [BOL-02] BOLLMANN, J. / KOCH, G. / LIPINSKI, A. (2002): Lexikon der Kartographie und Geomatik. Spektrum, Akad. Verlag. Heidelberg, Berlin.
- [BOT-95] BOTHE, H.-H. (1995): Fuzzy Logic: Einführung in Theorie und Anwendungen. 2. Auflage. Springer-Verlag. Berlin.
- [BRÖ-97] BRÖTHALER, J. / REINBERG, S. (1997): Integration von Fuzzy-Methoden in Bewertungsverfahren. –In: SCHRENK, M. (Hrsg.): Beiträge zum Symposium CORP 97.
- [BUN-07] BUNDESKANZLERAMT (2007): Digitales Österreich. Open Government Data. Wien.  
[www.digitales.oesterreich.gv.at/site/7642/default.aspx](http://www.digitales.oesterreich.gv.at/site/7642/default.aspx) ; letzter Zugriff: 26.02.2016.

- [BUR-07] BURMANN, C. / KIRCHGEORG, M. / MEFFERT, H. (2007): Marketing: Grundlagen marktorientierter Unternehmensführung. Konzepte – Instrumente – Praxisbeispiele. 10. Auflage. Springer-Verlag. Münster.
- [DAR-03] DAROCZI, Z. (2003): GIS in der Wirtschaft. Fachbeitrag Österreichischer Geodätentag 2003. Wien.
- [DEL-13] DE LANGE, N. (2013): Geoinformatik: In Theorie und Praxis. 3. Auflage. Springer-Verlag. Osnabrück.
- [DGK-00] DEUTSCHE GESELLSCHAFT FÜR KARTOGRAPHIE (2000): Ausbildungsleitfaden Kartograph/Kartographin. Kommission Aus- und Weiterbildung. Ohne Ortsangabe.
- [EDH-15] ED. HÖLZEL (2015): Geo-Journal Archiv. Fachbeiträge.
- [ENA-10] ENACHE, I. (2010): Marketing a website using a fuzzy logic approach. –In: Proceedings of the 10. International Conference on Risk Management, Assessment and Mitigation, S. 335-339.
- [ENG-02] ENGFER, A. (2002): Ausarbeitung zur Vorlesung „Methoden der Künstlichen Intelligenz“. Fachhochschule Furtwangen – Hochschule für Technik und Wirtschaft Fachbereich Wirtschaftsinformatik. Furtwangen.
- [ESR-16] ESRI Support (2016): Applying fuzzy logic to overlay rasters. <http://desktop.arcgis.com/en/arcmap/10.3/tools/spatial-analyst-toolbox/applying-fuzzy-logic-to-overlay-rasters.htm> ; letzter Zugriff: 05.05.2016.
- [ESS-99] ESSER, E. / HILL, P. / SCHNELL, R. (1999): Methoden der empirischen Sozialforschung. 6. Auflage. R. Oldenbourg Verlag. München.
- [FAD-04] FADAIRO, K. (2004): Fuzzy Logic. Projektgruppe Fuzzy-Power-Management. Carl von Ossietzky Universität Oldenburg. Oldenburg.

- [FEI-07] FEIX, C. (2007): Bedeutung von Geo Business Intelligence und Geomarketing zur Entscheidungsunterstützung unternehmerischer Planungsprozesse im Kontext wirtschaftlicher Liberalisierung: Konzeption, Entwicklung und Anwendung komplexer räumlicher Algorithmen für den Aufbau eines GIS - gestützten Geomarketing – Systems. Dissertation. Freie Universität Berlin.
- [FEI-00] FEIX, C. (2000): Standortmanagement in Mittel- und Großunternehmen mit GIS-Technologien. –In: STROBL, J. & TH. BLASCHKE (HRSG.): Angewandte Geographische Informationsverarbeitung XI: Beiträge zum AGIT-Symposium Salzburg 1999. Wichmann-Verlag. Heidelberg. S. 188-199.
- [FIS-01] FISCHER, M. M. / STAUFER-STEINNOCHER, P. (2001): Business-GIS und Geomarketing: GIS für Unternehmen. –In: INSTITUT FÜR GEOGRAPHIE DER UNIVERSITÄT WIEN (Hrsg.): Geographischer Jahresbericht aus Österreich. Bd. 58. Wien, S. 9-24.
- [GAB-15] GABLER SPRINGER (2015): Gabler Wirtschaftslexikon.  
<http://wirtschaftslexikon.gabler.de> ; letzter Zugriff: 05.03.2016.
- [GFK-07] GFK GEOMARKETING GMBH (2007): GfK Geomarketing News. Ausgabe 02/2007. Bruchsal.
- [GIT-15] GITTA GEOGRAPHIC TECHNOLOGY TRAINING ALLIANCE (2015): Thematische Kartographie. Methoden thematischer Darstellungen.  
[www.gitta.info/ThematicCart/de/html/unit\\_themDarstell.html](http://www.gitta.info/ThematicCart/de/html/unit_themDarstell.html) ; letzter Zugriff: 18.01.2016.
- [GOO-02] GOOS, G. (2002): Unschärfe Mengen. Fakultät für Informatik. Universität Karlsruhe.  
<http://www.info.uni-karlsruhe.de/lehre/2003SS/unscharf/vor1-5.pdf> ; letzter Zugriff: 03.03.2016.

- [GRE-13] GREKOUSIS, G. / HATZICHRISTOS, T. (2013): Fuzzy clustering analysis in geomarketing research. –In: Environment and Planning B: Planning and Design 40 (1), S. 95-116.
- [HEL-09] HELBICH, M. (2009): Regionalisierung (post) suburbaner Faktoren mittels Fuzzy Clusteranalyse am Fallbeispiel des Wiener Umlandes. Verkehrsknoten als Wissensdreh scheiben. CORP 13 (2008): 399-408.
- [HER-08] HERTER, M. / MÜHLBAUER, K. (2008): Handbuch Geomarketing. Wichmann-Verlag. Heidelberg.
- [HER-11] HERMANN, M. (2011): Kartographie. –In: FRITSCH, C. / LINGG, E. / REUTLINGER, C. (Hrsg.): Raumwirtschaftliche Basics. Eine Einführung für die soziale Arbeit. Springer-Verlag. Wiesbaden.
- [HTW-10] HTWK LEIPZIG (2010): Einführung Spatial Data Mining. Skript zur Vorlesung.  
[http://www.imn.htwk-leipzig.de/~kudrass/Lehrmaterial/Oberseminar/2010/10-Spatial\\_Data\\_Mining-Gaebler.pdf](http://www.imn.htwk-leipzig.de/~kudrass/Lehrmaterial/Oberseminar/2010/10-Spatial_Data_Mining-Gaebler.pdf); letzter Zugriff: 12.01.2016.
- [KAH-95] KAHLERT, J. (1995): Fuzzy Control für Ingenieure. Analyse, Synthese und Optimierung von Fuzzy-Regelungssystemen. Springer-Verlag. Braunschweig, Wiesbaden.
- [KAI-13] KAINZ, W. (2013): Fuzzy Logic and GIS. Institut für Geographie und Regionalforschung, Universität Wien. Wien.
- [KEL-14] KELLER, J. / KICKNER, S. / ROGGE, K. (2014): Auf der Fährte des Kunden – Intelligente Marktbearbeitung mit Geomarketing. –In: HALFMANN, M. (Hrsg.): Zielgruppen im Konsumentenmarketing. Springer Fachmedien. Wiesbaden. S. 203-223.

- [KRE-13] KREUTZER, R. T. (2013): Praxisorientiertes Marketing: Grundlagen – Instrumente – Fallbeispiele. 4. Auflage. Springer-Verlag. Berlin.
- [MAG-15] MAGISTRAT DER STADT WIEN (2015): Wien in Zahlen. Wien.  
<https://www.wien.gv.at/statistik/pdf/wieninzahlen.pdf> ; letzter Zugriff: 06.06.2016.
- [MAN-00] MANDL, P. (2000): Räumliche Entscheidungsunterstützung mit GIS: Nutzwertanalyse und Fuzzy-Entscheidungsmodellierung. Angewandte Geographische Informationsverarbeitung VI. Salzburger Geographische Materialien, 21, 463-473.
- [MES-13] MESSNER, H. / MESSNER, R. (2013): Geomarketing und dessen Analysemöglichkeiten. Unterlagen zum Seminar – Universität Wien. Wien.
- [MÜL-02] MÜLLER, A. (2002): Geoinformationssysteme. –In: BOLLMANN, J. / KOCH, G. / LIPINSKI, A.: Lexikon der Kartographie und Geomatik. Spektrum, Akad. Verlag. Heidelberg, Berlin.
- [NAU-98] NAUCK, D. / KRUSE, R. (1998): Fuzzy-Systeme und Neuro-Fuzzy-Systeme. –In: BIETHAHN, J. / HÖNERLOH, A. / KUHL, J. / LEISEWITZ, M. C. / NISSEN, V. (Hrsg.): Betriebswirtschaftliche Anwendungen des soft computing: Neuronale Netze, Fuzzy-Systeme und evolutionäre Algorithmen. Springer-Verlag. Braunschweig, Wiesbaden, S. 35 – 54.
- [NIS-07] NISSEN, V. (2007): Ausgewählte Grundlagen der Fuzzy Set Theorie. –In: BANKHOFER, U. / NISSEN, V. / STELZER, D. / STRASSBURGER, S. (Hrsg.): Ilmenauer Beiträge zur Wirtschaftsinformatik. Technische Universität Ilmenau. Ilmenau.
- [OPE-16] OPENSTREETMAP AUSTRIA (2016): OpenStreetMap Österreich Aktivitäten.  
[www.openstreetmap.at](http://www.openstreetmap.at) ; letzter Zugriff: 06.03.2016.

- [OLB-02] OLBRICH, G. / QUICK, M. / SCHWEIKART, J. (2002): Desktop mapping. Grundlagen und Praxis in Kartographie und GIS-Anwendungen. Springer-Verlag. Heidelberg, New York.
- [PAR-06] PARKER, B. (2006): Toward an Understanding of Borderland Processes. – In: American Antiquity. 71(1), S. 77-100.
- [REI-97] REINARZ, D. (1997): Fuzzy-Lageregelung einer schwebenden Kugel mittels Echtzeitbildverarbeitung. Diplomarbeit. Märkische Fachhochschule Iserlohn. Iserlohn.
- [RUG-07] RUNGE, A. (2007): „GIS-Technologien im Geomarketing“ – Anforderungsanalyse für eine Softwarelösung zur Prospektverteilung. Masterarbeit. Salzburg.
- [SCHE-09] SCHEIBL, H.-J. (2009): Kapitel 4 Fuzzy Logic. Künstliche Intelligenz. HTW Berlin. Berlin.  
<http://www2.f1.htw-berlin.de/scheibl/KI/index.htm?./Fuzzy/Grundlagen.htm>  
 ; letzter Zugriff: 07.03.2016.
- [SCHÜ-00] SCHÜSSLER, F. (2000): Geomarketing: Anwendungen Geographischer Informations-systeme im Einzelhandel. Tectum-Verlag. Marburg.
- [STA-14] STATISTIK AUSTRIA (2014): Bevölkerungsstruktur.  
[http://www.statistik.at/web\\_de/statistiken/menschen\\_und\\_gesellschaft/bevoelkerung/bevoelkerungsstruktur/index.html](http://www.statistik.at/web_de/statistiken/menschen_und_gesellschaft/bevoelkerung/bevoelkerungsstruktur/index.html) ; letzter Zugriff: 06.06.2016
- [VEI-13] VEIT, D. (2013): Grundlagen der Fuzzy Logic. RWTH Aachen. Aachen.
- [ZAD-65] ZADEH, L. A. (1965): Fuzzy Sets. –In: Information and Control. 8.3, S. 338-353.
- [ZIM-93] ZIMMERMANN, H.-J. (1993): Prinzipien der Fuzzy Logic. –In: Spektrum der Wissenschaft. Nr. 3, S. 90-94.



# Abbildungsverzeichnis

	Seite
Abb. 1: Ergänzung der Marketingmethoden durch die räumliche Ebene .....	7
Abb. 2: Business-GIS: Schnittstelle zwischen MIS und GIS .....	8
Abb. 3: Karte von John Snow (rotes Kreuz = Standort Brunnen).....	10
Abb. 4: Interdisziplinarität von Geomarketing.....	12
Abb. 5: Prozessschema des Geomarketings .....	13
Abb. 6: Verknüpfung von Geo- und Sachdaten im GIS.....	14
Abb. 7: Administrative Ordnungssystematik in Österreich .....	15
Abb. 8: Vorgehensweise bei der Erstellung Thematischer Karten.....	18
Abb. 9: Standortkarte.....	19
Abb. 10: Choroplethenkarte .....	20
Abb. 11: Diagrammkarte (Kreisdiagramme).....	20
Abb. 12: Kundenstrukturanalyse .....	23
Abb. 13: Entfernungsanalyse.....	23
Abb. 14: Marktdurchdringungsanalyse .....	24
Abb. 15: Charakteristische Funktion der Körpergrößen .....	30
Abb. 16: Zugehörigkeitsfunktionen der drei Körpergrößenklassen .....	31
Abb. 17: Lineare Zugehörigkeitsfunktion (trapezförmig).....	32
Abb. 18: Formen linearer Zugehörigkeitsfunktionen .....	33
Abb. 19: Sinusförmige Zugehörigkeitsfunktion.....	33
Abb. 20: Gaussfunktion.....	34
Abb. 21: Vereinigung (union) zweier Fuzzy Sets .....	35
Abb. 22: Durchschnitt (intersection) zweier Fuzzy Sets .....	35
Abb. 23: Komplement (complement) eines Fuzzy Sets .....	36
Abb. 24: Zugehörigkeitsfunktionen von „groß“, „sehr groß“ und „sehr sehr groß“ .....	37
Abb. 25: Aufbau eines Fuzzy Systems.....	38
Abb. 26: Ablauf Minimum-Maximum-Inferenz .....	39
Abb. 27: Polygon mit unscharfer Grenze .....	41
Abb. 28: Geoprocessing-Tool in ArcGIS 9 .....	42
Abb. 29: Fuzzy Tools in ArcGIS 10.3.....	43

Abb. 30: DGM Bezirk Kitzbühl; Höhendarstellung mittels Crisp und Fuzzy Verfahren ...	44
Abb. 31: Untersuchungsgebiet Stadt Wien .....	48
Abb. 32: Workflow der Analyse .....	49
Abb. 33: Methodenvergleich im GIS .....	51
Abb. 34: Datenstruktur im GIS .....	53
Abb. 35: 500m Buffer um die Außengrenzen des Wiener Stadtgebiets.....	55
Abb. 36: Model zur Kundenstrukturanalyse (crisp) .....	57
Abb. 37: Zugehörigkeitsfunktion von Anteil an 20- bis 39-jährigen Personen .....	58
Abb. 38: Zugehörigkeitsfunktion zur Kaufkraft (Pro-Kopf Index).....	58
Abb. 39: Model zur Kundenstrukturanalyse (fuzzy) .....	59
Abb. 40: Model zur Standortanalyse (crisp).....	61
Abb. 41: Zugehörigkeitsfunktion zur Distanz zur Konkurrenz.....	62
Abb. 42: Zugehörigkeitsfunktion zur Distanz zur nächsten U-Bahn-Haltestelle.....	63
Abb. 43: Model zur Standortanalyse (fuzzy) .....	64
Abb. 44: Berechnung der Fahrzeit in ArcGIS .....	65
Abb. 45: Analysis Settings des Netzwerk-Layers .....	66
Abb. 46: Zugehörigkeitsfunktion zur PKW-Fahrzeit.....	67
Abb. 47: Model zur Entfernungsanalyse (fuzzy).....	67
Abb. 48: Berechnung des Kundenanteils je Einwohner in den Zählsprengeln .....	69
Abb. 49: Zugehörigkeitsfunktion zum Kundenanteil je Zählsprengel .....	70
Abb. 50: Model zur Penetrationsanalyse (fuzzy) .....	70
Abb. 51: Kundenstrukturanalyse (links crisp / rechts fuzzy) .....	72
Abb. 52: Überlagerung von Crisp-Analyse (grün) auf Fuzzy-Analyse.....	73
Abb. 53: Überhang der Fuzzy-Analyse (Kundenstrukturanalyse) .....	74
Abb. 54: Standortanalyse (links crisp / rechts fuzzy) .....	76
Abb. 55: Überlagerung von Crisp-Analyse (grün) auf Fuzzy-Analyse.....	77
Abb. 56: Überhang der Fuzzy-Analyse (Standortanalyse).....	78
Abb. 57: Entfernungsanalyse flächen- bzw. ringförmig (links crisp / rechts fuzzy).....	80
Abb. 58: Entfernungsanalyse linienhaft (links crisp / rechts fuzzy) .....	82
Abb. 59: Penetrationsanalyse (links crisp / rechts fuzzy).....	84
Abb. 60: Überlagerung (links, crisp auf fuzzy); Überhang (rechts, fuzzy) .....	86

## Tabellenverzeichnis

	Seite
Tab. 1: Einteilung der Personen A, B und C mit Hilfe scharfer Klassifikation .....	30
Tab. 2: Zugehörigkeitswerte der Personen A, B und C mittels unscharfer Klassifikation..	31
Tab. 3: Mathematische Definitionen und Operatoren der Modifizierer .....	37
Tab. 4: Vor- und Nachteile von Fuzzy Logic .....	47
Tab. 5: Flächengröße der Zugehörigkeitswerte der Überhangbereiche .....	74
Tab. 6: Flächengröße der Zugehörigkeitswerte der Überhangbereiche .....	78
Tab. 7: Zusammenfassung des Methodenvergleichs der Geomarketinganalysen.....	87

# Anhang

## Leitfaden zum Experteninterview

Fuzzy Logic und GIS

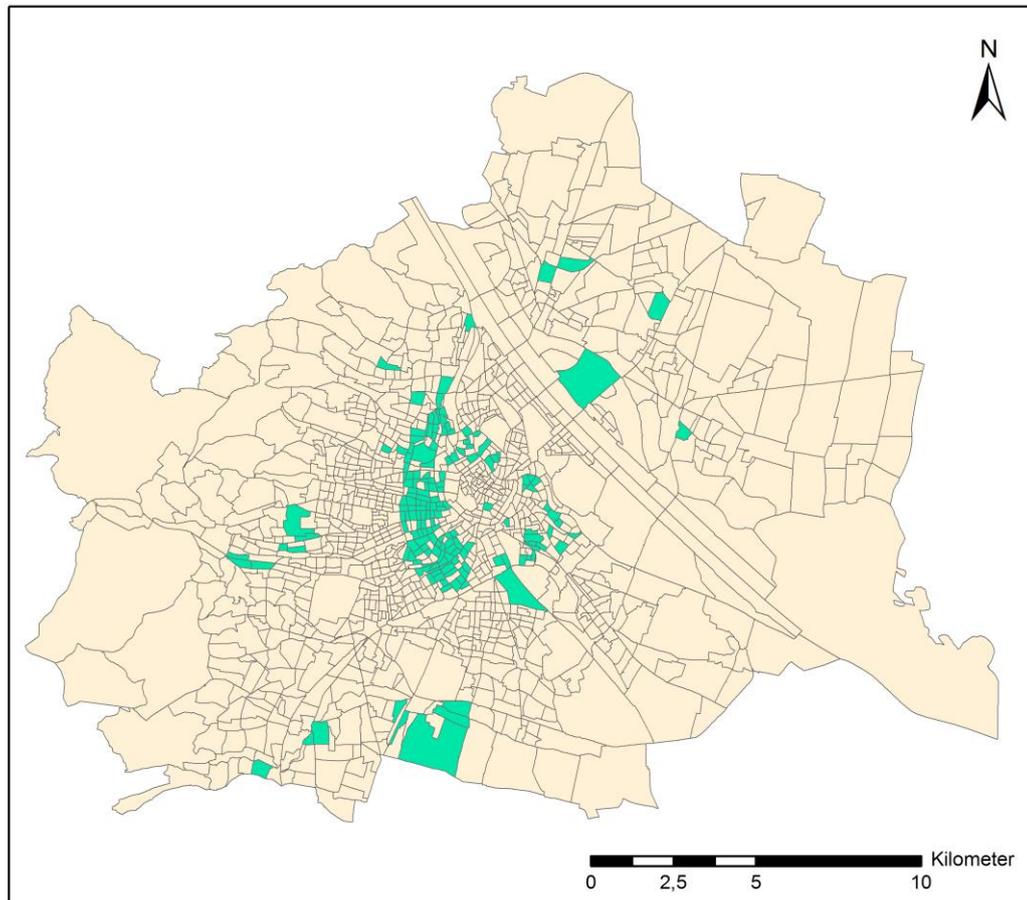
Experte: Mag. Dr. Josef Benedikt

Interviewer: Christopher Küsters

Datum: 23.02.2016

1. Was ist Ihr beruflicher Background?
2. Inwiefern nutzen (oder nutzten) Sie in Ihrem beruflichen Alltag GIS-Analysen in Verbindung mit Fuzzy Logic?
3. In welchen Themenbereichen sind GIS-Analysen in Verbindung mit Fuzzy Logic besonders sinnvoll?
4. Vor- und Nachteile bei der Anwendung von Fuzzy Logic in GIS?
5. Was sind häufig auftretende Problembereiche bei der Anwendung von GIS-Analysen in Verbindung mit Fuzzy Logic?
6. Wie können Ergebnisse (z.B. thematische Karten) aus der GIS-gestützten Fuzzy-Analyse mit Ergebnissen aus den Crisp-Analysen verglichen werden?
7. Wie sinnvoll erachten Sie eine Anwendung von Fuzzy Logic in Verbindung mit Geomarketinganalysen?
8. Im Hinblick auf die Fuzzy Logic wird oft das Problem der suggerierten Objektivität genannt? Was sieht Ihre Einschätzung bezüglich dieses Vorwurfes aus?
9. Sind Ihrer Meinung nach Ergebnisse von GIS-gestützten Fuzzy-Analysen auch für fachfremde Personen verwertbar bzw. interpretierbar?
10. Ausblick bezüglich Fuzzy Logic in GIS?

## Kundenstrukturanalyse (crisp)



### Kriterium:

- Zählsprenkel mit Anteil  $\geq 35\%$  an 20 bis 39-jährigen Personen und
- Pro-Kopf Kaufkraftindex  $\geq 120$

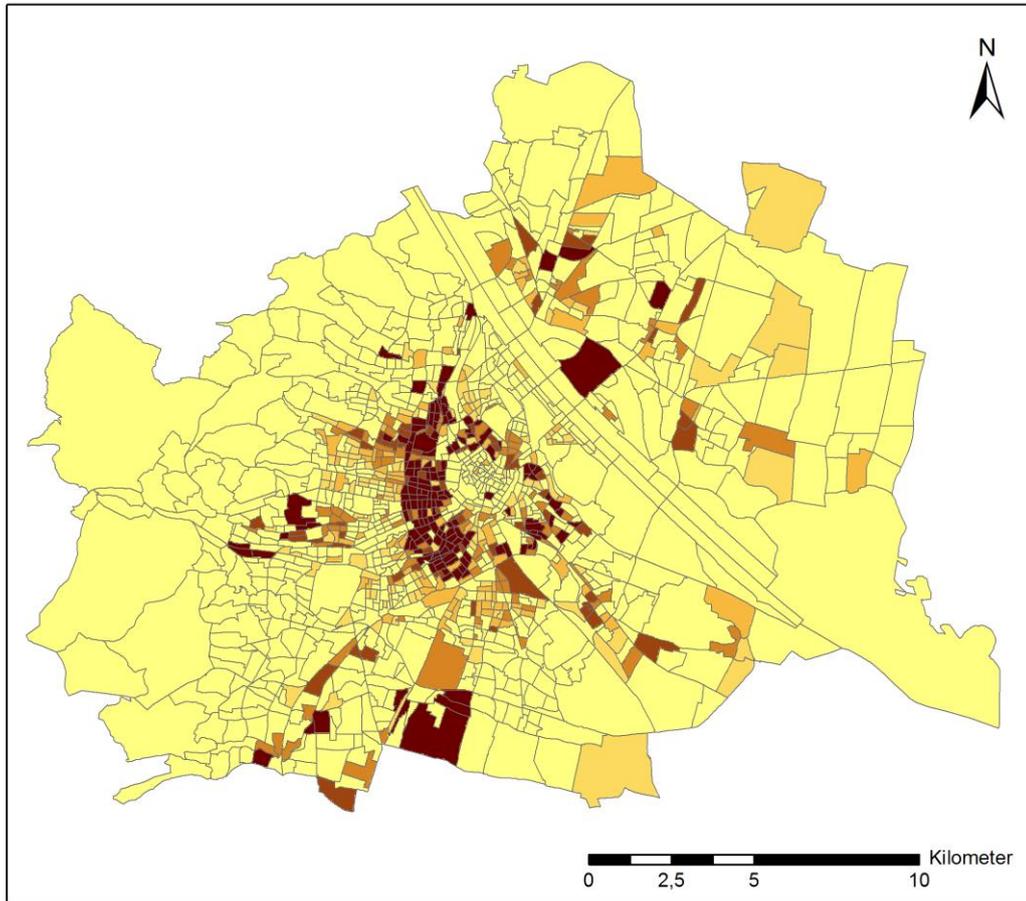
### Legende

-  Kriterium trifft zu
-  Kriterium trifft nicht zu

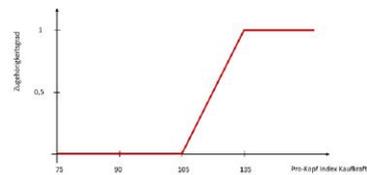
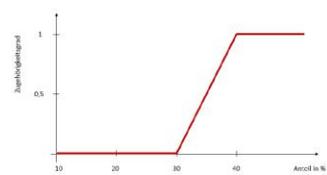
Kartenautor: Christopher Küsters, 2016

Datengrundlagen: Open Data Wien, Open Street Map, Universität Wien, Statistik Austria

# Kundenstrukturanalyse (fuzzy)



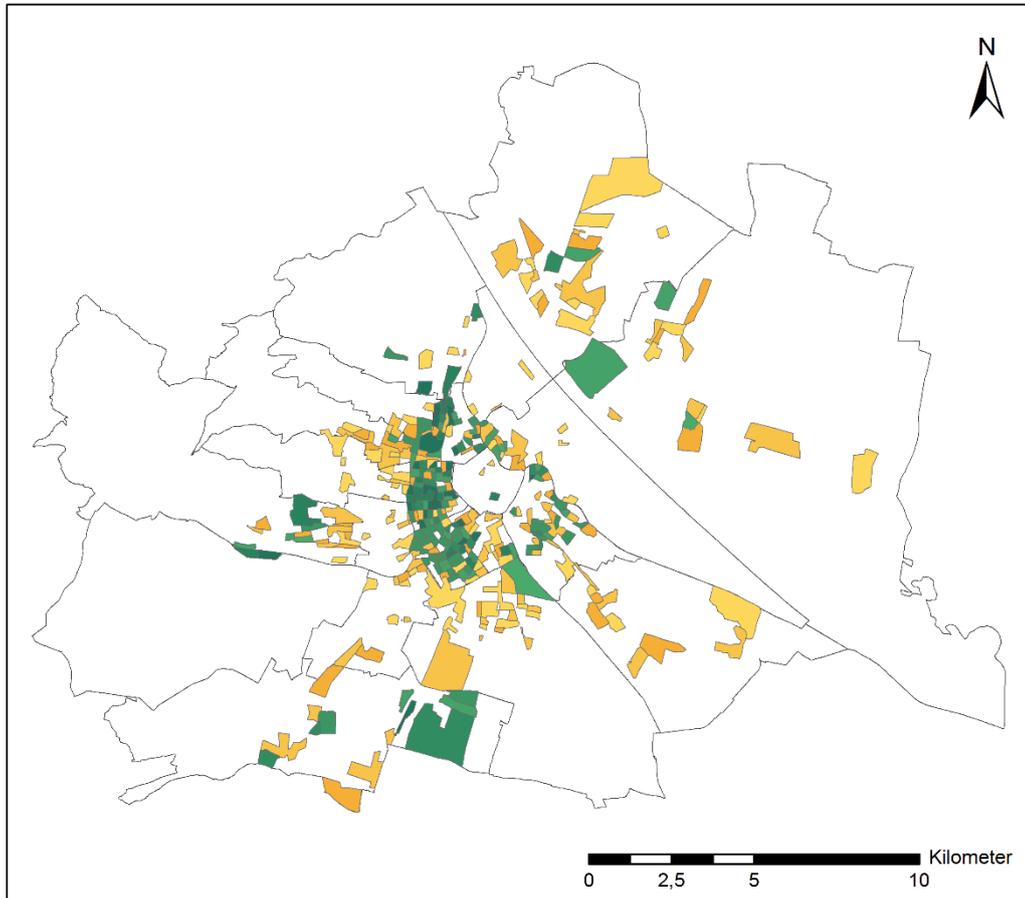
## Kriterium:



Kartenautor: Christopher Küsters, 2016

Datengrundlagen: Open Data Wien, Open Street Map, Universität Wien

## Vergleich Kundenstrukturanalyse crisp - fuzzy (Überlagerung von crisp auf fuzzy)



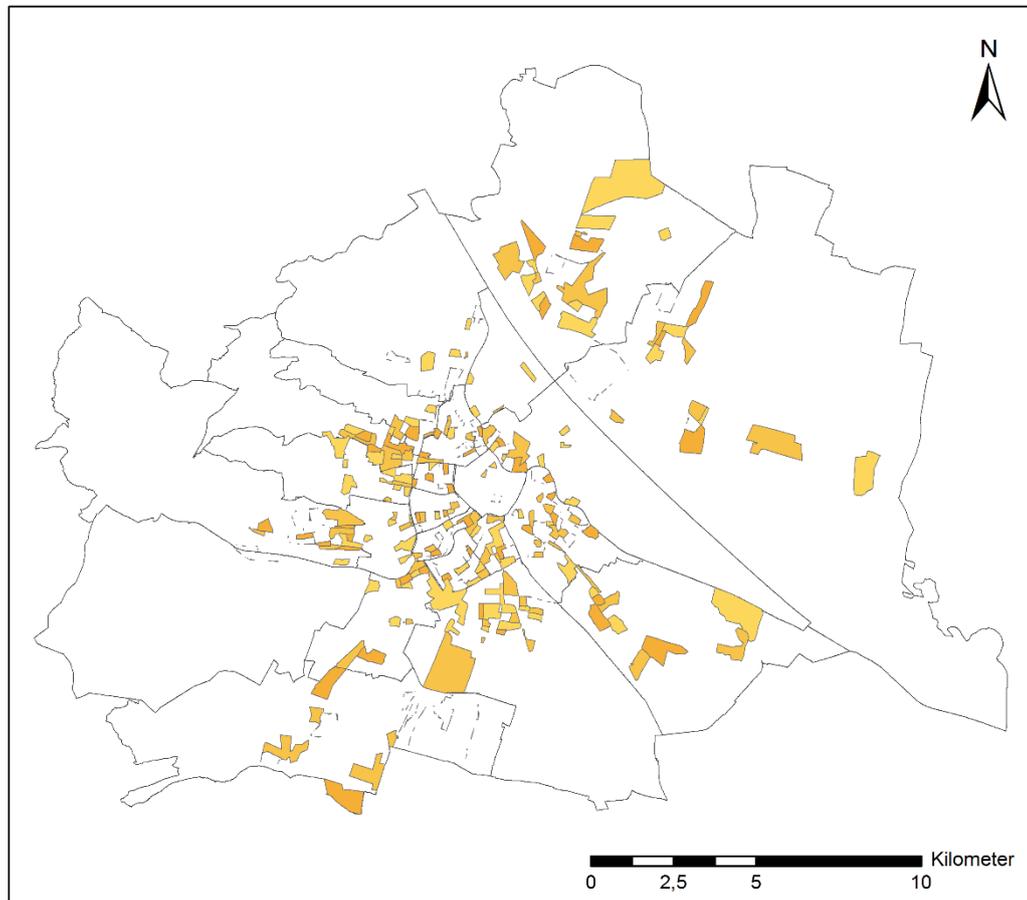
### Legende

 Crisp-Analyse	<b>Fuzzy-Analyse</b>	 0,5 - 0,6
	<b>Zugehörigkeitsgrad</b>	 0,6 - 0,7
	 0,2 - 0,3	 0,7 - 0,8
	 0,3 - 0,4	 0,8 - 0,9
	 0,4 - 0,5	 >0,9

Kartenautor: Christopher Küsters, 2016

Datengrundlagen: Open Data Wien, Open Street Map, Universität Wien, Statistik Austria

# Kundenstrukturanalyse: Überhang der Fuzzy-Analyse



## Legende

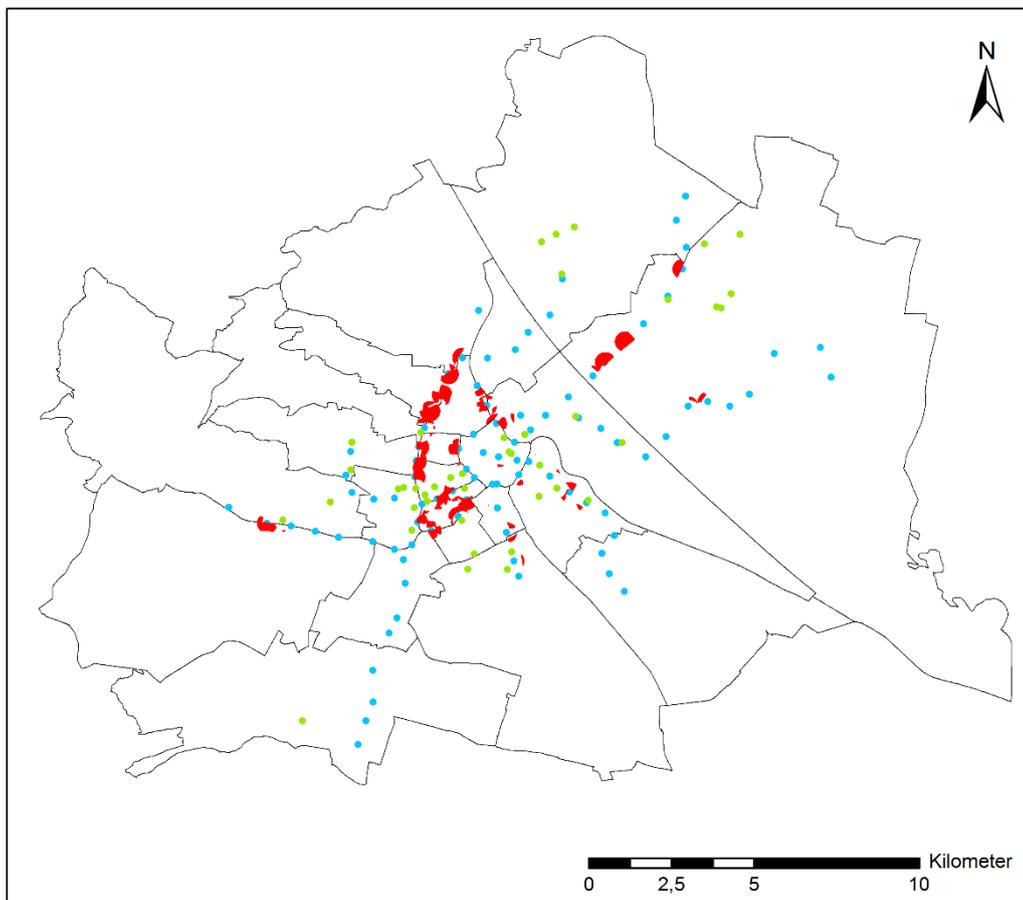
Überhang Fuzzy-Analyse	
	0,2 - 0,3
	0,3 - 0,4
	0,4 - 0,5

Zugehörigkeitsgrad	
	0,5 - 0,6
	0,6 - 0,7
	0,7 - 0,8
	0,8 - 0,9
	>0,9

Kartenautor: Christopher Küsters, 2016

Datengrundlagen: Open Data Wien, Open Street Map, Universität Wien, Statistik Austria

## Standortanalyse (crisp) (auf Grundlage der Kundenstrukturanalyse)



Auf Grundlage der Kundenstrukturanalyse jene Gebiete, welche:  
- höchstens 300m von einer U-Bahn-Haltestelle entfernt sind  
- mindestens 300m Abstand zur Konkurrenz aufweisen

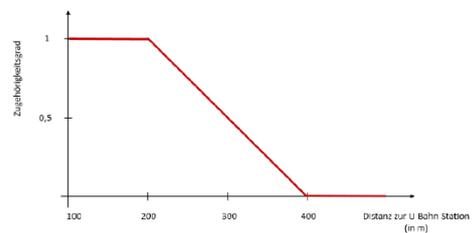
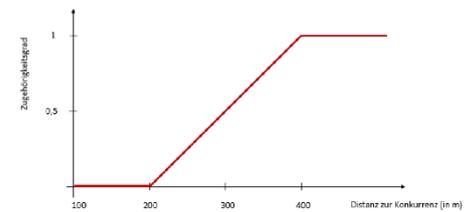
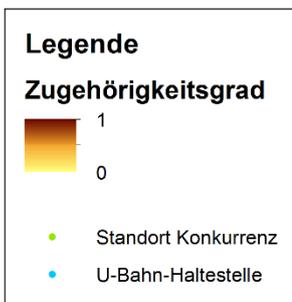
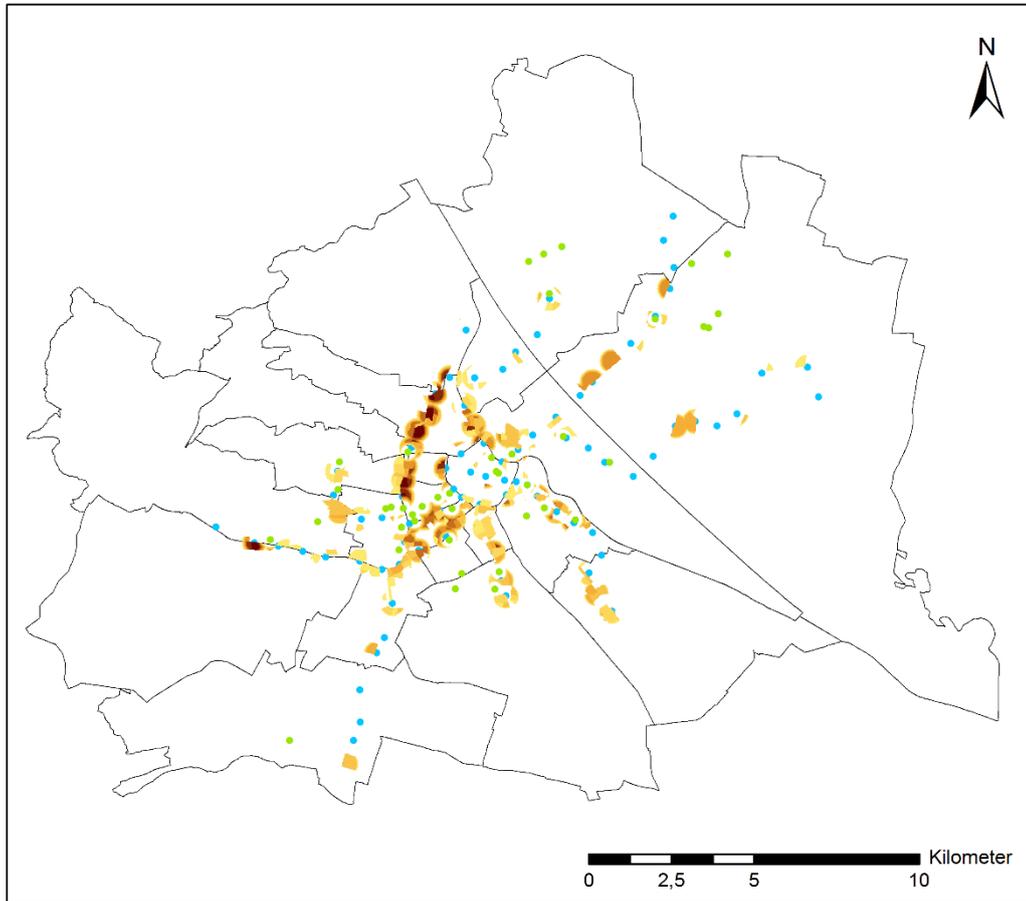
### Legende

- Potenzialgebiet für einen Standort
- Standort der Konkurrenz
- U-Bahn-Haltestelle

Kartenautor: Christopher Küsters, 2016

Datengrundlagen: Open Data Wien, Open Street Map, Universität Wien, Statistik Austria

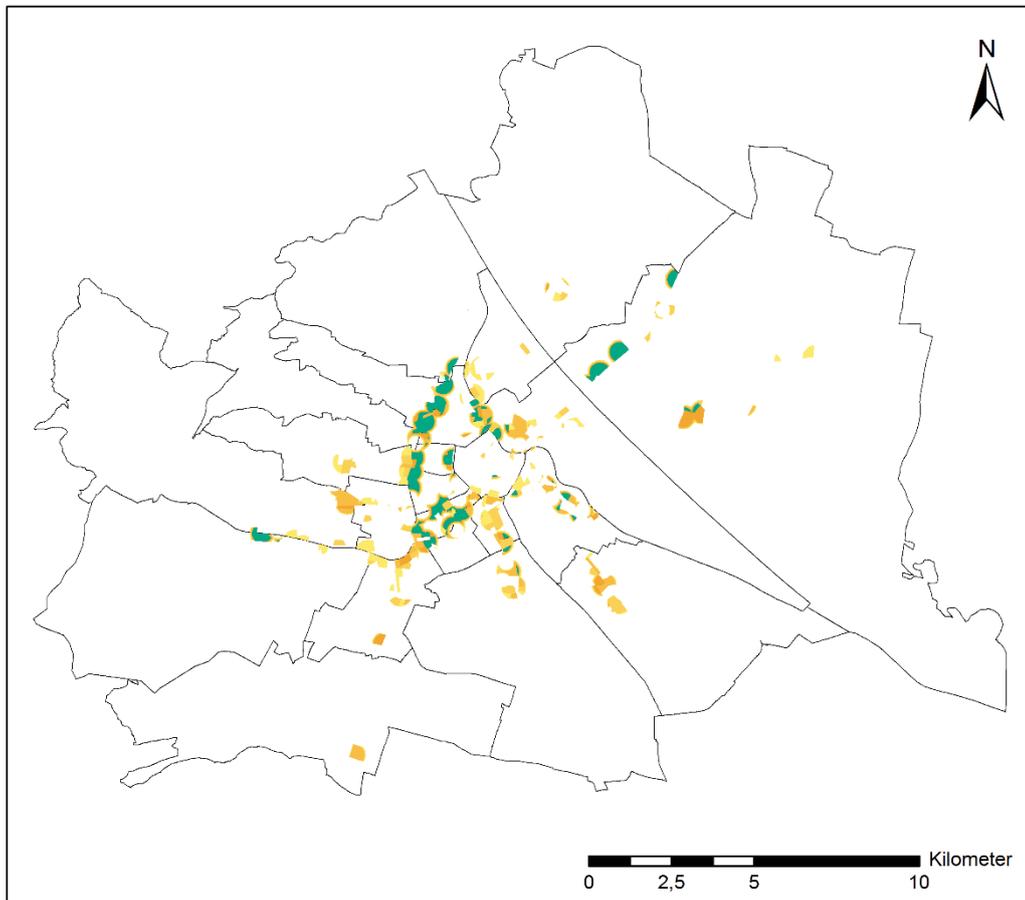
# Standortanalyse (fuzzy) (auf Grundlage der Kundenstrukturanalyse)



Kartenautor: Christopher Küsters, 2016

Datengrundlagen: Open Data Wien, Open Street Map, Universität Wien, Statistik Austria

## Vergleich Standortanalyse crisp - fuzzy (Überlagerung von crisp auf fuzzy)

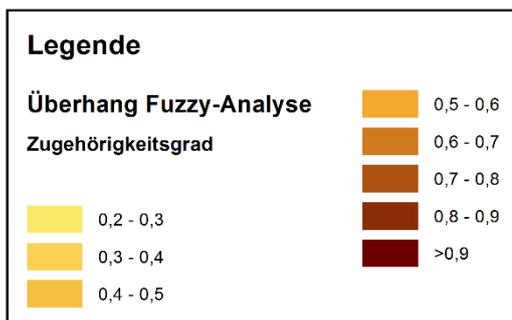
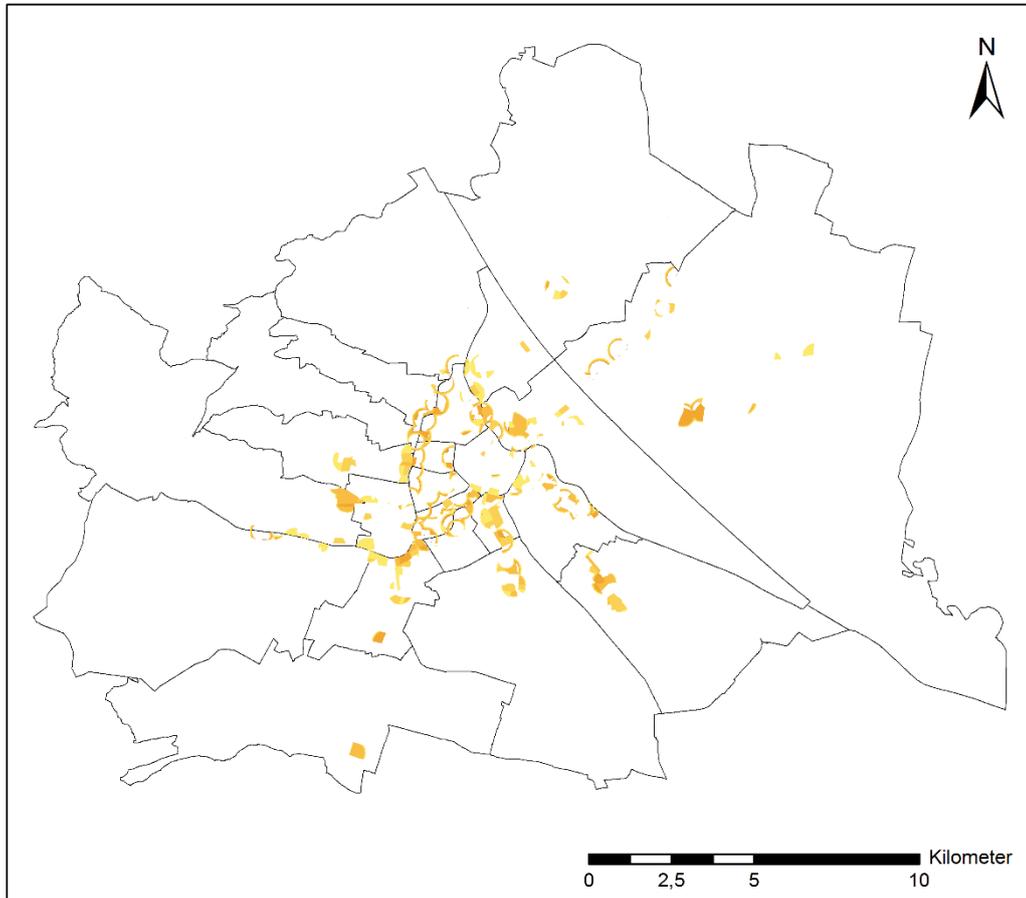


Legende		
 Crisp-Analyse	<b>Fuzzy-Analyse</b>	 0,5 - 0,6
	<b>Zugehörigkeitsgrad</b>	 0,6 - 0,7
	 0,2 - 0,3	 0,7 - 0,8
	 0,3 - 0,4	 0,8 - 0,9
	 0,4 - 0,5	 >0,9

Kartenautor: Christopher Küsters, 2016

Datengrundlagen: Open Data Wien, Open Street Map, Universität Wien, Statistik Austria

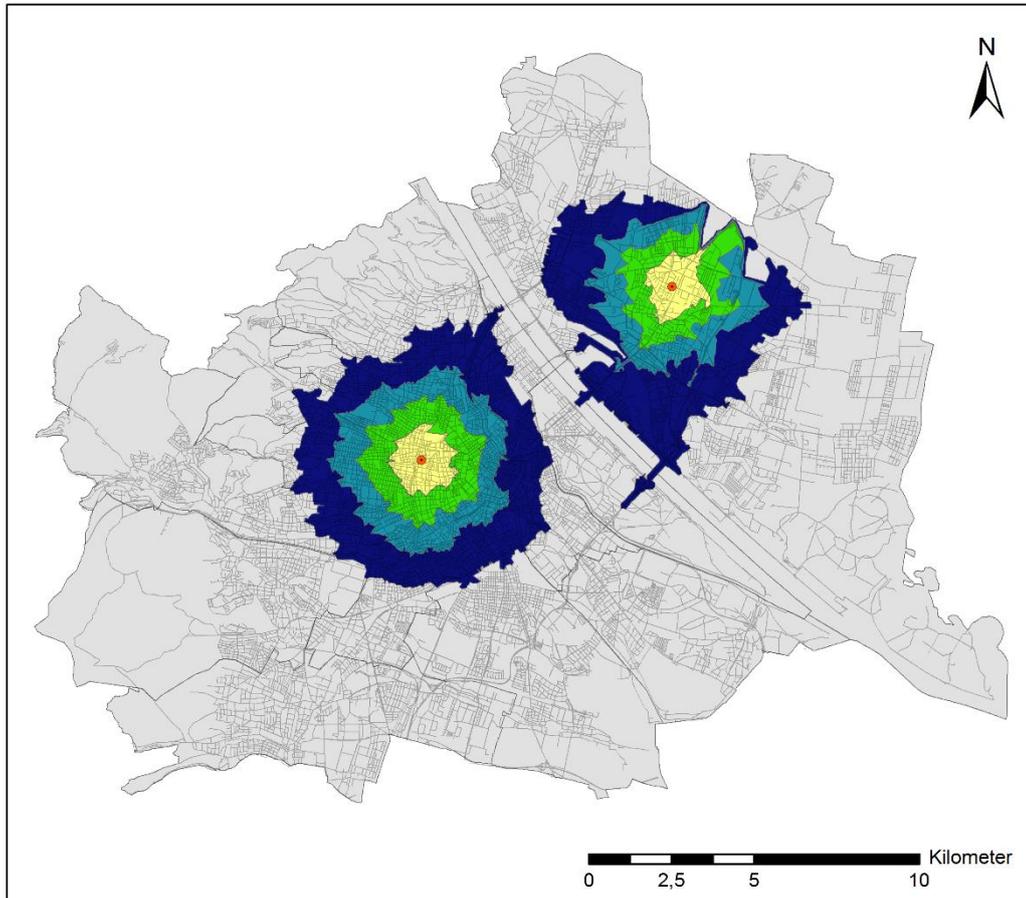
# Standortanalyse: Überhang der Fuzzy-Analyse



Kartenautor: Christopher Küsters, 2016

Datengrundlagen: Open Data Wien, Open Street Map, Universität Wien, Statistik Austria

# Einzugsgebietsanalyse (crisp): Fahrzeit in Minuten



## Legende

● Filialstandort

— Straßennetz Wien

### Einzugsgebiete (in Min)

■ bis 3

■ 3 - 5

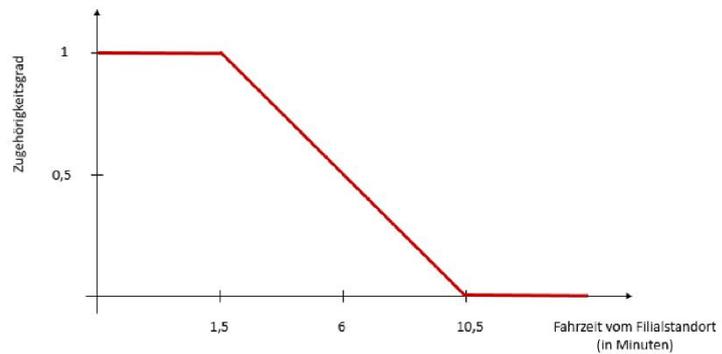
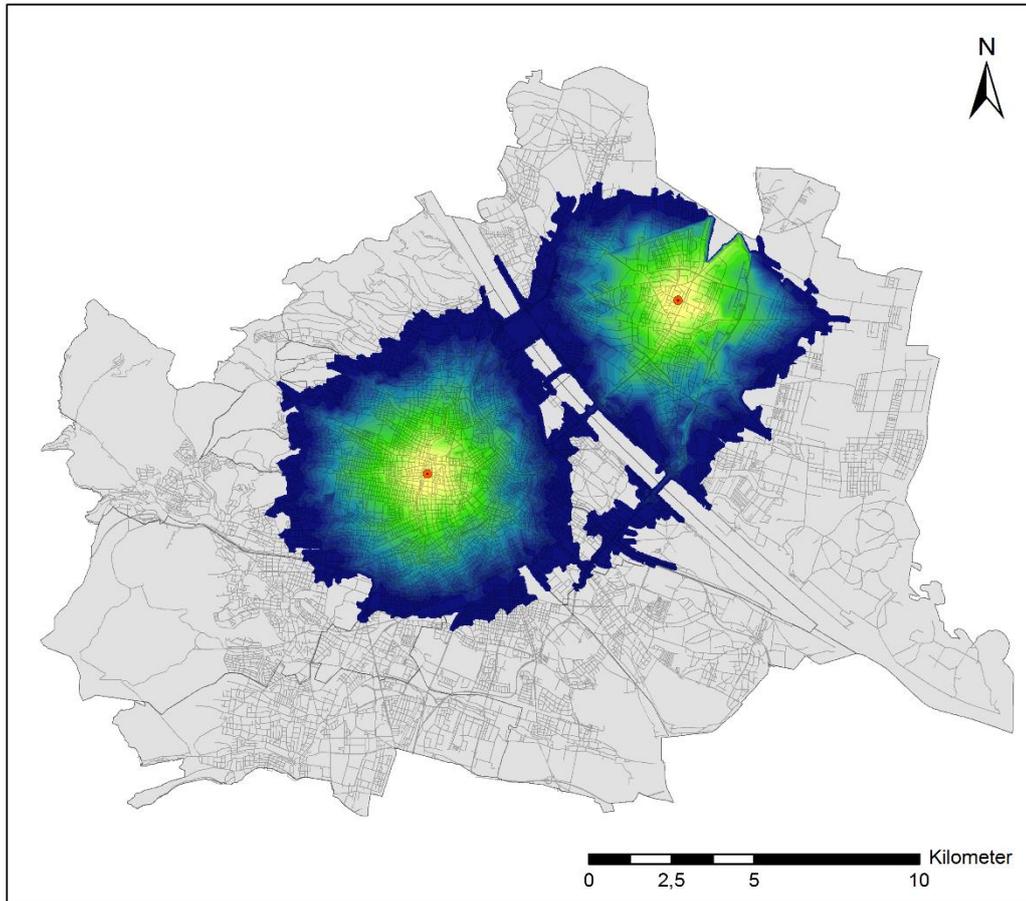
■ 5 - 7

■ 7 - 10

Kartenautor: Christopher Küsters, 2016

Datengrundlagen: Open Data Wien, Open Street Map, Universität Wien, Statistik Austria

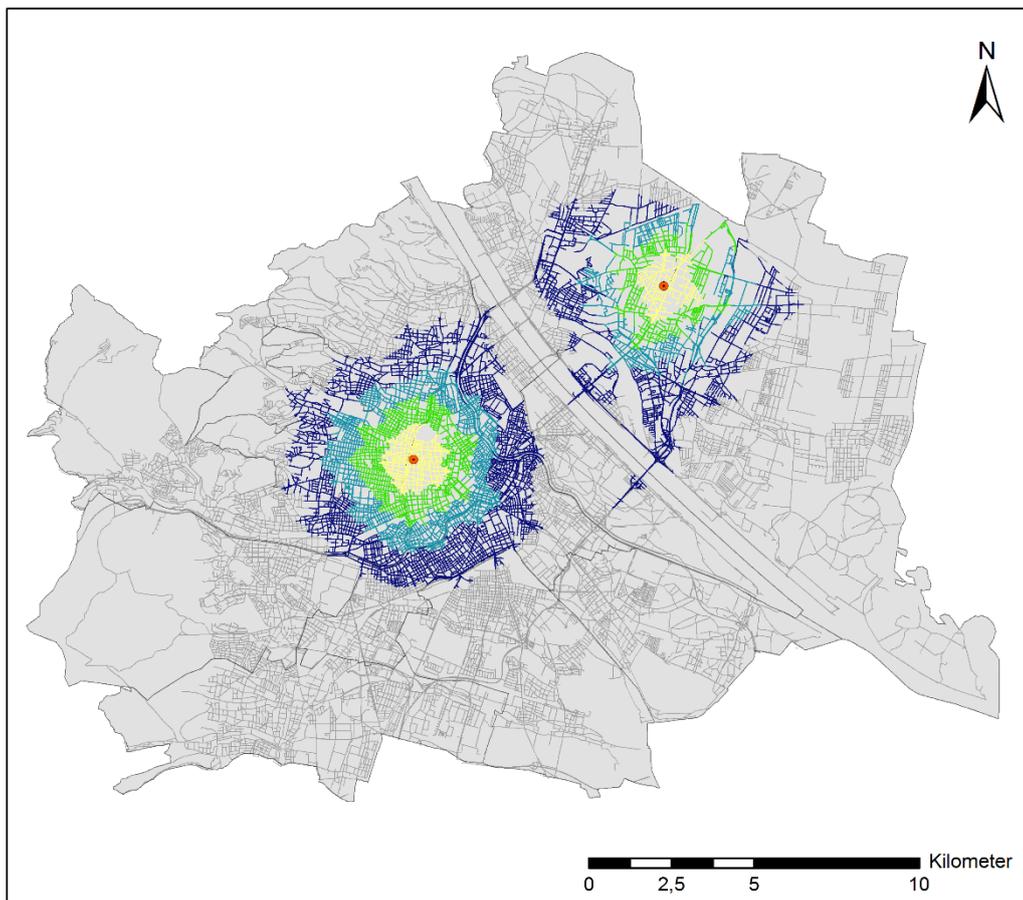
# Einzugsgebietsanalyse (fuzzy): Fahrzeit in Minuten



Kartenautor: Christopher Küsters, 2016

Datengrundlagen: Open Data Wien, Open Street Map, Universität Wien, Statistik Austria

## Einzugsgebietsanalyse (crisp): Fahrzeit in Minuten (linienhaft)



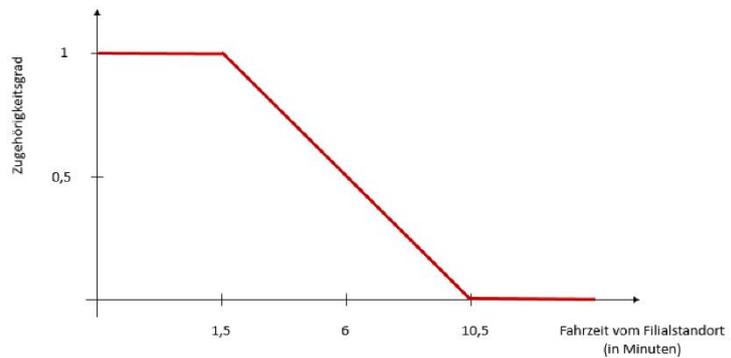
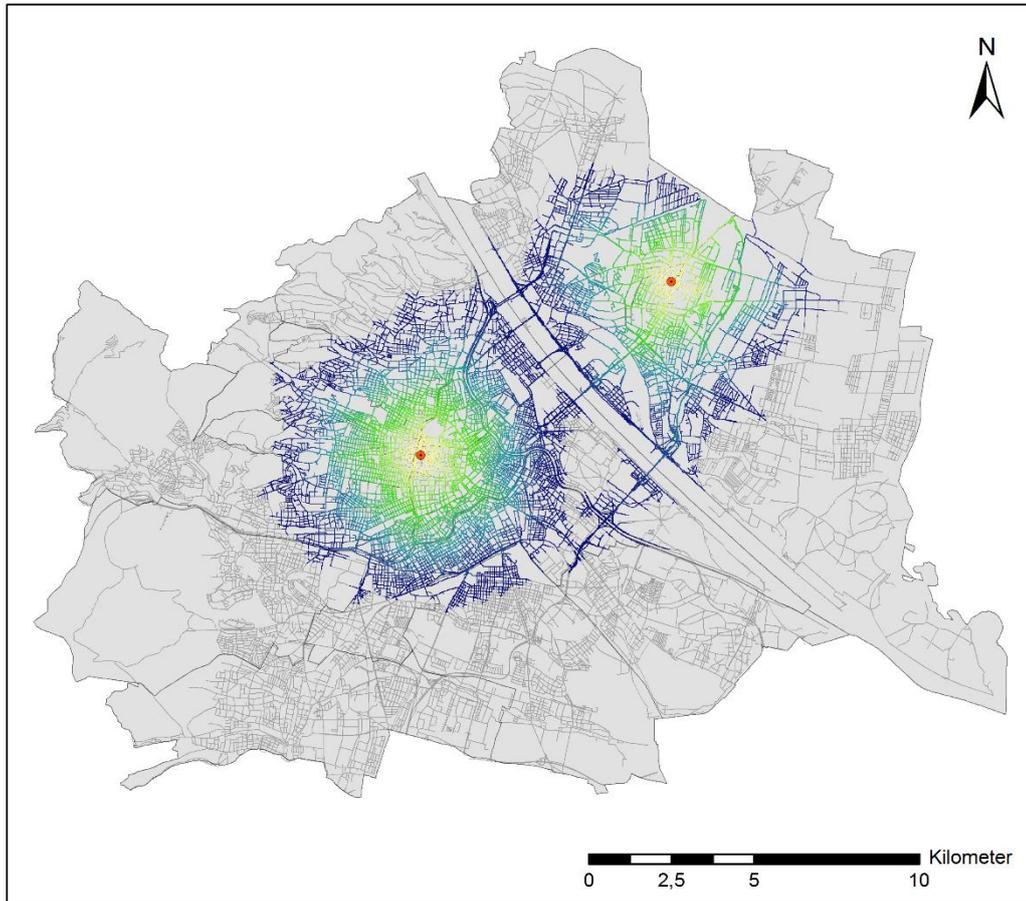
### Legende

- Filialstandort
- Straßennetz Wien
- Einzugsgebiete (in Minuten)**
- bis 3
- 3 - 5
- 5 - 7
- 7 - 10

Kartenautor: Christopher Küsters, 2016

Datengrundlagen: Open Data Wien, Open Street Map, Universität Wien, Statistik Austria

# Einzugsgebietsanalyse (fuzzy) Fahrzeit in Minuten (linienhaft)

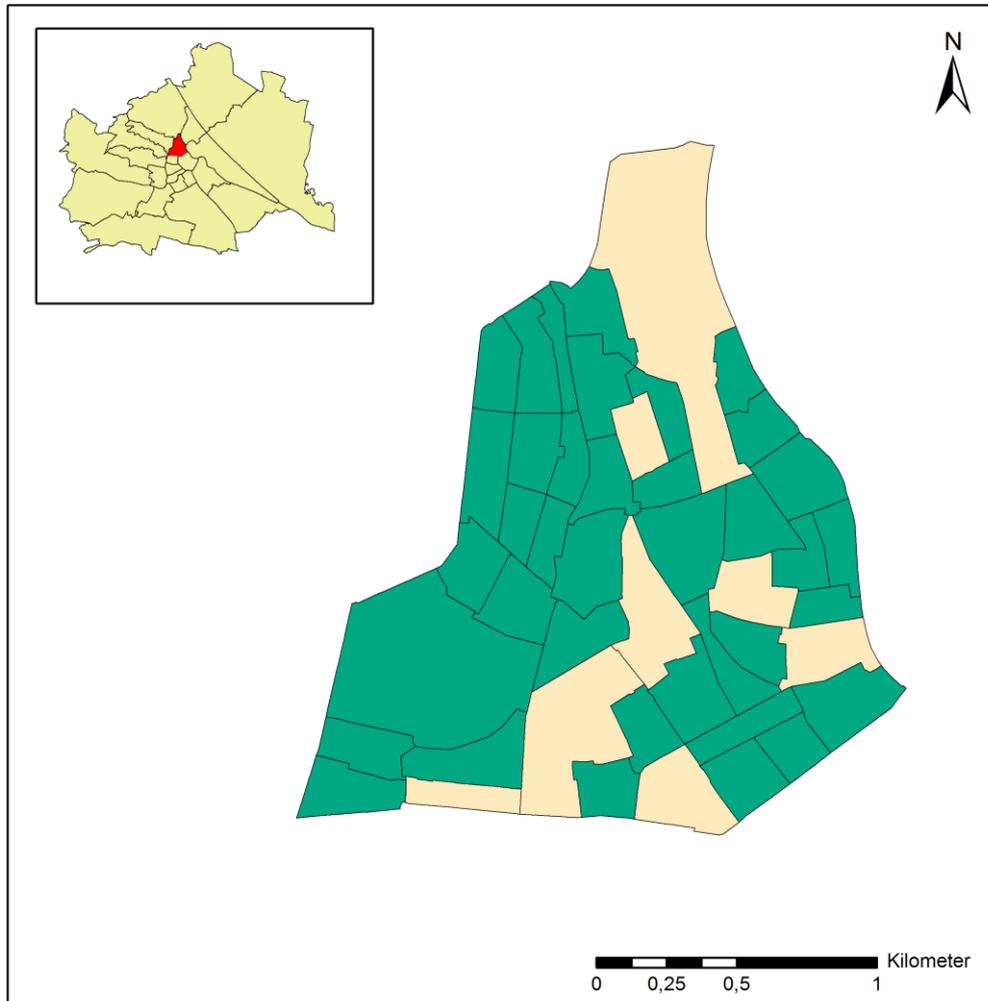


Kartenautor: Christopher Küsters, 2016

Datengrundlagen: Open Data Wien, Open Street Map, Universität Wien, Statistik Austria

# Penetrationsanalyse

## 9. Wiener Stadtbezirk/Alsergrund (crisp):



**Kriterium:**  
- Zählsprengel des 9. Bezirks mit Kundenanteil < 5%

### Legende

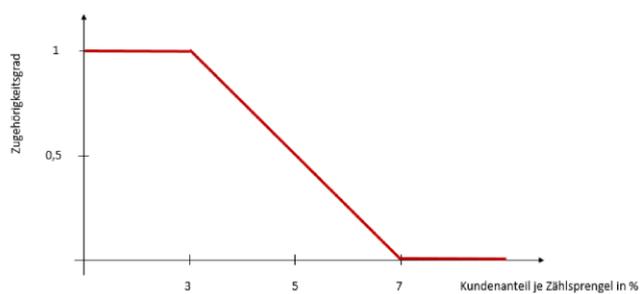
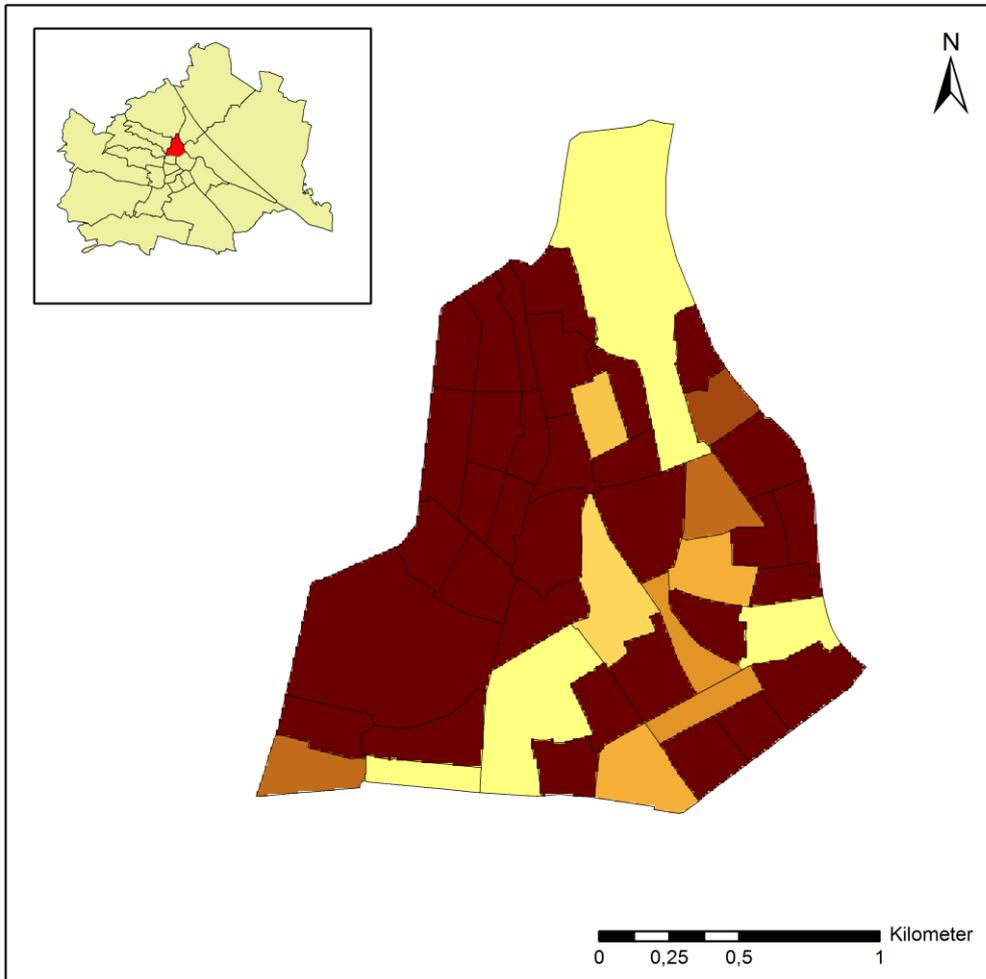
- Kriterium trifft zu
- Kriterium trifft nicht zu

Kartenautor: Christopher Küsters, 2016

Datengrundlagen: Open Data Wien, Open Street Map, Universität Wien, Statistik Austria

# Penetrationsanalyse

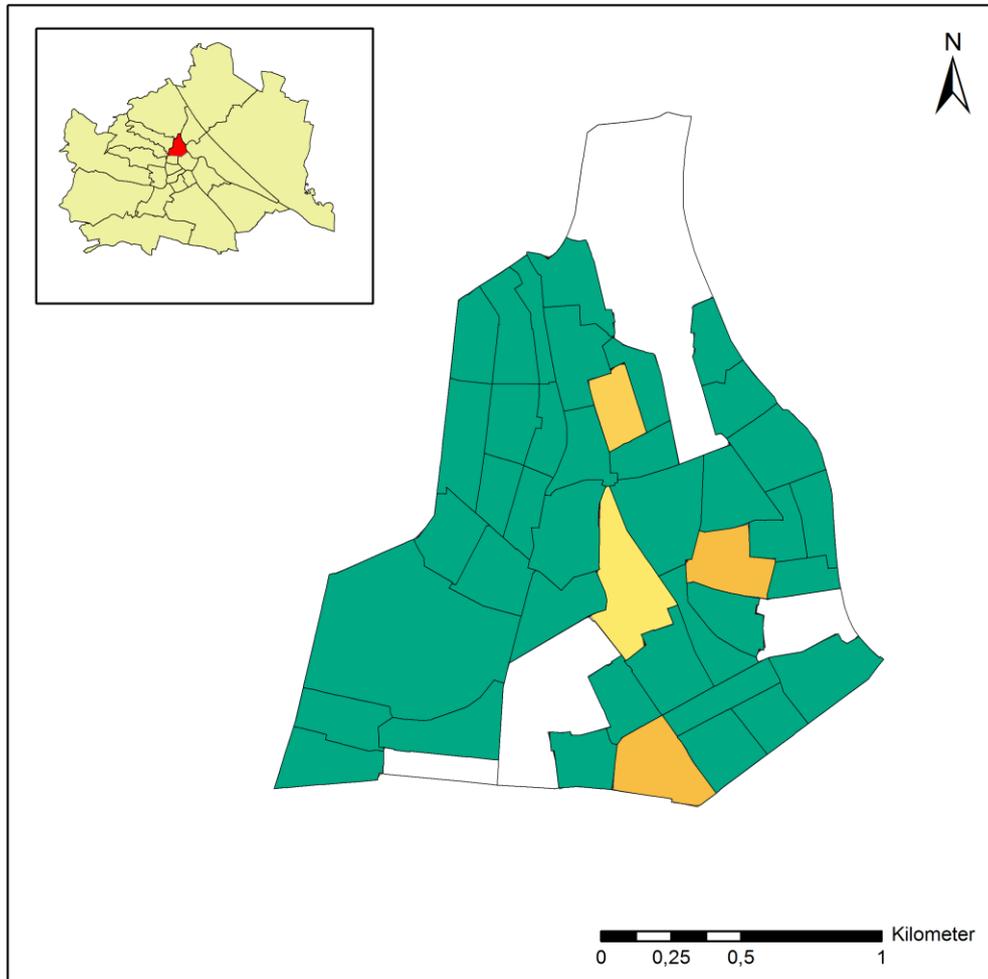
## 9. Wiener Stadtbezirk/Alsergrund (fuzzy):



Kartenautor: Christopher Küsters, 2016

Datengrundlagen: Open Data Wien, Open Street Map, Universität Wien, Statistik Austria

## Vergleich Penetrationsanalyse crisp - fuzzy (Überlagerung von crisp auf fuzzy)

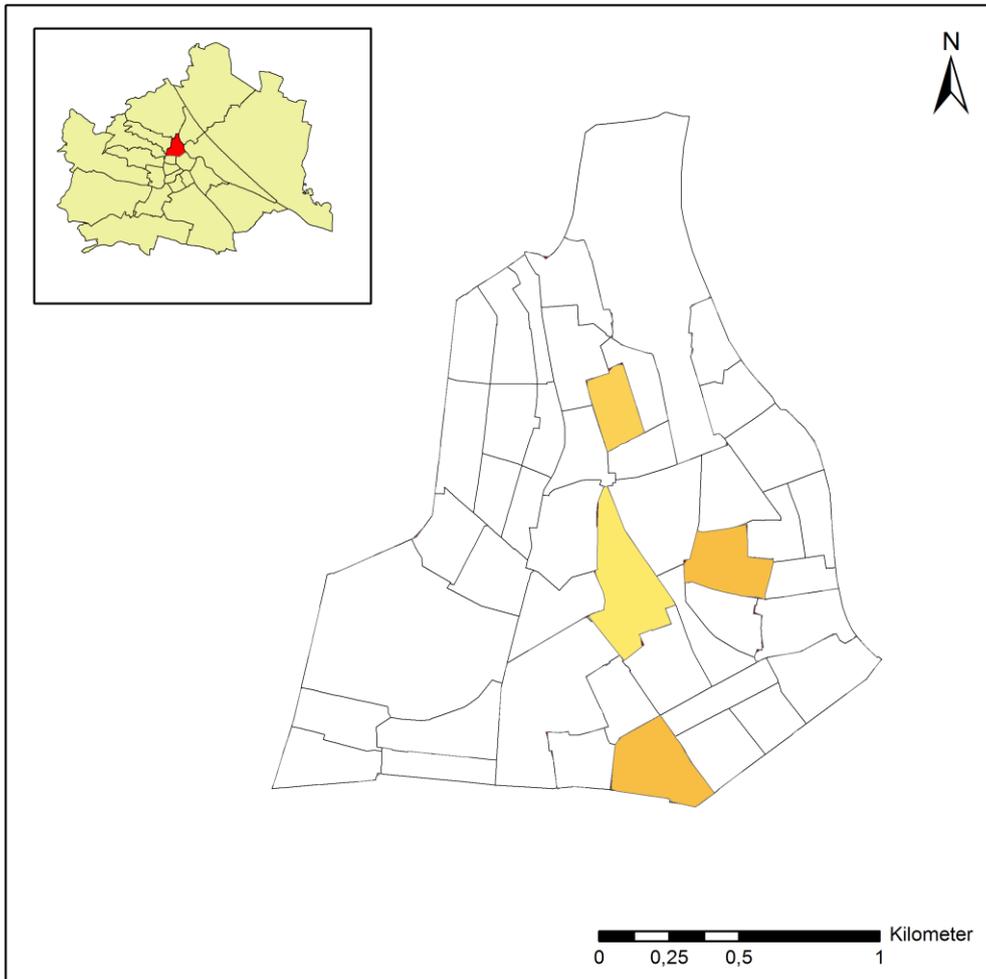


Legende		
 Crisp-Analyse	<b>Fuzzy-Analyse</b>	 0,5 - 0,6
	<b>Zugehörigkeitsgrad</b>	 0,6 - 0,7
	 0,2 - 0,3	 0,7 - 0,8
	 0,3 - 0,4	 0,8 - 0,9
	 0,4 - 0,5	 >0,9

Kartenautor: Christopher Küsters, 2016

Datengrundlagen: Open Data Wien, Open Street Map, Universität Wien, Statistik Austria

# Penetrationsanalyse: Überhang der Fuzzy-Analyse



## Legende

Überhang Fuzzy-Analyse	
Zugehörigkeitsgrad	
	0,2 - 0,3
	0,3 - 0,4
	0,4 - 0,5
	0,5 - 0,6
	0,6 - 0,7
	0,7 - 0,8
	0,8 - 0,9
	>0,9

Kartenautor: Christopher Küsters, 2016

Datengrundlagen: Open Data Wien, Open Street Map, Universität Wien, Statistik Austria

Ich versichere:

- dass ich die Masterarbeit selbstständig verfasst, andere als die angegebenen Quellen und Hilfsmittel nicht benutzt und mich auch sonst keiner unerlaubten Hilfe bedient habe.
- dass alle Stellen, die wörtlich oder sinngemäß aus veröffentlichten und nicht veröffentlichten Publikationen entnommen sind, als solche kenntlich gemacht sind.
- dass ich dieses Masterarbeitsthema bisher weder im In- noch im Ausland (einer Beurteilerin/ einem Beurteiler zur Begutachtung) in irgendeiner Form als Prüfungsarbeit vorgelegt habe.
- dass diese Arbeit mit der vom Begutachter beurteilten Arbeit übereinstimmt.

Ort, Datum

Unterschrift