



MASTERARBEIT | MASTER'S THESIS

Titel | Title

Methodenevaluation zur Erfassung von Gebietsabgrenzungen
auf Basis kognitiver Karten, gezeigt am Beispiel des
Alpenbogens

verfasst von | submitted by
Markus Stigloher BSc.

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

Wien | Vienna, 2025

Studienkennzahl lt. Studienblatt | Degree
programme code as it appears on the
student record sheet:

UA 066 856

Studienrichtung lt. Studienblatt | Degree
programme as it appears on the student
record sheet:

Masterstudium Kartographie und Geoinformation

Betreut von | Supervisor:

Ass.-Prof. Mag. Dr. Andreas Riedl

Inhaltsverzeichnis

Abbildungsverzeichnis	IV
Tabellenverzeichnis	VII
Abkürzungsverzeichnis.....	VIII
Kurzfassung	IX
Abstract.....	X
1 Einleitung.....	1
1.1 Persönliche Motivation und Zielsetzung der Arbeit	1
1.2 Problemstellung und Relevanz der Arbeit	2
1.3 Forschungsfrage, Arbeitsfragen und Hypothese.....	3
1.4 Methodische Vorgehensweise	4
1.5 Struktur der Arbeit	5
2 Einführung in die Thematik kognitive Karten	7
2.1 Grundlagen	7
2.2 Das Koláčný-Modell als kartographisches Kommunikationsmodell	9
2.3 Methoden zum Erwerb von Informationen für kognitive Karten	11
2.3.1 Direkte/primäre Aufnahme.....	12
2.3.2 Indirekte/sekundäre Aufnahme	13
2.4 Individuelle Einflussfaktoren	14
2.4.1 Alter	14
2.4.2 Vertrautheit und Erfahrung.....	16
2.4.3 Schulische Ausbildung	17
2.4.4 Geschlecht	18
2.5 Genauigkeit kognitiver Karten.....	19
2.6 Anwendungsbereiche.....	20
3 Methoden zu Gebietsabgrenzungen auf Basis kognitiver Karten	23
3.1 Kartenskizze.....	23
3.2 Bewertungsskala	25
3.3 Geotaganalysen auf Basis von Flickr-Daten	28

3.3.1 Die Social-Media-Plattform Flickr	28
3.3.2 Definition und Funktionsweise von Geotags	29
3.3.3 Prinzip des Data Minings	30
3.3.4 Auswahl von Geotaganalysen in der Forschung	32
3.4 Gemeinsamkeiten und Unterschiede.....	36
4 Einführung in das Untersuchungsgebiet.....	38
5 Empirische Untersuchung.....	40
5.1 Untersuchungsdesign und Erhebungsmethoden.....	40
5.2 Stichprobenkonstruktion.....	42
5.3 Versuchsaufbau der Methode Kartenskizze	43
5.3.1 Grundlagen (Kartenskizze)	43
5.3.2 Aufbau und Durchführung des Fragebogens (Kartenskizze).....	45
5.3.3 Ergebnisse und demographische Eigenschaften (Kartenskizze)	48
5.4 Versuchsaufbau der Methode Bewertungsskala	51
5.4.1 Grundlagen (Bewertungsskala)	51
5.4.2 Technische Implementierung des Gitternetzes in ArcGIS.....	53
5.4.3 Aufbau und Durchführung des Fragebogens (Bewertungsskala)	54
5.4.4 Ergebnisse und demographische Eigenschaften (Bewertungsskala).....	58
5.5 Versuchsaufbau der Methode Geotaganalyse.....	60
5.5.1 Grundlagen (Geotaganalyse).....	60
5.5.2 Erstellung eines Codes zum Speichern der Geotags	61
5.5.3 Technische Implementierung der Geotags in ArcGIS	66
5.5.4 Ergebnisse und Verteilung der Geotags.....	67
6 Methodenevaluation	68
6.1 Grundlagen und Aufbau der Evaluation.....	68
6.2 Adaption der erhobenen Daten auf ein einheitliches Gitternetz	69
6.3 Statistische Berechnung der räumlichen Genauigkeit der Methoden.....	75
6.3.1 Mean Absolute Error (MAE)	75
6.3.2 Root Mean Square Error (RMSE).....	76

6.3.3 Pearson Korrelation.....	77
6.4 Regionenspezifische Unterschiede	79
7 Diskussion.....	82
7.1 Genauigkeit der einzelnen Methoden in Hinblick auf den offiziellen Verlauf.....	82
7.2 Handlungsempfehlungen für zukünftige Analysen	89
7.3 Limitationen und weiterführende Fragestellungen	91
8 Fazit und Ausblick	92
Literaturverzeichnis	95
Hilfsmittelverzeichnis.....	99
Anhang: Fragebogen der Methode Bewertungsskala (Code)	100
Anhang: Erfassung der Geotags (Code)	107

Abbildungsverzeichnis

Abbildung 1: Das Koláčný-Modell (Koláčný, 1969, S. 48).....	9
Abbildung 2: Durchschnittliche Versuchsdauer für beide Altersgruppen (Iaria et al., 2009, S. 189).....	15
Abbildung 3: Durchschnittliche Fehlerrate für beide Altersgruppen (Iaria et al., 2009, S. 189)	15
Abbildung 4: Geschlechterspezifische Unterschiede (rechts) bei der Erstellung kognitiver Karten (Liu et al., 2011, S. 114)	18
Abbildung 5: Geschlechterspezifische Unterschiede (rechts) bei der Nutzung kognitiver Karten (Liu et al., 2011, S. 114)	19
Abbildung 6: Kognitiv definierte Erholungs- und Tourismusregionen Michigans (Fridgen, 1987, S. 105).....	20
Abbildung 7: Kartenskizze basierend auf der kognitiven Karte einer Frau aus Ha Tumo (Vajjhala & Walker, 2010, S. 495).....	21
Abbildung 8: Beispiel einer kognitive Zeichnung (A) von Sardinien im Vergleich zu der tatsächlichen (B) geographischen Form und Lage (Costa & Bonetti, 2018, S. 61)	24
Abbildung 9: Die Gitternetze für Kalifornien (links) und Alberta (rechts) (Montello et al., 2014, S. 1813).....	26
Abbildung 10: Durchschnittswerte und Standardabweichungen pro Zelle für Kalifornien (Montello et al., 2014, S. 1814) und Alberta (Montello et al., 2014, S. 1816).....	27
Abbildung 11: Data Mining als ein Zusammenfluss verschiedener Disziplinen (Tan et al., 2019, S. 28).....	32
Abbildung 12: Die KDE für die Alpen (oben) und die Cairngorms (unten) (Purves & Derungs, 2015, S. 82).....	33
Abbildung 13: KDE (durchgezogene Linie) und SVMs (gestrichelte Linie) für den Schwarzwald (a), die Alpen (b) und die Rocky Mountains (c) (Grothe & Schaab, 2009, S. 207)	34
Abbildung 14: Verteilung und Genauigkeit von Geotags für den Hydepark und den Regents Park mithilfe der KDE (Hollenstein & Purves, 2010, S. 30)	35
Abbildung 15: Der Alpenverlauf laut Alpenkonvention (Alpine Convention, 2020).....	38
Abbildung 16: Textfeld mit einführenden Informationen zum Fragebogen der Methode Kartenskizze.....	45
Abbildung 17: Abschnitt der Kartenskizze im Fragebogen	46

Abbildung 18: Abschnitt der demographischen Fragen im Fragebogen zur Methode Kartenskizze.....	47
Abbildung 19: Beispiel für eine fehlerhafte Speicherung des Polygons	48
Abbildung 20: Altersverteilung der Teilnehmenden für die Methode Kartenskizze	49
Abbildung 21: Geschlechterverteilung der Teilnehmenden für die Methode Kartenskizze ...	50
Abbildung 22: Wohnortverteilung der Teilnehmenden für die Methode Kartenskizze	50
Abbildung 23: Einstellungen beim Geoprocessing-Tool Generate Tessellation	53
Abbildung 24: Das verwendete Gitternetz für die empirische Untersuchung	54
Abbildung 25: Abschnitt der demographischen Fragen im Fragebogen zur Methode Bewertungsskala	55
Abbildung 26: Einführende Informationen zur Bewertung der Zellen	56
Abbildung 27: Die verwendete Farbskala und die zu bewertenden Zellen	57
Abbildung 28: Altersverteilung der Teilnehmenden für die Methode Bewertungsskala	58
Abbildung 29: Geschlechterverteilung der Teilnehmenden für die Methode Bewertungsskala	59
Abbildung 30: Wohnortverteilung der Teilnehmenden für die Methode Bewertungsskala...	59
Abbildung 31: Die verwendeten Imports sowie die definierten Konstanten	62
Abbildung 32: Die definierte Funktion sowie die verwendeten Parameter	63
Abbildung 33: Anfrage an die API und Ausgabe der Gesamtzahl an Seiten	63
Abbildung 34: While-Schleife und Speicherung der Fotos in einer Liste	64
Abbildung 35: Speicherung der Koordinaten und Umwandlung in einen Punkt.....	65
Abbildung 36: Speicherung der Ergebnisse in einem Shapefile.....	65
Abbildung 37: Einstellungen beim Geoprocessing-Tool Merge.....	66
Abbildung 38: Einstellungen beim Geoprocessing-Tool Delete Identical.....	67
Abbildung 39: Verteilung der Geotags über den Alpenraum	67
Abbildung 40: Ablauf der Evaluation	69
Abbildung 41: Alle Zellen innerhalb des definierten Alpenverlaufs	70
Abbildung 42: Bewertung der Zellen unter Berücksichtigung des offiziellen Alpenverlaufs...	71
Abbildung 43: Mittelwert aller Antworten der Methode Kartenskizze	72
Abbildung 44: Mittelwert aller Antworten der Methode Bewertungsskala.....	73

Abbildung 45: Proportionale Verteilung der Geotags im Gitternetz	74
Abbildung 46: Logarithmische Verteilung der Geotags im Gitternetz.....	75
Abbildung 47: Streudiagramm für die Methode Kartenskizze.....	78
Abbildung 48: Streudiagramm für die Methode Bewertungsskala	79
Abbildung 49: Streudiagramm für die Methode Geotaganalyse log	79
Abbildung 50: Hohes Geotagaufkommen rund um Cortina d’Ampezzo	83
Abbildung 51: Differenzen zum offiziellen Verlauf für jede Zelle bei der Methode Kartenskizze.....	85
Abbildung 52: Differenzen zum offiziellen Verlauf für jede Zelle bei der Methode Bewertungsskala	86
Abbildung 53: Differenzen zum offiziellen Verlauf für jede Zelle bei der Methode Geotaganalyse log	86
Abbildung 54: Anzahl der höchsten statistischen Kennwerte je Methode	88

Tabellenverzeichnis

Tabelle 1: Mittlere Entfernungsfehler für beide Altersgruppen (Feldman & Acredolo, 1979, S. 701).....	16
Tabelle 2: Prozentuale Darstellung der Unter- bzw. Überdimensionierung beim gezeichneten Grenzverlauf des eigenen Landes (Lorenzi-Cioldi et al., 2011, S. 236)	23
Tabelle 3: Beschreibung der Bewertungsskala (nach Montello et al., 2014, S. 1814).....	27
Tabelle 4: Die Genauigkeitslevel bei Fotos auf Flickr mit Geotags (nach Flickr, o. J.b)	30
Tabelle 5: Vergleich der vorgestellten Methoden nach ausgewählten Kriterien	37
Tabelle 6: Die verwendete Bewertungsskala mit dazugehörigen, verbalen Beschreibungen	53
Tabelle 7: Die untersuchten Sprachen und deren dazugehörige Begriffe für die Alpen	61
Tabelle 8: MAE-Werte der drei Methoden im Vergleich zum offiziellen Verlauf	76
Tabelle 9: RMSE-Werte der drei Methoden im Vergleich zum offiziellen Verlauf	77
Tabelle 10: Pearson'scher Korrelationskoeffizient der drei Methoden im Vergleich zum offiziellen Verlauf	78
Tabelle 11: MAE-Werte der drei Methoden differenziert zwischen Gebieten innerhalb und außerhalb der Alpen.....	80
Tabelle 12: RMSE-Werte der drei Methoden differenziert zwischen Gebieten innerhalb und außerhalb der Alpen.....	80
Tabelle 13: Übersicht aller statistischen Kennwerte zur Genauigkeit der Methoden.....	82

Abkürzungsverzeichnis

OSM	OpenStreetMap
GIS	Geographisches Informationssystem
RMSE	Root Mean Square Error
MAE	Mean Average Error

Kurzfassung

In dieser Arbeit liegt der Fokus auf der Evaluation mehrerer Methoden zur Analyse von Gebietsabgrenzungen auf der Grundlage kognitiver Karten. Ziel ist es, diese hinsichtlich ihrer Genauigkeit im Vergleich zu den tatsächlichen geographischen Gegebenheiten zu bewerten. Als Untersuchungsgebiet dienen dabei die Alpen in Europa. Für eine fundierte Auswertung der Ergebnisse wurde folgende Forschungsfrage aufgestellt: **Wie unterscheiden sich ausgewählte Methodenansätze für Gebietsabgrenzungen auf Basis kognitiver Karten und welche Methode liefert die zuverlässigsten und genauesten Ergebnisse unter Betrachtung des Alpenbogens?** Die drei verwendeten Methoden sind das Einzeichnen von Grenzverläufen, das Bewerten mittels einer Bewertungsskala sowie die Analyse von Geotags. Bei den ersten beiden Ansätzen erfolgt die Datenerhebung mittels selbsterstellter Fragebögen, während für die Methode Geotaganalyse mithilfe eines selbst entwickelten Codes Daten von der Social-Media-Plattform Flickr bezogen werden. Um eine wissenschaftlich korrekte Evaluation gewährleisten zu können, werden alle Daten in eine einheitliche Darstellungsform übertragen. Anschließend werden für die Ergebnisse der drei Methoden statistisch fundierte Kennwerte berechnet, die zeigen, welche die höchste Übereinstimmung mit dem tatsächlichen Verlauf der Alpen aufweist. Die finale Evaluation zeigt, dass keiner der Ansätze in allen Bereichen am besten abschneidet. Innerhalb der offiziellen Grenzen zeigt die Geotaganalyse die größte Übereinstimmung mit dem offiziellen Alpenverlauf, außerhalb hingegen erzielt das Einzeichnen der Grenzen die besten Resultate. Darüber hinaus wird durch die Methode Bewertungsskala die beste lineare Übereinstimmung mit dem Alpenbogen geliefert. Dies verdeutlicht, dass die Wahl der besten Methode stark vom Analysezweck abhängt. Daraus ergibt sich, dass jede der untersuchten Ansätze sowohl Stärken als auch Schwächen aufweist und die zu verwendende Methode je nach Zielsetzung gewählt werden muss.

Abstract

In this study, the focus is on the evaluation of different methods used for the analysis of territorial boundaries based on cognitive maps. The goal is to evaluate these regarding their accuracy in comparison to the official geographic features. The investigation area are the Alps in Europe. For a comprehensive analysis of the results, following research question was posed: **How do selected methodological approaches for area delimitation based on cognitive maps differ and what method provides the most reliable and accurate results under consideration of the Arc of the Alps?** The three used methods are the drawing of border lines, a rating scale task as well as the analysis of geotags. In the first two approaches, the data collection is based on self-designed questionnaires, while the geotag analysis obtains data from the social-media-platform Flickr through a self-developed code. To ensure a scientific evaluation, all data are transformed into a uniform presentation format. Thereafter, statistical metrics are calculated for the results of all three methods to determine which one shows the highest agreement with the actual boundaries of the Alps. The final evaluation shows that none of the approaches performs best in all aspects. Within the official boundaries the analysis of geotags has the highest accordance with the alpine course, while the drawing task brings up the best results in the areas outside of the mountain range. Furthermore, the rating scale method shows the best linear correlation with the Alps. This illustrates that the choice of the best method strongly depends on the purpose of the analysis. Each of the examined approaches has strengths as well as weaknesses, which indicates that the method used must be selected according to the objective.

1 Einleitung

Beinahe täglich erledigen Menschen Aufgaben, bei denen sie mit der geographischen Umgebung im Einklang sind. Häufig wird dafür auf Informationen zurückgegriffen, welche bereits zu einem früheren Zeitpunkt aufgenommen wurden. Im geographischen Kontext handelt es sich dabei um räumliches Wissen, das wesentlich durch sogenannte **kognitive Karten** geprägt ist. Diese beziehen sich meist auf bekannte Grenzen, Regionen oder markante Orientierungspunkte in der Landschaft (Costa & Bonetti, 2018, S. 53). Kognitive Karten sind mentale, abstrakte und generalisierte Repräsentationen der **realen Welt**, welche sich auf Basis individueller Erfahrungen in den Köpfen von Menschen bilden (Downs & Stea, 1973, S. 18). Da kognitive Karten in zahlreichen alltäglichen Kontexten wie bei der räumlichen Orientierung eine zentrale Rolle spielen, ist es von wissenschaftlichem Interesse, zu untersuchen, inwieweit sie mit den tatsächlichen geographischen Gegebenheiten übereinstimmen oder davon abweichen. Hierfür gibt es bereits eine Vielzahl an Methoden, womit diese Informationen untersucht werden können. Allerdings liefern die verschiedenen Forschungsansätze auch differenzierte Ergebnisse und unterschiedliche Darstellungsformen. Daraus ergibt sich das Interesse dieser Masterarbeit, **mehrere Methodenansätze vergleichend zu analysieren und diese in Bezug auf den Faktor Genauigkeit zu evaluieren.**

1.1 Persönliche Motivation und Zielsetzung der Arbeit

Aufgrund des früh entwickelten Interesses an **kognitiven Karten**, die insbesondere in der Geographie eine bedeutende Rolle bei der Raumwahrnehmung und -repräsentation spielen, entstand bereits zu Beginn meines Studiums die Motivation, dieses Themenfeld im Rahmen meiner Masterarbeit vertieft zu bearbeiten. Darüber hinaus besteht ein ausgeprägtes Interesse am **Untersuchungsgebiet der Alpen**, das nicht nur aufgrund seiner geographischen Besonderheiten, sondern auch durch den persönlichen Bezug, bedingt durch Wohnort und Freizeitaktivitäten, für die vorliegende Untersuchung gewählt wurde. Neben der individuellen Motivation liefert eine Evaluation verschiedener Methoden zu Gebietsabgrenzungen auf Basis kognitiver Karten auch relevante Informationen für die Allgemeinheit. So können aussagekräftige **Vor- und Nachteile** der jeweiligen Ansätze ausgearbeitet und für zukünftige Untersuchungen in den Versuchsaufbau miteinbezogen werden. Zudem können dadurch entscheidende Erkenntnisse für unterschiedlichste Themenfelder wie Tourismus oder Raumplanung gesammelt werden.

Im Zuge dieser Masterarbeit wird das Ziel verfolgt, verschiedene bereits bestehende Methoden zur Analyse von Gebietsabgrenzungen zu **evaluieren** und deren Vor- sowie Nachteile kritisch auszuarbeiten. Insgesamt werden drei Ansätze untersucht, welche differenzierte

Eigenschaften aufweisen. Dadurch wird gewährleistet, dass sich alle Methoden klar voneinander abgrenzen und als individuelle Untersuchungen angesehen werden können. Die Evaluation der Ergebnisse konzentriert sich insbesondere auf die Genauigkeit der erhobenen Daten im Vergleich zum offiziell definierten Verlauf des Alpenbogens. Somit kann klar dargestellt werden, wie sich die Ergebnisse unterscheiden und welche Methode die genauesten im Vergleich zu den tatsächlichen geographischen Gegebenheiten liefert. Daraus ergibt sich als übergeordnetes Ziel der vorliegenden Masterarbeit, **Handlungsempfehlungen** aufzustellen, welche bei zukünftigen Projekten, die sich mit Gebietsabgrenzungen beschäftigen, in den (digitalen) Versuchsaufbau miteinfließen können.

1.2 Problemstellung und Relevanz der Arbeit

Ein zentrales Augenmerk in der Forschung zu kognitiven Karten besteht darin, zu untersuchen, inwiefern diese die tatsächlichen geographischen Gegebenheiten darstellen und wie **genau** sie diese abbilden. Dazu wurden in der Vergangenheit bereits mehrere Publikationen veröffentlicht, welche auf verschiedene Methodenansätze zurückgreifen und dementsprechend unterschiedliche Ergebnisse liefern. Dazu gehören das Einzeichnen von Grenzverläufen auf einer Karte (Costa & Bonetti, 2018), das Bewerten von Zellen bezüglich der Zugehörigkeit dieser zu einer bestimmten Region (Montello et al., 2014) und die Analyse von Geotags, welche auf hochgeladene Fotos der Plattform Flickr basieren (Grothe & Schaab, 2009; Hollenstein & Purves, 2010; Purves & Derungs, 2015). Einen genaueren Überblick über die Funktionsweisen dieser Verfahren wird im Laufe dieser Masterarbeit in Kapitel 3 gegeben. Aus dieser methodischen Vielfalt ergibt sich, dass die erhobenen Daten jeweils in **unterschiedlichen Darstellungsformen** (Polygone, Rasterwerte, Punkteverteilung) vorliegen und dadurch schwer vergleichbar sind. Außerdem ist ein direkter Vergleich der Methoden bezüglich der Genauigkeit mit den offiziellen geographischen Gegebenheiten nur möglich, wenn **dasselbe Untersuchungsgebiet** verwendet wird, was in den bisherigen Publikationen nicht der Fall ist (z. B. Italien, Kalifornien, Rocky Mountains, etc.). Somit wird aus dem aktuellen Stand der Forschung deutlich, dass kein einheitlicher Bewertungsmaßstab vorhanden ist, um die Genauigkeit einzelner Methoden zur Erfassung kognitiver Karten zu evaluieren und miteinander zu vergleichen. Begründet durch die bisher fehlende Gegenüberstellung der einzelnen Methoden wird hierbei eine **Forschungslücke** verortet, aus welcher sich das Untersuchungsinteresse dieser Masterarbeit ableitet. Daraus resultieren eine aufgestellte Forschungsfrage, mehrere Arbeitsfragen sowie eine Hypothese, welche in Kapitel 1.3 vorgestellt werden. Die Auswertung und Evaluation der einzelnen Methoden bezüglich deren Genauigkeit wird im Zuge dieser Masterarbeit in den Kapiteln 6 und 7 durchgeführt.

Um die **Aktualität und Relevanz** der Thematik zu unterstreichen, wird die identifizierte Forschungslücke einheitlich und exemplarisch am Alpenbogen untersucht, der mit einer Gesamtfläche von 190.700 km² ein bedeutendes geographisches Gebiet Europas darstellt (Bayerisches Staatsministerium für Umwelt und Verbraucherschutz, o. J.). Da es sich hierbei um eine zentrale kulturelle sowie biologische Region in Europa handelt, spielt dessen Schutz eine bedeutsame Rolle. Im Zuge dessen wurde die Alpenkonvention am 7. November 1991 gegründet, worin ein klarer Verlauf des Gebirges von den acht Mitgliedsstaaten definiert wurde (Wolf, 2016, S. 370). Dieser festgelegte Grenzverlauf dient in der vorliegenden Arbeit als Referenz, um mithilfe ausgewählter Forschungsmethoden die aus kognitiven Karten abgeleiteten Gebietsabgrenzungen mit den tatsächlichen geographischen Gegebenheiten zu vergleichen.

1.3 Forschungsfrage, Arbeitsfragen und Hypothese

Um die in dieser Masterarbeit eingesetzten Methoden gezielt und systematisch in Hinblick auf deren Aussagekraft und Eignung untersuchen zu können, wurde folgende Forschungsfrage formuliert. Diese dient als leitender Rahmen für die Analyse und die Evaluation der angewandten Verfahren und lautet wie folgt:

Wie unterscheiden sich ausgewählte Methodenansätze für Gebietsabgrenzungen auf Basis kognitiver Karten und welche Methode liefert die zuverlässigsten und genauesten Ergebnisse unter Betrachtung des Alpenbogens?

Außerdem wurden Arbeitsfragen aufgestellt, welche zur Beantwortung der Forschungsfrage beitragen. Diese werden separat behandelt und dienen als zusätzliche Informationsquelle. Im Folgenden werden diese nacheinander aufgelistet.

- 1) Welche gängigen Methoden zur Analyse kognitiver Karten gibt es und wie unterscheiden sich diese hinsichtlich ihrer Zielsetzung und dem methodischen Vorgehen?**
- 2) Wie lassen sich die ausgewählten Methoden zur Erhebung kognitiver Grenzen praktisch umsetzen und auf das Untersuchungsgebiet der Alpen adaptieren?**
- 3) Wie unterscheiden sich die Ergebnisse der einzelnen Methoden in den Zentralalpen im Vergleich zu den Randgebieten und den angrenzenden Regionen außerhalb des Gebirges?**

Zudem wurde eine Hypothese aufgestellt, welche ebenfalls im Laufe dieser Masterarbeit analysiert wird. Diese lautet wie folgt:

Die Ergebnisse der Methode Geotaganalyse werden durch touristisch stark besuchte Gebiete in Hinblick auf die Genauigkeit der Alpen verzerrt.

Durch die Analyse und Beantwortung der Forschungs- sowie der Arbeitsfragen und die Untersuchung der Hypothese sollen zielgerichtete Erkenntnisse über die drei vorgestellten Methoden und deren dazugehörige Evaluation gesammelt werden.

1.4 Methodische Vorgehensweise

Allgemein kann das methodische Vorgehen dieser Masterarbeit in zwei Hauptteile gegliedert werden. Dies sind einerseits die **Adaption und Durchführung** der Methoden auf das Untersuchungsgebiet der Alpen und andererseits die Analyse der gewonnenen Daten in Hinblick auf die **Methodenevaluation**. Insgesamt werden drei Forschungszugänge in dieser Masterarbeit untersucht. Diese werden zur Vereinfachung im weiteren Verlauf stets unter den Namen Kartenskizze, Bewertungsskala und Geotaganalyse geführt. Der erstgenannte Ansatz orientiert sich dabei unter anderem am methodischen Vorgehen von Costa und Bonetti (2018), welche kartographische Skizzen zur Erhebung geographischer Informationen einsetzen. Hierfür wird im Zuge dieser Masterarbeit ein digitaler Fragebogen erstellt, in dem die Teilnehmenden den Verlauf der Alpen auf einer Europakarte **einzeichnen** sollen. Die Skizzen dürfen ausschließlich auf dem Wissen der kognitiven Karten beruhen, wobei bewusst auf den Einsatz zusätzlicher Hilfsmittel verzichtet werden soll. Für die Methode Bewertungsskala, welche auf dem Ansatz von Montello et al. (2014) beruht, wird ein **Gitternetz aus Sechsecken** erstellt, das über eine Europakarte gelegt wird. Dabei soll jede Zelle mit einem Wert zwischen 1 und 7 bewertet werden, wobei diese die Zugehörigkeit der jeweiligen Zelle zum Alpenbogen repräsentieren. Im Gegensatz dazu wird beim Ansatz der Geotaganalyse auf bereits bestehende Daten zurückgegriffen. Hierfür wird ein Code geschrieben, welcher unter Verwendung der Flickr API sämtliche geographische Positionen von **Fotos** mit alpenspezifischen Tags ermittelt und deren Standorte als georeferenzierte Daten ausgibt. Ein besonderes Augenmerk liegt dabei auf der Berücksichtigung mehrerer Sprachvarianten, da es sich bei den Alpen um ein länderübergreifendes Gebirge handelt und eine ausschließliche Analyse deutschsprachiger Tags zu einer Verzerrung der Ergebnisse führen würde. Nachdem die Ergebnisse der drei Methoden gesammelt sind, unterlaufen diese im zweiten Teil dieser Masterarbeit einer gegenseitigen Evaluation. Das Hauptaugenmerk liegt dabei auf der **Analyse der Genauigkeit** dieser im Vergleich zum offiziellen geographischen Verlauf der Alpen. Hierfür werden alle erhobenen Daten in ArcGIS überführt und auf ein jeweils identisch aufgebautes Gitternetz projiziert, welches auf dem der Methode Bewertungsskala basiert. Für jede Zelle dieses Gitternetzes wird ein Wert zwischen 1 und 7 berechnet. Dieser bildet die Stärke der Zugehörigkeit zur Alpenregion gemäß der jeweiligen Methode ab. Dadurch wird eine einheitliche und vergleichbare Darstellung der drei Ansätze ermöglicht, indem die Ergebnisse jeder Methode in einem **individuell berechneten**, jedoch **strukturell identischen** Gitternetz abgebildet werden. Diese generierten und

bewerteten Gitternetze werden dann im Anschluss mit fundierten statistischen Berechnungen und visuellen Darstellungen untereinander und mit dem offiziellen Verlauf der Alpen verglichen und evaluiert. Dadurch können potenzielle Unterschiede der ausgewählten Ansätze aufgezeigt und **Handlungsempfehlungen** für zukünftige Gebietsangrenzungsanalysen aufgestellt werden. Ein besonderer Fokus liegt dabei auf Abweichungen in der wahrgenommenen Ausdehnung der Alpen sowie auf Differenzen bei den Bewertungen der kognitiven Karten innerhalb des Untersuchungsgebiets.

1.5 Struktur der Arbeit

Die vorliegende Masterarbeit setzt sich grundlegend aus folgenden drei Abschnitten zusammen:

- Theoretische Grundlagen
- Praktische Durchführung
- Fazit und Ausblick

In den Kapiteln 2, 3 und 4 wird die theoretische Basis dieser Untersuchung gelegt. Hierfür erfolgt in Kapitel 2 eine Auseinandersetzung mit dem **Thema kognitive Karten**. Dazu werden zuerst die allgemeinen Grundlagen sowie das kartographische Kommunikationsmodell erläutert. Daraufhin folgt eine Darstellung der verschiedenen Methoden zum Informationserwerb für kognitive Karten sowie eine Aufzählung von individuellen Einflussfaktoren auf die Qualität dieser. In Kapitel 3 wird der **aktuelle Forschungsstand** präsentiert. Dafür werden Methoden zur Gebietsabgrenzung basierend auf kognitiven Karten vorgestellt und deren Funktionsweisen erläutert. Diese werden im Laufe dieser Masterarbeit für das Untersuchungsgebiet der Alpen entsprechend adaptiert. Der **Verlauf des Gebirges** sowie die Bedeutung der Alpenkonvention werden in Kapitel 4 behandelt. Nach der theoretischen Einführung in das Thema folgt in den Kapiteln 5, 6 und 7 die praktische Durchführung und Auswertung der Daten. Zuerst werden in Kapitel 5 für die empirische Untersuchung das Forschungsdesign und die Stichprobenkonstruktion vorgestellt. Daraufhin wird sich intensiv mit den Grundlagen, der Durchführung und den Ergebnissen aller drei Methoden in Hinblick auf die Adaption der Alpen auseinandergesetzt. In Kapitel 6 werden **die gewonnenen Daten nach dem Kriterium der Genauigkeit evaluiert**. Dies geschieht mithilfe fundierter statistischer Kennwerte sowie visueller Darstellungen, welche die Differenzen zwischen den Ergebnissen der einzelnen Methoden und dem offiziellen Verlauf des Alpenbogens aufzeigen sollen. Daraufhin werden in Kapitel 7 die zuvor berechneten und dargestellten Informationen **diskutiert**. Hierfür werden die in Kapitel 1.3 aufgestellte Hypothese sowie die jeweilige Arbeits- und Forschungsfrage untersucht und beantwortet. Zuletzt wird eine Schlussfolgerung über die Genauigkeit aller drei Methoden in

Hinblick auf den offiziellen Verlauf der Alpen gegeben und aufgezeigt, wie sich diese unterscheiden. Außerdem werden jeweils die Vor- und Nachteile mithilfe statistischer Berechnungen präsentiert und daraus Handlungsempfehlungen für zukünftige Analysen aufgestellt. In Kapitel 8 werden ein **abschließendes Fazit und ein Ausblick für weitere Untersuchungen in Bezug auf Gebietsabgrenzungen** präsentiert.

2 Einführung in die Thematik kognitive Karten

In diesem Kapitel wird ein allgemeiner Überblick über das Thema kognitive Karten gegeben. Nachdem die zentralen Grundlagen dargelegt wurden, werden die verschiedenen Möglichkeiten zur Informationsaufnahme für diese mentalen Abbildungen aufgezeigt. Daraufhin folgt ein Einblick in individuelle Einflussfaktoren, welche auf die Bildung und Nutzung kognitiver Karten einwirken. Abschließend wird eine Auswahl an Beispielen vorgestellt, durch welche dargestellt wird, in welchen Bereichen diese zu Analysezwecken eingesetzt werden.

2.1 Grundlagen

Karten sind ein fester Bestandteil im täglichen Leben von Menschen und werden oft entweder bewusst oder unbewusst verwendet. Dabei gibt es eine Vielzahl an verschiedenen Kartentypen, welche allesamt unterschiedliche Ziele verfolgen. Eine häufig verwendete Art ist die **physische Karte**. Dabei liegt das Hauptaugenmerk darauf, einen allgemeinen Überblick über Landschaften zu geben und deren natürliche Formationen wie Berge, Ebenen und Wasserflächen hervorzuheben. Auch **topographische Karten** sind im Alltag allgegenwärtig. Diese fokussieren sich vor allem darauf, Höhenunterschiede im dargestellten Gebiet aufzuzeigen. Dafür werden meist Höhenlinien verwendet, welche gleichhohe Punkte einer Karte miteinander verbinden. So können vertikale Unterschiede im Untersuchungsgebiet übersichtlich aufgezeigt werden. Ein dritter häufig genutzter Kartentyp sind **politische Karten**. Diese konzentrieren sich darauf, Grenzverläufe zwischen Gebieten (z. B. Staaten, Bundesländer, Schulbezirke) darzustellen (Henzel, 2008, S. 8ff.). All diese Darstellungsformen haben gemeinsam, dass sie visuell mit dem Auge betrachtet werden können. Unter Berücksichtigung dieses Faktors wird ein zentraler Unterschied zu kognitiven Karten, welche ausschließlich im Gehirn eines Menschen gebildet werden, deutlich (Epstein et al., 2017, S. 1504). Der Begriff der kognitiven Karte wurde erstmals von Tolman (1948, S. 195f.) verwendet. Darin wird ein Experiment beschrieben, in dem Ratten an sieben aufeinanderfolgenden Tagen jeweils viermal täglich durch ein y-förmiges Labyrinth laufen mussten, worin jeweils Essen bzw. Trinken an den entgegengesetzten Enden des Ganges zu finden war. Vor jedem Durchgang wurden die Tiere gefüttert und mit Wasser versorgt, wodurch sie weder hungrig noch durstig waren. Die Belohnung nach dem Durchlaufen des Labyrinths war lediglich, dass sie wieder zurück in einen Käfig zu Artgenossen gebracht wurden. Am letzten Tag des Experiments wurden die Ratten in zwei Gruppen aufgeteilt, wobei einer Gruppe kein Futter und der anderen kein Wasser vor der Versuchsdurchführung gegeben wurde. Hierbei wurde deutlich, dass sich die durstigen Tiere vor allem nach links bewegten, da dort an den vorherigen Tagen das Wasser stand. Gleichzeitig liefen die hungrigen Ratten vermehrt in den rechten Arm des Labyrinths, da sich dort an den anderen sechs Versuchstagen das Futter befand. Tolman schloss daraus, dass sich die Ratten an den

ersten Tagen des Experiments die Umgebung inklusive der Wasser- und Futterstellen im Gehirn einprägten, obwohl sie weder hungrig noch durstig waren und das Abspeichern des Labyrinths auch keine Notwendigkeit hatte, um wieder zurück in den Käfig zu den Artgenossen zu kommen. Infolgedessen wurde deutlich, dass Ratten mentale Abbildungen der Umgebung erstellen, woraufhin der Ausdruck kognitive Karte erstmals genutzt wurde. Downs und Stea (1973, S. 9ff.) definieren den Begriff in ihrer Publikation *Image and Environment*, welches als das wohl bedeutendste Buch in diesem Themenbereich angesehen wird, als eine Abfolge von psychologischen Transformationen, in denen ein Individuum Informationen über Standorte und Erscheinungen der täglichen räumlichen Umgebung **aufnimmt, speichert und wiedergibt**. Daraus kann wiederum geschlossen werden, dass das räumliche Verhalten eines Menschen von dessen kognitiven Karten abhängig ist. Um solche mentalen Abbildungen erzeugen zu können, müssen sowohl die räumliche Umgebung als auch die dazugehörigen Attribute bekannt sein. Ersteres wird vor allem durch die beiden Komponenten Distanz und Richtung bestimmt. Die subjektive Distanzwahrnehmung kann auf verschiedenste Weise gemessen werden und spielt im täglichen, räumlichen Leben eine wesentliche Rolle, da der Mensch mit diesen Angaben empfindlich umgeht. Ähnlich essenziell ist die Richtungswahrnehmung, auch wenn diese Informationen in kognitiven Karten weniger bewusst auftreten als Entfernungen. Durch eine Kombination der beiden Geometrien können zwar räumliche Informationen gesammelt werden, allerdings sind diese im Vergleich zu kartesischen Koordinaten von kartographischen Werken ungenauer. Um sich dennoch zuverlässig mithilfe kognitiver Karten in einer räumlichen Umgebung bewegen zu können, **müssen viele verschiedene Entfernungsinformationen aufgenommen und gespeichert werden**, um diese dann im benötigten Fall abrufen zu können. Neben den beiden Geometrien müssen zudem attributive Informationen über die räumlichen Erscheinungen vorhanden sein. Diese können in zwei Klassen unterteilt werden:

- deskriptiv und denotativ
- evaluativ und konnotativ

Aus einer Kombination mehrerer Attribute und räumlicher Informationen können daraufhin Objekte gebildet und definiert werden. Allerdings hängt es vom Maßstab des untersuchten Gebiets ab, was als **Attribut, Objekt oder räumliche Umgebung definiert wird**. All diese Faktoren stehen in Verbindung mit der Bildung und Nutzung kognitiver Karten, welche wiederum ein Teil des täglichen Lebens sind und in vielen verschiedenen Bereichen verwendet werden.

2.2 Das Koláčný-Modell als kartographisches Kommunikationsmodell

In diesem Kapitel wird ein kurzer Einblick in das **Koláčný-Modell** gegeben, welches sich mit der kartographischen Kommunikation auseinandersetzt und deren wichtigste Punkte darstellt. Koláčný (1969, S. 48f.) entwickelte ein Modell, welches kartographische Information als neues Konzept betrachtet und dabei speziell die Verknüpfung der Kartenerstellung und der Kartennutzung in den Fokus rückt. Abbildung 1 zeigt dieses Modell mit den verschiedenen Abläufen und Eigenschaften, welche allesamt in diesem Kapitel genauer erläutert werden.

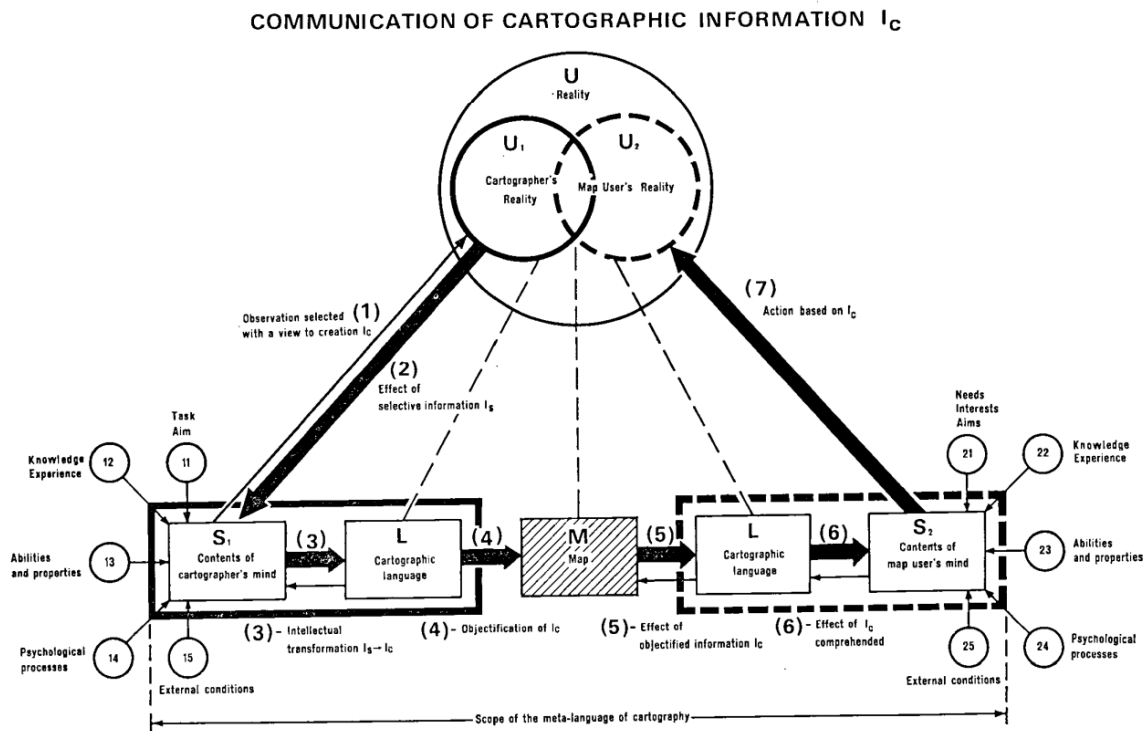


Abbildung 1: Das Koláčný-Modell (Koláčný, 1969, S. 48)

Um einen genaueren Einblick in das Modell zu bekommen, werden sieben Faktoren, welche auf den Prozess der Kommunikation kartographischer Informationen einwirken, vorgestellt. Diese setzen sich aus den folgenden Aspekten zusammen:

- U_1 = Wirklichkeit, wie sie von der kartographierenden Person wahrgenommen wird
- S_1 = Person, welche die Wirklichkeit darstellt (z. B. die kartographierende Person)
- L = Kartographische Sprache zum Übermitteln der Informationen
- M = Kartographisches Produkt (z. B. eine Karte)
- S_2 = Person, welche das kartographische Werk nutzt
- U_2 = Wirklichkeit, wie sie von der nutzenden Person wahrgenommen wird
- I_c = Kartographische Informationen

Daraus wird deutlich, dass das Erstellen und Kommunizieren kartographischer Informationen komplexe Vorgänge sind. Die Dynamik dieses Prozesses wird laut Koláčný in sieben Bereiche

eingeteilt, wobei sich die Aspekte 1 bis 4 auf die Erstellung und die Elemente 5 bis 7 auf die Nutzung von Karten beziehen. Im Folgenden wird jeder dieser Abschnitte genauer erläutert.

1.) Selektive Beobachtung der Realität

Die kartographierende Person nimmt die Wirklichkeit U_1 mit dem Ziel auf, Informationen über diese zu gewinnen. Dabei gibt es immer eine Absicht, warum diese Tätigkeit ausgeführt wird, wodurch diese als selektierend bezeichnet werden kann. Es besteht sowohl die Möglichkeit, die Umgebung direkt aufzunehmen oder Informationen über diese durch bereits bestehende kartographische Werke zu sammeln.

2.) Wirkung selektiver Informationen I_s

Die Wirklichkeit hat eine informative Wirkung auf die kartographierende Person. Dabei werden selektive Informationen I_s , welche eine multidimensionale und intellektuelle Abbildung der Wirklichkeit sind, aufgenommen.

3.) Transformation selektiver Informationen I_s in kartographische Informationen I_c

Die kartographierende Person transformiert ein multidimensionales Abbild der Wirklichkeit I_s in ein zweidimensionales Modell, welches als kartographische Information I_c wirkt. Dabei wird mit kartographischer Sprache L gearbeitet.

4.) Versachlichung kartographischer Informationen I_c

Die kartographierende Person stellt die kartographischen Informationen I_c mithilfe von Kartensymbolen dar. Diese werden in einer Karte präsentiert, wodurch die Informationsaufnahme durch menschliche Sinne möglich gemacht wird.

5.) Wirkung versachlichter kartographischer Informationen I_c

Die Karte hat eine informative Wirkung auf die nutzende Person. Hierfür wird die Karte gelesen und damit gearbeitet, wodurch sich die aufgenommenen kartographischen Informationen von U_2 zu U_1 umwandeln.

6.) Wirkung kartographischer Informationen I_c auf das Verständnis

Basierend auf kartographischen Informationen I_c kreiert die nutzende Person ein multidimensionales Abbild der Wirklichkeit U_1 .

7.) Stärken kartographischer Informationen I_c

Die aufgenommenen kartographischen Informationen I_c erweitern das Wissen und die Erfahrung der nutzenden Person. Diese können direkt oder für spätere Aufgaben von wichtiger Bedeutung sein und genutzt werden. Insgesamt lässt sich festhalten, dass die Wahrnehmung U_2 jedenfalls ausgeprägter als zuvor ist.

2.3 Methoden zum Erwerb von Informationen für kognitive Karten

Klassische kartographische Werke wie physische Karten sind oftmals auf die Betrachtung mit dem Auge beschränkt und können Informationen nicht anderweitig überliefern. Hingegen ist dies beim Erwerb von Informationen für kognitive Karten der Fall. Auch hier spielt **das Auge als primäre Aufnahmequelle** eine wichtige Rolle, allerdings wird es ergänzt durch die **taktilen (Haut), olfaktorischen (Nase) und kinästhetischen (Bewegung) Sinne**. All diese Faktoren hängen zusammen und helfen dabei, eine aussagekräftige Darstellung der räumlichen Umgebung für eine mentale Abbildung zu erzeugen (Downs & Stea, 1973, S. 22). Ein zentraler Meilenstein, welcher zum Verständnis des räumlichen Denkens und dadurch zur Bildung kognitiver Karten beitrug, war die Definition von **fünf Elementen**, in welche der Mensch eine räumliche Umgebung einteilt. Lynch (1960, S. 47f.) definierte diese als Fixpunkte der räumlichen Wahrnehmung. Darunter fallen Wege (paths), Ränder (edges), Distrikte (districts), Knotenpunkte (nodes) und Orientierungspunkte (landmarks). Im Folgenden werden die jeweiligen Attribute hinsichtlich ihrer charakteristischen Eigenschaften beschrieben und durch Beispiele veranschaulicht:

1.) Wege (paths)

Als Wege werden Abschnitte bezeichnet, auf denen sich die betrachtende Person üblicherweise, gelegentlich oder potenziell bewegt. Dies sind meist die vorherrschenden Elemente in deren gedanklichen Abbildungen. Beispiele hierfür sind Straßen, Bürgersteige oder Schienen.

2.) Ränder (edges)

Der Begriff Ränder beschreibt lineare Elemente, welche als Grenze zwischen zwei Bereichen fungieren. Dies können sowohl Hindernisse sein, welche nicht überwunden werden können, aber auch Bereiche, an denen zwei Regionen aneinandergrenzen. Als Beispiele dienen hierfür Mauern, Straßenabzweigungen oder auch Küstenlinien.

3.) Distrikte (districts)

Distrikte sind mittel- bis großmaßstäbige Flächen, welche einen definierenden Charakter aufweisen und von der betrachtenden Person als innerhalb oder außerhalb befindend bestimmt werden.

4.) Knotenpunkte (nodes)

Knotenpunkte werden als strategische Punkte innerhalb einer Umgebung definiert. Dazu zählen beispielsweise Haltestellen des öffentlichen Nahverkehrs sowie Kreuzungspunkte von Verkehrswegen. Ein wichtiger Aspekt bei Knotenpunkten ist, dass sie von der betrachtenden Person besucht werden können.

5.) Orientierungspunkte (landmarks)

Als Orientierungspunkte werden ebenfalls Punktreferenzen bezeichnet. Allerdings kann die betrachtende Person diese nicht betreten und kein Teil davon sein. Beispiele hierfür sind ein Berg oder ein Schild.

Diese fünf Elemente sind ein elementarer Teil in der Wahrnehmung der räumlichen Umgebung und dadurch in der Bildung kognitiver Karten. MacEachren (1991, S. 153) beschreibt zudem, dass die jeweiligen Elemente noch dazugehörige Eigenschaften wie eine Farbe aufweisen können. Bei räumlichen Objekten besteht zusätzlich die Möglichkeit, diese mit Charakteristiken zu versehen. All diese Faktoren helfen beim Erwerb von Informationen zur Bildung kognitiver Karten. Dabei muss zwischen zwei Arten, nämlich direkter/primärer und indirekter/sekundärer Aufnahme, unterschieden werden. Im Folgenden werden diese beiden Typen genauer erläutert.

2.3.1 Direkte/primäre Aufnahme

Direktes (Montello et al., 2004, S. 251) oder auch primäres Lernen (Kitchin & Blades, 2002, S. 35) beschreibt den Vorgang, Informationen direkt aus der räumlichen Umgebung mit sensorischen Erfahrungen aufzunehmen (Montello et al., 2004, S. 252). Insgesamt gibt es drei Hauptansätze, wie eine Umgebung durch primäre Interaktionen aufgenommen werden kann. Die erste Theorie besagt, dass elementare Objekte (z. B. Orientierungspunkte) in einer räumlichen Umgebung als Grundbausteine gesehen werden, an welche im Anschluss weitere Informationen wie Wegverläufe angefügt werden. Gegensätzlich dazu verfolgt die zweite Theorie den Ansatz, dass wegbasierte Informationen als anfängliches Wissen dienen und daraufhin Orientierungspunkte mit diesen in Verbindung gebracht werden. Abweichend zu diesen beiden Methoden besagt die dritte Theorie, dass Informationen für kognitive Karten nicht durch die Aufnahme von Wegen oder Orientierungspunkten entstehen, sondern in Folge von Erinnerungen, welche aus mehreren Anblicken einer räumlichen Umgebung aufgenommen werden (Kitchin & Blades, 2002, S. 35). Auch wenn der visuelle Aspekt bei diesen Theorien die Hauptaufnahmequelle ist, spielen auch andere Sinneswahrnehmungen wie die Kinästhetik, Akustik oder Haptik eine wichtige Rolle. Die Qualität kognitiver Karten in Folge einer direkten Aufnahme der Umwelt hängt dabei von mehreren Faktoren ab, welche allesamt unterschiedliche Einflüsse auf mentale Wahrnehmung aufweisen. Montello et al. (2004, S. 255) definieren diese wie folgt:

- **Perspektive:** Die Anzahl verschiedener Perspektiven ist ein entscheidendes Merkmal. Je mehr differenzierte Anblicke es gibt, desto besser ist das Ergebnis in den kognitiven Karten.

- **Standortwahl:** Die Wahl des Standortes für die Perspektive spielt ebenso eine maßgebliche Rolle. Das Resultat unterscheidet sich, je nachdem wie gut der Überblick vom jeweiligen Standort ist. Die Aussicht von einem Hochhaus bringt beispielsweise mehr Informationen als ein Standort in einer Häuserschlucht.
- **Fortbewegungsart:** Auch die Wahl des Fortbewegungsmittels hat einen Einfluss auf die Aufnahme der räumlichen Umgebung. Es gibt Differenzierungen zwischen Gehen, Laufen, Fahrradfahren, Autofahren oder Fliegen.

2.3.2 Indirekte/sekundäre Aufnahme

Eine indirekte (Montello et al., 2004, S. 252) oder auch sekundäre Aufnahme ist oftmals eine nützliche Ergänzung zum direkten Informationserwerb. Dabei können Inhalte über eine räumliche Umgebung gewonnen werden, ohne ein Teil davon zu sein bzw. ohne dieses Gebiet zu besuchen. Auch ist dieses Verfahren die einzige Möglichkeit, kognitive Karten von kleinmaßstäbigen Bereichen, welche persönlich nicht oder nur schwer aufgenommen werden können (z. B. Kontinente), zu bilden (Kitchin & Blades, 2002, S. 44). Unter indirekte Quellen fallen Aspekte wie Karten, Bilder, Filme, Animationen (Montello et al., 2004, S. 252), schulische Ausbildung, Fernsehen, Bücher, Zeitungen, Atlanten, Magazine, Spiele, Hobbys oder auch das Sprechen mit anderen Menschen (Saarinen et al., 1988, zitiert nach Kitchin & Blades, 2002, S. 44). Speziell bei der Informationsaufnahme durch Karten, welche besonders für geographische Fragen von Bedeutung sind, beeinflussen verschiedene Faktoren die Qualität der dadurch gebildeten kognitiven Abbildungen. Die Wichtigsten werden im Folgenden genauer erläutert (Montello et al., 2004, S. 255):

- **Maßstab:** Der Maßstab von betrachteten kartographischen Werken hat einen elementaren Einfluss. Während kleinmaßstäbige Werke größere Bereiche abdecken (z. B. Kontinente), wird bei der Verwendung großmaßstäbiger Karten das Augenmerk auf kleinere Abschnitte gelegt (z. B. Städte). Daraus ergibt sich, dass Werke mit einem kleinen Maßstab mehr generalisiert und dadurch ungenauer sind. So sind beispielsweise Straßen und Flüsse auf großmaßstäbigen Karten präziser im Vergleich zur Wirklichkeit und liefern dadurch realitätsnähere Informationen für kognitive Karten.
- **Kartentyp:** Ein weiterer wichtiger Faktor ist der Kartentyp. Während Referenzkarten wie physische Karten die Erdoberfläche möglichst realitätsnah darstellen (Flüsse, Seen, Berge, etc.), wird bei thematischen Karten die Genauigkeit oftmals auf ein Minimum reduziert, da damit Verteilungen von Attributen auf der Erdoberfläche präsentiert werden und dabei die Genauigkeit eine untergeordnete Rolle spielt. Je nach verwendeter Karte können so unterschiedliche Informationen für die räumliche Wahrnehmung aufgenommen werden.

- **Perspektive:** Die Perspektive, aus der kartographische Werke dargestellt werden, ist ebenfalls von Bedeutung. Auch wenn ein Großteil der Karten einen vertikalen Blick auf die Erdoberfläche nutzt, gibt es genauso Werke, welche eine schräge Ansicht auf das abgebildete Gebiet verwenden. Bei einem solchen Sichtfeld werden weit entferntere Objekte kleiner dargestellt, was wiederum die Aufnahme von Informationen anderweitig beeinflusst.

2.4 Individuelle Einflussfaktoren

Neben der Differenzierung zwischen direkter/primärer und indirekter/sekundärer Aufnahme gibt es ebenfalls individuelle Einflussfaktoren, welche Auswirkungen auf die Qualität der Bildung und Nutzung kognitiver Karten haben. Eine Auswahl dieser wird nachfolgend präsentiert.

2.4.1 Alter

Ein Aspekt, welcher bei der Bildung und Nutzung räumlicher Wahrnehmung eine Rolle spielt, ist das Alter der entsprechenden Person. Das Altern ist verbunden mit einer Abnahme verschiedener geistiger Fähigkeiten wie der Aufmerksamkeit oder des räumlichen Denkens (Kausler 1994, zitiert nach Driscoll et al., 2005, S. 326). Iaria et al. (2009, S. 188f.) untersuchten in ihrer Studie, welche Abweichungen es zwischen jungen (Durchschnittsalter 23,9 Jahre) und älteren (Durchschnittsalter 55,8 Jahre) Erwachsenen bei diesen Fähigkeiten gibt. Dafür wurde ein Versuchsaufbau errichtet, der aus einer virtuellen Umgebung bestand, in der mehrere Gebäude mit unterschiedlichen Größen und Formen platziert wurden. Zudem waren in sechs der Gebäude verschiedene Einrichtungen (Kino, Restaurant, Bar, Hotel, Apotheke, Blumenladen) verortet. Um die Bildung kognitiver Karten zu analysieren, durften sich die Teilnehmenden frei durch die virtuelle Umgebung bewegen. Alle zwei Minuten wurden die Probandinnen und Probanden gefragt, ob sie alle sechs Orientierungspunkte auf einer Karte des Untersuchungsgebiets verorten können. War dies der Fall, galt der Versuch als bestanden, bei einem negativen Resultat, durfte die virtuelle Umgebung weiter aufgenommen werden. Zusätzlich zu der Abfrage, welche alle zwei Minuten stattfand, konnten die Teilnehmenden auch von sich aus die Zeit stoppen und die sechs Orientierungspunkte verorten. Nachdem alle Ergebnisse vorhanden waren, zeigte sich deutlich, dass es **zeitliche Unterschiede zwischen den beiden Altersgruppen gab**. Während die jungen Erwachsenen im Schnitt 896 Sekunden brauchten, benötigten die älteren Probandinnen und Probanden im Schnitt 1173,6 Sekunden, um richtige kognitive Karten der virtuellen Umgebung zu erzeugen und dadurch die Aufgabe zu lösen. Eine graphische Darstellung mit den Ergebnissen ist in Abbildung 2 zu sehen.

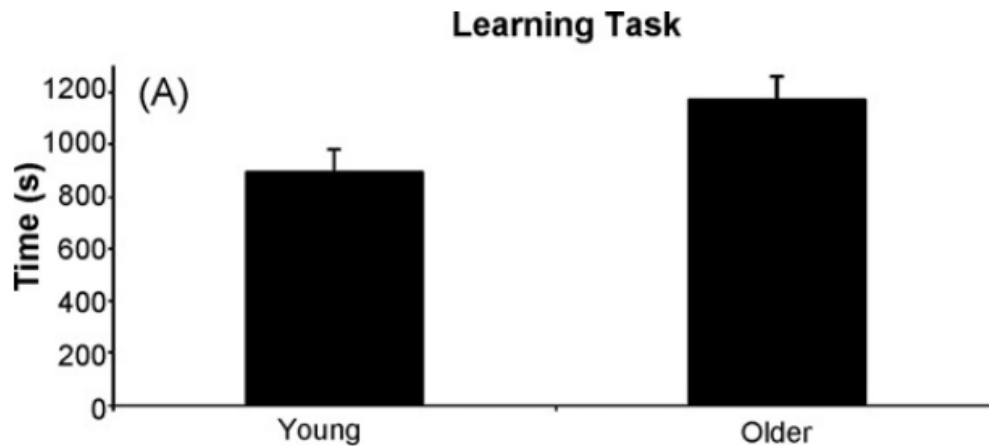


Abbildung 2: Durchschnittliche Versuchsdauer für beide Altersgruppen (Iaria et al., 2009, S. 189)

Eine noch größere Diskrepanz zeigten die Ergebnisse bei der Nutzung kognitiver Karten. Dafür wurden zwölf Versuche durchgeführt, bei denen die Teilnehmenden immer vor einem der sechs öffentlichen Einrichtungen in der virtuellen Umgebung standen. Daraufhin wurde eines der fünf anderen Orientierungspunkte angezeigt, zu denen nun der schnellste Weg gefunden werden sollte. Dabei konnte die Route frei gewählt werden. Aus der Differenz zwischen der benötigten und der schnellstmöglichen Zeit konnte nun für jede Altersgruppe die durchschnittliche Verspätung in Bezug auf die schnellstmögliche Route ermittelt werden. Die dadurch berechneten Ergebnisse sind eindeutig. Während die jungen Erwachsenen im Schnitt eine Verspätung von 9,6 Sekunden hatten, benötigte die ältere Altersgruppe im Durchschnitt bereits 53,32 Sekunden länger als die bestmögliche Zeit. Ähnliche Resultate werden auch bei Betrachtung der Fehleranzahl bei der Routenwahl deutlich. **Wohingegen die jungen Probandinnen und Probanden kaum Fehler machten, produzierten die älteren Teilnehmenden diese vermehrt** (Iaria et al., 2009, S. 189). Die jeweilige durchschnittliche Fehleranfälligkeit ist in Abbildung 3 zu sehen.

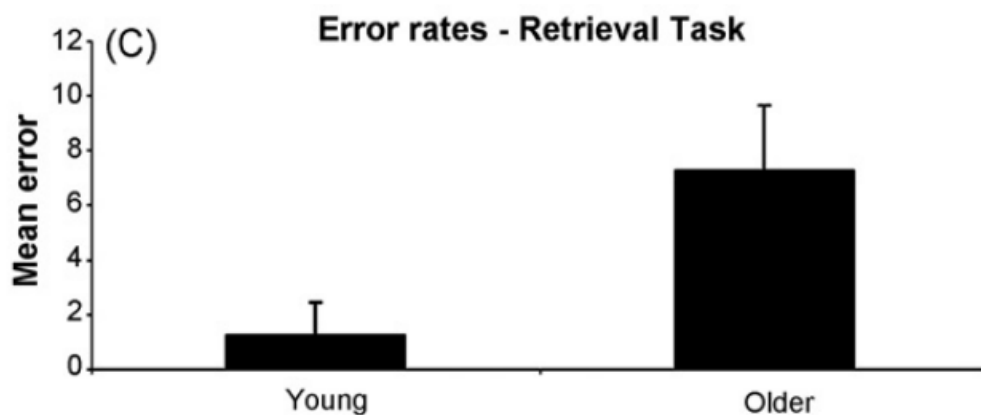


Abbildung 3: Durchschnittliche Fehlerrate für beide Altersgruppen (Iaria et al., 2009, S. 189)

Aus der Untersuchung wird klar ersichtlich, dass die Fähigkeit kognitive Karten zu bilden und diese im Anschluss zu nutzen mit dem Alter sinkt. Während junge Erwachsene das räumliche

Umfeld für kognitive Karten schnell aufnehmen und das aufgenommene Wissen gut anwenden können, benötigen ältere Menschen bei beiden Aufgaben mehr Zeit und produzieren zudem mehr Fehler dabei. Abseits dieser Untersuchung kamen auch weitere Forschungen zum gleichen Entschluss und zeigten auf, dass sich die Fähigkeiten des räumlichen Denkens mit Bezug auf kognitive Karten mit fortschreitendem Alter verschlechtern (Liu et al., 2011; Driscoll et al., 2005; Wilkniss et al., 1997).

2.4.2 Vertrautheit und Erfahrung

Wie vertraut eine Person mit einer räumlichen Umgebung ist, hat einen großen Einfluss auf das Verständnis dieser. Allerdings beschreibt der Begriff Vertrautheit individuelle Kriterien zu einem bestimmten Ort, welche sich von Mensch zu Mensch unterscheiden. Während manche einen Ort als vertraut ansehen, wenn sie dessen Namen wissen oder diesen auf Fotos erkennen, beschreiben andere eine räumliche Umgebung als vertraut, wenn sie diese regelmäßig besuchen oder dessen geographische Position kennen (Kitchin & Blades, 2002, S. 48f.). Daraus ist abzuleiten, dass räumliche Vertrautheit ein multidimensionales Konzept ist (Gale et al., 1990, S. 300). Nicht nur die Ausprägung dieser hat einen Einfluss auf die Bildung kognitiver Karten, sondern auch wie diese Erfahrung gesammelt wird. So liefern Informationsaufnahmen, welche **aktiv** durchgeführt werden, umfangreichere kognitive Karten als bei einer passiven Aufnahme. Dies ist der Fall, da motorische Erfahrungen und sensomotorische Interaktionen, welche für Bewegungen benötigt werden, optimale Voraussetzungen zum Lernen einer Umgebung bieten (Kitchin & Blades, 2002, S. 49). Speziell bei Kleinkindern spielt dieser Faktor eine entscheidende Rolle. Feldman und Acredolo (1979, S. 700f.) fanden heraus, dass sich 3- bis 4-jährige Kinder eine räumliche Umgebung besser einprägen können, wenn sie sich durch diese aktiv und nicht passiv (von einem Erwachsenen geführt) bewegen. Gleichzeitig zeigt sich bei 9- bis 10-jährigen Kindern nur noch ein minimaler Unterschied zwischen den Ergebnissen bei einer aktiven und passiven Aufnahme der Informationen. Die genauen Ergebnisse sind in Tabelle 1 ersichtlich.

AGE	ACTIVE		PASSIVE	
	Landmark	No Landmark	Landmark	No Landmark
3-4 yr.	10.5 ft (3.2 m)	7.4 ft (2.3 m)	17.9 ft (5.5 m)	40.7 ft (12.4 m)
9-10 yr.	1.8 ft (0.5 m)	1.7 ft (0.5 m)	2.4 ft (0.7 m)	2.7 ft (0.8 m)

Tabelle 1: Mittlere Entfernungsfehler für beide Altersgruppen (Feldman & Acredolo, 1979, S. 701)

Auch wenn Erfahrung und Aufenthaltsdauer an einem bestimmten Ort oftmals als Synonym verwendet werden, sind diese beiden Elemente nicht gleichzusetzen. Selbst wenn eine Person seit längerer Zeit an einem festen Ort wohnt, kann es vorkommen, dass sich diese nur im engeren Umkreis des Wohnsitzes bewegt, wodurch die Bildung räumlicher Erfahrungen nur in

geringem Maße möglich ist (Kitchin & Blades, 2002, S. 50). Zu diesem Entschluss kam auch Montello (1991, S. 67), welcher untersuchte, wie die Winkel von Straßen (in Anbetracht des Straßenrasters des Ortes) die Qualität von Richtungsangaben durch Passantinnen und Passanten beeinflussen. Darin konnte festgestellt werden, dass Personen, welche bereits vermehrt Erfahrungen in dem Untersuchungsgebiet sammelten, Richtungsangaben schneller bereitstellen konnten. Zusätzlich lieferten ortsansässige Teilnehmende genauere Ergebnisse und konnten die räumliche Umgebung besser einschätzen. Die Faktoren Vertrautheit und Erfahrung haben somit sowohl bei der Bildung als auch bei der Nutzung kognitiver Karten einen direkten Einfluss auf die Qualität dieser.

2.4.3 Schulische Ausbildung

Ein weiterer Aspekt, welcher Auswirkungen auf die Qualität kognitiver Karten hat, ist die schulische Ausbildung. So hat die Verwendung von Lehrbüchern und Atlanten im Unterricht einen direkten Einfluss auf die Entwicklung geographischen Wissens. Meist wird bei Karten, welche darin abgebildet sind, auf Projektionen zurückgegriffen, die starke Verzerrungen vermeiden (z. B. Robinson-Projektion). Im Gegensatz dazu wird bei digitalen Abbildungen im Internet oftmals auf Mercator-Projektionen zurückgegriffen (Lapon et al., 2020, S. 221), welche vor allem in Richtung der Pole starke Verzerrungen der Erdoberfläche aufweisen. Dadurch werden die geographischen Gegebenheiten konträr zur tatsächlichen Erscheinung wahrgenommen. Speziell bei global räumlichen Abbildungen spielt die Projektion eine entscheidende Rolle, da Karten die einzige Möglichkeit sind, Informationen über solche kleinmaßstäbigen Gebiete zu beschaffen (Kitchin & Blades, 2002, S. 44). Lapon et al. (2020, S. 231) untersuchten in ihrer Studie, welchen Einfluss die in Lehrbüchern und Atlanten verwendeten Abbildungen auf kognitive Karten von Studierenden haben. Dabei kam heraus, dass 61 % der Befragten die Robinson-Projektion, als die für sie bekannteste und vertrauteste Abbildung der Erde ansehen. Aus diesem Ergebnis zeigt sich, dass Studierende aktiv von den Karten beeinflusst werden, welche in Lehrmaterialien dargestellt sind und die Wahl der Projektion dabei eine entscheidende Rolle spielt. Auch wenn außerhalb der schulischen Ausbildung oftmals Abbildungen mit Mercator-Projektionen verwendet werden, zeigt sich deutlich, **dass Lehrmaterialien immer noch von knapp zwei Drittel als Hauptinformationsquelle im kartographischen Bereich angesehen werden.**

Ein weiteres Thema, welches aktiv Einfluss auf die Qualität kognitiver Karten hat, ist der Notendurchschnitt. Saarinen et al. (1988, zitiert nach Kitchin & Blades, 2002, S. 54) fanden heraus, dass es eine Korrelation zwischen den erzielten Noten und der Qualität von gezeichneten Kartenskizzen einer räumlichen Umgebung gibt. Je besser die Noten der Schülerinnen und

Schüler waren, desto genauer wurden die Skizzen auf Basis der räumlichen Wahrnehmung gezeichnet.

2.4.4 Geschlecht

Die Untersuchung geschlechtlicher Unterschiede in Hinblick auf das räumliche Denken und Wissen ist ein weit verbreitetes Thema in der Wissenschaft. Dahingehende Meinungen haben sich über die Jahre verändert. Während in den 1980er Jahren keine Beweise für Unterschiede zwischen den Geschlechtern bei der Ausübung räumlicher Fähigkeiten gefunden werden konnten, gab es ab den 1990er Jahren erste Erkenntnisse, dass es sehr wohl geschlechterabhängige Differenzen gibt. Seitdem gab es mehrere wissenschaftliche Arbeiten, welche sich diesem Thema widmeten (Lapon et al., 2020, S. 222). Liu et al. (2011, S. 117f.) untersuchten, wie sich die Ergebnisse zwischen Männern und Frauen bei der Bildung sowie der Nutzung kognitiver Karten unterscheiden. Für den Ablauf, welcher die Bildung dieser analysiert, wurde eine virtuelle Umgebung bereitgestellt, in der vier Orientierungspunkte (Restaurant, Blumenladen, Kino, Hotel) in vier identisch aussehenden Gebäuden verteilt wurden. Der Test bestand dabei aus einer Abfolge von Aufgaben. Den Teilnehmenden wurden Videos, welche eine willkürliche Navigation durch das Untersuchungsgebiet zeigen, vorgespielt. Dabei waren beim ersten Durchlauf alle vier Orientierungspunkte zu sehen und bei den restlichen (maximal 20) immer zwischen 1 und 3. Nach jedem Video wurden die Befragten aufgefordert, die Orientierungspunkte auf einer Karte der Umgebung richtig zu verorten. Bei zwei aufeinanderfolgenden richtigen Ergebnissen galt der Versuch als bestanden. Mithilfe der Berechnung des Durchschnitts aller Teilnehmenden konnten Unterschiede zwischen den männlichen und weiblichen Befragten festgestellt werden. **So brauchten Männer im Schnitt weniger Versuche, um die Orientierungspunkte richtig zu verorten.** In Abbildung 4 sind die Ergebnisse hinsichtlich der Geschlechterunterschiede detailliert dargestellt.

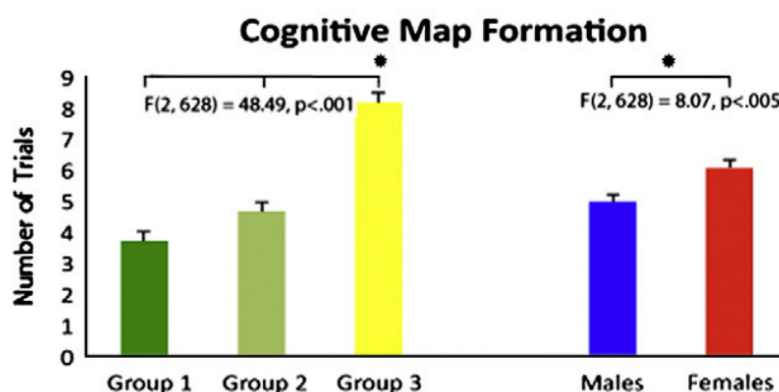


Abbildung 4: Geschlechterspezifische Unterschiede (rechts) bei der Erstellung kognitiver Karten (Liu et al., 2011, S. 114)

Der Versuchsaufbau, welcher potenzielle Unterschiede in Hinblick auf die Nutzung kognitiver Karten analysiert, baut auf den vorherigen auf. Insgesamt wurden den Befragten sechs

verschiedene Videos gezeigt, in denen jeweils eine Route von einem Orientierungspunkt zu einem anderen abgelaufen wurde. Am Ende der Aufnahmen mussten die Teilnehmenden jedes Mal angeben, ob die von der navigierenden Person gewählte Route die schnellste war oder nicht (Liu et al., 2011, S. 118). Auch hier zeigt sich bei den Ergebnissen, **dass Männer besser abgeschnitten haben als Frauen**. Das genaue Resultat ist in Abbildung 5 zu betrachten.

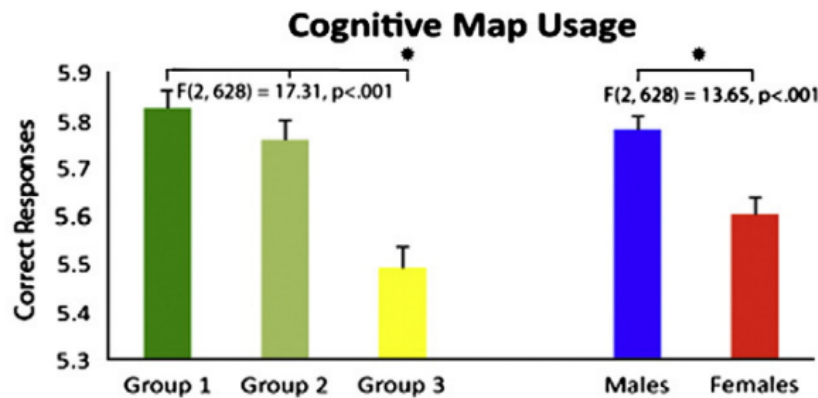


Abbildung 5: Geschlechterspezifische Unterschiede (rechts) bei der Nutzung kognitiver Karten (Liu et al., 2011, S. 114)

Diese Ergebnisse spiegeln auch den allgemeinen Gedanken in der Wissenschaft wider, welcher besagt, dass Männer dazu neigen, Frauen bei mentalen-räumlichen Tests zu übertreffen (Montello et al., 1999, S. 515).

2.5 Genauigkeit kognitiver Karten

Auch wenn bei der Bildung kognitiver Karten versucht wird, die tatsächliche Umgebung in den Wahrnehmungen der Menschen möglichst genau darzustellen, weisen sie im Vergleich zur Wirklichkeit einige Abweichungen auf, wodurch diese als

- komplexe,
- hochselektive,
- abstrakte und
- verallgemeinerte

Darstellungen der tatsächlichen Gegebenheiten angesehen werden können (Downs & Stea, 1973, S. 18). Typischerweise begehen Menschen bei dem Versuch, räumliche Darstellungen einer Umgebung einzuprägen, systematische Fehler (Klippel et al., 2005, S. 204). Dies zeigt sich beispielsweise bei der Abdeckung der Erdoberfläche. Während die reale Welt aus einer durchgehenden Oberfläche besteht, sind kognitive Karten diskontinuierlich und weisen einige Lücken auf, wodurch bestimmte Bereiche in den geistigen Abbildungen nicht dargestellt werden. Ein weiterer Punkt, welcher die Genauigkeit kognitiver Karten stark beeinflusst, ist die Verzerrung der Wirklichkeit. Darunter wird die geistige Transformation von Distanzen und Richtungen verstanden, was zur Folge hat, dass die subjektiven Geometrien eines Menschen

von den tatsächlichen Gegebenheiten der realen Welt abweichen. Dies führt wiederum dazu, dass räumliche Verhaltensmuster aktiv von den verzerrten kognitiven Karten beeinflusst werden (Downs & Stea, 1973, S. 19). Die Genauigkeit steht zudem in Einklang mit der Speicherkapazität im Gehirn. In den meisten Fällen kann eine Fülle an aufgenommenen Informationen nicht exakt wiedergegeben werden, was auf die limitierten Funktionen der Kapazitäten im Gehirn zurückzuführen ist. Auch wenn das schematische Gedächtnis es möglich macht, diesen Limitationen des Arbeitsgedächtnis entgegenzuwirken, leidet oft die Genauigkeit darunter (Okabayashi & Glynn, 1984, S. 279).

2.6 Anwendungsbereiche

Da kognitive Karten aussagekräftige Quellen sind und damit wichtige Informationen der Bevölkerung gesammelt werden können, spielt die Analyse dieser in vielen Bereichen des öffentlichen Lebens eine maßgebliche Rolle. In der folgenden Ausführung werden beispielhafte Themen vorgestellt und kurz erläutert. Eine häufig genutzte Methode ist die Untersuchung kognitiver Karten im Kontext des Tourismussektors. So analysierte Fridgen (1987, S. 101ff.), welche Teile Michigans von den Besuchenden eines Reiseinformationszentrums als Erholungs- und Tourismusregion angesehen werden. Dafür wurden zufällige Personen ausgewählt und aufgefordert, auf einer Karte von Michigan, welche nur die Grenzen der einzelnen Countys zeigt, mindestens drei bis fünf Regionen zu markieren, welche sich ihrer Meinung nach als Erholungs- und Tourismusregion anbieten würden. Anschließend sollte in jeder eingezeichneten Region ein County mit einem (X) markiert werden, das gleichzeitig als zentraler Punkt der übergeordneten Region dienen soll. Die Ergebnisse sind in Abbildung 6 dargestellt.

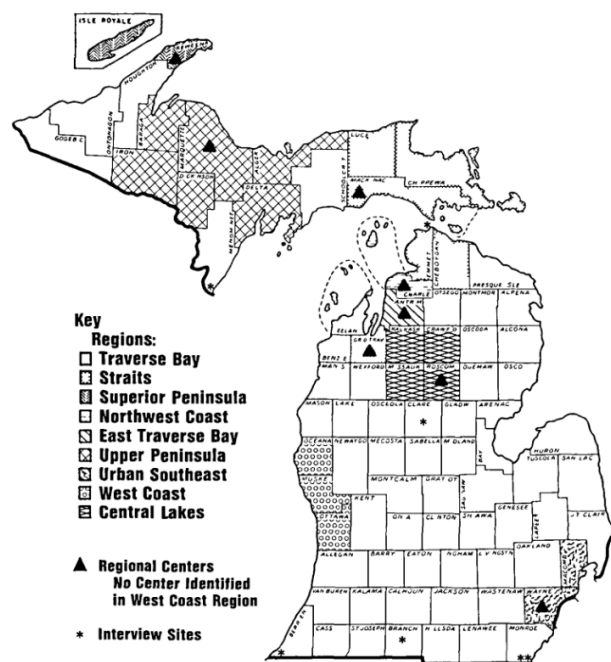


Abbildung 6: Kognitiv definierte Erholungs- und Tourismusregionen Michigans (Fridgen, 1987, S. 105)

Neben der kartographischen Aufgabe wurden zudem Informationen wie Alter, Geschlecht, Herkunft und Vertrautheit mit Michigan erfragt, um die Resultate nach unterschiedlichen Gesichtspunkten zu analysieren (Fridgen, 1987, S. 104). Untersuchungen dieser Art im touristischen Bereich können nachhaltig dazu beitragen, touristische Regionen zu stärken und das Marketing gezielt darauf auszurichten.

Ein weiterer essenzieller Bereich, bei dem kognitive Karten in Analysen miteinbezogen werden, ist die Verkehrs- und Raumplanung. Vajjhala und Walker (2010, S. 489ff.) untersuchten mehrere Mobilitätsmuster von Menschen, welche in den abgelegenen Gegenden Lesothos leben. Dabei wurde ein spezieller Fokus auf den Transportsektor gelegt, zumal dieser eine elementare Rolle bei der Bekämpfung von Armut spielt und auf eine nachhaltige Entwicklung Einfluss hat. Um Mobilitätsstrukturen der dort lebenden Bevölkerung analysieren zu können, wurden zuerst Interviews durchgeführt, in denen der Fokus auf die Festlegung wichtiger Punkte und Wege in der jeweiligen Umgebung gelegt wurde. Im Anschluss daran wurden Kartenskizzen mit diesen zuvor erfahrenen Informationen über das untersuchte Gebiet gezeichnet, wovon eine exemplarisch in Abbildung 7 zu sehen ist. Um genauere Analysen durchführen zu können, wurden von den beschriebenen Punkten und Wegen die GPS-Koordinaten genommen und die Kartenskizzen damit als Layer in ein GIS-Programm geladen. Bei den Ergebnissen konnte festgestellt werden, dass die dort lebende Bevölkerung, konträr zu den Erwartungen vieler Verkehrsplaner, trotz ihrer isolierten und abgelegenen Region sehr mobil ist. Aufgrund vieler differenzierter Mobilitätsmuster ist es notwendig, diese zu analysieren, um die bestmöglichen Voraussetzungen zu schaffen und den Transportsektor sowohl in abgelegenen als auch stark frequentierten Gebieten zu stärken. Speziell in Hinblick auf die Erreichbarkeit von essenziellen öffentlichen Einrichtungen wie Schulen oder Krankenhäusern spielt dies eine entscheidende Rolle.

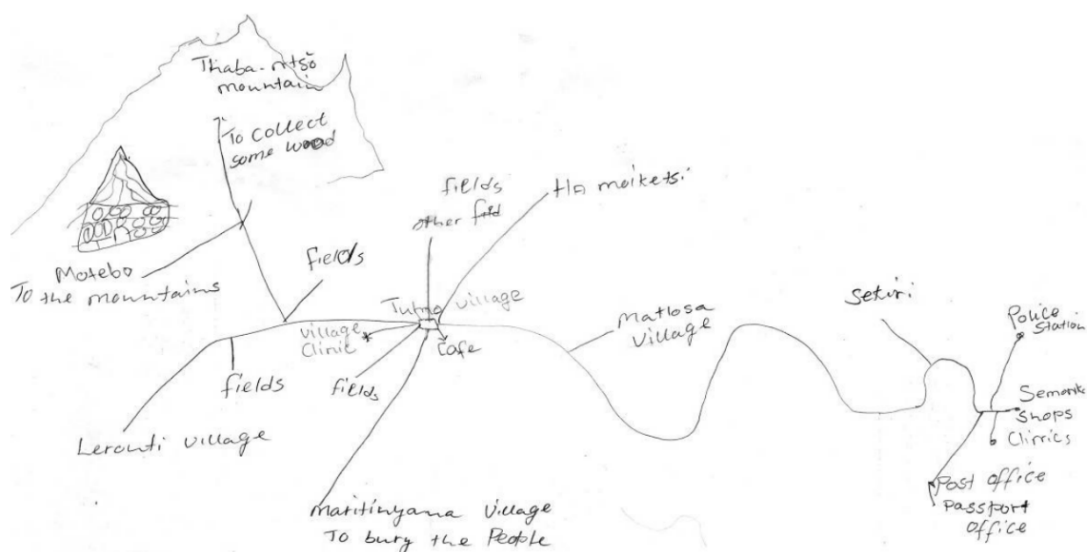


Abbildung 7: Kartenskizze basierend auf der kognitiven Karte einer Frau aus Ha Tumo (Vajjhala & Walker, 2010, S. 495)

Dies ist nur eine Auswahl an Anwendungsbereichen, welche kognitive Karten in die Untersuchung miteinbeziehen. Weiters können unter anderem auch folgende Aspekte als Themenbereiche angesehen werden, bei denen die Analyse der räumlichen Wahrnehmung der Bevölkerung ein wichtiger Bestandteil ist:

- Umweltmanagement (Martinez de Salazar & García Sanz-Calcedo, 2019)
- Krisenmanagement (Drakaki & Tzionas, 2021)
- Bildung (Voženílek et al., 2014)
- Sport (Balduck et al., 2010)

3 Methoden zu Gebietsabgrenzungen auf Basis kognitiver Karten

In diesem Abschnitt wird die erste Arbeitsfrage beantwortet, die in Kapitel 1.3 aufgestellt wurde: **Welche gängigen Methoden zur Analyse kognitiver Karten gibt es und wie unterscheiden sich diese hinsichtlich ihrer Zielsetzung und dem methodischen Vorgehen?** Hierfür werden die einzelnen Methoden individuell vorgestellt und deren essenzielle Eigenschaften dargelegt. Dies soll dazu beitragen, den aktuellen Stand der Forschung aufzuzeigen.

3.1 Kartenskizze

Kartenskizzen sind ein beliebtes und häufig verwendetes Werkzeug, welches auch im Bereich der Geodatenaufbereitung zum Einsatz kommt (Costa & Bonetti, 2018, S. 53). Dabei liegt der Fokus darauf, durch **händische Zeichnungen** der Befragten einen Einblick in kognitive Wahrnehmungen einer räumlichen Umgebung zu gewinnen (Al-ghamdi & Al-Harigi, 2015, S. 736). In der Vergangenheit wurde bereits eine Vielzahl an Forschungen durchgeführt, welche Verzerrungen und Abstrahierungen von geographischen Gebieten auf Basis von Kartenskizzen untersuchten (Costa & Bonetti, 2018; Tversky, 1981; Lorenzi-Cioldi et al., 2011). Vor allem zur Analyse von kleinmaßstäbigen Gebieten bietet sich die Methode des Einzeichnens von Grenzverläufen an. Ein Beispiel hierfür liefern Lorenzi-Cioldi et al. (2011, S. 233). Darin wurden Staatsangehörige aus sechs verschiedenen Ländern (Belgien, Côte d'Ivoire, Italien, Kosovo, Portugal, Schweiz) aufgefordert, den Grenzverlauf des eigenen Landes sowie ausgewählter weiterer Staaten auf einer **stummen Karte** einzuzichnen. Die gesammelten Ergebnisse wurden im Nachhinein darauf untersucht, ob die eingezeichneten Gebiete im Vergleich zum offiziellen Grenzverlauf unter- oder überdimensioniert gezeichnet wurden. Daraus konnten wiederum interessante Informationen über verschiedene Nationalitäten gefunden werden. In Tabelle 2 werden beispielhaft die Ergebnisse für die Untersuchung des Grenzverlaufes des eigenen Landes veranschaulicht.

	Underestimators	Overestimators	χ^2	$p \leq$
Sample 1				
(Switzerland, $N = 44$)	19 (43.18%)	25 (56.81%)	0.81	.36
Sample 2				
(Kosovo, $N = 95$)	56 (58.94%)	39 (41.05%)	3.04	.08
Sample 3				
(Portugal, $N = 62$)	23 (37.09%)	39 (62.90%)	4.13	.04
Sample 4				
(Switzerland, $N = 94$)	33 (35.10%)	61 (64.89%)	8.34	.01
(Italy, $N = 32$)	28 (87.5%)	4 (12.5%)	18.00	.01
Sample 5				
(Ivory Coast, $N = 100$)	30 (30%)	70 (70%)	16.00	.01
Sample 6				
(Belgium, $N = 53$)	22 (41.50%)	31 (58.49%)	1.52	.21

Tabelle 2: Prozentuale Darstellung der Unter- bzw. Überdimensionierung beim gezeichneten Grenzverlauf des eigenen Landes (Lorenzi-Cioldi et al., 2011, S. 236)

Einen weiteren nennenswerten Analyseansatz liefern Costa und Bonetti (2018, S. 60ff.). Darin wurden kognitive Karten italienischer Studierenden in Hinblick auf die Form sowie die geographische Lage Sardiniens untersucht. Der Versuchsaufbau bestand aus einer Umrisskarte Italiens, in der alle regionalen Grenzverläufe eingezeichnet waren, allerdings ohne Sardinien darzustellen. Darauf mussten die Teilnehmenden den **Verlauf sowie die geographische Lage** der Insel möglichst genau einzeichnen (siehe Abbildung 8). Um einen Wert zum Vergleich mit den offiziellen Gegebenheiten zu haben, wurden mehrere Referenzpunkte auf der Insel verteilt. Diese befanden sich jeweils am östlichsten, südlichsten, westlichsten und nördlichsten Teil Sardiniens. Von dort aus wurde sowohl auf der metrischen Karte als auch auf den Kartenskizzen die Distanzen zu Rom ermittelt, um Verzerrungen in der Breite sowie der Höhe ermitteln zu können. Dabei konnte bei der Analyse festgestellt werden, dass die Größe der Insel auf den Kartenskizzen in der **Breite überschätzt** und in der **Höhe hingegen unterschätzt** wurde. Um zusätzlich dazu Abweichungen in der geographischen Lage zu ermitteln, wurden Winkel zwischen Rom, dem südlichsten bzw. nördlichsten Punkt sowie einem fiktiven Referenzpunkt berechnet. Dabei wurde ersichtlich, dass die Lage Sardiniens in den kognitiven Karten im Vergleich zur Wirklichkeit im Allgemeinen **nördlicher** eingeschätzt wurde.

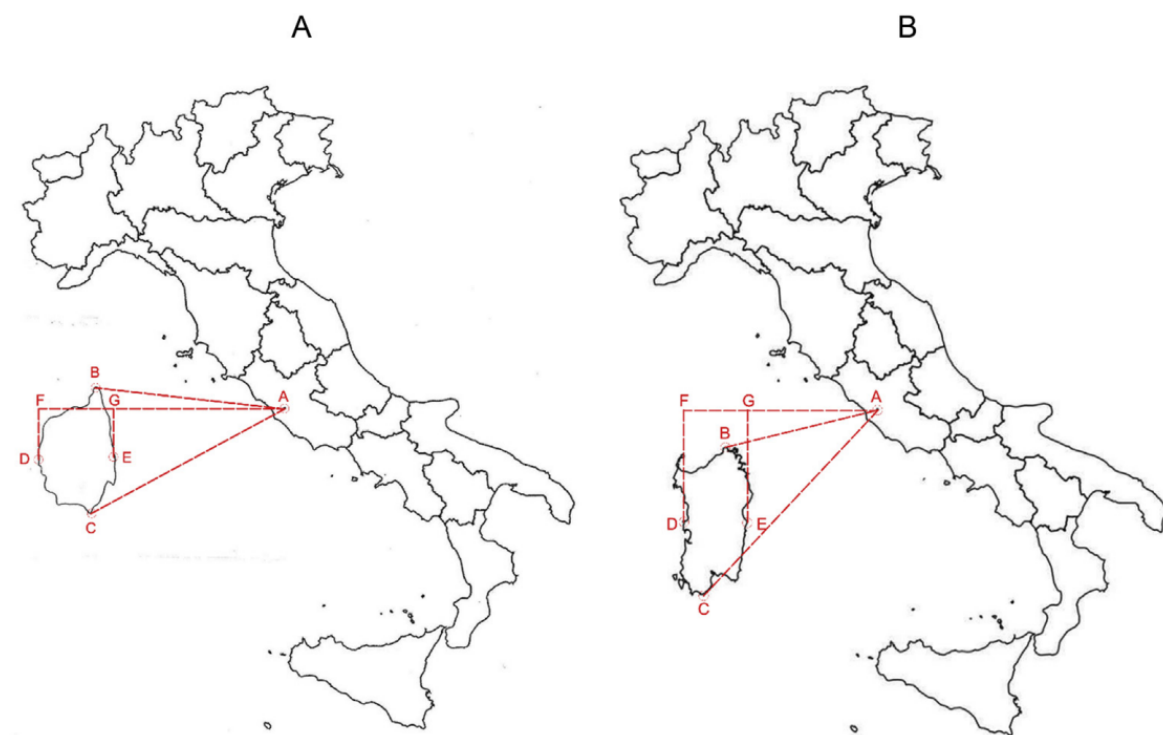


Abbildung 8: Beispiel einer kognitiven Zeichnung (A) von Sardinien im Vergleich zu der tatsächlichen (B) geographischen Form und Lage (Costa & Bonetti, 2018, S. 61)

Dass Kartenskizzen eine reproduzierbare und seriöse Form zur Analyse kognitiver Karten darstellen, zeigte Blades (1990, S. 330ff.). Darin wurde untersucht, inwiefern sich kartographische Zeichnungen, welche an zwei **unterschiedlichen Zeitpunkten** von derselben Person erstellt wurden, ähneln oder voneinander abweichen. Das Untersuchungsgebiet war dabei die Stadt

Sheffield im Vereinigten Königreich. Die Teilnehmenden mussten jeweils eine Umgebungskarte zeichnen, welche den Weg zwischen der Universität und dem Bahnhof zeigt. Um einen statistischen Wert zum Vergleich der beiden Kartenskizzen zu haben, wurde die Gesamtanzahl an Straßen, Straßensegmenten und beschrifteten Elementen berechnet. Dabei konnte festgestellt werden, dass sich die jeweilige Anzahl zwischen den beiden Versuchen nur minimal verändert hat und somit **keine signifikanten Abweichungen** aufgetreten sind. Für eine zusätzliche Form der Analyse wurden zwei unabhängige Personen aufgefordert, Paare an Skizzen zu finden, welche sowohl im ersten als auch zweiten Versuchsdurchlauf von derselben Person erstellt wurden. Hierbei konnten viele paarweise richtig zugeordnet werden. Daraus wird deutlich, dass sich Kartenskizzen zur Analyse kognitiver Karten anbieten, da diese reproduzierbar sind und somit als seriöse Informationsquelle dienen.

3.2 Bewertungsskala

Ein weiterer Methodenansatz zur Analyse von Gebietsabgrenzungen auf Basis kognitiver Karten, welcher im Laufe dieser Masterarbeit als Bewertungsskala betitelt wird, wird von Montello et al. (2014) geliefert. In dieser Studie wurden die kognitiven Karten von der ansässigen Bevölkerung in Kalifornien (USA) und Alberta (Kanada) untersucht. Der genaue Versuchsaufbau sowie vertiefende Informationen dazu werden in diesem Kapitel vorgestellt.

Die Teilnehmenden dieser Untersuchung besuchten die University of California, Santa Barbara (UCSB) bzw. die University of Alberta (UA), wobei die Befragten jeweils nur die Aufgabe für ihre jeweilige Region ausführen mussten. An beiden Universitäten bestand die Stichprobe aus Bachelorstudierenden, welche sich auf verschiedene Fachbereiche aufteilten. Zu erwähnen ist, dass nur wenige der Teilnehmenden aus dem Bereich der Geographie stammten und nur Ergebnisse von Studierenden gewertet wurden, welche den Großteil ihres Lebens in Kalifornien bzw. Alberta lebten. Die letztendliche Stichprobe an der UCSB bestand aus 44 Personen, wovon 30 weiblich und 14 männlich waren. An der UA waren es insgesamt 48, bei einer Aufteilung von 33 weiblichen und 15 männlichen Studierenden. Der Versuchsaufbau bestand aus einer Umrisskarte von Kalifornien bzw. Alberta, welche jeweils mit einem **Netz aus sechseckigen Zellen** überlagert war. Während das Gitternetz für Kalifornien aus insgesamt 90 Zellen bestand, wurden für Alberta 110 Zellen verwendet. Aus der Anzahl und der Größe des Untersuchungsgebiets entstanden folgende Gesamtflächen pro Zelle:

- **Kalifornien:** 4.920 km²
- **Alberta:** 6.475 km²

Um keine Lücken aufkommen zu lassen, verliefen einige Zellen über die Grenzen hinaus (Montello et al., 2014, S. 1812f.). Die beiden verwendeten Gitternetze sind in Abbildung 9 zu sehen.

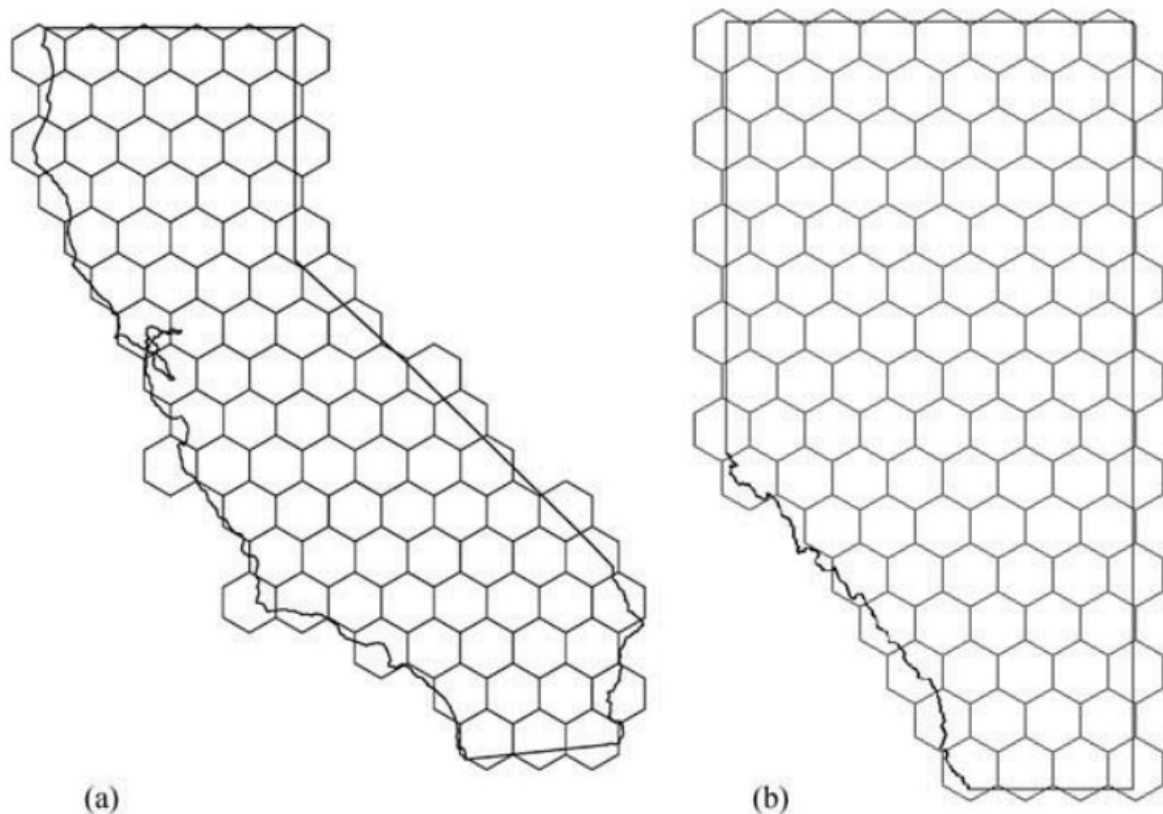


Abbildung 9: Die Gitternetze für Kalifornien (links) und Alberta (rechts) (Montello et al., 2014, S. 1813)

Bei der Durchführung der Studie wurde allen Teilnehmenden der Versuchsaufbau erklärt und die Rahmenbedingungen erläutert. Nachdem persönliche Informationen gesammelt wurden, konnten die Studierenden die Anleitung zur Ausführung der Aufgabe lesen. Daraus konnte entnommen werden, dass sich Gedanken über das Untersuchungsgebiet gemacht werden sollen, ob verschiedene Bereiche eher zu Nord- oder Südkalifornien bzw. Nord- oder Südalberta gehören. Zudem wurde erklärt, dass sich die Bewertung nicht nur auf die geographische Lage bezieht, sondern auch Aspekte wie Verhältnisse, Gefühle oder Lebensweisen in die Entscheidung miteinfließen können. Nachdem die Aufgaben und die Definitionen geklärt waren, wurde den Studierenden jeweils eine Umrisskarte mit dem überlagernden Gitternetz analog (UCSB) oder digital (UA) vorgelegt. Wichtig zu erwähnen ist, dass in der Karte keine topographischen Informationen zu sehen waren, sondern nur die Grenzen des jeweiligen Untersuchungsgebiets. Zur inhaltlichen Bewertung der Zellen wurde eine **Skala von 1 bis 7** eingeführt. Die jeweiligen Werte spiegelten dabei abgestufte Einschätzungen der Zugehörigkeit der jeweiligen Zelle zu Nord- bzw. Südkalifornien sowie Nord- bzw. Südalberta wider und sollten klare Aussagen über die Bewertung möglich machen (Montello et al., 2014, S. 1813f.). In Tabelle 3 ist die verwendete Bewertungsskala zu sehen. Darin werden die sieben eingesetzten Werteklassen vorgestellt und eine genaue Beschreibung über die Aussagen dieser abgebildet.

Bewertung	Beschreibung
1	Diese Zelle gehört sehr zu Nordkalifornien bzw. Nordalberta.
2	Diese Zelle gehört mäßig zu Nordkalifornien bzw. Nordalberta.
3	Diese Zelle gehört ein wenig zu Nordkalifornien bzw. Nordalberta.
4	Diese Zelle gehört gleichermaßen zu Nord- und Südkalifornien bzw. Nord- und Südalberta.
5	Diese Zelle gehört ein wenig zu Südkalifornien bzw. Südalberta.
6	Diese Zelle gehört mäßig zu Südkalifornien bzw. Südalberta.
7	Diese Zelle gehört sehr zu Südkalifornien bzw. Südalberta.

Tabelle 3: Beschreibung der Bewertungsskala (nach Montello et al., 2014, S. 1814)

Nun sollte jede Zelle des Gitternetzes mit einem Wert aus der vorgegebenen Bewertungsskala befüllt werden. Zu erwähnen ist, dass die Befragten bei Zellen, welche über das Untersuchungsgebiet hinausragen, aufgefordert wurden, nur den Teil innerhalb des Bundesstaates in die Bewertung einfließen zu lassen. Zudem sollte jede Zelle bestmöglich nach den **eigenen Einschätzungen** bewertet werden. Nachdem alle Ergebnisse von den Teilnehmenden eingegangen waren, wurde eine Karte erstellt, welche für jede Zelle den **Durchschnittswert** aller Studierenden zeigt. Außerdem wurde die Standardabweichung für jede Zelle berechnet und mithilfe der dargestellten Größe des Durchschnittswerts auf der Karte präsentiert (Montello et al., 2014, S. 1814). Die beiden Ergebnisse für Kalifornien und Alberta sind in Abbildung 10 zu finden.

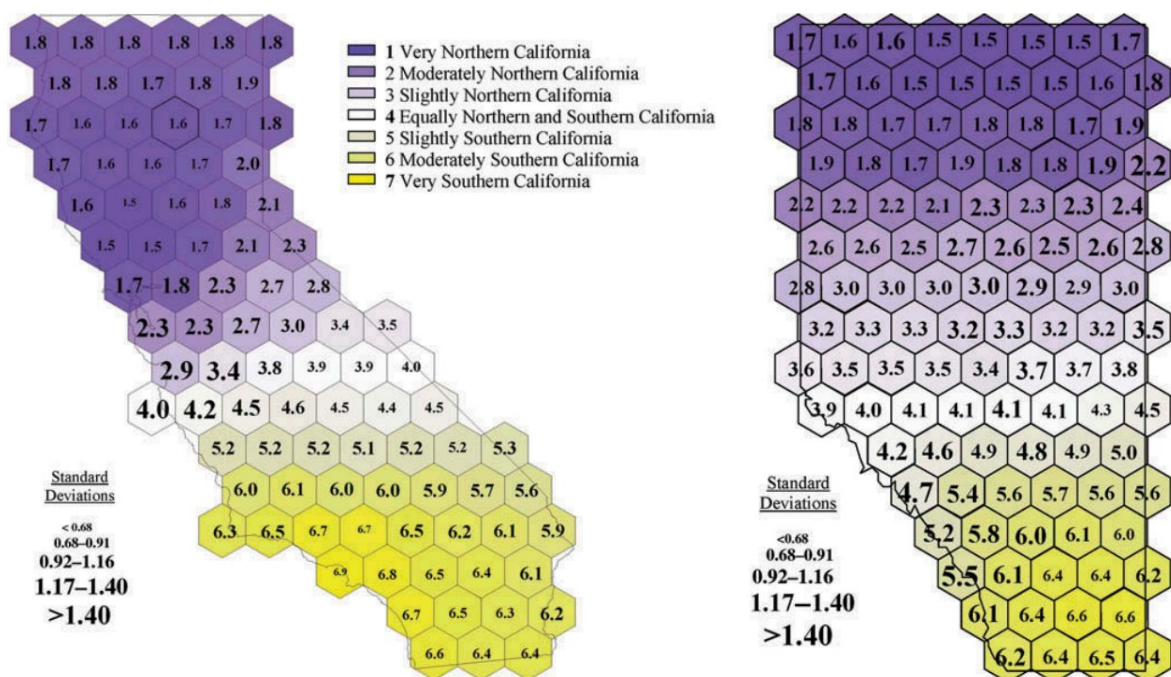


Abbildung 10: Durchschnittswerte und Standardabweichungen pro Zelle für Kalifornien (Montello et al., 2014, S. 1814) und Alberta (Montello et al., 2014, S. 1816)

Aus den Ergebnissen können einige nennenswerte Aspekte hinsichtlich der kognitiven Karten der in Kalifornien bzw. Alberta ansässigen Bevölkerung herausgelesen werden. So wurden in Kalifornien Zellen, welche sich fünf bis sechs Reihen unter dem geographisch nördlichsten Punkt befinden, als nördlichster Teil des Bundesstaates bewertet. Zudem ist auffallend, dass es in diesem Bereich einen beachtlichen Unterschied zwischen den Bewertungen auf der Ost- und Westseite gibt. So wurden einige östliche Zellen um einen gesamten Bewertungspunkt weniger nördlich bewertet, obwohl sie in der gleichen Reihe liegen. Ähnliche Resultate zeigen sich in Südkalifornien. Auch hier liegt die am südlichsten bewertete Zelle insgesamt drei Reihen über dem tatsächlich südlichsten Punkt und befindet sich ebenfalls an der Pazifikküste. Darüber hinaus sind die Unterschiede zwischen den östlichen und westlichen Zellen vergleichbar mit den Ergebnissen in Nordkalifornien. Ein anderes Bild zeigt sich bei den Resultaten von Alberta. Dort befinden sich die am nördlichsten und südlichsten bewerteten Zellen maximal eine Reihe vom tatsächlichen geographischen Punkt entfernt (Montello et al., 2014, S. 1815).

Aus den Ergebnissen ist klar herauszulesen, dass sich die kognitiven Karten der ansässigen Bevölkerung unterscheiden. Es gibt **Grenzunschärfen**, welche darauf hindeuten, dass die Übergänge zwischen Nord und Süd nicht klar definiert sind, sondern von Mensch zu Mensch differenziert angesehen werden. Der Vorteil dieser Analyse Methode besteht darin, dass auch **großmaßstäbigere Unterschiede** in der räumlichen Wahrnehmung identifiziert werden können (beispielsweise im Vergleich zur einfachen Abgrenzung zwischen Süd und Nord durch eine Grenze), wodurch wertvolle Erkenntnisse über kognitive Karten gewonnen werden.

3.3 Geotaganalysen auf Basis von Flickr-Daten

In der Forschung gibt es bereits mehrere Publikationen, in welchen Gebietsabgrenzungen auf Basis von Geotaganalysen thematisiert werden. Oftmals werden dabei Geotags aus Daten der Social-Media-Plattform Flickr verwendet. Dieses Kapitel beschreibt einen solchen Vorgang, wobei im Vorhinein grundlegende Informationen zu Flickr und den Eigenschaften sowie Funktionsweisen von Geotags dargelegt werden.

3.3.1 Die Social-Media-Plattform Flickr

Bei vielen Menschen ist Social-Media aus dem täglichen Leben kaum noch wegzudenken, wodurch es oft eine wichtige Stellung einnimmt. Ein häufiger Bestandteil ist dabei das Teilen von Fotos im Freundeskreis oder mit der allgemeinen Öffentlichkeit. Eine Plattform, welche sich darauf spezialisiert und als Website sowie App verfügbar ist, ist **Flickr**. Diese wurde im Februar 2004 von Stewart Butterfield und Caterina Fake auf den Markt gebracht und nimmt seitdem eine wesentliche Stellung im Bereich Social-Media ein. Jede interessierte Person kann auf der Plattform einen Account erstellen und sofort Fotos sowie Videos hochladen. Ähnlich

wie bei anderen sozialen Netzwerken besteht auch hier die Möglichkeit, sich mit Nutzerinnen und Nutzern zu befreunden. Eine hilfreiche Funktion ist, dass frei wählbar ist, mit wem die hochgeladenen Medien geteilt werden sollen. Einerseits lässt sich der Zugriff auf den Freundeskreis beschränken und andererseits kann festgelegt werden, dass alle User der Website oder App auf die Fotos und Videos zugreifen können. Auch wenn die Konkurrenz durch Social-Media-Plattformen wie Instagram, Facebook oder Snapchat groß ist, bietet Flickr einige Funktionen gegenüber diesen, wodurch viele Fotografinnen und Fotografen dieses Netzwerk bevorzugen. Darunter fallen folgende Aspekte:

- Vereinfachtes Suchen und Organisieren von Fotos, vor allem durch das Erstellen von Alben. So kann ein Überblick über eine Vielzahl an Medien gewährleistet werden.
- Fotos können in voller Auflösung gespeichert und dargestellt werden. Im Vergleich dazu zeigt Facebook die hochgeladenen Bilder nur mit einer Auflösung von 80 % an.
- Fotos können am Bildschirm größer dargestellt werden als bei anderen Social-Media Plattformen.

Zusammenfassend bietet Flickr eine gute Kombination aus **großer Speicherkapazität, schneller Suchmaschine und guten Editiermöglichkeiten**, wodurch die Plattform von vielen Menschen auf der Welt genutzt wird (Wheeler, 2017, S. 6ff.).

3.3.2 Definition und Funktionsweise von Geotags

Täglich werden weltweit unzählige Fotos an verschiedenen Standorten aufgenommen und daraufhin der Allgemeinheit präsentiert, so auch auf Flickr. Dabei werden die hochgeladenen Bilder mit einer Vielzahl an verschiedenen Informationen verknüpft. Hierunter fallen automatisch hinzugefügte Angaben wie der Name der Nutzerin bzw. des Nutzers, der Zeitpunkt des Hochladens und die Metadaten des Fotos. Darüber hinaus besteht zudem die Möglichkeit, optionale Informationen zu der Aufnahme hinzuzufügen. Beispiele hierfür sind eine Beschreibung des Fotos, die Festlegung der Nutzungsrichtlinien und eine Auswahl an geeigneten Tags. Neben den schriftlichen Tags, welche inhaltliche Informationen liefern, gibt es zudem die Möglichkeit, Geotags mit dem Bild zu verknüpfen. Diese dienen als **Informationsquelle über den Standort des hochgeladenen Fotos**. Um diese Angaben bereitstellen zu können, werden die geographischen Koordinaten in Form von Breiten- und Längengraden angegeben. Insgesamt gibt es zwei Möglichkeiten, wie Geotags zu einem Foto hinzugefügt werden können, nämlich automatisch oder manuell. Eine automatische Berechnung kann durch ein externes GPS-Gerät, eine Kamera oder ein ortungsfähiges Mobilfunkgerät erfolgen. Bei der manuellen Bestimmung der Koordinaten werden diese mithilfe einer in Flickr integrierten Karte ermittelt,

indem der Standort auf dieser gesucht wird. Jedem georeferenziertem Foto wird ein Genauigkeitswert zugeteilt, welcher sich zwischen **1 und 16** befindet. Dieser Wert sagt aus, wie präzise die Koordinaten der Geotags im Vergleich zur Wirklichkeit sind. Der entscheidende Faktor dabei ist die Genauigkeit des GPS-Geräts bzw. das verwendete Zoomlevel auf der Karte, wenn der Standort manuell ermittelt wurde (Hollenstein & Purves, 2010, S. 26). In Tabelle 4 wird eine Verteilung der Werte mit den dazugehörigen Genauigkeitslevels verdeutlicht.

Genauigkeitslevel	Wert
Welt	1
Land	~ 3
Region	~ 6
Stadt	~ 11
Straße	16

Tabelle 4: Die Genauigkeitslevel bei Fotos auf Flickr mit Geotags (nach Flickr, o. J.b)

Neben der Genauigkeit ist es zudem wichtig, zu berücksichtigen, dass es Unterschiede bei der Auswahl des Standorts geben kann, von dem die Koordinaten genommen werden. Während bei dem automatisierten Prozess immer die **Position des Geräts** als Ausgangslage für die Koordinaten gilt, können sich diese bei einer manuellen Messung auch auf das **fotografierte Objekt** beziehen und nicht auf den Standpunkt, von dem das Foto aufgenommen wurde. Je nach Größe und Zugänglichkeit des Untersuchungsgebiets kann dies ein wesentlicher Faktor bei der Untersuchung von Geotags sein (Hollenstein & Purves, 2010, S. 26). In den meisten Fällen sind Fotos mit Geotags zweifach georeferenziert, nämlich einmal über die Angabe der Koordinaten durch Breiten- und Längengrade und zum anderen durch textliche Beschreibungen der geographischen Lage in Form von Tags. Auf diese Weise können die Geotags der hochgeladenen Fotos extrahiert werden, wodurch eine Punktsammlung von Koordinaten entsteht, welche sich allesamt rund um den definierten Ort befinden sollten (Grothe & Schaab, 2009, S. 197). Speziell aufgrund der schnell ansteigenden Zahl an Fotos mit Geotags, was unter anderem auf die stetig besseren Technologien zurückzuführen ist (Keßler et al., 2009, S. 83), bieten sich Geotaganalysen hinsichtlich Gebietsabgrenzungen auf Basis kognitiver Karten an.

3.3.3 Prinzip des Data Minings

Durch die stets wachsende Zahl an Fotos mit Geotags steigt gleichzeitig auch der Bestand dieser, welcher infolgedessen analysiert werden kann. Dieser gesamte Prozess fällt unter den Überbegriff Data Mining. Darunter wird der Vorgang verstanden, durch **automatische Prozesse** nützliche Informationen aus ausgehenden Datenmengen zu gewinnen. Das Ziel dabei ist es, diese zu untersuchen, um darin neue Muster herauszuarbeiten, welche sonst unentdeckt

bleiben würden (Tan et al., 2019, S. 24). Dabei sind die Datenmengen immer elektronisch gespeichert und werden am Computer analysiert. Ein weiteres Element beim Data Mining ist, dass diese bereits in einer Datenbank vorhanden sind und nicht selbst erhoben werden, da dies bei einer so großen Menge an Informationen einen viel zu großen Zeitraum in Anspruch nehmen würde (Witten et al., 2011, S. 4). Infolge der stetig wachsenden Bestände sind einige Herausforderungen aufgetreten, welche die Analyse mit herkömmlichen Methoden komplizierten und dadurch die Entwicklung des Data Minings vorantrieben. Ein Beispiel hierfür ist die **Skalierbarkeit der Daten**. So nutzen viele Data Mining Algorithmen spezielle Suchstrategien, um exponentielle Suchprobleme zu vermeiden. Ein weiterer entscheidender Punkt ist die **Anzahl der Elemente**. Während bei klassischen Analysemethoden oftmals nur kleine Mengen untersucht werden, ist dies beim Data Mining nicht der Fall, da dabei ohne Probleme Datenmengen mit einer Vielzahl an Elementen gleichzeitig analysiert werden können. Auch die **Komplexität** der verwendeten Materialien unterscheidet sich, denn klassische Analysemethoden können oftmals nur einen Datentyp gleichzeitig untersuchen. Im Gegensatz dazu bieten Data Mining Algorithmen die Möglichkeit, verschiedene Datentypen zu analysieren, unter anderem auch nicht typische wie Hyperlinks, Fotos oder Videos, welche vor allem im Zeitalter von Social-Media eine immer wichtigere Stellung bei Analysen von großen Datenmengen einnehmen. Ein weiterer Vorteil des Data Minings ist, dass es kein Problem darstellt, wenn die verwendeten Informationen geographisch verstreut sind und verschiedenen Organisationen angehören. Hierfür werden spezifische Algorithmen erstellt, welche auf drei Grundzügen basieren:

- 1.) Wie kann die erforderliche Kommunikation zur Berechnung der verteilten Daten minimalisiert werden?
- 2.) Wie können Informationen, welche aus verschiedenen Quellen gewonnen wurden, am besten vereint werden?
- 3.) Wie können Sicherheits- und Datenschutzprobleme adressiert werden?

Im Allgemeinen kann das Prinzip des Data Minings als ein Zusammenfluss verschiedener Disziplinen angesehen werden. Darunter fallen beispielsweise die Aspekte der Stichproben, Schätzungen und Hypothesentests aus dem Bereich der Statistik sowie Suchalgorithmen, Modellierungstechniken und Lerntheorien aus den Bereichen der künstlichen Intelligenz, Mustererkennung und des maschinellen Lernens. Weiters sind auch Konzepte aus der Visualisierung, der Informationsgewinnung und anderen Teilbereichen in die Algorithmen inkludiert (Tan et al., 2019, S. 25ff.). Abbildung 11 zeigt das Data Mining als einen Zusammenfluss verschiedener Disziplinen.

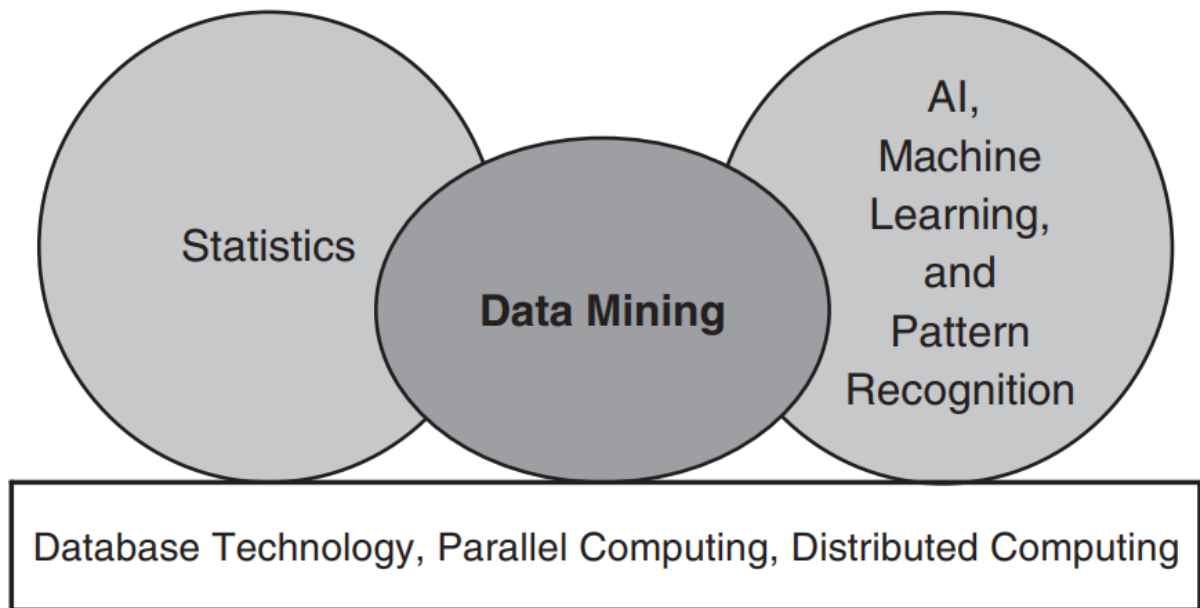


Abbildung 11: Data Mining als ein Zusammenfluss verschiedener Disziplinen (Tan et al., 2019, S. 28)

Die Prozesse des Data Minings können in zwei Übergruppen unterteilt werden. Diese setzen sich aus den beiden folgenden Aspekten zusammen:

- Vorrausschauende Prozesse
- Beschreibende Prozesse

Bei vorrausschauenden Analysen ist es das Ziel, den Wert eines Attributs basierend auf Informationen anderer Attribute zu bestimmen. Das prognostizierte Attribut wird dabei als Zielvariable und die zur Analyse verwendeten Attribute als erläuternde Variablen bezeichnet. Bei beschreibenden Prozessen liegt das Hauptaugenmerk darauf, Muster aus den Daten zu gewinnen und dadurch deren Beziehungen zueinander aufzuzeigen. Dies kann beispielsweise durch das Erstellen von Clustern, das Vorhersagen von Trends oder das Aufzeigen von Zusammenhängen durchgeführt werden. Diese Analysen benötigen oft eine Nachbearbeitung, um die Ergebnisse zu validieren und zu erklären (Tan et al., 2019, S. 29).

3.3.4 Auswahl von Geotaganalysen in der Forschung

Bei der räumlichen Analyse von Geotags gibt es eine Vielzahl an verschiedenen Methoden in der Wissenschaft. Eine häufig genutzte Variante ist dabei die **Kernel Density Estimation (KDE)**. Mit dieser Methode werden lokale Dichtekarten auf Basis der Streuung zweidimensionaler Punkte erzeugt. Der Dichtewert für jeden untersuchten Punkt wird dabei durch eine Ausbreitung des Suchradius mit einer Kernelfunktion und einer definierten Bandbreite bestimmt. Die Wahl des Wertes für die Bandbreite muss gut überlegt sein, da dieser einen großen Einfluss auf die Ergebnisse hat und dadurch die Dichteverteilung der Geotags mitbestimmt. Auch die Definition des Schwellwertes, um potenzielle Ausreißer auszuschließen, ist ein entscheidender

Punkt bei der KDE (Hollenstein & Purves, 2010, S. 32). Mithilfe des Schwellwertes ist es möglich, einen Umriss des untersuchten Gebiets zu erstellen, bei dem alle Punkte, welche einen bestimmten Dichtewert aufweisen, beinhaltet sind (Grothe & Schaab, 2009, S. 199). Solche Untersuchungen wurden in der Vergangenheit bereits auf alpine Gebiete angewandt. Ein Beispiel hierfür liefert Purves und Derungs (2015, S. 80f.). Darin wurden unter anderem die Verbreitung der Alpen sowie der Cairngorms, einer Bergkette in Schottland, anhand der Verteilung von Geotags untersucht. Hierfür wurden alle georeferenzierten Fotos aus Flickr, welche die jeweiligen Tags beinhalteten, heruntergeladen und daraufhin die KDE auf diese angewandt. In Abbildung 12 wird die Dichteverteilung für die beiden alpinen Regionen präsentiert.

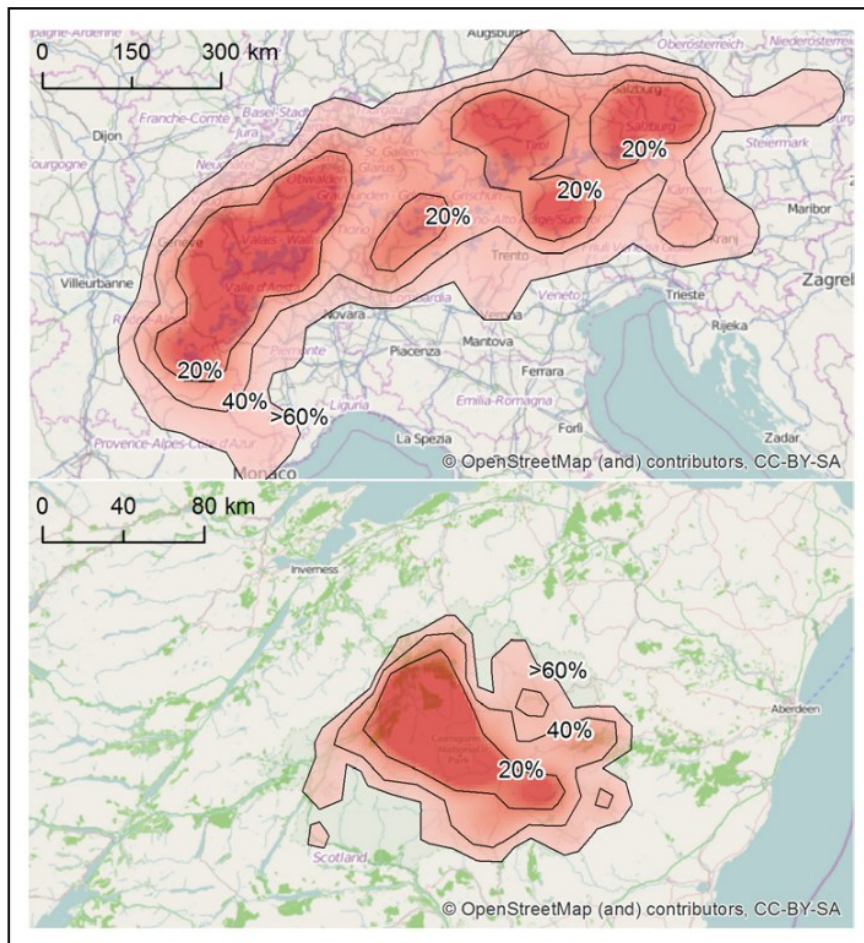


Abbildung 12: Die KDE für die Alpen (oben) und die Cairngorms (unten) (Purves & Derungs, 2015, S. 82)

Auch Grothe und Schaab (2009, S. 206) untersuchten die Verteilung von Geotags hinsichtlich mehrerer Gebirge. Neben der KDE wurde hierfür auch die Methode **Support Vector Machines (SVMs)** eingesetzt. Bei dieser Methode wird versucht, die untersuchten Punkte einer Klasse hinzuzufügen und dadurch Gebietsabgrenzungen zu erlangen. In diesem Fall wurden sowohl die KDE als auch SVMs auf die Geotags für die Begriffe Alpen, Schwarzwald und Rocky Mountains durchgeführt und die dadurch entstandenen räumlichen Abgrenzungen miteinander verglichen. Abbildung 13 zeigt die beiden Ergebnisse für alle drei Gebirge.

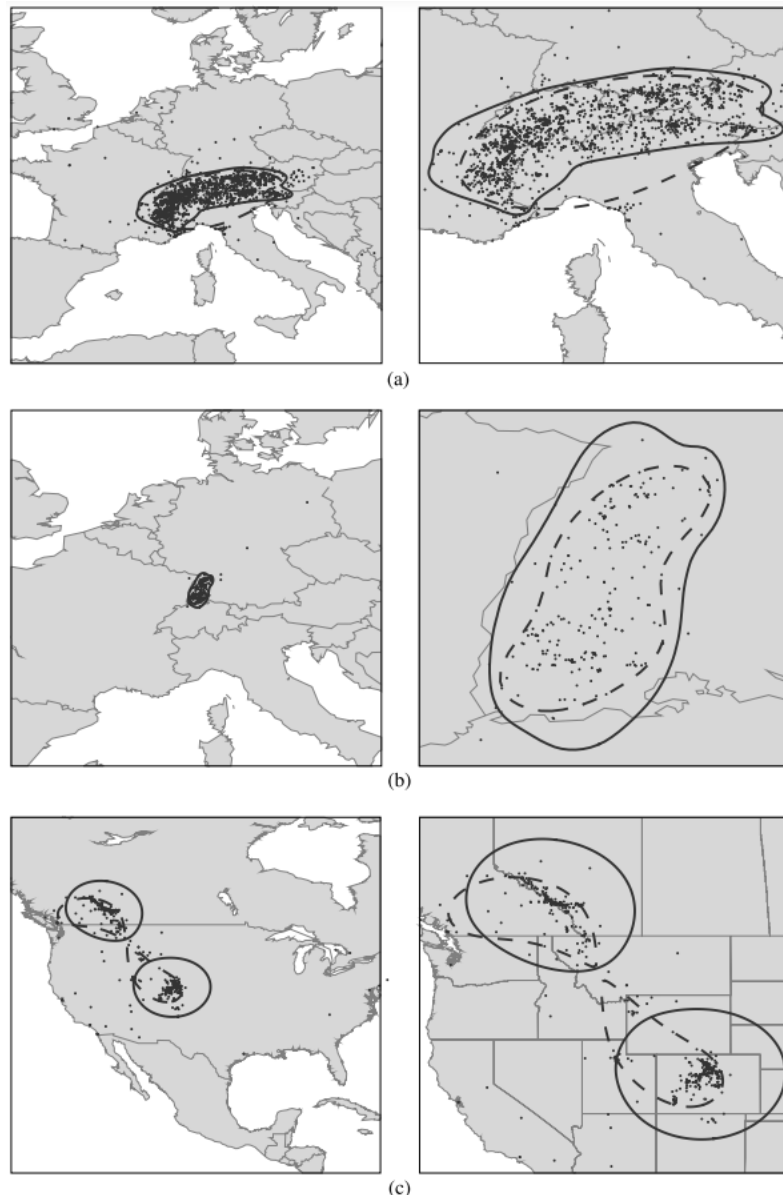


Abbildung 13: KDE (durchgezogene Linie) und SVMs (gestrichelte Linie) für den Schwarzwald (a), die Alpen (b) und die Rocky Mountains (c) (Grothe & Schaab, 2009, S. 207)

Diese Art von Analysen spielen nicht nur bei **großflächigen** Gebieten eine ausschlaggebende Rolle, sondern können auch auf **kleinflächige** Regionen angewandt werden. Ein Beispiel hierfür liefern Hollenstein und Purves (2010, S. 30). Darin wurden unter anderem die Genauigkeit sowie die räumliche Verteilung von Geotags für die beiden in London gelegenen Grünflächen Hyde Park und Regents Park mit der KDE untersucht. So können aussagekräftige Schlüsse über die räumliche Richtigkeit der auf Flickr hochgeladenen Fotos getätigt werden. Zudem lassen sich so Gebiete identifizieren, welche besonders häufig fotografiert und somit als stark zu dem jeweiligen Park gehörend betrachtet werden. In Abbildung 14 sind die Ergebnisse der KDE für den Hyde Park und den Regents Park zu sehen. Gezeigt werden die 50 % und 90 % Volumensflächen, also jene Flächen, die jeweils 50 % bzw. 90 % der geschätzten Gesamtdichte abdecken.

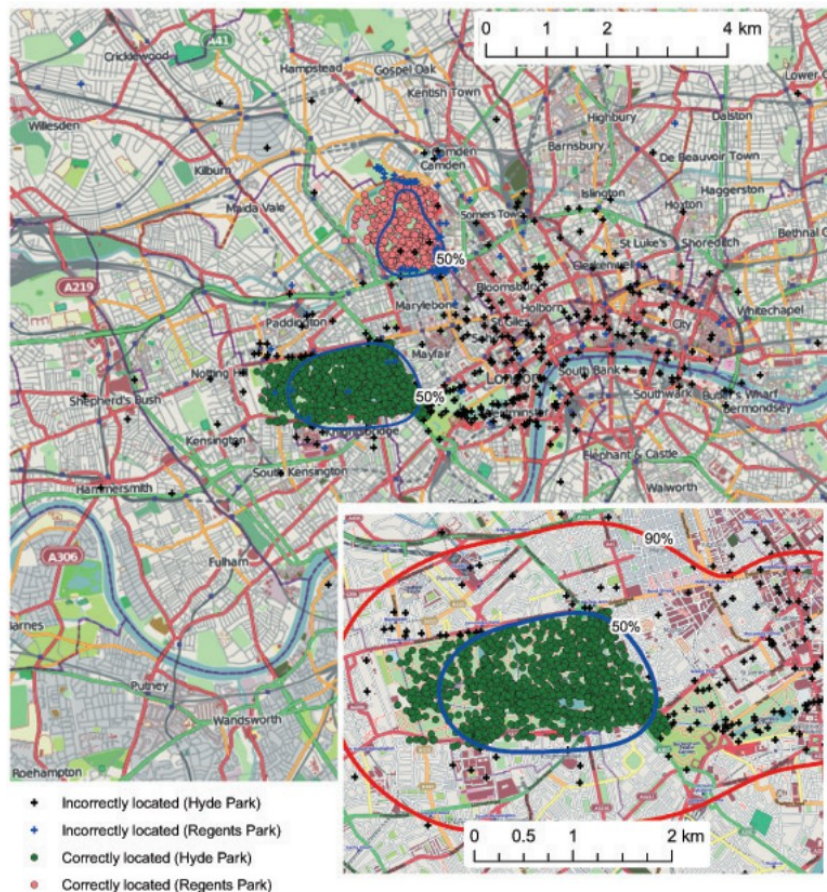


Abbildung 14: Verteilung und Genauigkeit von Geotags für den Hydepark und den Regents Park mithilfe der KDE (Hollenstein & Purves, 2010, S. 30)

Neben KDE und SVMs gibt es weitere Möglichkeiten, die Verteilung von Geotags zu untersuchen, beispielsweise den **DBSCAN-Algorithmus**. DBSCAN ist eine Methode zur Clusterbildung aus einer Ansammlung von Punkten, die eine minimale Dichteabschätzung verwendet. Diese basiert auf einem Schwellenwert für die Anzahl an Nachbarn (minPts) innerhalb eines definierten Radius (ϵ). Das Ziel dabei ist es, Bereiche zu identifizieren, welche die minimale Dichteanforderung erfüllen und durch weniger dichte Gebiete voneinander getrennt sind. Aus Effizienzgründen erfolgt bei DBSCAN keine Dichteabschätzung zwischen den einzelnen Punkten. Stattdessen werden alle Punkte innerhalb eines definierten Radius um einen Kernpunkt als Teil desselben Clusters betrachtet. Falls einer dieser Nachbarpunkte ebenfalls ein Kernpunkt ist, werden auch dessen benachbarte Punkte in das Cluster aufgenommen (Schubert et al., 2017, S. 2). Auch mit dieser Methode lässt sich die Verteilung von Geotags analysieren, wodurch sich aufschlussreiche Informationen über räumliche Nutzungsmuster ableiten lassen. Entsprechend existieren bereits verschiedene wissenschaftliche Publikationen, die sich mit dieser Thematik befassen (Fan et al., 2021.; Irawan & Atha Ganiza, 2021).

Wie in diesem Kapitel beschrieben, ist die Analyse von Geotags ein vielseitiges und häufig verwendetes Verfahren, um Gebietsabgrenzungen anhand kognitiver Karten zu untersuchen. Dabei können sowohl großflächige Gebiete wie Gebirge, aber auch kleinere Flächen wie Parks

analysiert werden. Speziell die **hohe Zahl an potenziellen Geotags** macht diese Art der Untersuchung besonders attraktiv, da dadurch eine Vielzahl an Informationen von verschiedenen Personen in den Prozess miteinbezogen werden können.

3.4 Gemeinsamkeiten und Unterschiede

In den vorangegangenen Kapiteln wurden drei allgemeine Methoden zur Gebietsabgrenzung auf Basis kognitiver Karten vorgestellt, die im Rahmen dieser Masterarbeit in der Ausarbeitung angepasst und auf das Untersuchungsgebiet der Alpen adaptiert werden. Diese drei Verfahren wurden ausgewählt, weil sie sich in ihrer **Vorgehensweise deutlich voneinander unterscheiden und differenzierte Arten von Ergebnissen liefern**, was eine Untersuchung und Evaluation der Ergebnisse äußerst interessant macht. Es ist jedoch hervorzuheben, dass darüber hinaus weitere Ansätze in der Wissenschaft existieren, die sich mit der Abgrenzung geographischer Räume auf Grundlage subjektiver Wahrnehmungen befassen. Ein Beispiel hierfür liefern Meester und Pellenbarg (2006, S. 366). In diesem Versuchsaufbau erhielten Unternehmerinnen und Unternehmer eine Karte der Niederlande, auf der 70 Orte markiert waren. Von diesen sollte jeder anhand einer fünfstufigen Skala bewertet werden. Ausschlaggebend ist dabei die subjektive Einschätzung der Teilnehmenden hinsichtlich der Eignung des jeweiligen Ortes als Unternehmensstandort. Die Einschätzungen sollten dabei ausschließlich auf den kognitiven Karten der Teilnehmenden hinsichtlich der vorgegebenen Orte basieren. Auch wenn bei diesem Versuchsaufbau keine explizite Gebietsabgrenzung vorgenommen wurde, lässt sich das Verfahren dennoch problemlos auf das Untersuchungsgebiet der Alpen übertragen. So könnten beispielsweise ausgewählte Städte, welche sowohl innerhalb als auch außerhalb des Alpenraums liegen, auf einer Karte dargestellt und von den Teilnehmenden anhand einer Skala hinsichtlich ihrer Zugehörigkeit zu dem Gebirge bewertet werden. Diese Methode könnte unter der Bezeichnung Ortsbewertung geführt werden und stellt einen weiteren differenzierten Ansatz zur Erfassung subjektiver Raumwahrnehmung im Vergleich zu den drei zuvor im Detail behandelten Methoden dar. **Der Fokus dieser Arbeit liegt jedoch ausschließlich auf der Evaluation der Methoden Kartenskizze, Bewertungsskala sowie Geotaganalyse.** Die Anwendung und Auswertung der Methode Ortsbewertung bleibt somit eine potenzielle Fragestellung für zukünftige Untersuchungen. In diesem Kapitel wurde deutlich, dass kognitive Karten mit einer Vielzahl an verschiedenen Verfahren untersucht werden können. Um nochmals einen kompakten und übersichtlichen Einblick in alle vorgestellten Methoden zu bekommen, wird im Folgenden ein Vergleich dieser anhand spezifischer Kriterien durchgeführt. In Tabelle 5 sind die relevanten Kriterien zusammen mit den jeweiligen Eigenschaften der Methoden dargestellt, um sowohl Gemeinsamkeiten als auch Unterschiede zwischen den grundlegenden

Ansätzen aufzuzeigen und somit den Kreis zur Beantwortung der ersten aufgestellten Arbeitsfrage zu schließen.

Kriterium	Kartenskizze	Bewertungs- skala	Geotaganalyse	Ortsbewertung
Datengewinnung	Einzeichnen	Bewerten	Fotografieren	Bewerten
Demographische Informationen	Ja	Ja	Nein	Ja
Subjektivität der Daten	Hoch	Mittel	Niedrig	Mittel
Stichproben- größe	Mittel	Mittel	Hoch	Mittel
Art der Daten	Selbst erhobene Daten	Selbst erhobene Daten	Bereits bestehende Daten	Selbst erhobene Daten
Benötigte Materialien	Selbst erstellter Fragebogen	Selbst erstellter Fragebogen	Zugang zur Flickr API	Selbst erstellter Fragebogen
Forschungsdesign	Qualitativ	Quantitativ	Quantitativ	Quantitativ

Tabelle 5: Vergleich der vorgestellten Methoden nach ausgewählten Kriterien

4 Einführung in das Untersuchungsgebiet

Das Untersuchungsgebiet dieser Masterarbeit beläuft sich auf eine der prägendsten Landschaften Europas, nämlich die **Alpen**. Da diese Region ein wesentliches geographisches, kulturelles sowie biologisches Gebiet im Zentrum Europas ist, spielt deren Schutz eine elementare Rolle. Bereits seit den 1950er Jahren gab es erste Forderungen für eine völkerrechtlich verbindliche Vereinbarung zum Schutz des Gebirges. Allerdings wurde erst auf einer Konferenz vom 9. bis 11. Oktober 1989 von den Mitgliedsstaaten der Alpen festgelegt, ein Abkommen zur nachhaltigen Entwicklung des Alpenraums auszuarbeiten (Wolf, 2016, S. 370). Die daraufhin verfasste **Alpenkonvention** wurde schlussendlich am 7. November 1991 von Deutschland, Frankreich, Italien, Liechtenstein, Österreich, der Schweiz und der Europäischen Union (damals noch Europäische Wirtschaftsgemeinschaft) in Salzburg unterzeichnet (Ständiges Sekretariat der Alpenkonvention, 2018, S. 12). Die beiden verbleibenden Staaten Slowenien und Monaco folgten kurz darauf im Jahr 1993 bzw. 1994 (Mauerhofer et al., 2016, S. 199). Der Fokus bei diesem Rahmenübereinkommen liegt speziell auf zwei Aspekten (Bayerisches Staatsministerium für Umwelt und Verbraucherschutz, o. J.):

- langfristiger Schutz des natürlichen Ökosystemes der Alpen
- nachhaltige Entwicklung der wirtschaftlichen und kulturellen Interessen der dort lebenden Bevölkerung

Die Alpenkonvention wirkt grenzübergreifend und gilt dadurch für alle Staaten gleichzeitig. Dieses Konzept trat offiziell am 6. März 1995 in Kraft (Wolf, 2016, S. 370). Dabei wurde ein klar definierter Alpenraum festgelegt, durch den der Wirkungsraum des Übereinkommens bestimmt wird. Dieser wird im weiteren Verlauf dieser Masterarbeit als Referenzwert für den Alpenbogen herangezogen und ist in Abbildung 15 zu sehen.



Abbildung 15: Der Alpenverlauf laut Alpenkonvention (Alpine Convention, 2020)

Die Gesamtfläche des Alpenbogens beträgt ca. **190.000 km²** und wird von insgesamt rund 14 Millionen Menschen besiedelt, wobei Italien und Österreich zusammen knapp zwei Drittel der Fläche und der Bevölkerung ausmachen (Mauerhofer et al., 2016, S. 200). Das Gebirge erstreckt sich dabei von kurz vor Avignon im Westen bis nach Wien im Osten und gleichzeitig vom Mittelmeer im Süden bis kurz vor München im Norden (Alpine Convention, 2020). Daraus ergibt sich eine **Länge von ungefähr 1.200 km und eine maximale Breite von 300 km**. Die dabei auftretenden Höhenunterschiede erstrecken sich von Meereshöhe am Mittelmeer bis zum Gipfel des Mont Blanc, welcher auf 4.809 m liegt. Zudem werden viele der größten europäischen Flüsse von den Alpengletschern und -quellen gespeist (Ständiges Sekretariat der Alpenkonvention, 2018, S. 13). Insgesamt umfasst das Geltungsgebiet der Alpenkonvention 5.934 Gemeinden (Bayerisches Staatsministerium für Umwelt und Verbraucherschutz, o. J.).

5 Empirische Untersuchung

Nachdem in der bisherigen Ausarbeitung die theoretischen Grundlagen vorgestellt und genauer erläutert wurden, folgt in diesem Kapitel eine Einführung in die empirische Untersuchung, welche im Zuge dieser Masterarbeit erstellt und durchgeführt wird. Das Hauptaugenmerk dabei liegt auf der Beantwortung der zweiten Arbeitsfrage: **Wie lassen sich die ausgewählten Methoden zur Erhebung kognitiver Grenzen praktisch umsetzen und auf das Untersuchungsgebiet der Alpen adaptieren?** Hierfür werden zunächst das Untersuchungsdesign sowie die Stichprobenkonstruktion vorgestellt. Weiters erfolgt eine intensive Auseinandersetzung mit den drei im Rahmen dieser wissenschaftlichen Arbeit analysierten Methoden. Dabei wird der gesamte Ablauf von der Konzeption bis zur praktischen Durchführung behandelt.

5.1 Untersuchungsdesign und Erhebungsmethoden

Die **quantitative** Forschung ist eine weit verbreitete Methode in der Wissenschaft, welche häufig bei standardisierten Befragungen zum Einsatz kommt. Dies macht eine Vergleichbarkeit der Ergebnisse möglich (Reimann, 2020, S. 69). Besonders im Bereich der Geoinformation hat sich die quantitative Forschung seit den 1990er Jahren als bevorzugte Methode etabliert (Yano, 2001, S. 178). Obwohl ein großer Teil der erhobenen Daten in dieser Masterarbeit quantitativ ist, enthält die Untersuchung auch **qualitativ** orientierte Elemente. Die Teilnehmenden haben dabei die Freiheit, ihre Antworten nach eigenen Gedanken und Wahrnehmungen zu formulieren, was einen offenen, subjektiven Zugang zur Datenerhebung ermöglicht. Dies zeigt sich insbesondere durch das freie Einzeichnen der Alpen auf einer digitalen Karte, bei dem die Teilnehmenden ihre individuelle Wahrnehmung ohne Vorgaben visualisieren.

Allgemein ist bei der Fragebogenkonstruktion zu beachten, dass jede Frage auf die Operationalisierung einer Variable abzielen muss. Eine häufig verwendete Methode sind **Rating-Skalen**, welche vorgegebene Werte als Antwortmöglichkeiten bieten, aus denen die Befragten wählen müssen. Die gewonnenen Daten können dabei insgesamt drei Skalenniveaus zugeordnet werden:

- nominalskaliert
- ordinalskaliert
- intervallskaliert

Diese unterscheiden sich hinsichtlich ihrer Messbarkeit und den zulässigen mathematischen Operationen. Im Zuge der vorliegenden Masterarbeit kommen vor allem ordinalskalierte Werte zum Einsatz, etwa bei der Methode Bewertungsskala. Diese weisen eine Rangfolge auf, wobei allerdings zwischen den einzelnen Werten keine gleichmäßigen Abstände herrschen.

Eine gern verwendete Analysemethode bei diesen Daten ist die Untersuchung von Auftrittshäufigkeiten (Reimann, 2020, S. 69f.).

Ein zentraler Aspekt quantitativer Forschung ist die Qualität der erhobenen Daten, die sich anhand folgender Kriterien bewerten lässt:

- Objektivität
- Validität
- Reliabilität

Diese Aspekte werden in der vorliegenden Arbeit berücksichtigt, etwa durch standardisierte Befragungsbedingungen (Lemmer & Gollwitzer, 2018, S. 251), klar definierte Messinstrumente und Überprüfbarkeit der erhobenen Daten. Hiermit wird die Zuverlässigkeit der quantitativen Forschungsmethode sichergestellt (Lange & Nipper, 2018, S. 38).

Die im Rahmen dieser Untersuchung analysierten Daten setzen sich teils aus eigenständig erhobenen Daten und teils aus bereits bestehenden Materialien zusammen. Die Untersuchung der selbst erhobenen Daten kann dabei der **Primäranalyse** zugeordnet werden, da hierbei neue Daten ausgewertet werden und mit diesen die Forschungsfrage beantwortet wird. Das gegenteilige Verfahren ist die **Sekundäranalyse**, welche sich auf bereits bestehende Materialien stützt, mit denen die untersuchten Fragestellungen beleuchtet werden (Tausendpfund, 2019, S. 3). Nachdem die grundlegenden Aspekte der in dieser Masterarbeit angewandten Forschungsmethoden erläutert wurden, folgt eine erste Einführung in die eingesetzten Erhebungsinstrumente. Eine detailliertere Auseinandersetzung mit den Methoden erfolgt später in den jeweiligen Kapiteln.

Kartenskizze: Dieser Methodenansatz ist der Primäranalyse zuzuordnen, da neue Daten im Rahmen einer direkten Befragung erhoben werden. Die Teilnehmenden zeichnen dabei subjektiv wahrgenommene Grenzen der Alpen in eine digitale Karte ein. Die auf diese Weise erhobenen Daten sind zunächst qualitativer Natur, werden jedoch im weiteren Verlauf durch Rasterung und Flächenvergleiche in eine quantifizierbare Form überführt. Ergänzend zur kartographischen Angabe werden demographische Merkmale wie Alter und Geschlecht erfasst. Der individuell wahrgenommene Verlauf des Alpenbogens wird durch die Einzeichnung eines Polygons dargestellt. Die Befragung findet ausschließlich online statt.

Bewertungsskala: Dieser Methodenansatz wird ebenfalls durch einen selbsterstellten Fragebogen durchgeführt und kann somit der Primäranalyse zugeordnet werden. Hierbei werden ordinalskalierte Daten erhoben. Dies geschieht durch eine vorgegebene Werteskala von 1 bis 7. Den Teilnehmenden wird hierfür eine Europakarte vorgelegt, welche mit einem Gitternetz aus Sechsecken überlagert ist. Jede Zelle soll dabei mit einem Wert versehen werden, wobei alle sieben Stufen klar definiert sind und die Zugehörigkeit der jeweiligen darunterliegenden

Fläche zum Alpenbogen widerspiegeln. Aus dem Durchschnitt aller Bewertungen kann wiederum für jede Zelle ein Durchschnittswert berechnet werden, welcher darstellt, wie stark die jeweilige Zelle laut den Teilnehmenden zum Alpenbogen gehört.

Geotaganalyse: Im Gegensatz zu den beiden zuvor vorgestellten Methoden, wird bei diesem Ansatz eine Sekundäranalyse durchgeführt. Alle hierfür verwendeten Daten stammen von der Fotoplattform Flickr. Zur Nutzung dieser Informationen wird ein Skript eingesetzt, welches alle verfügbaren Geotags von Fotos mit alpenbezogenen Tags extrahiert und georeferenziert. Die daraus gewonnenen Daten werden anschließend als Shapefile exportiert und daraufhin in ArcGIS geladen, um diese dort hinsichtlich der geographischen Verteilung der Punkte analysieren zu können. Dies geschieht ebenfalls durch eine Rasterung der Daten, wodurch eine quantitative Auswertung dieser möglich wird.

Der Untersuchungszeitraum für die Datenerhebung erstreckte sich über die **Monate April, Mai und Juni 2025**. Diese zeitliche Eingrenzung ist insbesondere in Hinblick auf die Methode der Geotaganalyse von Bedeutung, da sich die Datenbasis dieser Methode kontinuierlich erhöht. Täglich werden neue Fotos auf Plattformen wie Flickr hochgeladen, wodurch sich die Verteilung der verfügbaren Geotags potenziell verändert.

5.2 Stichprobenkonstruktion

Da im Rahmen dieser Masterarbeit zwei Fragebögen entwickelt und an Personen verteilt werden, ist eine fundierte Auseinandersetzung mit der Stichprobengröße und deren Zusammensetzung von zentraler Bedeutung, um die Aussagekraft und Repräsentativität der Ergebnisse sicherzustellen. Hierfür ist es wichtig, die Grundgesamtheit, welche untersucht werden soll, genau zu definieren. Diese soll möglichst präzise bestimmt werden, damit die Stichprobe ein adäquates Abbild davon liefern kann. Aus diesen Grund ist es unerlässlich, sowohl räumliche als auch sachliche Definitionen in die Grundgesamtheit miteinfließen zu lassen (von der Heyde, 2014, S. 25f.). Da die beiden Umfragen für die Methoden Kartenskizze und Bewertungsskala ausschließlich für deutschsprachige Personen erstellt werden, sollen nur Personen aus Deutschland, Österreich und der Schweiz in die Grundgesamtheit aufgenommen werden. Ein spezieller Faktor ist hierbei die Bevölkerung der Schweiz, da dort mehrere Landessprachen ansässig sind, wobei der deutschsprachige Teil ungefähr 61,4 % beträgt (Statista, 2023). Daraus ergibt sich für die Schweiz eine untersuchte Bevölkerungsgruppe von gerundet 5,5 Millionen. Dazu kommen noch 83,3 Millionen Menschen aus Deutschland sowie 9 Millionen aus Österreich (Statista, 2024). Somit ergibt sich eine Grundgesamtheit von **97,8 Millionen** Menschen. Da es sich hierbei um eine sehr hohe Grundgesamtheit handelt, kann laut von der Lippe (2011, S. 3f.) folgende Formel mit den dazugehörigen Variablen zur Berechnung der Stichprobengröße eingesetzt werden:

$$\frac{z^2 * \sigma^2}{e^2}$$

Die verwendeten Zeichen stehen dabei für folgende Variablen:

- z = Konfidenzniveau
- σ = Standardabweichung
- e = Fehlermarge (halbe Breite des Konfidenzintervalls)

Ein häufig verwendeter Wert für das Konfidenzniveau ist **95 %**, während für die Fehlermarge **5 %** zugrunde gelegt werden. Bei einer großen Grundgesamtheit wird die Standardabweichung in der Regel mit **0,5** angenommen. Daraus ergibt sich eine Stichprobengröße von **384,16**, welche auf **385** aufgerundet wird. Diese Stichprobengröße dient im Rahmen der Durchführung der beiden Fragebögen als Orientierung und potenzielles Ziel für die Anzahl der zu erlangenden Antworten.

Im Gegensatz zu den beiden Umfragen für die Methoden Kartenskizze und Bewertungsskala wird bei der Methode Geotaganalyse keine Stichprobengröße festgelegt. Stattdessen wird auf die **Grundgesamtheit** der verfügbaren Geotags zurückgegriffen. Dies liegt darin begründet, dass sämtliche Geotags, die mit den definierten Tags versehen sind, in die Analyse einbezogen werden. Die Verwendung der Grundgesamtheit ermöglicht eine umfassendere und vollständige Analyse der räumlichen Verteilung in Bezug auf die Alpenregion. Da keine selektive Stichprobenziehung aus einer größeren Datenmenge vorgenommen wurde, entfällt die Notwendigkeit einer berechneten Stichprobengröße.

5.3 Versuchsaufbau der Methode Kartenskizze

In diesem Kapitel wird die Adaption der Methode Kartenskizze auf das Untersuchungsgebiet der Alpen erläutert. Hierfür werden zuerst die allgemeinen Grundlagen dargelegt, bevor eine Auseinandersetzung mit der technischen Implementierung sowie der Erstellung und Durchführung des Fragebogens folgt. Abschließend werden die erhobenen Ergebnisse vorgestellt.

5.3.1 Grundlagen (Kartenskizze)

Kartenskizzen sind eine bewährte Methode, um großflächige räumliche Umgebungen anhand kognitiver Karten zu untersuchen. Ein elementarer Vorteil hierbei ist, dass Befragte eine große Freiheit haben und selbst entscheiden können, wie und was für Informationen sie darstellen möchten (Appleyard, 1970, zitiert nach Krukar et al., 2023, S. 263). Dadurch liefert dieser Ansatz interessante Ergebnisse, welche auf verschiedenste Art und Weise analysiert werden können. Genau aus diesem Grund wird diese Methode auch in dieser Masterarbeit auf das Untersuchungsgebiet der Alpen adaptiert. Da die Möglichkeiten der Durchführung weitreichend

sind, ist es wichtig, die richtige Art der Informationsgewinnung zu gewährleisten. Vor allem bei kleinflächigen Gebieten wie Städten gibt es eine Vielzahl an Kartentypen, welche zur Informationsgewinnung bei räumlichen Skizzen herangezogen werden können (Appleyard, 1970, S. 108f.):

- **Clusterkarten:** Liefern Ergebnisse, indem sie zusammengehörige Objekte gruppieren, jedoch ohne die Beziehungen zwischen den einzelnen Gruppen darzustellen.
- **Mosaikkarten:** Bieten eine kontinuierliche Abbildung der Realität, indem sie diese mithilfe schematischer Grenzen in verschiedene Teile untergliedern.
- **Verbindungskarten:** Vereinen bestimmte Bereiche durch Linien, was häufig zur Darstellung von Infrastrukturen wie Straßennetzen genutzt wird.
- **Musterkarten:** Bilden natürliche Gegebenheiten wie Flüsse ab und verknüpfen diese auf möglichst realistische Art und Weise miteinander.

Allerdings sind diese Kartentypen eher für kleinere, spezifische Bereiche geeignet, weshalb sie sich nicht für die Darstellung des komplexen Verlaufs der Alpen in einer Kartenskizze anbieten. Um größere Gebiete zu untersuchen, eignet sich die Methode des **Polygonzeichnens**. Dabei werden die Umrisse des untersuchten Gebiets durch eine Linie dargestellt, durch welche die geographischen Gegebenheiten so präzise wie möglich auf der Karte abgebildet werden sollen. Eine exemplarische Anwendung dieses Methodenansatzes liefern Costa und Bonetti (2018, S. 61). In ihrer Studie wurden die Befragten gebeten, den Verlauf Sardinien auf einer Karte von Italien einzuzeichnen, auf der die Insel selbst nicht dargestellt ist. Ziel war es, Sardinien geographische **Position und Umrisse** möglichst genau gemäß der kognitiven Wahrnehmung der Teilnehmenden zu rekonstruieren. Dazu wurde ebenfalls eine Linie als Grundlage verwendet, welche das Ergebnis als Polygon darstellt und somit den Umriss der Insel abbildet. Im Zuge der Untersuchung dieser Masterarbeit wird ebenfalls die Methode des Einzeichnens von Grenzen mittels einer Linie, welche als Polygon den Umriss des Untersuchungsgebiets darstellt, angewandt. Der Fokus liegt dabei jedoch ausschließlich auf der Analyse des Verlaufs der Alpen, ohne einen Vergleich zur Lage anderer geographischer Gebiete zu ziehen. Außerdem wird im Gegensatz zum Versuchsaufbau von Costa und Bonetti (2018) ein digitaler Ansatz gewählt, der es ermöglicht, die gewonnenen Ergebnisse direkt als geographisch referenzierte Polygone zu speichern. Diese können anschließend in ArcGIS weiter analysiert werden, um eine präzise und effiziente Auswertung zu gewährleisten. Obwohl die Methode der Kartenskizze eine qualitative Erhebungsform darstellt, lassen sich grundlegende Gütekriterien wie Objektivität, Validität und Reliabilität zumindest ansatzweise übertragen. Die Validität ist hoch, da kognitive Vorstellungen direkt erfasst werden. Objektivität und Reliabilität sind aufgrund individueller Interpretationen beschränkt, können jedoch durch einen standardisierten Fragebogen erhöht werden.

5.3.2 Aufbau und Durchführung des Fragebogens (Kartenskizze)

Für die Erstellung des Fragebogens wird das Online-Tool **ArcGIS Survey123** verwendet. Ein großer Vorteil hierbei ist, dass sowohl empirische Fragen als auch Anwendungen der Geoinformation miteinander verbunden werden können und somit im Einklang zueinanderstehen, was besonders für die Fragestellung dieser Masterarbeit von entscheidender Bedeutung ist. Um die Teilnehmenden mit den grundlegenden Informationen vertraut zu machen, wird zu Beginn der Umfrage ein Textfeld integriert, welches einen Fokus auf das untersuchte Thema und die durchzuführenden Aufgaben legt. Zusätzlich werden persönliche Informationen sowie die E-Mail-Adresse angegeben, um für potenzielle Nachfragen zur Verfügung zu stehen. Das einleitende Textfeld wird in Abbildung 16 gezeigt.

Untersuchung des Verlaufs der Alpen auf Basis kognitiver Karten

Sehr geehrte Teilnehmerin, sehr geehrter Teilnehmer,
im Rahmen meiner Masterarbeit an der Universität Wien untersuche ich, wie Menschen den Verlauf der Alpen wahrnehmen. Dabei geht es darum, individuelle Vorstellungen der Alpenregion zu erfassen und diese mit den offiziellen geographischen Grenzen zu vergleichen.

Ablauf der Umfrage:

- Zu Beginn erhalten Sie eine Karte von Europa. Bitte zeichnen Sie auf dieser Karte den Verlauf/Umriss der Alpen so ein, wie Sie ihn sich vorstellen. Versuchen Sie dabei, möglichst genau zu sein.
- Anschließend werden einige allgemeine Fragen zu Ihrer Person gestellt.
- Die Teilnahme dauert etwa 5 Minuten.

Herzlichen Dank für Ihre Unterstützung!
Markus Stigloher, B.Sc.
a11918173@unet.univie.ac.at

Abbildung 16: Textfeld mit einführenden Informationen zum Fragebogen der Methode Kartenskizze

Nachdem die allgemeinen Informationen des Fragebogens dargelegt sind, folgt die Analyse der kognitiven Karten in Hinblick auf den Verlauf der Alpen. Dafür wird in die Umfrage auf ArcGIS Survey123 eine Karte eingefügt, welche auf Europa zentriert ist. Als Hintergrundkarte wird eine vereinfachte, weitgehend stumme Abbildung ohne topographische Informationen verwendet, welche lediglich Grenzverläufe und größere Städte zeigt. Auf diese Weise wird vermieden, dass die Teilnehmenden durch Informationen wie Höhenangaben beeinflusst werden, sodass ihre Zeichnungen möglichst unverfälscht ihre individuelle, kognitive Wahrnehmung des Alpenraums widerspiegeln. Als Zeichenwerkzeug wird die Funktion **Freihandfläche** verwendet. Damit können Polygone ohne Einschränkungen frei auf der Karte eingezeichnet werden. Dies ermöglicht wiederum eine individuellere Darstellung, als es bei der Verwendung

vorgeschriebener Formen der Fall wäre und macht somit eine höhere Genauigkeit der Zeichnungen möglich. Weiters ist zu erwähnen, dass der Zoomfaktor von den Teilnehmenden frei wählbar ist und sich diese beliebig auf der Karte bewegen können. Um die Aufgabenstellung präzise zu formulieren, wird zusätzlich ein erläuternder Text eingefügt, in welchem nochmals betont wird, dass keine externen Materialien zur Lösung der Aufgabe herangezogen werden dürfen. Der Verlauf der Alpen soll ausschließlich auf den kognitiven Karten der Teilnehmenden basieren. Zusätzlich werden klare und verständliche Anweisungen für eine reibungslose Durchführung sowohl am PC als auch auf mobilen Geräten bereitgestellt. In Abbildung 17 wird der Teil des Fragebogens, indem die Kartenskizze erstellt und der kognitive Verlauf des Alpenbogens eingezeichnet werden soll, präsentiert.

Bitte zeichnen Sie den Verlauf der Alpen nach Ihren Vorstellungen ein.*

Nutzen Sie dafür bitte **keine** zusätzlichen Materialien und stützen Sie sich ausschließlich auf die Vorstellungen, die Sie aus Ihrem Gedächtnis abrufen können. Versuchen Sie, so genau wie möglich zu sein.

Eingabe am PC: Wählen Sie zum Zeichnen die Funktion "Freihandfläche" bzw. "Freehand area" (ovals/unteres Symbol) aus, welche sich auf der rechten Seite der Karte befindet. Mit dieser Funktion können Sie den Umriss/Verlauf der Alpen nach Ihren Vorstellungen einzeichnen.

Eingabe am Mobilgerät: Tippen Sie auf die Karte und wählen Sie dort die Funktion "Freihandfläche" bzw. "Freehand area" (ovals/unteres Symbol) aus, welche sich auf der rechten Seite der Karte befindet. Mit dieser Funktion können Sie den Umriss/Verlauf der Alpen nach Ihren Vorstellungen einzeichnen. Bestätigen Sie Ihre Zeichnung mit "OK" (rechts oben).

Hinweis: Sie können die Kartenansicht vergrößern.

Abbildung 17: Abschnitt der Kartenskizze im Fragebogen

Nach der Erstellung der Kartenskizze, folgen einige Fragen zum demographischen Hintergrund der Teilnehmenden. Hierbei wird speziell auf drei Aspekten eingegangen:

- Alter
- Geschlecht
- Wohnort

Diese Angaben sind notwendig, da damit bei einer zukünftigen Analyse der Daten potenzielle Schlüsse über Gemeinsamkeiten und Unterschiede der einzelnen Personengruppen getätigt werden können. Für die Angabe des Alters werden Altersgruppen definiert, welche in sechs Kategorien unterteilt sind. Diese sind so gewählt, dass sie die unterschiedlichen Lebensphasen sowie sozialen und wirtschaftlichen Merkmale der Personen widerspiegeln. Für die Befragung zum Geschlecht wird neben den beiden binären Antwortmöglichkeiten männlich und weiblich auch die Option divers als zusätzliche Geschlechterkategorie berücksichtigt. Dieses dritte Geschlecht wurde zum 1. Januar 2019 in das Personenstandsgesetz integriert und somit auch als Auswahlmöglichkeit hinzugefügt (Lenzner et al., 2019, S. 12). Die letzte demographische Frage bezieht sich auf den Wohnort der Teilnehmenden. Hierfür wird eine Suchleiste integriert, in welche diese Information eingetragen werden soll. Auf diese Weise können potenzielle Unterschiede zwischen Personen, die innerhalb oder außerhalb des Alpenraums wohnen, analysiert werden. Alle drei der genannten Fragestellungen sind als verpflichtend markiert und erlauben jeweils nur maximal eine Antwortmöglichkeit. Abbildung 18 zeigt diese.

Bitte geben Sie Ihr Alter an.*

Die Angabe des Alters wird im Nachhinein dazu verwendet, mögliche Unterschiede in den Ergebnissen zwischen den Altersgruppen zu analysieren.

☐
 Unter 18 Jahre

☐
 18 - 25 Jahre

☐
 26 - 35 Jahre

☐
 36 - 50 Jahre

☐
 51 - 65 Jahre

☐
 Über 65 Jahre

Bitte geben Sie Ihr Geschlecht an.*

Die Angabe des Geschlechts wird im Nachhinein dazu verwendet, mögliche Unterschiede in den Ergebnissen zwischen den Geschlechtern zu analysieren.

☐
 Männlich

☐
 Weiblich

☐
 Divers

Bitte geben Sie Ihren Wohnort an.*

Die Angabe des Wohnorts wird im Nachhinein dazu verwendet, mögliche Unterschiede in den Ergebnissen zwischen Personen, die innerhalb oder außerhalb des Alpenraums wohnen, zu analysieren.

Abbildung 18: Abschnitt der demographischen Fragen im Fragebogen zur Methode Kartenskizze

Die Durchführung des Fragebogens erfolgte ausschließlich online und lässt sich in zwei Phasen unterteilen. Zum einen wurde der Link im **persönlichen Umfeld** verbreitet. Hierfür wurden sowohl Kontakte direkt angeschrieben als auch Beiträge auf der Social-Media-Plattform

Instagram geteilt. Die zweite Phase beschäftigte sich mit **fremden Teilnehmenden**. Dafür wurde unter anderem auf der Website SurveyCircle, welche sich auf das Teilen von Fragebögen fokussiert, der Link zur Umfrage hochgeladen. Das System dieser Website beruht auf gegenseitiger Unterstützung. So werden für jede erfolgreiche Durchführungen eines fremden Fragebogens Punkte gutgeschrieben, welche wiederum für die eigene Umfrage von Bedeutung sind, da diese dadurch auf der Website einen besseren Status erlangt und somit mehrere Personen erreicht. Außerdem wurde der Link in verschiedenen Facebook-Gruppen geteilt, die sich auf den gegenseitigen Austausch von Fragebögen spezialisiert haben. Dasselbe geschah auch auf Reddit, was speziell zu einer hohen Anzahl an Rückmeldungen führte. Auch auf Studo, einer App für Studierende, wurde der Link zur Umfrage geteilt. Insgesamt hat sich der Prozess der Datengewinnung **über ungefähr einen Monat** erstreckt, beginnend am 06.05.2025 und endend am 05.06.2025.

5.3.3 Ergebnisse und demographische Eigenschaften (Kartenskizze)

Insgesamt konnten bei der Umfrage 445 Ergebnisse gesammelt werden. Allerdings wurde bei der Sichtung der Daten deutlich, dass einige Antworten nicht richtig gespeichert wurden. Dies zeigt sich darin, dass die Polygone nicht korrekt dargestellt werden, sondern nur sehr kleine Gebiete abdecken, welche dem ursprünglich erstellten Polygon nicht ähneln. Diese fehlerhafte Speicherung konnte auch nachgewiesen werden, da dies bei einem Bekannten auftrat, der versicherte, dass er das im Ergebnis angezeigte Polygon nicht gezeichnet hatte. Allerdings trat dieses Problem beim Speichern nur selten auf. Exemplarisch ist dieser Fehler in Abbildung 19 zu sehen.

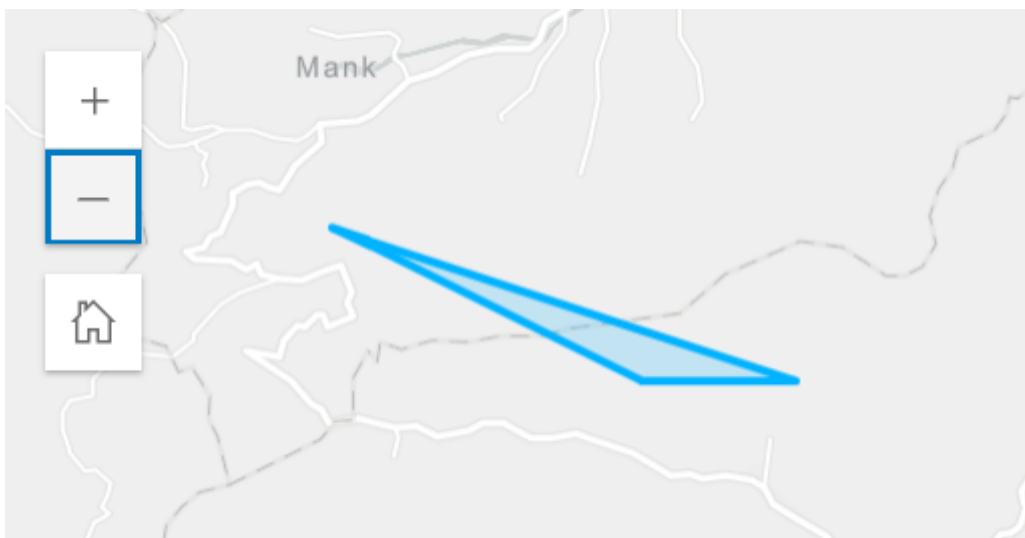


Abbildung 19: Beispiel für eine fehlerhafte Speicherung des Polygons

Weiters gab es einige Teilnehmende, welche das falsche Zeichenwerkzeug verwendeten (obwohl es in der Aufgabenstellung klar beschrieben ist) und dadurch nur eine der vorgefertigten

Formen (Rechteck, Kreis, Dreieck) einzeichneten, wodurch wiederum der Aspekt der Genauigkeit nicht verfolgt wird. Hierbei ist zu erwähnen, dass es bei ArcGIS Survey123 keine Möglichkeit gibt, nur das richtige Zeichenwerkzeug der Freihandzeichnung auf der Karte anzeigen und auswählen zu lassen, sondern es dieses ausschließlich in Kombination mit jenen zum Zeichnen der vorgefertigten Formen gibt. Um die erhobenen Daten nicht zu verfälschen, wurden die fehlerhaft gespeicherten und falsch gezeichneten Polygone sowie anderweitig fehlerhafte Daten aus dem Datensatz gelöscht. Daraufhin sind noch **390 Daten** vorhanden, welche für die Methodenevaluation verwendet werden. Aus dieser Zahl wird ebenfalls deutlich, dass die berechnete Stichprobengröße von 385 erreicht wurde. In den nachfolgenden Kreisdiagrammen werden nun die demographischen Daten der Teilnehmenden präsentiert, beginnend mit der Altersverteilung in Abbildung 20.

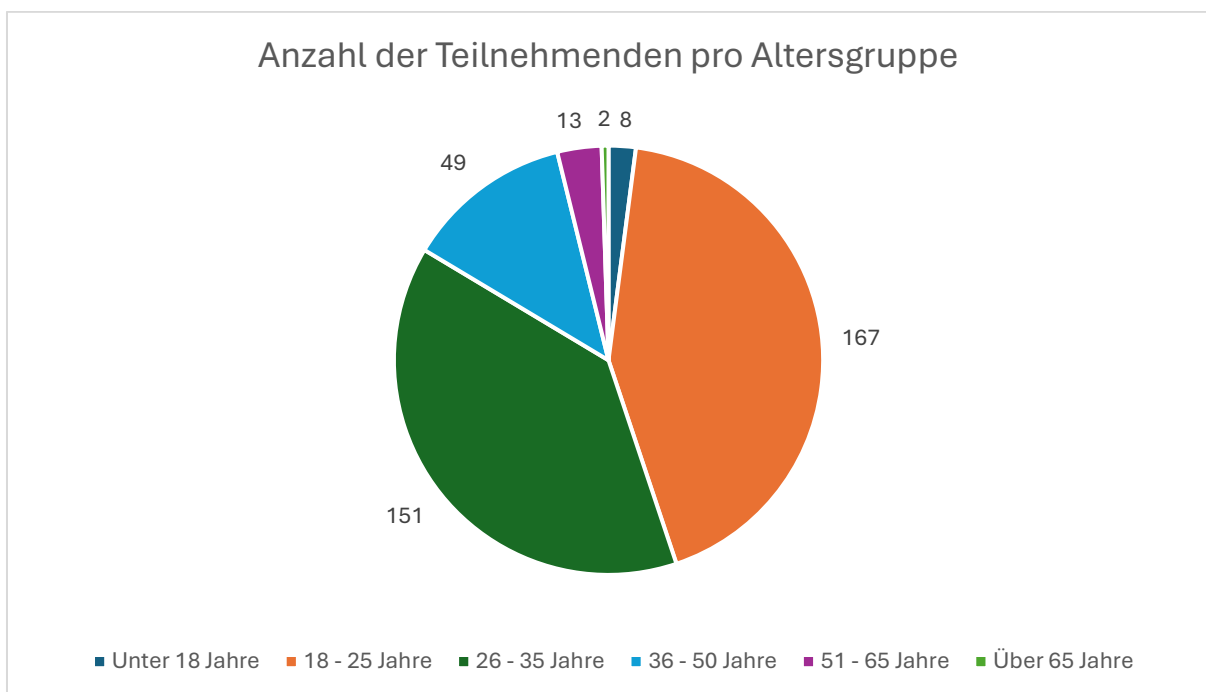


Abbildung 20: Altersverteilung der Teilnehmenden für die Methode Kartenskizze

Hierbei wird deutlich, dass sich mit insgesamt 318 Personen ein Großteil der Befragten **im Alter zwischen 18 und 35 Jahren befindet**, was vor allem damit zusammenhängt, dass diese vermehrt digitale Medien verwenden und dadurch leichter auf die Umfrage aufmerksam wurden. Aus diesem Grund sind vor allem die beiden ältesten Gruppen nur mit insgesamt 15 Teilnehmenden vertreten. Dennoch ist zu erwähnen, dass ein breites Spektrum an Altersgruppen abgedeckt ist und der Fokus nicht nur auf jungen Erwachsenen liegt. Als nächstes wird die Geschlechterverteilung der Befragten vorgestellt, wobei zwischen männlich, weiblich und divers unterschieden wird. Die Verteilung ist im Kreisdiagramm in Abbildung 21 zu sehen.

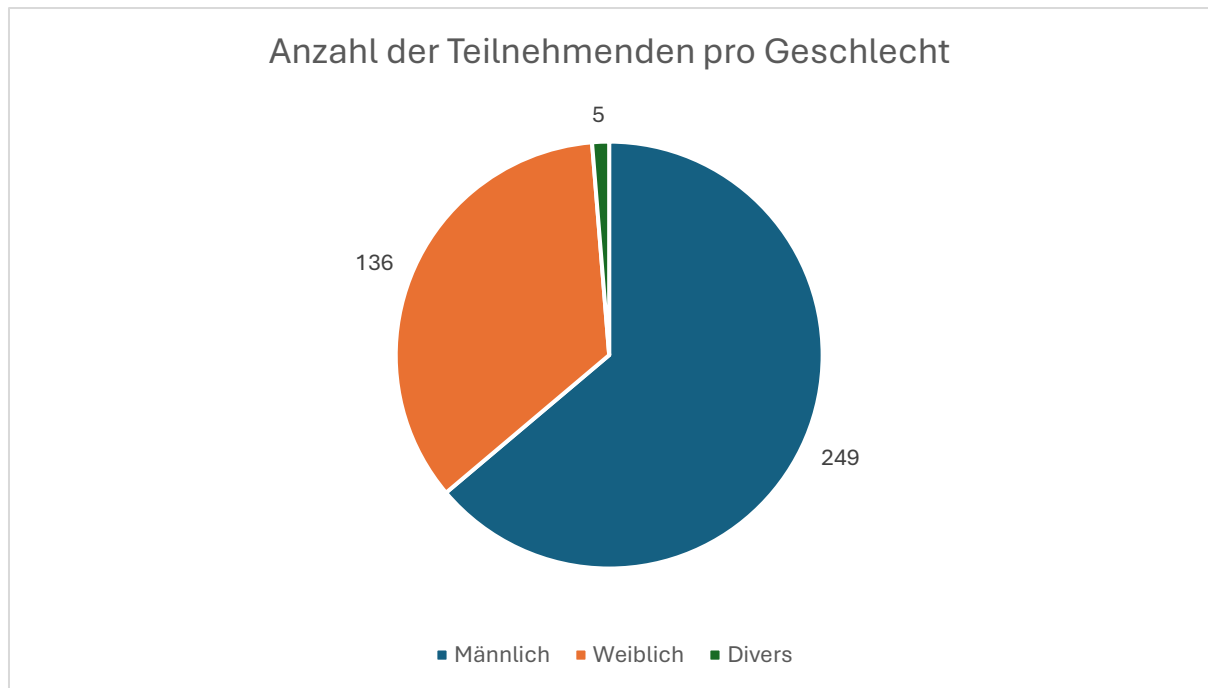


Abbildung 21: Geschlechterverteilung der Teilnehmenden für die Methode Kartenskizze

Hierbei zeigt sich, dass die Umfrage **vermehrt von männlichen Teilnehmern durchgeführt wurde**. Es handelt sich mit 249 Personen nahezu um den doppelten Wert der weiblichen Teilnehmerinnen, der 136 umfasst. Nur 5 Personen konnten der Gruppe divers zugeordnet werden. Die dritte untersuchte demographische Information betrifft den Wohnort. Dabei wird zwischen Alpenbewohnerinnen und Alpenbewohnern sowie Personen, die außerhalb des Gebirges wohnen, unterschieden. Das Kreisdiagramm in Abbildung 22 zeigt die Verteilung.

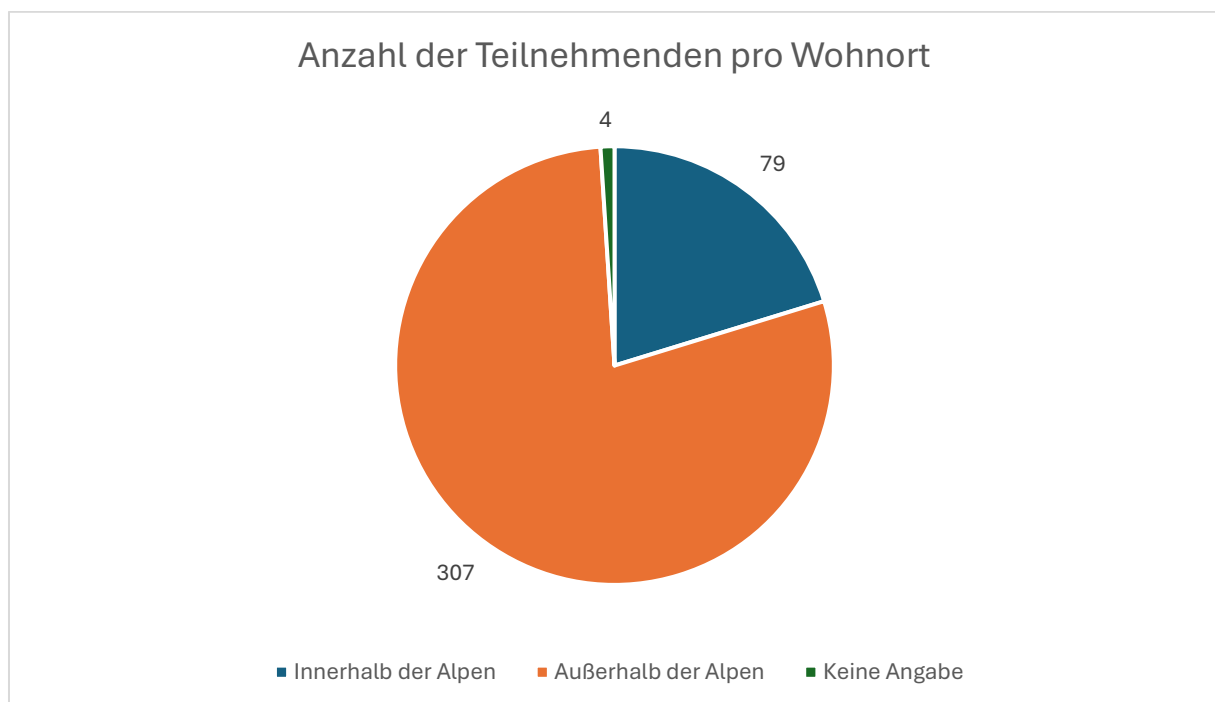


Abbildung 22: Wohnortverteilung der Teilnehmenden für die Methode Kartenskizze

Bei der Verteilung der Wohnorte wird deutlich, **dass ein Großteil der Befragten außerhalb der Alpen wohnt, nämlich insgesamt 307 Personen**. Im Gegensatz dazu lebt circa ein Fünftel der Teilnehmenden innerhalb des Untersuchungsgebiets. 4 Personen konnten keiner der beiden Gruppen zugeordnet werden, weil entweder nur oberflächliche Informationen angegeben wurden (z. B. Deutschland) oder eine fehlerhafte Angabe stattgefunden hat. Insgesamt kann aus allen drei demographischen Faktoren herausgelesen werden, dass die Stichprobe breit gefächert ist und eine akzeptable Mischung in Bezug auf das Alter, das Geschlecht und den Wohnort vorliegt.

5.4 Versuchsaufbau der Methode Bewertungsskala

In diesem Kapitel wird der adaptierte Versuchsaufbau der Methode Bewertungsskala auf das Untersuchungsgebiet der Alpen präsentiert. Dabei werden zuerst die allgemeinen Grundlagen aufgezeigt, bevor eine intensive Auseinandersetzung mit der technischen Implementierung in ArcGIS sowie der Erstellung und Durchführung des Fragebogens folgt.

5.4.1 Grundlagen (Bewertungsskala)

Bei der Implementierung dieser Methode auf das Untersuchungsgebiet der Alpen ist es essenziell, sich intensive Gedanken über die Größe sowie den geographischen Verlauf der sechseckigen Rasterzellen zu machen, welche von den Teilnehmenden bei der Durchführung bewertet werden sollen. Ein ausschlaggebender Unterschied zum ursprünglichen Methodenansatz von Montello et al. (2014) ist, dass darin klar definierte geographische Grenzen mit Kalifornien bzw. Alberta als Abgrenzungen für die Rasterzellen dienen, während in dieser Masterarbeit zusätzlich der Fokus darauf liegt, Gebiete außerhalb der offiziellen Grenzen des Alpenbogens zu detektieren, welche von den Befragten fälschlicherweise als Teil des Untersuchungsgebiets angesehen werden. Aus diesem Grund dient der von der Alpenkonvention definierte Verlauf der Alpen nicht als Grenze für die Abdeckung der Rasterzellen, **sondern diese verlaufen auch darüber hinaus**. Weiters ist es von elementarer Bedeutung, die geographischen Positionen der Sechsecke in den Versuchsaufbau miteinzubeziehen. Da die Alpen kein symmetrisch verlaufendes Gebirge sind, ist es nicht ratsam, das Untersuchungsgebiet strikt an den Verlauf der Alpen anzupassen und dieses in alle vier Himmelsrichtungen um die gleiche Anzahl an Zellen zu erweitern. Ein weiterer Aspekt, welcher gegen diesen Ansatz spricht, ist das Mittelmeer, da dieses Gebiet keiner sinnvollen Bewertung in Anbetracht der Zugehörigkeit zu den Alpen unterzogen werden kann. Deshalb wird die Verteilung der Raster nicht direkt an die Form der Alpen angepasst, um somit zu gewährleisten, dass die Teilnehmenden nicht von der Anordnung der Zellen beeinflusst werden.

Neben der geographischen Anordnung ist auch die Flächengröße der Sechsecke von elementarer Bedeutung für die Aussagekraft der Untersuchung. Wesentlich dabei ist es, einen **Kompromiss aus Genauigkeit und Durchführungsaufwand** für die befragten Personen zu finden. Einerseits ist es wichtig, dass die Zellen nicht zu klein sind, da dies den zeitlichen Aufwand bei der Bewertung erheblich erhöhen würde. Andererseits sollten die Zellen auch nicht zu groß gewählt werden, zumal dies zu weniger aussagekräftigen Ergebnissen führt, da somit große Flächen nur von wenigen Sechsecken abgedeckt werden. Um einen geeigneten Rahmen für die Größe des Rasters zu finden, wird versucht, sich an den Werten der originalen Publikation zu orientieren. Dabei wurden für den Versuchsaufbau aus Kalifornien eine Fläche von 4.920 km² und für die Durchführung in Alberta eine Größe von 6.457 km² für jede Zelle gewählt (Montello et al., 2014, S. 1813). Da bei der Erstellung des Fragebogens deutlich wurde, dass eine Zelle mit den oben genannten Flächen im Kontext der Alpen zu große Gebiete abdeckt, wurde die Zellgröße aus Gründen der Genauigkeit angepasst. Hierfür wurde zuerst untersucht, ob sich die Größe der Zellen des **H3 Geospatial Indexing Systems** für den Versuchsaufbau anbietet. Hierbei handelt es sich um ein diskretes und globales Gitternetzsystem, welches von Uber entwickelt wurde und dazu dient, geographische Daten in einem Raster aus Sechsecken zu speichern. Dabei gibt es verschiedene Zoomlevel, welche unterschiedliche Zellgrößen der Sechsecke aufweisen (Uber Technologies, o. J.). Allerdings konnte hier festgestellt werden, dass sich keine der definierten Größen für das Untersuchungsgebiet der Alpen anbietet, da diese entweder zu genau oder zu verallgemeinernd sind. Aus diesem Grund wurde die Zellgröße selbst definiert und auf **3.000 km²** gesetzt. Mit diesen Maßen können aussagekräftige Schlüsse über die kognitiven Karten der Befragten getätigt werden. Gleichzeitig ist aufgrund der Gesamtanzahl der Zellen, welche bewertet werden müssen, ein angemessener Zeitaufwand für die Durchführung gegeben.

Für die Bewertung der Sechsecke werden sieben abgestufte Werte verwendet, die unterschiedliche Zugehörigkeitsgrade der Gebiete innerhalb der Zellen zum Alpenraum widerspiegeln. Der Wert 1 steht für eine Zelle, die definitiv nicht zum Alpenraum gehört, während der Wert 7 eine vollständige Zugehörigkeit zum Alpenraum signalisiert. Es wurde bewusst eine Skala mit sieben Einheiten gewählt, um eine präzisere Bewertung der Zellen zu ermöglichen. Auf diese Weise können auch Sechsecke, in denen die Alpen beispielsweise nur zu 40 % verlaufen, mit einem Zwischenwert bewertet werden. Eine einfache Ja-/Nein-Skala würde dieser Differenzierung nicht gerecht werden und die Ergebnisse entsprechend verzerren, wodurch eine genauere Darstellung des Gebietsverlaufs nicht möglich wäre. Diese Methode weist eine hohe Objektivität auf, da die Bewertungsskala standardisiert vorgegeben ist und die Ergebnisse numerisch erfasst werden. Durch eine einheitliche Instruktion sowie eine klare Definition der Skalenwerte wird sichergestellt, dass alle Befragten unter den gleichen Bedingungen

und unabhängig von der Forschungsleitung bewerten. Eine vollständige Auflistung der verwendeten Bewertungsskala mit den dazugehörigen Beschreibungen ist in Tabelle 6 zu sehen.

Bewertung	Beschreibung
1	Keine Zugehörigkeit dieser Zelle zum Alpenraum
2	Sehr geringe Zugehörigkeit dieser Zelle zum Alpenraum
3	Geringe Zugehörigkeit dieser Zelle zum Alpenraum
4	Mäßige Zugehörigkeit dieser Zelle zum Alpenraum
5	Hohe Zugehörigkeit dieser Zelle zum Alpenraum
6	Sehr hohe Zugehörigkeit dieser Zelle zum Alpenraum
7	Volle Zugehörigkeit dieser Zelle zum Alpenraum

Tabelle 6: Die verwendete Bewertungsskala mit dazugehörigen, verbalen Beschreibungen

5.4.2 Technische Implementierung des Gitternetzes in ArcGIS

Für die technische Implementierung der oben genannten Aspekte wird ausschließlich die Geoinformationssoftware ArcGIS verwendet. Bevor das Gitternetz erstellt werden kann, wird zuerst der Grenzverlauf der Alpen laut Alpenkonvention (GeoJSON) in das Projekt geladen. Dieser dient dazu, einen Überblick über die Ausbreitung des Untersuchungsgebiets zu bekommen und das Gitternetz infolgedessen an den Gebirgsverlauf anpassen zu können. Um die sechseckigen Zellen zu erstellen, wird das Geoprocessing-Tool *Generate Tesselation* verwendet. Mit diesem Tool besteht die Möglichkeit, ein Gitternetz mit selbst definierbaren Ausmaßen zu erzeugen, wobei aus insgesamt sechs Formen gewählt werden kann. Für diesen Versuchsaufbau wird ein Hexagon mit einer Fläche von 3.000 km² als Grundeinstellung verwendet. Dies ist auch in Abbildung 23 zu sehen.

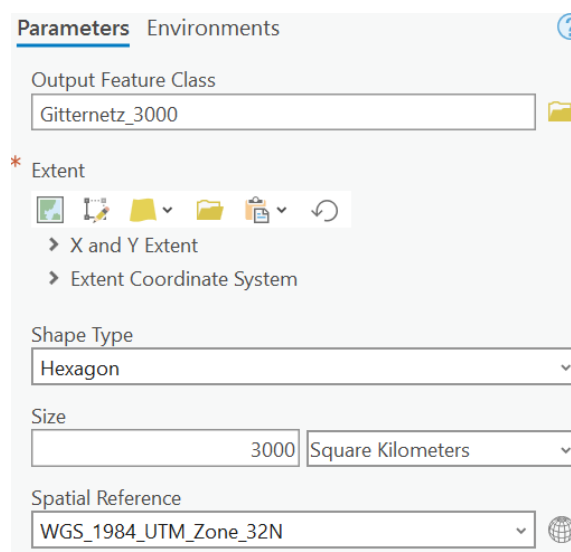


Abbildung 23: Einstellungen beim Geoprocessing-Tool *Generate Tesselation*

Zusätzlich zu den Eigenschaften des Hexagons kann ein Gebiet definiert werden, welches als Ursprungsfläche für das Gitternetz dient. Da dieses allerdings zwingend rechteckig sein muss, wird es ausgehend davon an das Untersuchungsgebiet der Alpen adaptiert. Dafür werden Zellen, welche kein Teil des Versuchsaufbaus sein sollen, selektiert und im Anschluss aus dem Gitternetz entfernt. Bei der Anordnung der endgültigen Sechsecke wurde versucht, in alle vier Himmelsrichtungen ausreichend Zellen über dem offiziellen Verlauf der Alpen hinausragen zu lassen. Das schlussendlich verwendete Gitternetz ist in Abbildung 24 dargestellt.



Abbildung 24: Das verwendete Gitternetz für die empirische Untersuchung

Insgesamt werden zur Durchführung des Fragebogens **237 Zellen** verwendet. Diese weisen jeweils eine Fläche von 3.000 km^2 auf. Somit verläuft das verwendete Untersuchungsgebiet über eine Gesamtfläche von **711.000 km^2** . Die Abdeckung reicht dabei von Mittelfrankreich im Westen bis nach Budapest im Osten und von Nürnberg im Norden bis zum Mittelmeer im Süden.

5.4.3 Aufbau und Durchführung des Fragebogens (Bewertungsskala)

Konträr zur Umfrage der Methode Kartenskizze wird hierfür kein vorgefertigtes Online-Tool zur Durchführung verwendet, sondern eine eigens erstellte **HTML-Seite** eingesetzt. Bei der Erstellung des Codes wurde hierfür die Claude AI (Claude 3.7 Sonnet) zur Hilfe genommen. Auch hier wird zu Beginn des Fragebogens ein informativer Text eingefügt, welcher die wichtigsten Aspekte der Umfrage aufzeigt sowie den Ablauf darlegt. Um für potenzielle Nachfragen zur Verfügung zu stehen, wird neben persönlichen Informationen auch eine E-Mail-Adresse

angegeben. Daraufhin folgen, angelehnt an den Fragebogen der Methode Kartenskizze, demographische Fragen, um im Nachhinein die Ergebnisse zwischen den einzelnen Personengruppen potenziell analysieren zu können. Auch hier werden erneut Alter, Geschlecht und Wohnort der Teilnehmenden abgefragt. Die Altersangabe erfolgt dabei anhand sechs vordefinierter Gruppen:

- Unter 18 Jahre
- 18 bis 25 Jahre
- 26 bis 35 Jahre
- 36 bis 50 Jahre
- 51 bis 65 Jahre
- Über 65 Jahre

Bei der Auswahl des Geschlechts wird zwischen männlich, weiblich und divers differenziert. Beide Fragen sind im Multiple-Choice-Format gestaltet und durch das Ankreuzen der jeweils zutreffenden Antwort durchzuführen. Anders ist dies bei der Bekanntgabe des Wohnorts der Fall. Hierfür müssen sowohl die Postleitzahl als auch der Ortsname in die dafür vorgegebene Textzeile eingetragen werden. In Abbildung 25 sind die demographischen Fragen in der HTML-Seite dargestellt.

The image shows a screenshot of a web-based questionnaire with three distinct sections, each with a title, a descriptive sentence, and a list of radio button options.

Section 1: Age
Title: **Bitte geben Sie Ihr Alter an.**
Description: Die Angabe des Alters wird im Nachhinein dazu verwendet, mögliche Unterschiede in den Ergebnissen zwischen den Altersgruppen zu analysieren.
Options:
☐ Unter 18 Jahre
☐ 18 - 25 Jahre
☐ 26 - 35 Jahre
☐ 36 - 50 Jahre
☐ 51 - 65 Jahre
☐ Über 65 Jahre

Section 2: Gender
Title: **Bitte geben Sie Ihr Geschlecht an.**
Description: Die Angabe des Geschlechts wird im Nachhinein dazu verwendet, mögliche Unterschiede in den Ergebnissen zwischen den Geschlechtern zu analysieren.
Options:
☐ Männlich
☐ Weiblich
☐ Divers

Section 3: Residence
Title: **Bitte geben Sie Ihren Wohnort an (Postleitzahl und Ort).**
Description: Die Angabe des Wohnorts wird im Nachhinein dazu verwendet, mögliche Unterschiede in den Ergebnissen zwischen Personen, die innerhalb oder außerhalb des Alpenraums wohnen, zu analysieren.
Input field: A text box with the placeholder text "Postleitzahl und Wohnort".

Abbildung 25: Abschnitt der demographischen Fragen im Fragebogen zur Methode Bewertungsskala

Im Anschluss an die demographischen Fragen folgt eine Einführung in die Aufgabenstellung zur Bewertung der Zellen aus dem Gitternetz. Für diesen Zweck wird zuerst der Versuchsaufbau beschrieben. Hierunter zählt unter anderem eine Erklärung der siebenstufigen Bewertungsskala, anhand derer die Zellen beurteilt werden sollen. Dieser Abschnitt des Fragebogens ist in Abbildung 26 zu sehen.

Aufgabenbeschreibung

Im Folgenden wird Ihnen ein Ausschnitt einer Europakarte gezeigt, welcher von einem Gitternetz aus sechseckigen Zellen überlagert ist. Bitte bewerten Sie jedes Sechseck der Karte basierend auf Ihrer Einschätzung, ob das Gebiet darunter zum Alpenraum gehört oder nicht. Nutzen Sie dafür **keine** zusätzlichen Hilfsmittel, sondern fokussieren Sie sich ausschließlich auf Ihre kognitiven Vorstellungen der Alpen.

Legende - Zugehörigkeit zum Alpenraum

-  1 - **Keine** Zugehörigkeit dieser Zelle zum Alpenraum
-  2 - **Sehr geringe** Zugehörigkeit dieser Zelle zum Alpenraum
-  3 - **Geringe** Zugehörigkeit dieser Zelle zum Alpenraum
-  4 - **Mäßige** Zugehörigkeit dieser Zelle zum Alpenraum
-  5 - **Hohe** Zugehörigkeit dieser Zelle zum Alpenraum
-  6 - **Sehr hohe** Zugehörigkeit dieser Zelle zum Alpenraum
-  7 - **Volle** Zugehörigkeit dieser Zelle zum Alpenraum

Bewertung für ausgewählte Zellen

Klicken Sie auf eine Zelle, um sie auszuwählen – diese wird dabei blau hervorgehoben. Sie können **beliebig viele Zellen gleichzeitig markieren**. Sobald Sie alle gewünschten Zellen ausgewählt haben, wählen Sie eine der sieben Werte aus (farbige Felder oberhalb der Karte). Die markierten Zellen werden daraufhin automatisch in der Farbe des jeweiligen Wertes eingefärbt. **Als Ausgangslage sind alle Zellen mit dem Wert 1 (gelb) vorbewertet**. Sie müssen nur die Zellen bewerten, die Ihrer Meinung nach einen anderen Wert als 1 haben sollen. **Speichern** Sie Ihre Ergebnisse anschließend durch Klicken auf den Button unterhalb der Karte.

Abbildung 26: Einführende Informationen zur Bewertung der Zellen

Nachdem die grundlegenden Informationen der Aufgabe dargelegt sind, folgt die zu bewertende Europakarte mit dem überlagernden Gitternetz. Ausgangspunkt der Bewertung ist, dass jede Zelle bereits mit dem Wert 1 versehen ist. Diese Voreinstellung dient der Reduktion des Bearbeitungsaufwands, da davon auszugehen ist, dass ein Großteil der Zellen ohnehin mit dem niedrigsten Wert eingestuft wird. Auf diese Weise müssen lediglich jene Zellen aktiv umbewertet werden, welche nach Einschätzung der Teilnehmenden stärker zum Alpenraum gehören. Die Zellen können durch Anklicken ausgewählt und anschließend mit den Werten 1 bis 7 versehen werden. Dabei ist auch eine **Mehrfachauswahl** möglich, was den zeitlichen Aufwand der Bearbeitung deutlich reduziert. Abhängig von der gewählten Stufe ändern die ausgewählten Zellen im Anschluss ihre Farbe entsprechend einer definierten Farbskala. Diese umfasst sieben Farbtöne, welche jeweils den Werten von 1 bis 7 zugeordnet sind und visuell deren Zugehörigkeit zum Alpenraum widerspiegeln. Als Hintergrundkarte wird, in Anlehnung an die Durchführung der Methode Kartenskizze, dieselbe verwendet. Es handelt sich hierbei um eine weitgehend stumme Darstellung, welche lediglich die Landesgrenzen sowie wesentliche Städte für eine problemlose Orientierung zeigt. In Abbildung 27 werden die siebenstufige Farbskala sowie die Karte mit den zu bewertenden Zellen gezeigt. Zudem ist der gesamte HTML-Code im Anhang abgebildet.

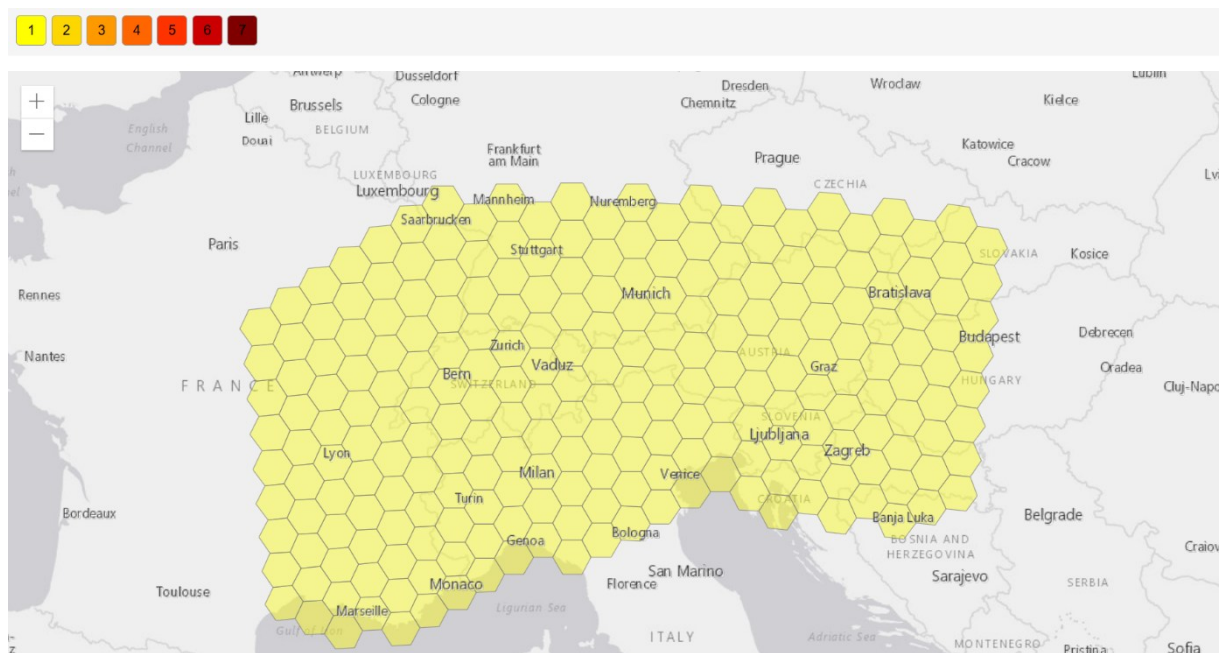


Abbildung 27: Die verwendete Farbskala und die zu bewertenden Zellen

Nachdem alle Bewertungen von den Teilnehmenden durchgeführt wurden, müssen die Antworten noch gespeichert werden. Dies geschieht über einen integrierten Button unterhalb der Karte. Die Ergebnisse werden dadurch in einem eigens erstellten Layer auf ArcGIS Online gespeichert. Dieser beinhaltet folgende Felder:

- Individuelle Teilnehmer-ID
- Individuelle Zell-ID
- Bewertung der Zelle
- Alter
- Geschlecht
- Wohnort

In diesem Layer sind sämtliche Bewertungen für jede Zelle einsehbar, da alle mit einer eindeutigen Zell-ID definiert sind. Zudem wird für jede teilnehmende Person eine eigene ID generiert, welche es ermöglicht, alle zusammenhängenden Bewertungen sowie demographischen Informationen der jeweiligen Person nachvollziehbar zuzuordnen.

Genau wie bei der Methode Kartenskizze erfolgte auch hier die Durchführung des Fragebogens ausschließlich online. Um die HTML-Seite über einen Link darzustellen und somit teilen zu können, wurde der Code auf github.com hochgeladen. Dabei wurde ein individueller Link generiert, der direkt zur Umfrage führt. Dieser wurde in der ersten Phase mit dem **persönlichen Umfeld** geteilt. Dabei kamen sowohl Social-Media-Plattformen wie Instagram aber auch Kommunikationsmedien wie WhatsApp zum Einsatz. Zur Erreichung einer breiteren Zielgruppe wurde der Link zusätzlich über SurveyCircle sowie in auf Umfragen spezialisierten

Facebook-Gruppen verbreitet. Zudem wurde die Umfrage ebenfalls auf Reddit und Studo geteilt. Wichtig zu erwähnen ist, dass die Aussendung der beiden Fragebögen (Kartenskizze und Bewertungsskala) **separat und zu unterschiedlichen Zeitpunkten erfolgt ist**. Dadurch sollte verhindert werden, dass die Beantwortung des zweiten Fragebogens durch die Ergebnisse des ersten beeinflusst wird und somit zu Verzerrungen führt. Die Datengewinnung für diese Methode hat sich über **etwas mehr als einen Monat** gestreckt, wobei mit der Aussendung am 06.05.2025 begonnen wurde. Die letzte Beantwortung konnte am 12.06.2025 erfasst werden.

5.4.4 Ergebnisse und demographische Eigenschaften (Bewertungsskala)

Der Fragebogen wurde im angegebenen Zeitraum von insgesamt **392 Personen** durchgeführt und abgeschickt. Um einen genaueren Überblick über die demographischen Daten der Teilnehmenden zu bekommen, wurden drei Kreisdiagramme erstellt, welche die Verteilung der drei persönlichen Fragestellungen aufzeigen. Begonnen wird dabei mit der Altersstruktur, welche in Abbildung 28 graphisch dargestellt ist.

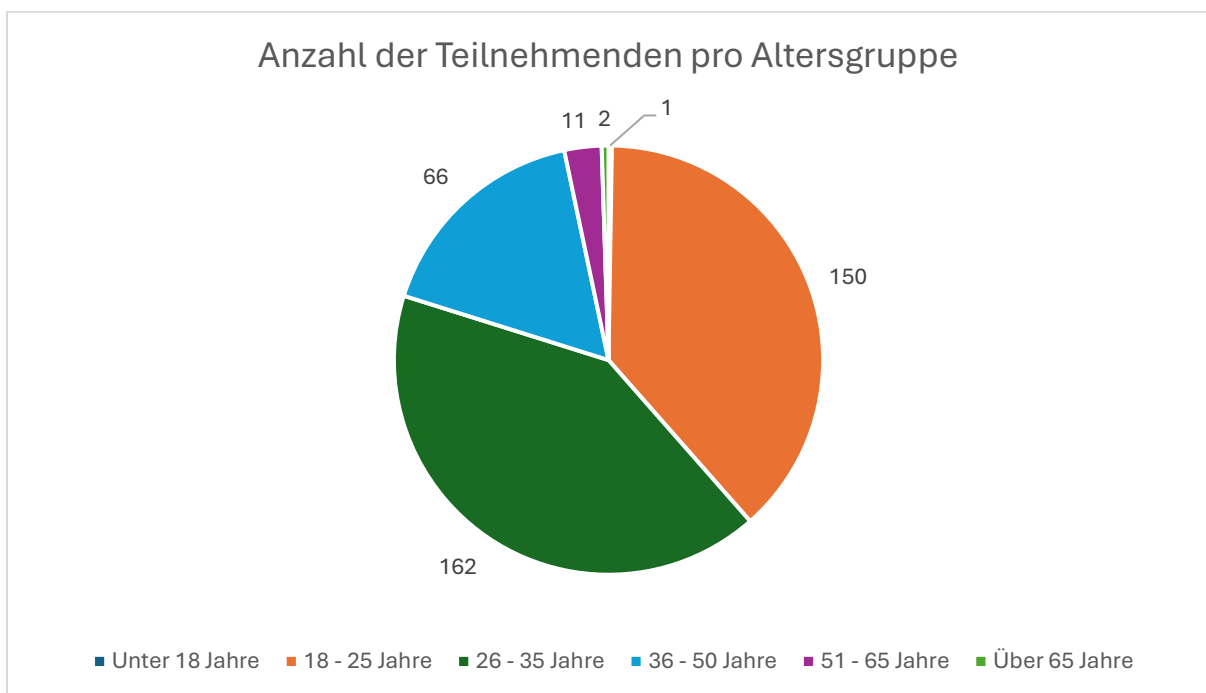


Abbildung 28: Altersverteilung der Teilnehmenden für die Methode Bewertungsskala

Hierbei wird deutlich, dass sich ein Großteil der Teilnehmenden im **jungen Erwachsenenalter** befindet und nur wenige Personen im Jugend- bzw. Seniorenalter an der Umfrage teilgenommen haben. Dies ähnelt den Daten der Methode Kartenskizze und kann ebenfalls auf die technische Durchführung der Befragung zurückgeführt werden. Im nachfolgenden Kreisdiagramm der Abbildung 29 wird die demographische Zusammensetzung der Geschlechterverteilung verdeutlicht.

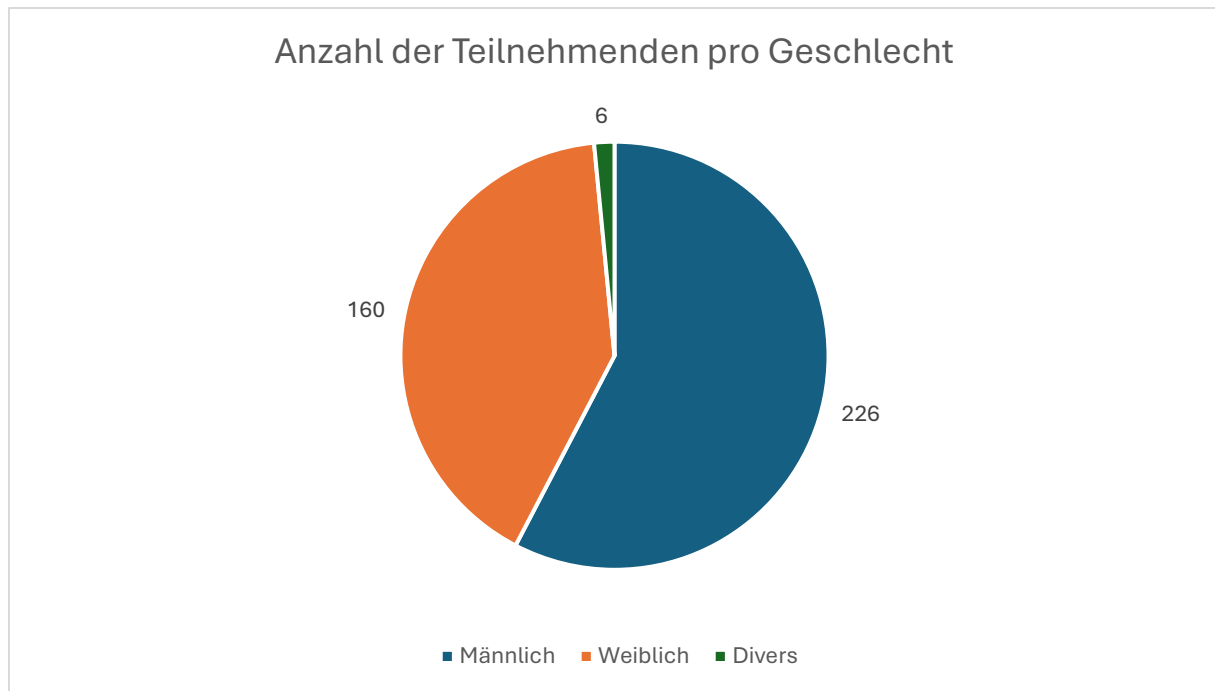


Abbildung 29: Geschlechterverteilung der Teilnehmenden für die Methode Bewertungsskala

Hierbei gibt es ein **leichtes Übergewicht auf Seiten der männlichen Teilnehmer** (226 Personen) im Vergleich zu den weiblichen (160 Personen), während nur sehr wenige mit dem Geschlecht divers (6 Personen) teilgenommen haben. Somit haben insgesamt rund 40 % mehr Männer als Frauen bei der Umfrage mitgemacht. Mithilfe des dritten Kreisdiagramms in Abbildung 30 wird die geographische Herkunft der Teilnehmenden verdeutlicht.

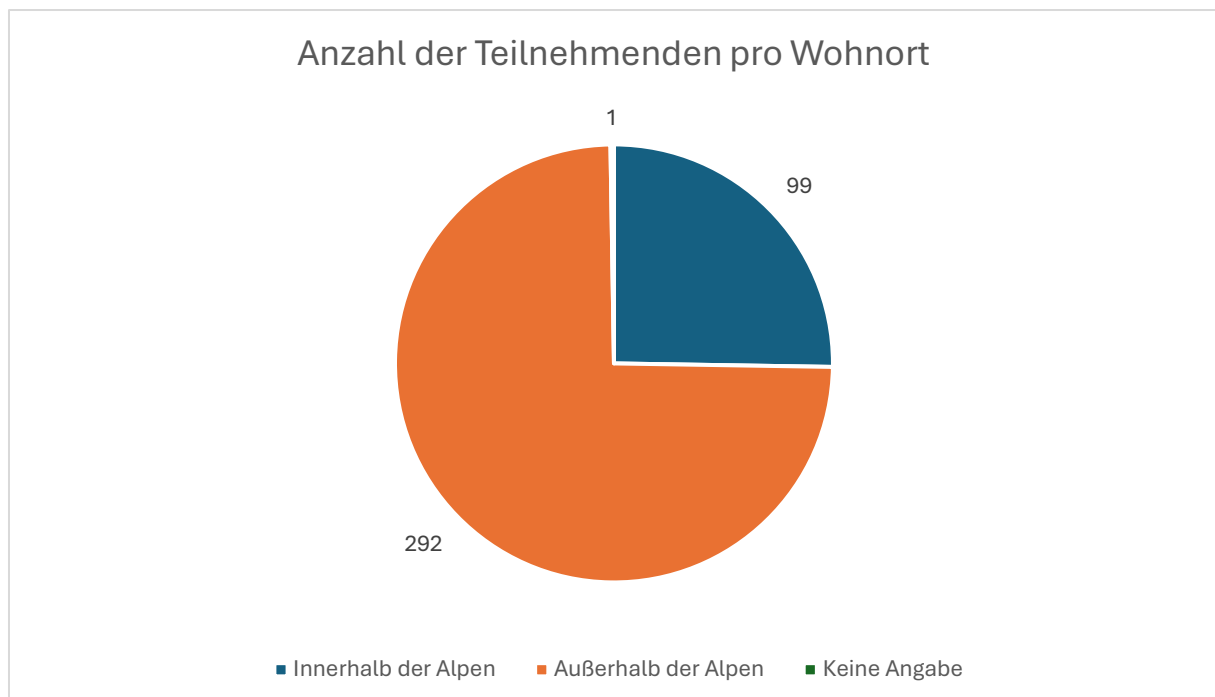


Abbildung 30: Wohnortverteilung der Teilnehmenden für die Methode Bewertungsskala

Anhand der Darstellung wird deutlich, dass sich die Verteilung der Wohnorte mit denen der Methode Kartenskizze ähnelt. **Auch hier lebt ein Großteil der Teilnehmenden außerhalb der Alpen**, während ungefähr ein Viertel der Befragten innerhalb des Untersuchungsgebiets wohnt. Eine Absendung konnte aufgrund einer nicht vollständigen Angabe keinen eindeutigen Wohnort zugeteilt werden. Insgesamt zeigt sich, dass die Stichprobe eine akzeptable Mischung aus der Bevölkerung darstellt. Sowohl beim Alter, dem Geschlecht als auch dem Wohnort gibt es differenzierte Angaben, wodurch ein breites Spektrum an Personen abgedeckt wird.

5.5 Versuchsaufbau der Methode Geotaganalyse

Im Folgenden wird die dritte Analysemethode, durch welche die Verteilung der Geotags untersucht wird, vorgestellt. Dafür werden zuerst die allgemeinen Grundlagen erläutert, bevor eine intensive Auseinandersetzung mit der Bereitstellung der Geotags sowie der technischen Implementierung in ArcGIS folgt.

5.5.1 Grundlagen (Geotaganalyse)

Für die Untersuchung der Geotags wird ausschließlich auf Daten der Fotoplattform Flickr zurückgegriffen, wodurch es sich um eine Sekundäranalyse handelt. Ein wesentlicher Aspekt bei der Datengewinnung ist die Auswahl der Tags, welche als Ausgangspunkt für die Erhebung der Geotags dienen sollen. Auch wenn sich diese Masterarbeit an deutschsprachige Personen richtet, ist es wichtig, **anderssprachige Tags** ebenfalls in die Untersuchung miteinzubeziehen, da die Alpen ein länderübergreifendes Konstrukt sind. Daraus ergeben sich für die Mitgliedsstaaten der Alpen folgende Sprachen, in denen nach Tags auf Flickr gesucht wird (Wolf, 2016, S. 370):

- Deutsch (Deutschland, Österreich, Liechtenstein, Schweiz)
- Französisch (Frankreich, Monaco, Schweiz)
- Italienisch (Italien, Schweiz)
- Slowenisch (Slowenien)

Weiters ist es von Bedeutung, auch die große Menge an Touristinnen und Touristen, welche jährlich die Alpen besuchen, in den Versuchsaufbau miteinzubeziehen. Dafür werden zusätzlich noch die zehn weltweit einflussreichsten Sprachen in den Wortschatz zur Analyse der Tags auf Flickr integriert. Dies sind Englisch, Französisch (bereits Teil der Alpen), Spanisch, Russisch, Arabisch, Chinesisch, Deutsch (bereits Teil der Alpen), Japanisch, Portugiesisch und Hindi/Urdu (Weber, 1999, S. 22). Daraus ergeben sich insgesamt **zwölf Sprachen**, welche alleamt dafür verwendet werden, Fotos mit den dazugehörigen Tags der Alpen auf Flickr zu filtern. Die Begriffe für die Alpen in den ausgewählten Sprachen sind in Tabelle 7 aufgelistet.

Sprache	Dazugehöriger Begriff der Alpen
Deutsch	Alpen
Französisch	Alpes
Italienisch	Alpi
Slowenisch	Alpe
Englisch	Alps
Spanisch	Alpes
Russisch	Альпы
Arabisch	جبال الألب
Chinesisch	阿尔卑斯山
Japanisch	アルプス山脈
Portugiesisch	Alpes
Hindi/Urdu	आल्प्स / آلیپس

Tabelle 7: Die untersuchten Sprachen und deren dazugehörige Begriffe für die Alpen

5.5.2 Erstellung eines Codes zum Speichern der Geotags

Nachdem nun die theoretischen Grundlagen zur Analyse festgelegt sind, folgt die Erstellung des Codes, welcher die Fotos auf Flickr nach den oben genannten Kriterien filtert und deren Geotags in Form von einem Shapefile ausgibt. Für die Erstellung wird dabei auf die Umgebung von **Jupyter Notebook** zurückgegriffen. Notebooks im Allgemeinen sind dafür zuständig, Nutzerinnen und Nutzer bei verschiedenen Workflows des wissenschaftlichen Rechnens zu unterstützen. Dabei ist ein programmierter Code in Zellen untergliedert, welche individuell bearbeitet und ausgeführt werden können, wobei das Ergebnis der jeweiligen Zelle immer direkt unter dieser ausgegeben wird. Ein großer Vorteil von Notebooks ist, dass nicht nur Texte dargestellt werden können, sondern beispielsweise auch Formate wie mathematische Gleichungen oder Graphiken als potenzielle Ergebnisse dienen. Eine hierfür häufig genutzte Variante ist Jupyter Notebook. Dies ist eine Open-Source Anwendung, welche es möglich macht, in vielen verschiedenen Programmiersprachen zu arbeiten, die durch sogenannte Kernels mit Jupyter Notebook kommunizieren. Darauf zugegriffen wird über einen beliebigen Webbrowser, was den Vorteil mit sich bringt, dass Anwendungen nicht an einen lokalen Computer gebunden sind, sondern individuell von verschiedenen Endgeräten darauf zugegriffen werden kann (Kluyver et al., 2016, S. 88). In dieser Masterarbeit wurde als Programmiersprache Python (in Jupyter Notebook: ipykernel) verwendet. Um Nutzungsrechte auf alle Fotos sowie deren dazugehörige Informationen von Flickr zu bekommen, wird ein Zugang zur Flickr API benötigt. Dieser kann über die Website beantragt werden, indem dort eine persönliche Anwendung

erstellt wird, welche mit Informationen wie Name, Beschreibung oder Zweck versehen wird (Michel, 2013, S. 18). Nach einer erfolgreichen Bestätigung wird ein individueller API-Schlüssel generiert, welcher für Untersuchungen mit Flickr-Daten herangezogen werden kann. Jener Schritt wurde auch im Zuge dieser Masterarbeit durchgeführt und dient als Grundlage für den vorliegenden Methodenansatz. Im Folgenden wird der entwickelte Code detailliert beschrieben und erläutert. Der vollständige Quellcode ist zudem im Anhang dokumentiert. Bei der Erstellung wurde ChatGPT unterstützend zur Hilfe gezogen.

Der Code startet mit dem Import verschiedener Bibliotheken, welche für die Durchführung dieser Untersuchung von Nöten sind. Verwendet werden hierfür `import requests`, `import time`, `import geopandas`, `import os` sowie `from shapely.geometry import Point`, um geographische Punkte zu erstellen. Daraufhin folgt die Festlegung der Konstanten dieses Codes. Dies ist zum einen der persönliche API-Schlüssel, welcher zuvor auf der Website von Flickr beantragt wurde. Zudem werden jene Tags aufgelistet, anhand derer die Fotos durchsucht werden sollen. Diese basieren auf die in Kapitel 5.5.1 definierten Begriffen für die Alpen in den verschiedenen Landessprachen. Weiters wird die maximale Anzahl an Fotos pro Seite auf 500 festgelegt, da dies die höchstmögliche Anzahl an Ergebnissen ist, welche die Flickr API pro Seite zurückgibt (Flickr, o. J.a). Die vierte definierte Konstante ist das Ausgabeverzeichnis mit dem Namen `flickr_geotags`. Die importierten Bibliotheken sowie die festgelegten Konstanten sind in Abbildung 31 zu sehen.

```
import requests
import time
import geopandas as gpd
from shapely.geometry import Point
import os

API_KEY = "de874d66a7e115fe8d805b9630a246ce"
TAGS = ["Alps"]
PER_PAGE = 500
OUTPUT_DIR = "flickr_geotags"
```

Abbildung 31: Die verwendeten Imports sowie die definierten Konstanten

Im Anschluss daran wird mit der Durchführung der eigentlichen Untersuchung begonnen. Hierfür wird zuerst, falls noch nicht vorhanden, das Ausgabeverzeichnis erstellt, worin die Ergebnisse gespeichert werden sollen. Daraufhin wird eine Funktion mit dem Namen `get_geotags` definiert, welche dafür verantwortlich ist, die Geotags von Fotos auf Flickr zu sammeln, die mit den zuvor definierten Tags versehen sind. Teil davon ist die Erstellung verschiedener Parameter, welche für die API-Abfrage verwendet werden. Ein entscheidender Punkt hierbei ist die Wahl der Methode. In diesem Fall ist dies **flickr.photos.search**, womit der API übermittelt wird, dass nach Fotos gesucht werden soll. Ein weiterer wesentlicher Parameter ist

has_geo. Mit der Zuteilung des Wertes 1 wird festgelegt, dass nur Fotos, welche geographische Koordinaten haben, in die Untersuchung miteinfließen sollen (Flickr, o. J.c). Dies ist entscheidend, da nur diese Fotos Geotags liefern und somit georeferenziert werden können. Abbildung 32 zeigt die definierte Funktion sowie die gewählten Parameter in einem Dictionary.

```
os.makedirs(OUTPUT_DIR, exist_ok=True)

def get_geotags(api_key, tags, per_page):
    url = "https://api.flickr.com/services/rest/"
    all_photos = []
    page = 1

    tags_string = ",".join(tags)

    params = {
        "method": "flickr.photos.search",
        "api_key": api_key,
        "tags": tags_string,
        "tag_mode": "any",
        "has_geo": 1,
        "format": "json",
        "nojsoncallback": 1,
        "per_page": per_page,
        "page": page,
        "extras": "geo"
    }
```

Abbildung 32: Die definierte Funktion sowie die verwendeten Parameter

Daraufhin wird die Anfrage an die Flickr API übermittelt. Um einen ersten Überblick über das Ausmaß der abgerufenen Fotos zu erhalten, wird eine Funktion integriert, welche die **Gesamtzahl der untersuchten Seiten** ausgibt, bevor die eigentlichen Geotags ermittelt werden. Dies ist von Bedeutung, um den zeitlichen Rahmen der Durchführung einschätzen zu können. Abbildung 33 gibt einen Einblick in den Code für diesen Abschnitt.

```
response = requests.get(url, params=params)
data = response.json()

if data["stat"] != "ok":
    raise Exception(f"Flickr API Fehler: {data['message']}")

total_pages = data["photos"]["pages"]
print(f"Gesamtzahl der Seiten: {total_pages}")
```

Abbildung 33: Anfrage an die API und Ausgabe der Gesamtzahl an Seiten

Im nächsten Schritt folgt eine while-Schleife, welche sich so lange wiederholt, bis die Gesamtzahl an Seiten, welche zuvor ermittelt wurde, durchlaufen ist. Die Anfrage an die Flickr API wird dabei immer mit der aktualisierten Seitenzahl gesendet, um die entsprechenden Fotos für die jeweilige Seite abrufen zu können. All jene Fotos, welche Geotags beinhalten, werden

daraufhin zu der Liste `all_photos` hinzugefügt. Um auch hier einen Überblick über den aktuellen Fortschritt zu bekommen, zeigt eine Ausgabe an, wie viele Seiten bereits heruntergeladen wurden. Um dem API-Limit entgegenzuwirken, wird mithilfe der Funktion `time.sleep(1)` zwischen jeder Abfrage eine Pause von einer Sekunde durchgeführt. Dadurch wird sichergestellt, dass die API-Anfragen im erlaubten Rahmen bleiben und stabil durchgeführt werden können. Der Aufbau der `while`-Schleife sowie die weiteren beschriebenen Aspekte sind in Abbildung 34 zu finden.

```
total_pages = data["photos"]["pages"]
print(f"Gesamtzahl der Seiten: {total_pages}")

while page <= total_pages:
    params["page"] = page
    response = requests.get(url, params=params)
    data = response.json()

    if "stat" in data and data["stat"] != "ok":
        print(f"API-Fehler: {data['message']}")
        break

    photos = data["photos"]["photo"]
    all_photos.extend(photos)

    print(f"Seite {page} von {total_pages} heruntergeladen.")
    time.sleep(1)
    page += 1

return all_photos
```

Abbildung 34: While-Schleife und Speicherung der Fotos in einer Liste

Als nächstes wird die Funktion `save_photos_as_shapefile` integriert, um die Geotags aus den gefundenen Fotos zu selektieren und diese zu speichern. Hierfür wird eine leere Liste erstellt, um die Daten darin sichern zu können. Für jedes Foto werden die verfügbaren Breiten- und Längengradkoordinaten extrahiert, um an dieser Stelle ein Punktobjekt zu erzeugen. Des Weiteren wird ein Datensatz erstellt, der zu jedem Foto individuelle Eigenschaften wie dessen Titel, ID, Breitengrad, Längengrad und Geometrie hinzufügt. In Abbildung 35 ist dieser Abschnitt des Codes angeführt.

```

def save_photos_as_shapefile(photos, filename):
    records = []

    for photo in photos:
        if "latitude" in photo and "longitude" in photo:
            lat = float(photo["latitude"])
            lon = float(photo["longitude"])
            point = Point(lon, lat)
            record = {
                "id": photo["id"],
                "title": photo["title"],
                "latitude": lat,
                "longitude": lon,
                "geometry": point
            }
            records.append(record)

    if not records:
        print("Keine Geotags gefunden.")
        return

```

Abbildung 35: Speicherung der Koordinaten und Umwandlung in einen Punkt

Um die Ergebnisse zu speichern, wird ein GeoDataFrame erstellt, in dem die zuvor gewonnenen Daten abgelegt werden. Dabei wird nach der ID und Geometrie gefiltert, um sicherzustellen, dass doppelte Einträge mit identischen Koordinaten und IDs entfernt werden. **Nur eindeutige Kombinationen von Geometrie und ID bleiben im GeoDataFrame erhalten, um Verzerrungen durch Duplikate zu vermeiden.** Daraufhin werden sowohl der Speicherpfad als auch die Benennung des Shapefile festgelegt. Der Name wird dabei automatisch und individuell aus den untersuchten Tags gewählt. Schlussendlich wird nochmals die Funktion `save_photos_as_shapefile` aufgerufen, um die Ergebnisse mit den Geotags nach den zuvor definierten Variablen zu speichern. Dieser letzte Teil des Codes ist in Abbildung 36 aufgeführt.

```

gdf = gpd.GeoDataFrame(records, crs="EPSG:4326").drop_duplicates(subset=["geometry", "id"])

output_path = os.path.join(OUTPUT_DIR, filename)
gdf.to_file(output_path)
print(f"Shapefile gespeichert: {output_path}")

photos = get_geotags(API_KEY, TAGS, PER_PAGE)

if photos:
    filename = f"{'_'.join(TAGS).lower()}_geotags.shp"
    save_photos_as_shapefile(photos, filename)
else:
    print("Keine Fotos mit Geotags gefunden.")

```

Abbildung 36: Speicherung der Ergebnisse in einem Shapefile

Bei der Durchführung konnte festgestellt werden, dass der Code weniger Ergebnisse liefert, wenn nach allen definierten Tags gleichzeitig gesucht wird. Dies sollte eigentlich mit dem Parameter `tag_mode: any` verhindert werden, da damit die Fotos gleichzeitig auf alle Tags untersucht werden und nur mindestens einer vorhanden sein muss, um das jeweilige Bild zu speichern. Um diesem Problem entgegenzuwirken, wurde der Code für jeden der Tags einzeln

durchgeführt und die generierten Shapefiles im Anschluss zu einen gemeinsamen kombiniert. Detaillierte Ausführungen zu diesem Thema werden in Kapitel 5.5.3 erläutert.

5.5.3 Technische Implementierung der Geotags in ArcGIS

Nachdem nun wie zuvor beschrieben für jedes Tag ein spezifisches Shapefile mit den Koordinaten der Geotags vorhanden ist, müssen diese noch zu einem übergreifenden kombiniert werden. Dafür werden zuerst alle erhobenen Geodaten in ein ArcGIS-Projekt geladen, um mit diesen darin arbeiten zu können. Mit dem Geoprocessing-Tool *Merge* werden alle Shapefiles ausgewählt und zu einem gemeinsamen kombiniert. Dieser Prozess ist wichtig, um während der Analyse auf alle Geotags gleichzeitig zugreifen zu können. Zusätzlich dient es für eine bessere Übersichtlichkeit im Projekt. In Abbildung 37 sind die verwendeten Einstellungen mit den ausgewählten Shapefiles im zuvor genannten Geoprocessing-Tool zu sehen.

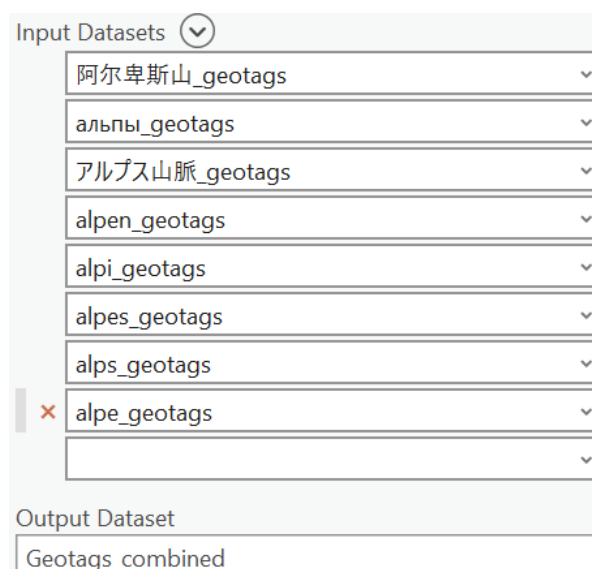


Abbildung 37: Einstellungen beim Geoprocessing-Tool Merge

Nachdem alle Daten in einem gemeinsamen Speicherort vorhanden sind, ist es in einem weiteren Schritt essenziell, **Duplikate zu entfernen**. Diese entstehen, da viele Fotos mit mehreren der definierten Tags versehen und dadurch in verschiedenen Shapefiles gespeichert sind. Dementsprechend treten beim Kombinieren der Daten einige doppelte Geotags auf. Um diese zu bereinigen, wird das Geoprocessing-Tool *Delete Identical* angewandt. Als Eingabedatensatz dient hierfür das kombinierte Shapefile, wobei die Felder ID und Geometrie als Filterattribute verwendet werden. Die ID fungiert als eindeutiger Beweis, da jedes Foto mit einer individuellen ID versehen ist und somit doppelte Geotags klar ersichtlich werden. Ähnlich verhält es sich bei der Geometrie, wobei exakt deckungsgleiche Punkte bis auf einen entfernt werden. Abbildung 38 zeigt nochmals die gewählten Einstellungen für dieses Geoprocessing-Tool. Beim Ergebnis wird deutlich, dass bei einer Vielzahl an Fotos einige der Tags häufiger vorgekommen sind. **So hat sich die Gesamtzahl an Daten von 21.055 auf 18.156 verringert.** Nach der

Entfernung der Duplikate enthält das Shapefile nur noch einzigartige Geotags als Punkte, die eine präzise und unverfälschte Analyse ermöglichen.

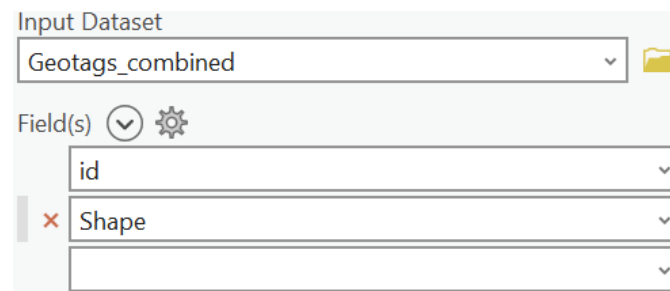


Abbildung 38: Einstellungen beim Geoprocessing-Tool Delete Identical

5.5.4 Ergebnisse und Verteilung der Geotags

Nach der Datenaufbereitung sind nun 18.156 Geotags im Shapefile vorhanden, welche zur weiteren Analyse herangezogen werden können. Um die Übersichtlichkeit des Projekts zu gewährleisten, ist es notwendig, die Darstellung der Punkte an das Untersuchungsgebiet anzupassen und **sowohl Größe als auch Farbe bestmöglich zu wählen**. Die Punktgröße wird auf 2 pt festgelegt, um eine optimale Balance zwischen folgenden drei Faktoren zu erzielen:

- gute Erkennbarkeit der Lage
- gute Erkennbarkeit der Hintergrundkarte
- möglichst wenig Überlappung der Punkte

Bei der Wahl der Punktfarbe ist zu beachten, dass sich diese von der Hintergrundkarte abhebt und Unterschiede klar ersichtlich gemacht werden. Aus diesem Grund wird ein dunkelblauer Farbton gewählt. Abbildung 39 zeigt alle gefundenen Geotags mit den gerade beschriebenen Eigenschaften und gibt einen ersten Überblick, wie sich diese über den Alpenraum und darüber hinaus verteilen.

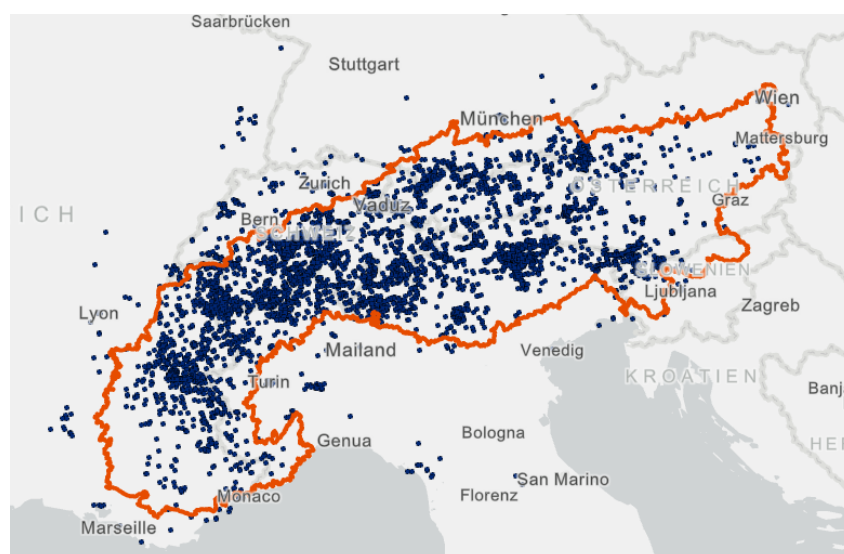


Abbildung 39: Verteilung der Geotags über den Alpenraum

6 Methodenevaluation

In diesem Kapitel werden die erhobenen Daten der drei vorgestellten Methoden für das Untersuchungsgebiet evaluiert. Im Zentrum der Analyse steht dabei der Aspekt der Genauigkeit der Ergebnisse im Vergleich zu den offiziellen Grenzen der Alpen. Zur vergleichenden Bewertung wird zunächst eine **Vereinheitlichung der Darstellungsform** vorgenommen, indem sämtliche Datensätze jeweils auf ein Gitternetz identisch zu dem der Methode Bewertungsskala übertragen werden. Darauf aufbauend erfolgt ein Abgleich mit dem offiziellen Verlauf des Alpenbogens gemäß der Alpenkonvention. Ziel ist es, **die Genauigkeit der drei Erhebungsmethoden im Vergleich dazu zu evaluieren**. Dadurch können sowohl räumliche Abweichungen in der geographischen Verortung als auch methodenspezifische Unterschiede in der Genauigkeit systematisch erfasst und analysiert werden.

6.1 Grundlagen und Aufbau der Evaluation

Die Evaluation ist ein häufig verwendetes Werkzeug, um verschiedene Methoden nach bestimmten Kriterien zu untersuchen. Dadurch ergibt sich, dass durch diesen Prozess stets bewertende Urteile aufgestellt werden. Wichtig dabei ist, dass die zur Analyse verwendeten Kriterien klar dargelegt und definiert sind, da dies die Bewertung des Evaluationsvorgangs nachvollziehbar macht (Stockmann & Meyer, 2014, S. 23). Genau aus diesem Grund ist es essenziell, die untersuchten Kriterien sinnvoll zu wählen. In dieser Masterarbeit liegt der Fokus der Evaluation auf der Genauigkeit der Ergebnisse aus den kognitiven Karten, die mithilfe der drei vorgestellten Methoden erhoben wurden. **Der Vergleichsgegenstand ist dabei der offizielle Verlauf der Alpen**, welcher von der Alpenkonvention definiert wurde (siehe Kapitel 4.). Die erhobenen Daten werden dafür jeweils mit dem Verlauf verglichen, wodurch geographische (kognitive) Unterschiede des Gebirges in Lage und Ausbreitung ermittelt werden können. Allerdings ist es hierfür von entscheidender Bedeutung, dass die Ergebnisse aller drei Methoden **in einer identischen Darstellung vorliegen**, um eine einheitliche Evaluation möglich zu machen. Dies wird dadurch erreicht, dass alle erhobenen Daten jeweils auf ein individuelles und einheitlich aufgebautes Gitternetz übertragen werden. Dadurch entsteht für die Ergebnisse jeder Methode eine vergleichbare Darstellung, indem die Werte visualisiert werden. Diese Vorgehensweise gewährleistet eine konsistente Grundlage für die Evaluation, zumal die Daten nun aussagekräftige Vergleiche und fundierte Schlussfolgerungen ermöglichen. Für die Untersuchung werden statistische Verfahren angewandt, durch welche sowohl Unterschiede zum offiziellen Verlauf der Alpen, aber auch Differenzen zwischen den drei Methoden in Hinblick auf das Kriterium der Genauigkeit aufgezeigt werden sollen. Dabei ist zu beachten, dass sich der Genauigkeitsbegriff in dieser Evaluation **nicht auf den exakten linienhaften Verlauf der Alpen bezieht**, sondern auf **eine flächenhafte Bewertung im Rahmen des Gitternetzes**. Die

Analyse erfolgt auf Basis von Rasterzellen, denen sowohl durch die jeweiligen Methoden als auch durch die offizielle Referenz der Alpenkonvention ein Wert zugewiesen wird. Der Vergleich der Methoden erfolgt somit nicht über Linienverläufe, sondern über die Übereinstimmung der Zellbewertungen mit denen der offiziellen Alpenzuordnung. Ein kompakter Überblick über den genauen Ablauf der Evaluation ist in Abbildung 40 dargestellt.

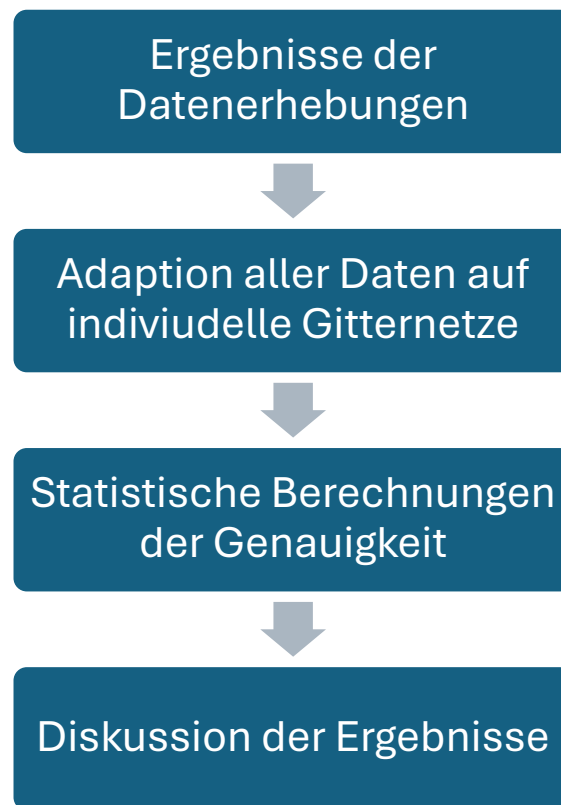


Abbildung 40: Ablauf der Evaluation

6.2 Adaption der erhobenen Daten auf ein einheitliches Gitternetz

Um die Ergebnisse der Methoden sinnvoll miteinander und mit dem offiziellen Verlauf der Alpen vergleichen zu können, müssen diese jeweils in einer einheitlichen und identisch aufgebauten Darstellung vorliegen. Im Ausgangszustand ist dies nicht gegeben, da die Daten in unterschiedlichen Formaten gespeichert sind, nämlich als Polygone, Rasterdarstellungen und Punktsymbole. Um diesen Schritt durchführen zu können, werden die Ergebnisse aller Methoden auf ein identisches Gitternetz übertragen. Als Grundlage wird hierfür das Gitternetz der Methode Bewertungsskala verwendet. Ziel ist es, am Ende für jede Methode eine Darstellung zu erhalten, in der jede Zelle mit einem durchschnittlichen Wert zwischen 1 und 7 bewertet ist, je nachdem, wie stark diese von den Befragten als Teil der Alpen wahrgenommen wurde. Allerdings ist zu beachten, zuerst **den definierten Verlauf des Alpenbogens ebenfalls auf dieses Gitternetz zu übertragen**, um eine wissenschaftlich korrekte Evaluation in Hinblick auf die Genauigkeit der Daten zu erlauben. Um diesen Schritt durchzuführen, wird zuerst in ArcGIS

das Geoprocessing-Tool *Intersect* angewandt. Hierfür werden sowohl das Gitternetz als auch der offizielle Verlauf der Alpen als Eingabelayer verwendet. Das Ergebnis zeigt im Anschluss eine Kombination aus beiden, bei der jede Zelle angezeigt wird, welche sich innerhalb der Alpenregion befindet. Dies wird in Abbildung 41 veranschaulicht.

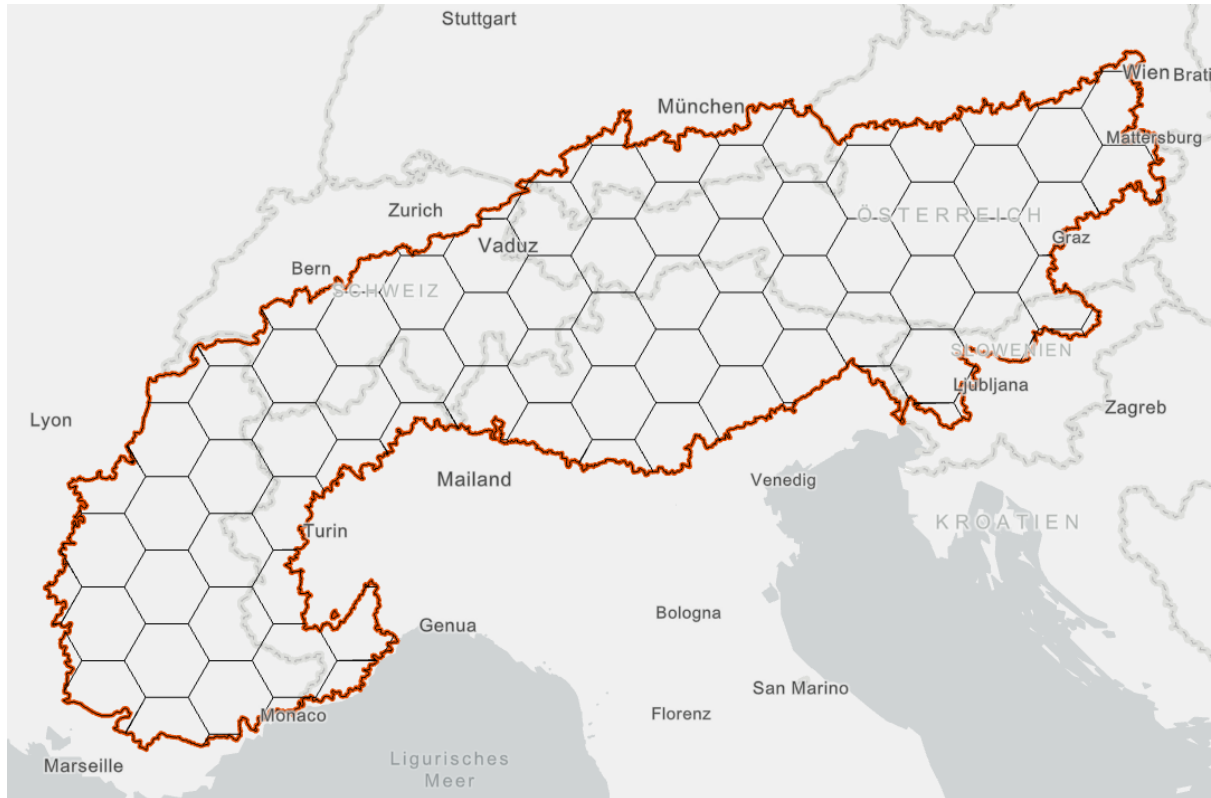


Abbildung 41: Alle Zellen innerhalb des definierten Alpenverlaufs

Anschließend wird ein zusätzliches Attributfeld erstellt, welches den prozentualen Anteil der Überlappung jeder Zelle mit dem Alpenbogen berechnet. Dafür wird im ArcGIS Field Calculator folgende Formel verwendet:

$$(\text{Überlappungsfläche} / \text{Gesamtfläche der Zelle}) * 100$$

Daraus ergibt sich für jede Zelle ein Prozentwert, welcher widerspiegelt, wie stark das jeweilige Sechseck innerhalb der offiziellen Grenzen der Alpen liegt. Um diese Ergebnisse auf die einheitliche Bewertungsskala von 1 bis 7 zu übertragen (zur Erinnerung: 1 bedeutet keine Zugehörigkeit zum Alpenraum und 7 volle Zugehörigkeit zum Alpenraum), wird nochmals ein zusätzliches Attributfeld erstellt und folgende Formel angewandt:

$$\text{round}((\text{Überlappungsprozent} / 100) * 6 + 1, 1)$$

Mit dieser Berechnung sind somit alle Zellen, welche mit dem offiziellen Verlauf der Alpen überlappen, bewertet und auf eine Dezimalstelle gerundet. Um zusätzlich jene Zellen, welche außerhalb liegen, den Wert 1 zuzuordnen, muss ein Join mit dem gesamten Gitternetzlayer durchgeführt werden. Hierfür wird das Geoprocessing-Tool *Join Field* verwendet, womit

basierend auf der eindeutigen Zell-ID die berechneten Bewertungen mit den dazugehörigen Zellen aus dem gesamten Gitternetz verknüpft werden. Anschließend werden jene selektiert, in denen kein Wert vorliegt (NULL) und diesen der niedrigste Wert 1 zugewiesen. Daraus ergibt sich für jede Zelle ein bestimmter Wert, der widerspiegelt, wie stark die überlagerte Fläche unter dem jeweiligen Sechseck zum offiziellen Verlauf des Alpenraums gehört. Das gesamte Ergebnis ist in Abbildung 42 visualisiert.

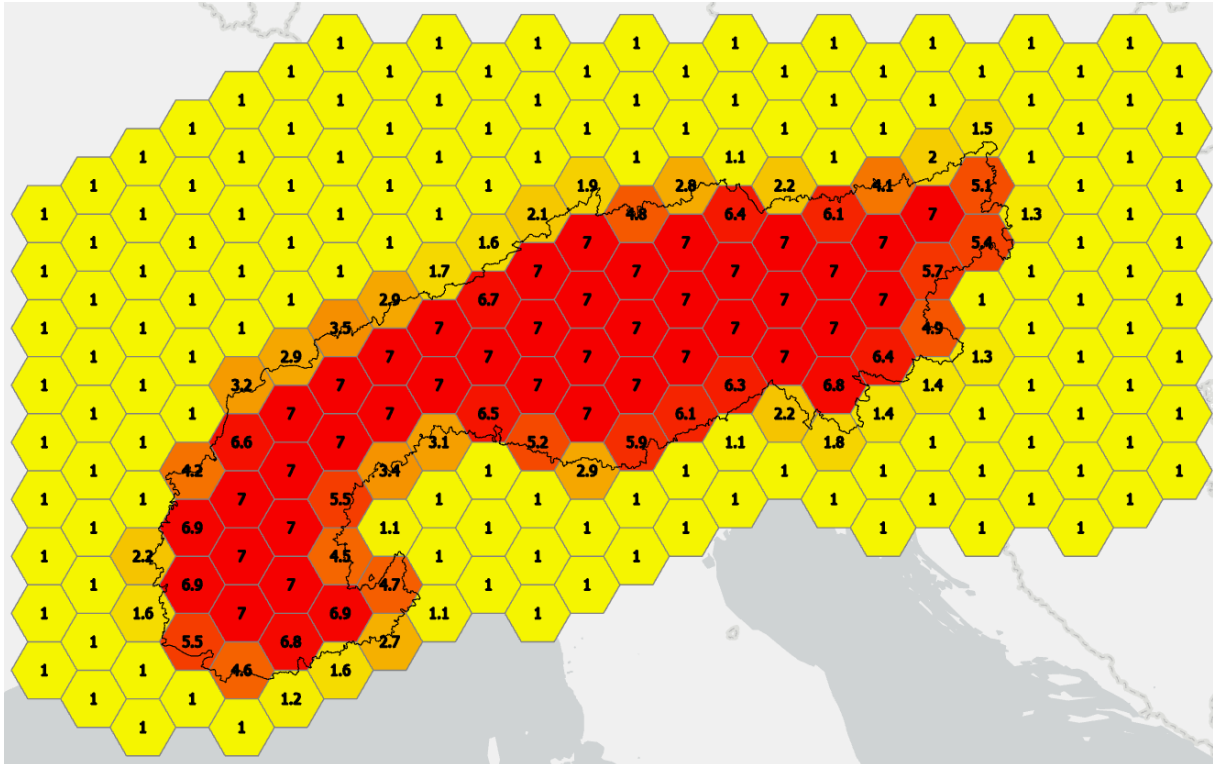


Abbildung 42: Bewertung der Zellen unter Berücksichtigung des offiziellen Alpenverlaufs

Nachdem der offizielle Verlauf der Alpen in Form von Bewertungen auf das Gitternetz übertragen wurde, müssen auch die erhobenen Daten der drei Methoden jeweils auf ein individuelles Gitternetz adaptiert werden, um eine Vergleichsbasis für die Evaluation zu gewährleisten. Die dafür notwendigen Schritte werden im Folgenden für jede Methode einzeln erläutert.

Kartenskizze:

Um die erhobenen Daten der Methode Kartenskizze auf das Gitternetz zu übertragen, wird zuerst das Geoprocessing-Tool *Tabulate Intersection* angewandt. Hierbei wird für jede Zelle die Fläche berechnet, welche von überlagernden Polygonen eingenommen wird. Mithilfe der Gesamtfläche jeder Zelle, welche 3.000 km² beträgt, kann nun für jedes Polygon ermittelt werden, zu wie viel Prozent sich dieses über dem jeweiligen Sechseck befindet. Damit können die Ergebnisse wiederum auf die definierte Bewertungsskala übertragen werden, welche den Grad der Überlappung für jedes Polygon pro Zelle wiedergibt. Allerdings werden bei diesem Tool alle Zellen, welche nicht überlagert werden, nicht beachtet. Um diese mit dem Wert 1 zu

versehen, wird zuerst das Geoprocessing-Tool *Make Query Table* angewandt, wodurch eine Tabelle erstellt wird, welche alle Kreuzprodukte aus den eindeutigen Zell-IDs und Polygon-IDs beinhaltet. Dies sind insgesamt 92.430 Varianten, da 237 Zellen zu bewerten waren und insgesamt 390 Personen an der Umfrage teilgenommen haben. Um nun die bereits zuvor ermittelten Bewertungen mit den Kreuzprodukten zu kombinieren, wird jeweils in beiden Tabellen eine eindeutige ID für jede Kombination erstellt. Daraufhin werden mithilfe des Geoprocessing-Tools *Join Field* alle bereits berechneten Bewertungen aus den überlappenden Zellen zu den Kreuzprodukten verknüpft. Nun bleiben alle Kombinationen, bei denen eine Zelle von keinem Polygon überlagert wird, ohne einen Wert (=NULL). All diesen wird der Wert 1 zugewiesen, was keiner Zugehörigkeit zu den Alpen laut den Teilnehmenden entspricht. Um nun für jede Zelle den Durchschnittswert zu berechnen, wird das Tool *Summary Statistics* verwendet. Das daraus ermittelte Ergebnis ist in Abbildung 43 ersichtlich.

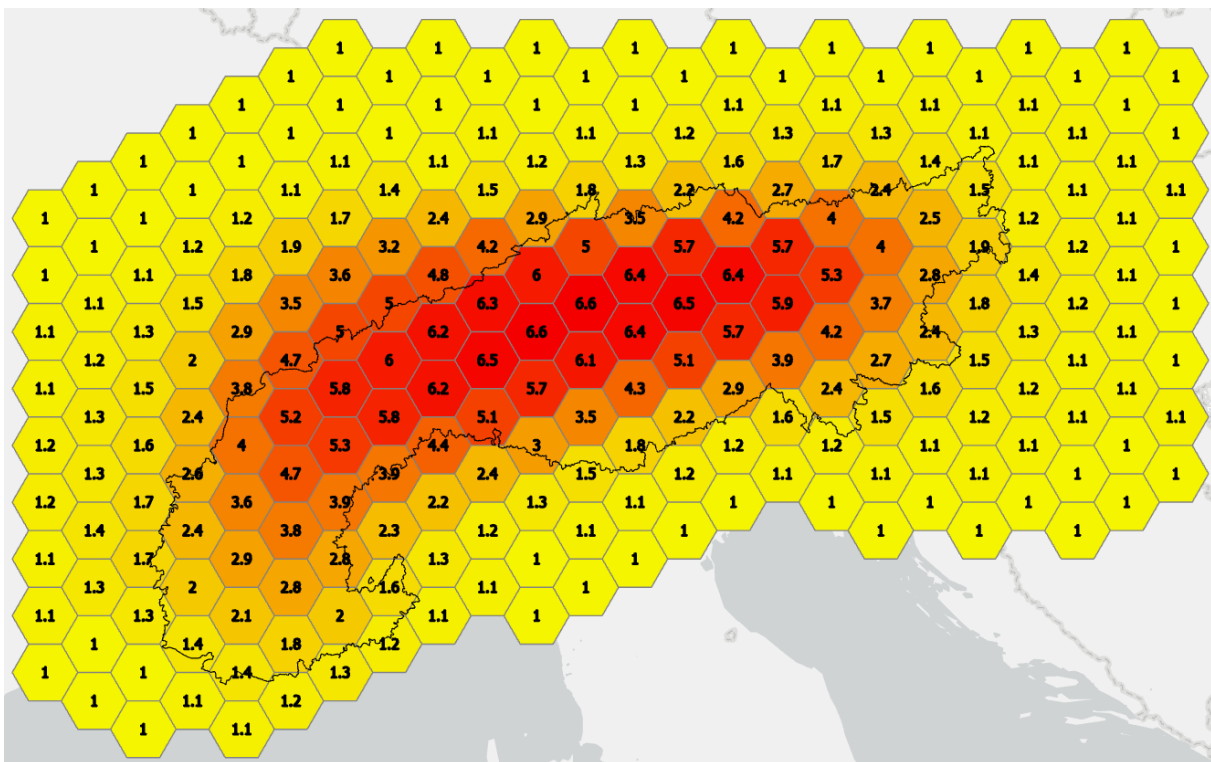


Abbildung 43: Mittelwert aller Antworten der Methode Kartenskizze

Bewertungsskala:

Die Daten der Methode Bewertungsskala müssen nicht mehr auf ein Gitternetz übertragen werden, da dieses bereits Ausgangspunkt des Fragebogens war. Allerdings ist es notwendig, den Mittelwert aller 392 Antworten für jede Zelle zu berechnen, um eine Evaluationsbasis zu schaffen. Dafür wird in ArcGIS das Geoprocessing-Tool *Summary Statistics* eingesetzt. Dadurch kann für jede Zelle der durchschnittliche Wert aus allen Bewertungen berechnet werden, was eine aggregierte Darstellung der Einschätzungen aller Teilnehmenden ermöglicht. Die

Ergebnisse werden hierbei auf eine Dezimalstelle gerundet. Das fertige Gitternetz mit den Durchschnittswerten pro Zelle ist in Abbildung 44 zu sehen.

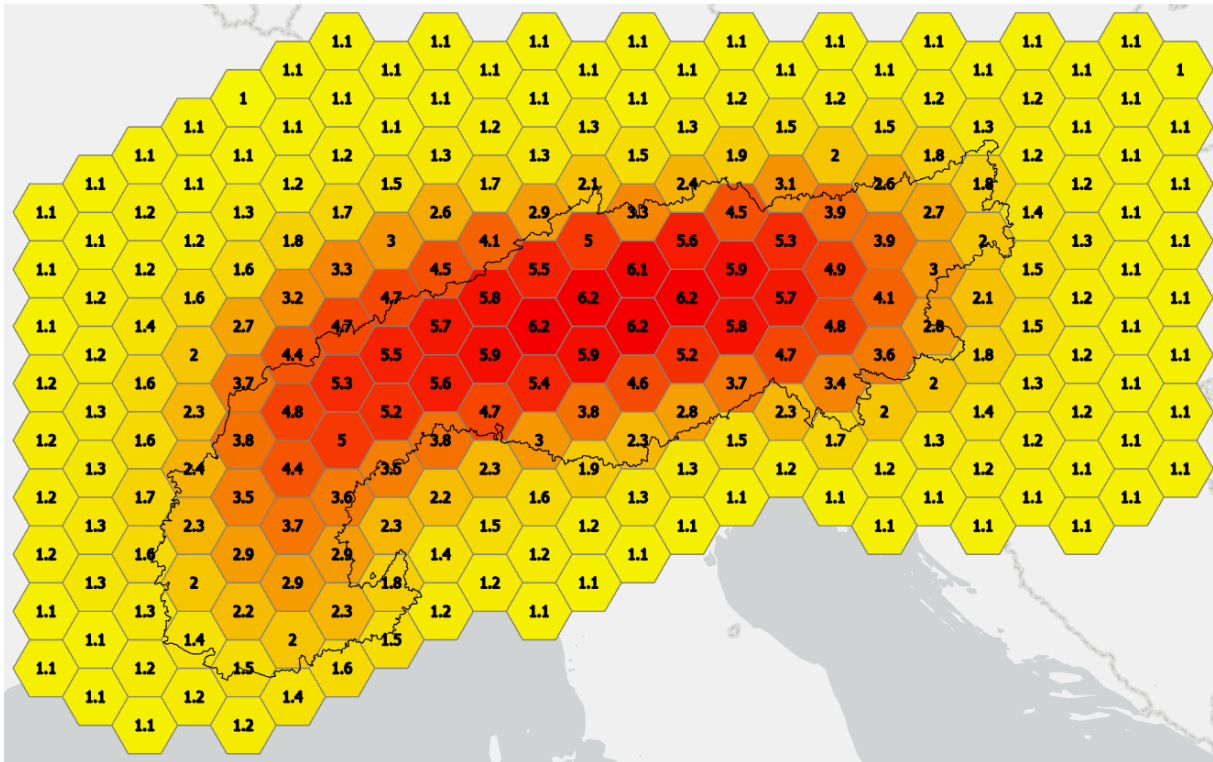


Abbildung 44: Mittelwert aller Antworten der Methode Bewertungsskala

Geotaganalyse:

Um die Verteilung der Geotags auf das Gitternetz zu übertragen, werden die Punkte zunächst mit dem Gitternetzlayer verknüpft. Dies erfolgt mithilfe des Geoprocessing-Tools *Spatial Join*, das jedem Geotag die entsprechende Zelle zuordnet. Um nun die Anzahl auf die definierte Bewertungsskala von 1 bis 7 zu transformieren, wird ein neues Attributfeld erstellt und daraufhin folgende erstellte Formel angewandt:

$$\text{round}((\text{Geotags pro Zelle} - \text{min}) / (\text{max} - \text{min}) * 6 + 1, 1)$$

Mithilfe dieser Formel wird der Wert jeder Zelle auf Basis prozentualer Abstufungen berechnet. Der Zelle mit den wenigsten Geotags wird der Wert 1 zugewiesen, der mit den meisten der Wert 7. Alle übrigen Zellen erhalten entsprechend ihrer Geotag-Anzahl proportional abgestufte Werte zwischen 1 und 7, welche auf eine Dezimalstelle gerundet sind. Bei dieser Methode wird allerdings deutlich, dass einige wenige Zellen weitaus mehr Punkte aufweisen als die restlichen. Dies führt dazu, dass diese als Ausreißer wirken und dadurch die Darstellung der Ergebnisse stark verzerren. Darunter fallen vor allem touristisch stark besuchte Gebiete. Dies wird in Abbildung 45 deutlich.

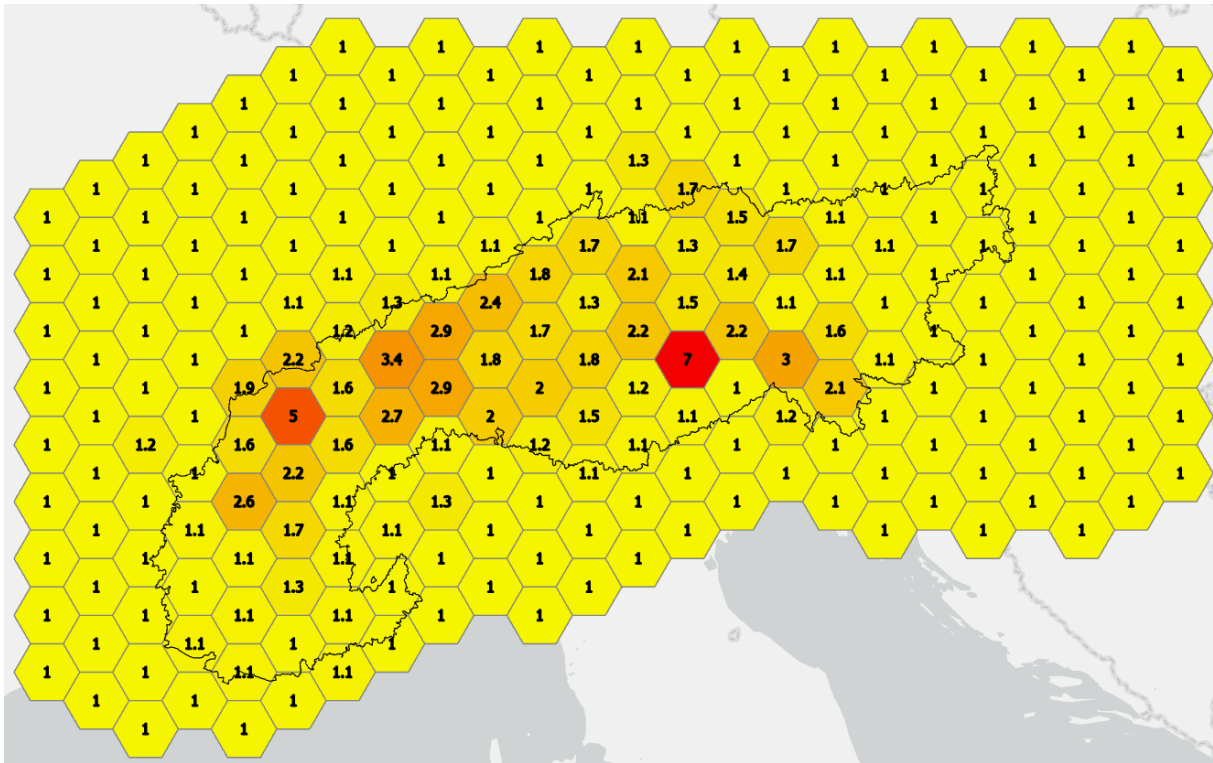


Abbildung 45: Proportionale Verteilung der Geotags im Gitternetz

Um diesem Problem entgegenzuwirken, gibt es in der Statistik mehrere Verfahren, um Daten zu transformieren und damit Ausreißer abzuschwächen. Eine häufig genutzte Methode ist die **logarithmische Transformation**, welche dabei hilft, schiefe bzw. verzerrte Daten an eine Normalverteilung anzunähern (Curran-Everett, 2018, S. 343). Um die logarithmische Transformation auf die Geotags anzuwenden, muss beachtet werden, dass der Logarithmus für Werte unter 0 nicht definiert ist, während Werte zwischen 0 und 1 besonders betrachtet werden müssen. Aus diesem Grund wird empfohlen, die Transformation nur auf Werte über 1 anzuwenden (Osborne, 2010, S. 3). Deshalb wird die erstellte Formel, welche bei der vorherigen proportionalen Berechnung der Geotags verwendet wurde, auf die logarithmische Transformation angepasst. Das bedeutet, dass jeweils ein **+ 1** in die Berechnung miteinfließt, um somit einen Logarithmus von mindestens 1 gewährleisten zu können. Diese Transformation ermöglicht eine ausgewogenere Bewertung der Zellen und verbessert die Vergleichbarkeit mit den beiden anderen Methoden sowie dem offiziellen Verlauf der Alpen. Folgende angepasste Formel wird verwendet, um die logarithmische Funktion auf die Geotags anzuwenden:

$$\text{round}((\log(\text{Geotags pro Zelle} + 1) - \log(\min + 1)) / (\log(\max + 1) - \log(\min + 1)) * 6 + 1, 1)$$

Neben dem Logarithmus gibt es weitere Transformationen, welche in der Statistik häufig verwendet werden, um Ausreißer abzuschwächen und die Daten an eine Normalverteilung anzunähern. Hierzu gehören unter anderem die **Quadratwurzel**-, **die Kehrwert**- sowie die **Box**-

Cox-Transformationen (Osborne, 2010, S. 1). Allerdings wurde sich in diesem Fall für den Logarithmus entschieden, da dieser leicht auf die erstellte Formel anwendbar ist und somit eine Übertragung der Daten auf die Werteskala von 1 bis 7 ohne Probleme möglich macht. Im Zuge der logarithmischen Transformation ergibt sich eine weitaus einheitlichere Darstellung der Daten. Die Ausreißer weisen eine geringere Stärke auf und kleinere Werte haben im Vergleich dazu einen höheren Einfluss auf das Gesamtergebnis, wodurch sich die Bewertungen stark von denen der proportionalen Verteilung der Geotags unterscheiden und eine Evaluation ermöglichen. Die berechneten Werte für jede Zelle sind in Abbildung 46 zu sehen.

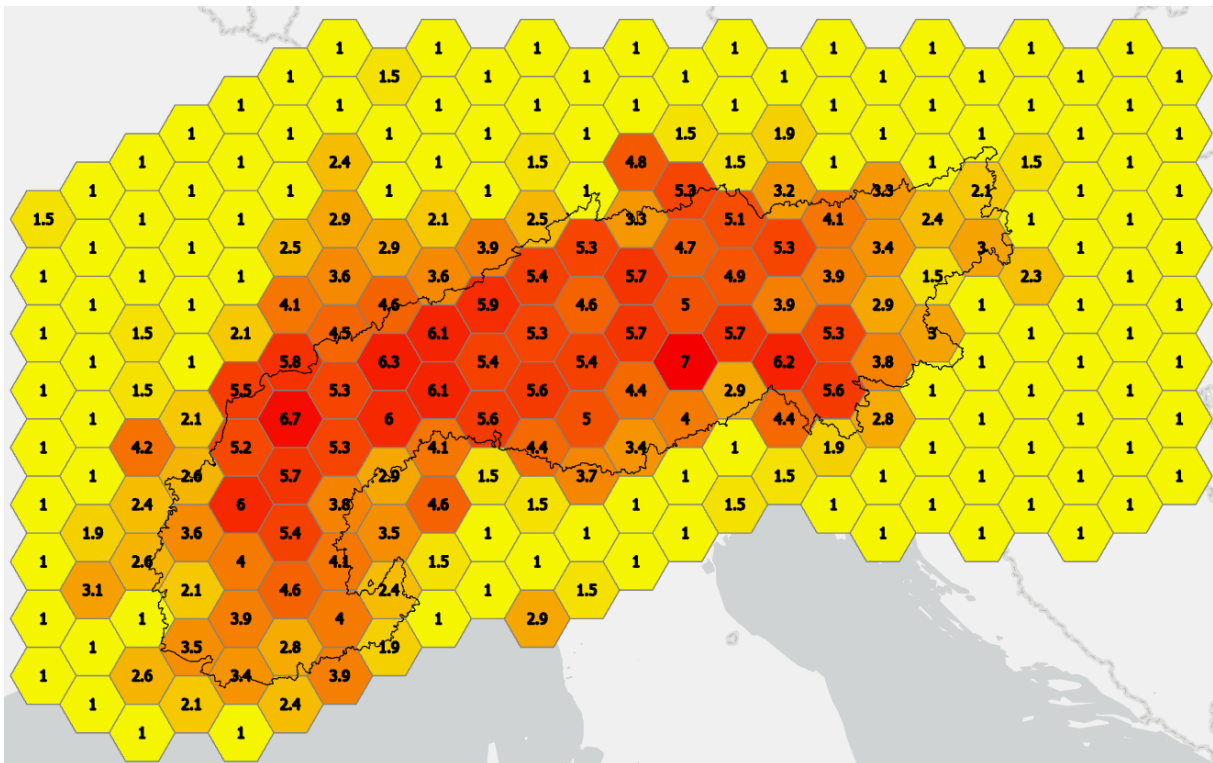


Abbildung 46: Logarithmische Verteilung der Geotags im Gitternetz

6.3 Statistische Berechnung der räumlichen Genauigkeit der Methoden

Ausgehend von den zuvor erstellten Gitternetzen der jeweiligen Methoden erfolgt in diesem Abschnitt eine statistische Auswertung in Hinblick auf ihre Übereinstimmung und Genauigkeit mit dem offiziellen Verlauf der Alpen. Hierzu werden verschiedene statistisch fundierte Verfahren angewandt, welche einen quantitativen Vergleich der erhobenen Daten mit dem offiziellen Alpenverlauf ermöglichen.

6.3.1 Mean Absolute Error (MAE)

Der MAE ist ein Verfahren zur Berechnung absoluter Abweichungen und findet in zahlreichen wissenschaftlichen Disziplinen Anwendung (Karunasingha, 2022, S. 609). Dabei werden Unterschiede zwischen zwei Werten berechnet und die Differenz ausgegeben (Wang & Lu, 2018,

S. 1). Im Zuge der Untersuchung dieser Masterarbeit sagt der MAE aus, wie stark die Bewertungen der einzelnen Methoden im Schnitt von denen des offiziellen Verlaufs abweichen. Dadurch können bereits erste Informationen über die Genauigkeit erfasst werden. Für die Berechnung des MAE wird bei jeder Methode ein neues Attributfeld erstellt, worin die Differenz zwischen der offiziellen Bewertung und der Bewertung der jeweiligen Methode für jede Zelle berechnet wird. Dies wird mit folgender Formel für alle drei Varianten durchgeführt:

$$\text{abs}(\text{Bewertung Methode} - \text{Bewertung Offiziell})$$

Nachdem für jede Zelle die Abweichung zum offiziellen Verlauf berechnet wurde, wird mithilfe des Geoprocessing Tools *Summary Statistics* der zusammenfassende Mittelwert kalkuliert. Dieser gibt die mittlere Differenz aus allen Zellen zwischen der jeweiligen Methode und dem offiziellen Verlauf an. Die berechneten MAE-Werte sind in Tabelle 8 einzusehen.

Methode	MAE
Kartenskizze	0,878903
Bewertungsskala	0,923629
Geotaganalyse proportional	1,413924
Geotaganalyse log	0,860338

Tabelle 8: MAE-Werte der drei Methoden im Vergleich zum offiziellen Verlauf

Die Genauigkeit beim MAE wird durch einen möglichst niedrigen Wert dargestellt, da dies darauf zurückzuführen ist, dass die zwei untersuchten Variablen eine hohe Übereinstimmung aufweisen. Aus der obenstehenden Tabelle wird deutlich, dass die logarithmische Verteilung der Geotags (0,860338) die geringste Differenz zum offiziellen Alpenverlauf aufweist, dicht gefolgt von den Methoden Kartenskizze (0,878903) und Bewertungsskala (0,923629). Zudem wird deutlich, wie bereits zuvor festgestellt, dass eine proportionale Darstellung der Geotags (1,413924) in diesem Fall starke Unterschiede aufweist und sich dadurch nicht für eine tiefgründige Analyse anbietet.

6.3.2 Root Mean Square Error (RMSE)

Der RMSE ist ein weiteres Verfahren, welches häufig bei wissenschaftlichen Fragestellungen zum Einsatz kommt. Im Gegensatz zum MAE nutzt der RMSE das Quadrat der Abweichung zur Berechnung. Von diesem Ergebnis wird im Anschluss die Quadratwurzel gezogen (Hodson, 2022, S. 5481). Daraus ergibt sich, dass große Fehler bzw. Ausreißer im Vergleich zum MAE einen stärkeren Einfluss auf das Resultat haben, was wiederum eine zusätzliche Analysemethode hinsichtlich der Genauigkeit der Daten ergibt, da Ausreißern eine höhere Gewichtung zugeteilt wird. Um den RMSE auf alle drei Methoden anzuwenden, wird dafür zuerst ein

Attributfeld erstellt, in dem das Differenzquadrat jeder Zelle zwischen den Bewertungen der Methode und dem offiziellen Verlauf berechnet wird. Dies geschieht mit folgender Formel:

$$(\text{Bewertung Methode} - \text{Bewertung Offiziell})^2$$

Daraufhin wird mit dem Geoprocessing Tool *Summary Statistics* der Durchschnittswert für jede Methode aus allen dazugehörigen Zellen ermittelt. Abschließend wird von diesen Mittelwerten jeweils die Wurzel gezogen, was den endgültigen RMSE ergibt. Die berechneten Werte sind in Tabelle 9 zu sehen.

Methode	RMSE
Kartenskizze	1,526655
Bewertungsskala	1,474895
Geotaganalyse proportional	2,584855
Geotaganalyse log	1,404979

Tabelle 9: RMSE-Werte der drei Methoden im Vergleich zum offiziellen Verlauf

Wie beim MAE gilt auch beim RSME, dass niedrigere Werte eine höhere Übereinstimmung bzw. Genauigkeit zwischen den beiden untersuchten Faktoren aussagen. Auch hier zeigt sich, dass die logarithmische Verteilung der Geotags den niedrigsten Wert aufweist (1,404979). Allerdings folgt daraufhin die Methode Bewertungsskala (1,474895) und als drittes der Ansatz Kartenskizze (1,526655), was ein differenziertes Ergebnis zu dem des MAE darstellt. Daraus kann geschlossen werden, **dass beim Einzeichnen einige Ausreißer aufgetreten sind**, welche den höheren RMSE-Werte im Vergleich zur Methode Bewertungsskala erklären.

6.3.3 Pearson Korrelation

Mithilfe der Pearson Korrelation wird die Stärke des linearen Zusammenhangs zwischen zwei Variablen untersucht. Dabei wird eine Gerade durch die gemessenen Punkte gelegt, um die bestmögliche lineare Beziehung darzustellen. Die Korrelation misst, wie eng die Punkte um diese Gerade liegen. Der Korrelationskoeffizient r kann dabei zwischen -1 und 1 variieren, was wiederum eine negative bzw. positive Korrelation zeigt (Sedgwick, 2012, 1). Um dieses Verfahren auf die drei Methoden anzuwenden, werden die Werte dieser zuerst aus ArcGIS exportiert und in eine Excel-Datei geladen. In Excel kann die Pearson Korrelation mit der Funktion **PEARSON(Matrix1; Matrix2)** berechnet werden. Für alle Methoden wurde diese Berechnung im Vergleich zu den Bewertungen des offiziellen Verlaufs durchgeführt. Dabei enthält **Matrix1** die Bewertungen aller Zellen für den offiziellen Verlauf der Alpen und **Matrix2** die Bewertungen der jeweiligen Methode. Die ermittelten Korrelationskoeffizienten nach Pearson sind in Tabelle 10 abgebildet.

Methode	Pearson'scher Korrelationskoeffizient
Kartenskizze	0,812838
Bewertungsskala	0,841591
Geotaganalyse proportional	0,535561
Geotaganalyse log	0,831266

Tabelle 10: Pearson'scher Korrelationskoeffizient der drei Methoden im Vergleich zum offiziellen Verlauf

Hierbei gilt, je näher der Korrelationskoeffizient an 1 liegt, desto stärker ist der positive lineare Zusammenhang zwischen den Werten der jeweiligen Methode und den Referenzen des offiziellen Alpenverlaufs. Ähnlich den beiden zuvor berechneten statistischen Verfahren, weist auch hier die proportionale Verteilung der Geotags (0,535561) den schlechtesten Wert auf, was vor allem auf die starken Ausreißer zurückzuführen ist. Daraufhin folgen die Methode des Einzeichnens (0,812838) und die logarithmisch skalierte Auswertung der Geotags (0,831266). Die höchste positive Korrelation ergibt sich bei der Methode Bewertungsskala (0,841591). Dies weist darauf hin, dass die Bewertungen dieser Methode am stärksten mit denen des Verlaufs der Alpen korrelieren, also am ehesten mit den offiziellen Werten steigen bzw. fallen, was einen starken linearen Zusammenhang signalisiert.

Zur Veranschaulichung der Ergebnisse werden in Abbildung 47, Abbildung 48 und Abbildung 49 verschiedene **Streudiagramme** gezeigt, welche die Zusammenhänge zwischen dem offiziellen Verlauf der Alpen und den drei untersuchten Methoden darstellen. Die enthaltene Trendlinie dient dabei als Orientierung für eine lineare Beziehung. Eine enge Streuung der Punkte entlang dieser Linie deutet dabei auf einen starken Zusammenhang hin.

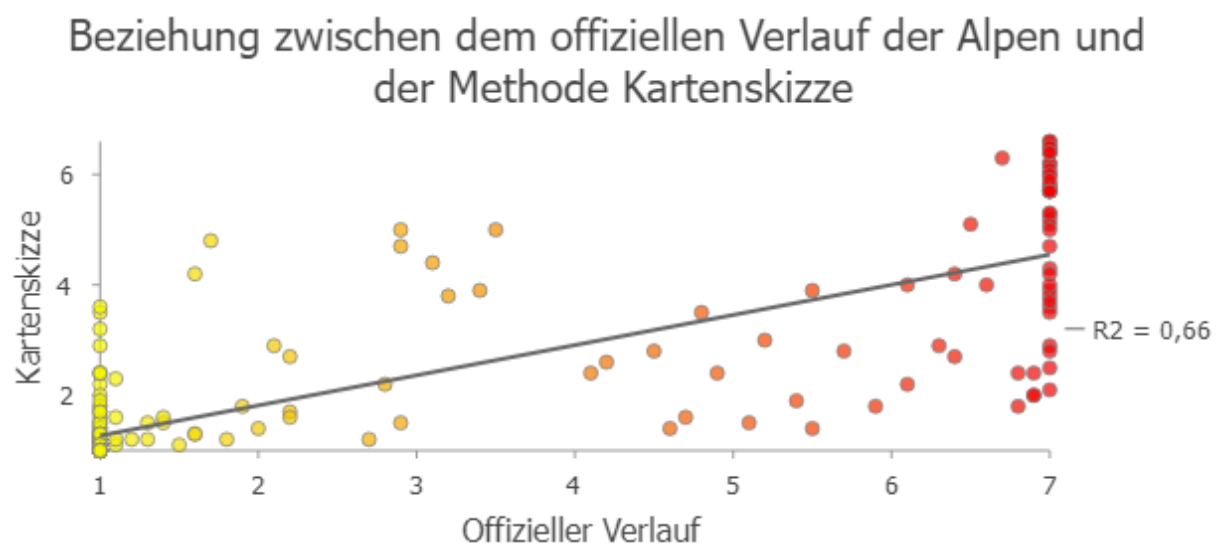


Abbildung 47: Streudiagramm für die Methode Kartenskizze

Beziehung zwischen dem offiziellen Verlauf der Alpen und der Methode Bewertungsskala

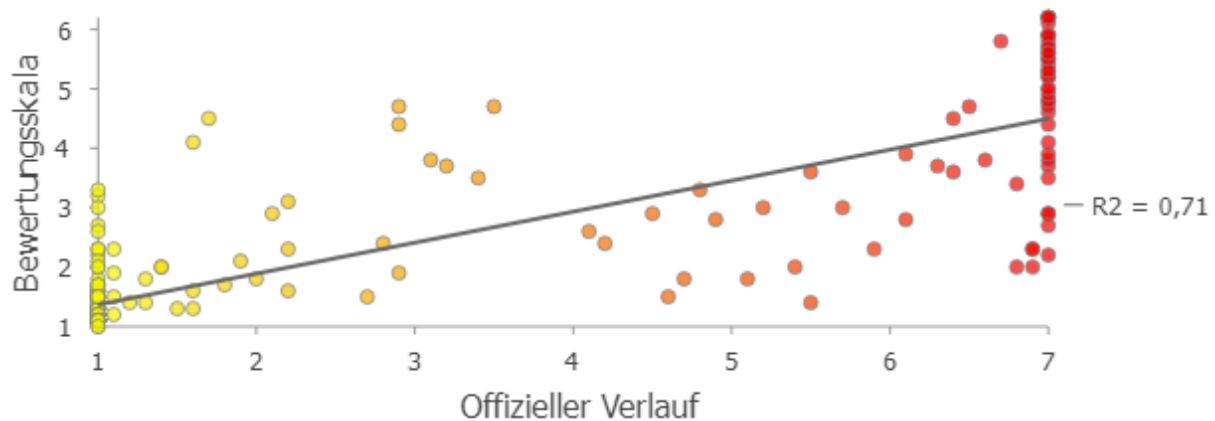


Abbildung 48: Streudiagramm für die Methode Bewertungsskala

Beziehung zwischen dem offiziellen Verlauf der Alpen und der Methode Geotaganalyse log

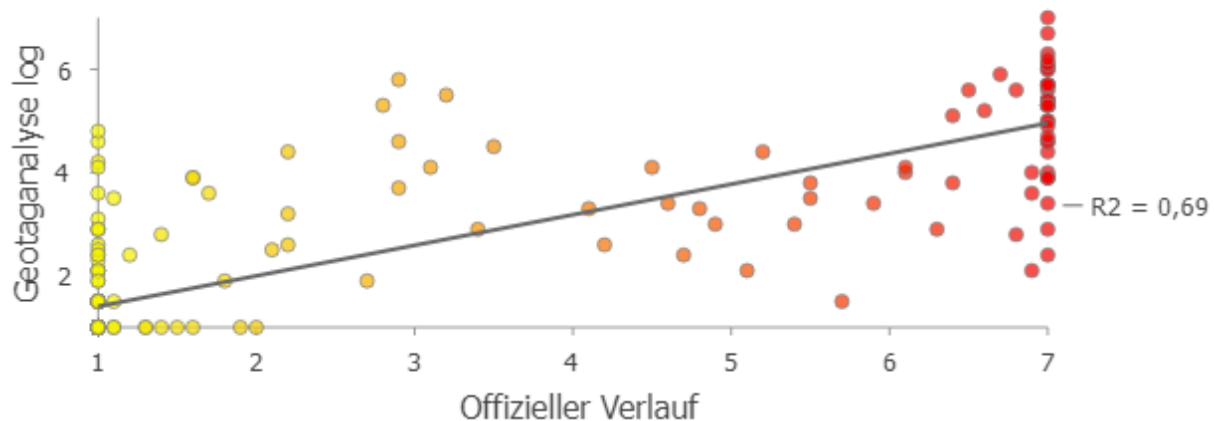


Abbildung 49: Streudiagramm für die Methode Geotaganalyse log

Dabei ist in jeden der drei Streudiagramme ein positiver linearer Zusammenhang klar ersichtlich, was durch die jeweilige Trendlinie veranschaulicht wird. Diese visuelle Tendenz bestätigt die zuvor berechneten Korrelationskoeffizienten und unterstreicht die lineare Beziehung zwischen den Methoden und dem offiziellen Verlauf der Alpen.

6.4 Regionenspezifische Unterschiede

Nachdem in den vorherigen Kapiteln die Genauigkeit der Methoden in Hinblick auf das gesamte Gitternetz analysiert wurde, erfolgt eine differenzierte Betrachtung der Ergebnisse **innerhalb und außerhalb des offiziellen Alpenverlaufs**, um potenzielle geographische Unterschiede in der Genauigkeit zwischen diesen Gebietskategorien aufzuzeigen. Diese Informationen helfen dabei, eine fundierte Basis zu schaffen, um die Methoden anschließend aussagekräftig zu evaluieren und Handlungsempfehlungen aufstellen zu können. Bevor die Analysen

der beiden Gebiete durchgeführt werden können, ist zunächst eine Klassifizierung aller Zellen hinsichtlich ihrer Zugehörigkeit zum Alpenraum bzw. zum Nicht-Alpenraum erforderlich. Dafür wird das Geoprocessing-Tool *Select Layer by Location* verwendet, welches mithilfe des offiziellen Verlaufs des Gebirges alle Zellen im Gitternetz auswählt, die vom Polygon des Untersuchungsgebiets geschnitten oder vollkommen überlagert sind. Daraufhin wird ein neues Attributfeld erstellt und allen selektierten Zellen der Wert 1 (= Teil der Alpen) zugewiesen, während alle restlichen den Wert 0 (= kein Teil der Alpen) erhalten. Mit dieser Basis können nun sowohl alle Zellen innerhalb als auch außerhalb des Untersuchungsgebiets separat betrachtet werden. Um die Genauigkeit dieser für alle drei Methoden zu berechnen, werden auch hier der MAE und der RMSE angewandt, wodurch Unterschiede zwischen den beiden Gebieten aufgezeigt werden können. In Tabelle 11 werden die methodenspezifischen Differenzen der MAE-Werte für alle Zellen innerhalb bzw. außerhalb der Alpen gegenübergestellt.

Methode	MAE innerhalb	MAE außerhalb
Kartenskizze	1,818367	0,216547
Bewertungsskala	1,810204	0,298561
Geotaganalyse proportional	3,409184	0,007194
Geotaganalyse log	1,664286	0,293525

Tabelle 11: MAE-Werte der drei Methoden differenziert zwischen Gebieten innerhalb und außerhalb der Alpen

Dabei zeigen sich deutliche Unterschiede in der Genauigkeit der Methoden für die Regionen innerhalb und außerhalb des Untersuchungsgebiets. Für Zellen innerhalb des Alpenraums werden mithilfe der logarithmischen Verteilung der Geotags (1,664286) die besten Ergebnisse im Vergleich zu den offiziellen Bewertungen geliefert. Außerhalb der Alpen hingegen wird bei der Methode Kartenskizze (0,216547) die höchste Genauigkeit erzielt. Insgesamt wird durch die Berechnungen verdeutlicht, **dass es geographische Unterschiede in der Genauigkeit der Methoden gibt und keine über das gesamte Gitternetz hinweg gleich zuverlässige Ergebnisse liefert, sondern sich diese je nach untersuchter Region unterscheiden.** Zur Überprüfung dieser These werden zusätzlich die RMSE-Werte für Zellen innerhalb bzw. außerhalb des Alpenraums ermittelt, welche in Tabelle 12 zu sehen sind.

Methode	RMSE innerhalb	RMSE außerhalb
Kartenskizze	2,299734	0,495084
Bewertungsskala	2,215806	0,497403
Geotaganalyse proportional	4,019430	0,041553
Geotaganalyse log	1,975229	0,784196

Tabelle 12: RMSE-Werte der drei Methoden differenziert zwischen Gebieten innerhalb und außerhalb der Alpen

Ähnlich dem MAE werden auch hier durch die logarithmische Verteilung der Geotags (1,975229) die genauesten Ergebnisse für Zellen, welche innerhalb des Alpenraums liegen, geliefert. Im Gegensatz dazu können bei den Methoden Kartenskizze (0,495084) und Bewertungsskala (0,497403) ähnlich gute Werte für Gebiete außerhalb des Untersuchungsgebiets berechnet werden. Gleichzeitig zeigen sich für diese Region bei der logarithmischen Verteilung der Geotags (0,784196) weitaus höhere Werte, was wiederum auf die Ausreißer zurückzuführen ist. **Der RMSE bekräftigt somit die Aussage, dass keine Methode über das gesamte Gitternetz die stärksten und zuverlässigsten Ergebnisse liefert, sondern diese regionenspezifische Differenzen aufzeigen.**

7 Diskussion

In diesem Kapitel werden die zuvor gewonnenen Ergebnisse systematisch in Hinblick auf verschiedene Bewertungsfaktoren analysiert. Der Schwerpunkt liegt auf der Evaluation der angewandten Methoden hinsichtlich ihrer Übereinstimmung mit dem offiziellen Verlauf der Alpen. Dabei werden Gemeinsamkeiten und Unterschiede der Methoden herausgearbeitet und vergleichend dargestellt. Im Zuge dessen werden die aufgestellte Hypothese, die dritte Arbeitsfrage sowie die Forschungsfrage untersucht und daraufhin beantwortet. Abschließend werden auf Basis der Analyse fundierte Handlungsempfehlungen für zukünftige Untersuchungen zu Gebietsabgrenzungen mittels kognitiver Karten abgeleitet sowie Limitationen und weiterführende Fragestellungen dieser Masterarbeit diskutiert.

7.1 Genauigkeit der einzelnen Methoden in Hinblick auf den offiziellen Verlauf

Um alle drei Methoden zu evaluieren und in Bezug auf deren Genauigkeit zum offiziellen Verlauf der Alpen zu bewerten, ist es entscheidend, alle statistischen Werte, welche in den vorherigen Kapiteln berechnet wurden, in die Evaluation miteinfließen zu lassen, denn nur auf diese Weise ist eine aussagekräftige Bewertung möglich. Dafür werden diese nochmals kompakt und zusammengefasst in Tabelle 13 gezeigt, wobei die Methode mit den besten Werten pro Kennwert jeweils in grün und die schlechteste in rot markiert ist. Zu erwähnen ist, dass die proportionale Berechnung der Geotags nicht in diesen Vergleich miteinbezogen wird, sondern nur zu Vergleichszwecken aufgelistet ist.

Kennwert/Methode	Kartenskizze	Bewertungsskala	(Geotaganalyse proportional)	Geotaganalyse log
MAE	0,878903	0,923629	(1,413924)	0,860338
RMSE	1,526655	1,474895	(2,584855)	1,404979
Pearson Korrelation	0,812838	0,841591	(0,535561)	0,831266
MAE (innerhalb)	1,818367	1,810204	(3,409184)	1,664286
MAE (außerhalb)	0,216547	0,298561	(0,007194)	0,293525
RMSE (innerhalb)	2,299734	2,215806	(4,019430)	1,975229
RMSE (außerhalb)	0,495084	0,497403	(0,041553)	0,784196

Tabelle 13: Übersicht aller statistischen Kennwerte zur Genauigkeit der Methoden

Aus der obenstehenden Tabelle wird deutlich, dass es keine Methode gibt, welche bei allen statistischen Berechnungen die besten Ergebnisse im Vergleich zu den offiziellen Grenzen des Alpenbogens liefert. **Mit Blick auf die MAE- und RMSE-Werte des gesamten Gitternetzes wird deutlich, dass die logarithmische Verteilung der Geotags die genauesten Ergebnisse aufweist.** Allerdings muss hierbei beachtet werden, dass dafür nicht die tatsächliche Verteilung verwendet wird, sondern diese durch die logarithmische Funktion etwas angepasst wird, um Ausreißer abzumindern und Zellen mit weniger Geotags einen höheren Stellenwert zu geben. Der große Einfluss der Ausreißer bei den Geotags wird zudem deutlich, dass sowohl der MAE als auch der RMSE bei der proportionalen Verteilung dieser weitaus größer sind. Der Grund dafür ist, dass einige wenige Zellen deutlich mehr Geotags enthalten als die übrigen, was dazu führt, dass nur diese eine entsprechend hohe Bewertung aufweisen. Genau dieses Vorkommen von Ausreißern zeigt den großen Nachteil dieser Methode auf. So haben Gebiete, welche touristisch stark besucht sind, eine weitaus größere Anzahl an Geotags als weniger frequentierte Regionen. Innerhalb der Alpen zählen dazu beispielsweise in Italien die Gegend rund um Cortina d'Ampezzo, die sowohl im Sommer als auch im Winter ein beliebtes Reiseziel für zahlreiche Touristinnen und Touristen ist, sowie in Frankreich die Region um Chamonix, die ebenfalls ganzjährig viele Besucherinnen und Besucher anzieht. Als visuelles Beispiel ist das hohe Geotagvorkommen rund um Cortina d'Ampezzo in Abbildung 50 dargestellt. Aus diesem Grund ist die Methode der proportionalen Geotaganalyse ungeeignet für eine reine Gebietsabgrenzungsanalyse, da es zu großen Verzerrungen kommt. **Durch diese Erkenntnisse wird auch die in der Einleitung aufgestellte Hypothese bestätigt. Diese sagt aus, dass die Ergebnisse der Geotaganalyse durch touristisch stark frequentierte Regionen mit einer hohen Anzahl an Geotags verzerrt werden.**

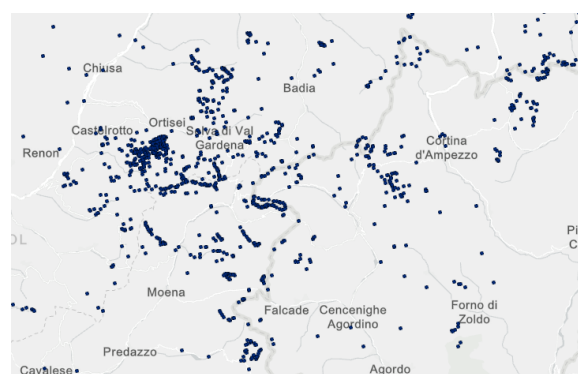


Abbildung 50: Hohes Geotagaufkommen rund um Cortina d'Ampezzo

Im weiteren Verlauf wird die dritte der aufgestellten Arbeitsfragen beantwortet: **Wie unterscheiden sich die Ergebnisse der einzelnen Methoden in den Zentralalpen im Vergleich zu den Randgebieten und den angrenzenden Regionen außerhalb des Gebirges?** Dafür wird der Fokus zuerst auf Differenzen zwischen den Methodenergebnissen in den Gebieten innerhalb bzw. außerhalb der Alpen gelegt. Hierbei ist auffällig, dass es starke Unterschiede bei der

Genauigkeit über das gesamte Untersuchungsgebiet gibt, welche mithilfe der regionenspezifischen MAE- und RMSE-Werte aufgezeigt werden. **Für Zellen innerhalb der Alpen gibt es die größte Übereinstimmung mit dem offiziellen Verlauf bei der logarithmischen Verteilung der Geotags.** Dies ist vermutlich darauf zurückzuführen, dass die dafür verwendeten Daten auf erstellte Fotos mit alpenspezifischen Tags basieren. Dabei spielt der visuelle Faktor bei der Auswahl geeigneter Begriffe für das Hochladen bei Flickr eine entscheidende Rolle. Der Begriff Alpen wird meist nur als Tag gewählt, wenn auf dem Foto tatsächlich ein Gebirge zu sehen ist. Dadurch ist die Übereinstimmung vor allem innerhalb des Alpenbogens hoch, da speziell dort viele Fotos aufgenommen werden. Dies ist vor allem durch die beiden Faktoren Tourismus und Wandern besonders ausgeprägt. Speziell bei bekannten Regionen oder beliebten Wanderstrecken ist ein vermehrtes Aufkommen von Geotags zu verorten, was die allgemeine Übereinstimmung der Ergebnisse mit dem offiziellen Verlauf der Alpen innerhalb des Gebirges erklärt. Konträr dazu zeigt sich bei den Gebieten außerhalb des Gebirges ein anderes Bild. **Hier weist die Methode Kartenskizze die höchste Übereinstimmung mit dem offiziellen Verlauf auf.** Das bedeutet, dass beim Einzeichnen am wenigsten Personen ihrer Annahme nach die Alpen auch in Gebieten außerhalb des offiziellen Verlaufs eingezeichnet haben. Dies hängt womöglich mit den scharfen Grenzen zusammen, die diese Methode mit sich bringt. Anders als beim Bewerten der Zellen gibt es hier nur die Auswahl zwischen in den Alpen liegend und außerhalb dieser, was durch das Einzeichnen dargestellt wird. Dies führt vermehrt dazu, dass tendenziell ein kleinerer Bereich als zum Gebirge zugehörig angesehen wird, was zu einer besseren Übereinstimmung der Gebiete außerhalb des Alpenbogens führt. Auffällig ist, dass in diesen Regionen speziell die Methode der logarithmischen Verteilung der Geotags im Vergleich zu den anderen beiden eine hohe Abweichung beim RMSE aufweist, wobei besonders Ausreißer in die Berechnung miteinfließen. Dies ist auf die Transformation der Daten zurückzuführen, da dadurch auch Zellen, in denen nur wenige Geotags liegen, eine vergleichsweise hohe Bewertung erhalten. Dadurch zeigt sich klar ein negativer Faktor bzw. eine Limitation, welche bei der Transformation der Daten mithilfe des Logarithmus auftritt.

Nach der Differenzierung für die gesamten Regionen innerhalb bzw. außerhalb der Alpen folgt eine zusätzliche Analyse der Unterschiede zwischen den Zentralalpen und den Randgebieten des Gebirges zur weiteren Beantwortung der entsprechenden Arbeitsfrage. Ein spezieller Fokus liegt dabei auf der Analyse jener Gebiete, welche bei den Methoden vermehrt falsch bewertet wurden. Die visuelle Auswertung der Gitternetze aller drei Methoden verdeutlicht, **dass insbesondere die Zentralalpen von einem Großteil der Teilnehmenden konsistent als Teil des Alpenraums verortet wurden.** Im Gegensatz dazu gibt es genauso Gebiete, welche laut Alpenkonvention innerhalb des Gebirges liegen, aber bei den Methoden vermehrt als außerhalb liegend betrachtet wurden. Beispielhafte Gegenden hierfür sind:

- Südfrankreich
- Ostösterreich

In diesen Regionen wurden Gebiete teils von vielen Teilnehmenden als nicht zum Alpenraum zugehörig eingestuft. Auch bei der Verteilung der Geotags zeigt sich dort ein niedrigeres Aufkommen im Vergleich zu den Zentralalpen. Gleichzeitig gibt es konträr dazu Gebiete außerhalb des Gebirges, welche fälschlicherweise vermehrt als Teil dieses angesehen werden. **Dies zeigt sich vor allem in der Schweiz, wo teilweise mehr als die Hälfte der Befragten die Alpen außerhalb des offiziellen Verlaufs verorten.** So wird auch bei der Beantwortung dieser dritten Arbeitsfrage das zuvor festgestellte Schema deutlich, dass keine Methode über das gesamte Untersuchungsgebiet die genauesten Ergebnisse im Vergleich zum offiziellen Verlauf der Alpen liefert, sondern sich diese je nach Region unterscheiden. Innerhalb der Alpen gibt es die größten Abweichungen bei der Methode Kartenskizze, während diese außerhalb der Alpen die genauesten Ergebnisse im Vergleich zu den tatsächlichen Grenzen darstellt. Zur Veranschaulichung dieser Unterschiede wird für jede der drei Methoden die Differenz zwischen den Bewertungen des offiziellen Alpenverlaufs und den Bewertungen der jeweiligen Methode für jede Zelle graphisch in Abbildung 51, Abbildung 52 und Abbildung 53 dargestellt. Ein positiver Wert bedeutet dabei, dass die Teilnehmenden die jeweilige Zelle als weniger stark zum Alpenraum zugehörig eingeschätzt haben, während ein negativer Wert auf eine fälschliche Zuordnung der Zelle zu den Alpen hinweist. Dabei gilt, je dunkler die Farbe ist, desto besser ist die Übereinstimmung der Zellbewertung mit dem offiziellen Verlauf der Alpen.

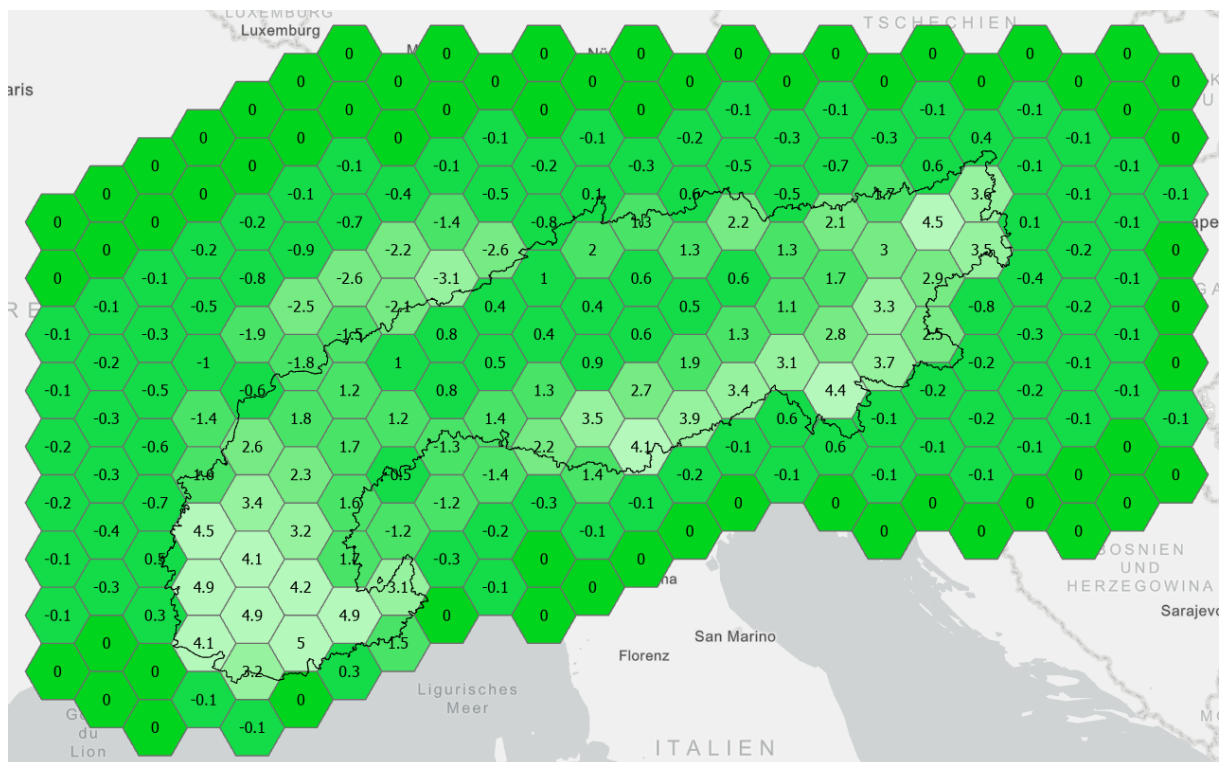


Abbildung 51: Differenzen zum offiziellen Verlauf für jede Zelle bei der Methode Kartenskizze

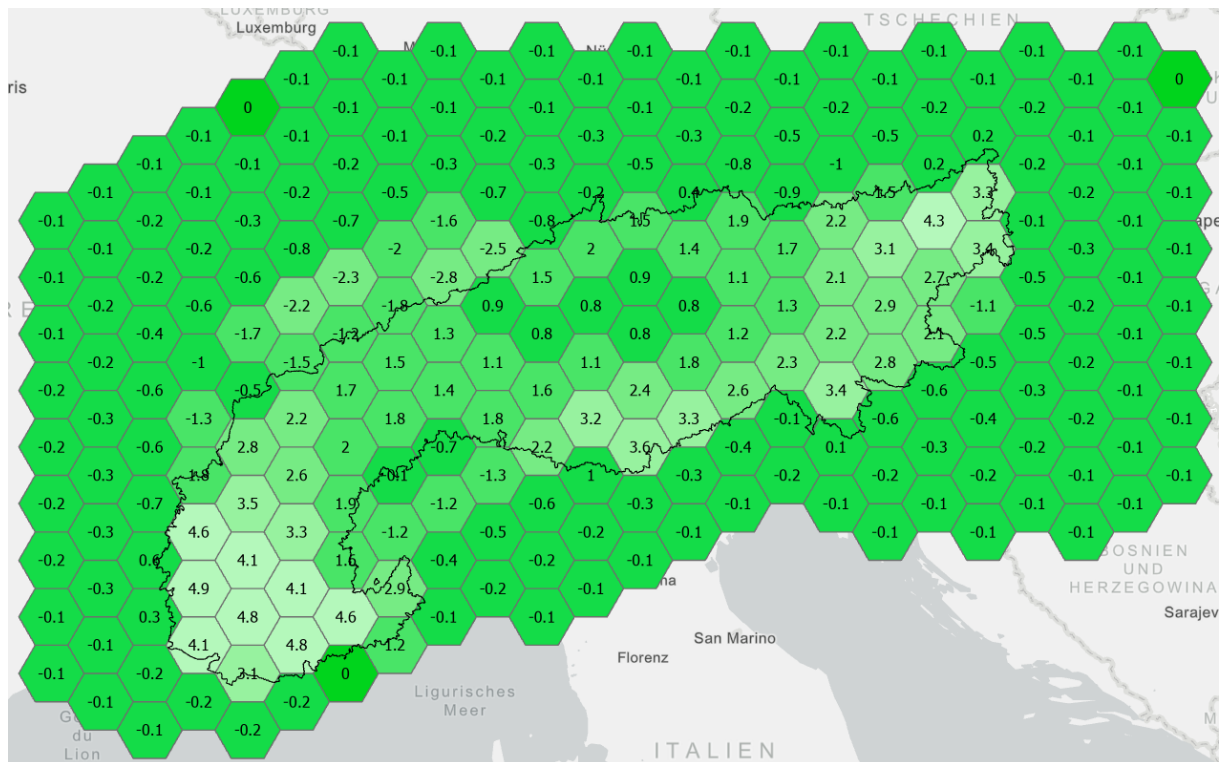


Abbildung 52: Differenzen zum offiziellen Verlauf für jede Zelle bei der Methode Bewertungsskala

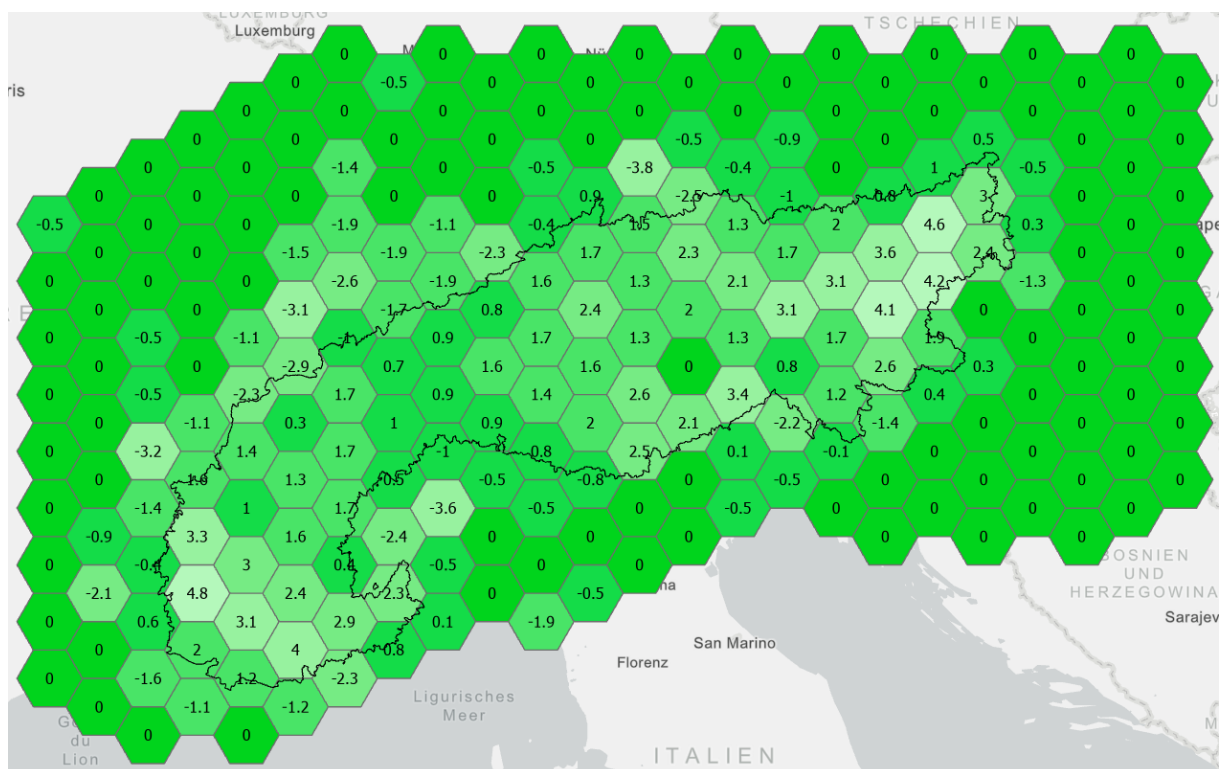


Abbildung 53: Differenzen zum offiziellen Verlauf für jede Zelle bei der Methode Geotaganalyse log

Nach der Beantwortung der aufgestellten Hypothese und der dritten Arbeitsfrage sowohl mit Hilfe zuvor berechneter statistischer Kennwerte als auch mit erstellten visuellen Vergleichen zwischen den Methoden folgt jetzt die Ausarbeitung und Beantwortung der definierten Forschungsfrage. Diese lautet wie folgt:

Wie unterscheiden sich ausgewählte Methodenansätze für Gebietsabgrenzungen auf Basis kognitiver Karten und welche Methode liefert die zuverlässigsten und genauesten Ergebnisse unter Betrachtung des Alpenbogens?

Aus den vorausgegangenen Untersuchungen wird bereits deutlich, dass es keine Methode gibt, welche in jeder Hinsicht und über das gesamte Untersuchungsgebiet hinweg die genauesten Ergebnisse liefert. Dadurch ist es wichtig, den Aspekt Genauigkeit im Vorhinein zu definieren und festzulegen, welche Kriterien darin hineinfließen. Bei einer einfachen Analyse der MAE- und RMSE-Wert zeigt sich, dass die logarithmische Verteilung der Geotags die beste Übereinstimmung mit dem offiziellen Verlauf aufweist. Das bedeutet, dass die durchschnittliche Abweichung der Bewertungen pro Zelle bei diesem Verfahren am geringsten ist. Im Gegensatz dazu zeigt sich, dass das Einzeichnen die besten Ergebnisse liefert, wenn untersucht werden soll, bei welcher Methode am wenigsten Personen die Alpen fälschlicherweise außerhalb ihres tatsächlichen Gebiets verorten. Wenn allerdings der Analysefokus darauf beruht, wie stark die Bewertungen des offiziellen Verlaufs und die der jeweiligen Methode linear miteinander zusammenhängen, wird durch die Methode Bewertungsskala mit der höchsten Pearson Korrelation die beste Übereinstimmung erzielt. Aus dieser Gegenüberstellung zeigt sich deutlich, dass es von entscheidender Bedeutung ist, die Kriterien, welche in die Untersuchung hinsichtlich der Genauigkeit miteinfließen, exakt zu definieren. In dieser Masterarbeit wurde sich bewusst dafür entscheiden, alle berechneten statistischen Werte in die endgültige Untersuchung der Forschungsfrage miteinfließen zu lassen, da es nur so möglich ist, aussagekräftige Ergebnisse zu erlangen und damit die Arbeits- sowie Forschungsfrage tiefgründig beantworten zu können. Eine einfache Analyse mit nur einem Kennwert (z. B. MAE) würde eine solche intensive Auseinandersetzung mit der Genauigkeit der einzelnen Methoden nicht möglich machen und zu schwachen bzw. potenziell falschen Ergebnissen führen. Aus den Beantwortungen der dritten Arbeitsfrage sowie der Auflistung in Tabelle 13 wurde bereits deutlich, dass es keine Methode gibt, welche in allen Belangen die genauesten Ergebnisse im Vergleich zu den offiziellen Grenzen der Alpen liefert. Um nochmals eine kompakte Gegenüberstellung zu zeigen, wird in Abbildung 54 dargestellt, in wie vielen der statistischen Bewertungen die jeweilige Methode am besten abgeschnitten hat.

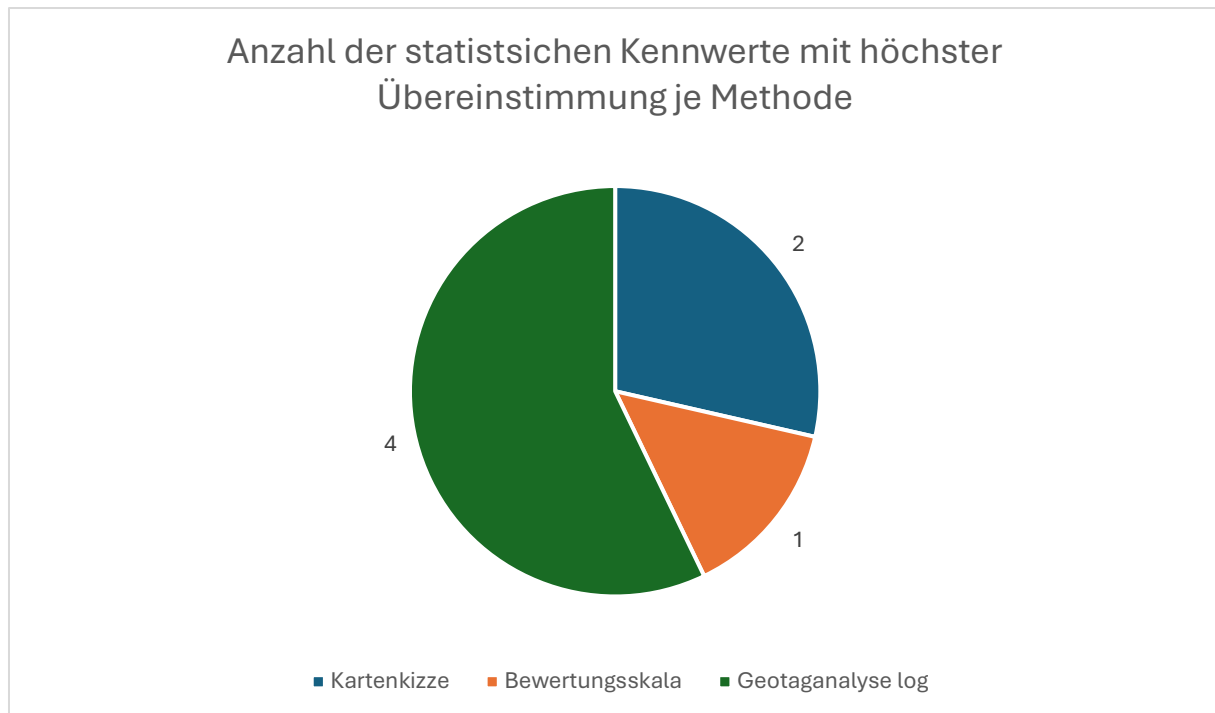


Abbildung 54: Anzahl der höchsten statistischen Kennwerte je Methode

Aus dem obenstehenden Kreisdiagramm zeigt sich, dass die logarithmische Verteilung der Geotags insgesamt bei den meisten statistischen Berechnungen im Vergleich zum offiziellen Verlauf der Alpen am nächsten ist. Speziell die besten MAE- und RMSE-Werte über das gesamte Untersuchungsgebiet zeigen, dass die Deckungsgleichheit mit dem Alpenbogen bei diesem Verfahren tendenziell am höchsten ist. Dennoch kann diese Methode nicht allgemein als diejenige mit der genauesten Übereinstimmung mit dem Alpenbogen bezeichnet werden, zumal dies stark vom jeweils untersuchten Kriterium abhängt. Jede der Methoden weist sowohl Stärken als auch Schwächen auf, welche sich in den Werten der statistischen Kennzahlen sowie in den visuellen Vergleichen zeigen. Mit Blick auf die Forschungsfrage kann somit folgendes Fazit gezogen werden:

In dieser Untersuchung kann keine Methode insgesamt als die in allen Belangen genaueste betitelt werden, auch wenn die logarithmische Verteilung der Geotags in Summe am besten abschneidet.

Allerdings zeigen sich innerhalb der Analyse regionale Unterschiede zwischen den Ergebnissen, welche je nach Analysezweck von entscheidender Bedeutung sein können, wie bereits in der dritten Arbeitsfrage dargestellt wurde. Insgesamt kann bei jeder der drei Methoden festgestellt werden, dass kognitive Karten äußerst individuell sind und jeder Mensch sich geographische Gegebenheiten unterschiedlich vorstellt. Selbst innerhalb der Verfahren weisen die Ergebnisse personenspezifische Unterschiede auf, da sich niemand den Verlauf der Alpen exakt gleich vorstellt wie eine andere Person. Genau dieser Faktor macht das Thema dieser Masterarbeit so interessant und verdeutlicht mithilfe der vorherigen Auswertung und

Diskussion der Daten, dass räumliche Wahrnehmung mit verschiedensten Methoden analysiert werden kann und die Analyse sowohl zu identischen als auch differenzierten Ergebnisse führt. Es bleibt festzuhalten, dass mit allen drei der aufgezeigten Verfahren aussagekräftige Schlüsse über kognitive Karten der Bevölkerung aufgezeigt werden können. Durch die verschiedenen Stärken und Schwächen jeder Methode wird deutlich, dass sich diese jeweils für differenzierte Anwendungszwecke und Zielsetzungen anbieten. Dementsprechend werden in Kapitel 7.2 konkrete Handlungsempfehlungen für zukünftige Gebietsabgrenzungsanalysen präsentiert.

7.2 Handlungsempfehlungen für zukünftige Analysen

Unter Betrachtung der ausgewerteten Ergebnisse lässt sich darauf schließen, dass jede Methode sowohl Stärken als auch Schwächen aufweist, wodurch sich diese wiederum für differenzierte Untersuchungszwecke und Aufgabenstellungen anbieten. Klar ersichtlich ist, **dass eine Untersuchung mithilfe einer proportionalen Verteilung der Geotags keine sinnvolle Methode ist, um eine reine Gebietsabgrenzungsanalyse durchzuführen.** Speziell in touristisch stark frequentierten Regionen verzerrt die hohe Anzahl an Geotags das Aufkommen, wodurch ein Vergleich mit anderen Gebieten innerhalb eines Untersuchungsraums kaum sinnvoll möglich ist. Ein solches Verfahren bietet sich speziell dann an, wenn Regionen gesucht werden, welche von vielen Personen als zu einem bestimmten Gebiet zugehörig angesehen werden. Auf diese Weise lassen sich Hotspots erkennen, auf die beispielsweise gezielte Marketingmaßnahmen oder Verkaufsstrategien ausgerichtet werden können, um so den dortigen hohen Andrang an Personen zusätzlich nutzen zu können. **Für eine reine Gebietsabgrenzungsanalyse muss eine Transformation der Daten getätigt werden, um Ausreißer abzuschwächen.** Die in dieser Masterarbeit verwendete logarithmische Transformation hat sinnvolle Ergebnisse geliefert und einen Vergleich mit den beiden anderen Methoden möglich gemacht. Jedoch muss betont werden, dass dafür nicht die tatsächliche Verteilung der Geotags verwendet wird, sondern eine gestauchte Darstellung dieser. Dadurch erhalten Regionen mit weniger Geotags einen höheren Stellenwert, während Gebiet mit vielen in deren Wertigkeit abgeschwächt werden. Solange dies kein Problem in der Aufgabenstellung darstellt, macht dieser Ansatz Sinn, um kognitive Wahrnehmungen der Bevölkerung in Bezug auf tatsächliche geographische Grenzen zu untersuchen. Ein zusätzlich wesentlicher Vorteil dieses Ansatzes ist, dass eine sehr große Menge an Daten in kurzer Zeit analysiert werden kann. **Die Methode der Kartenskizze bietet sich vor allem an, wenn es darum geht, eine präzise Grenze zwischen innerhalb und außerhalb der Zielregion zu erfassen.** Dabei gibt es keine Übergangszonen, wodurch bei jedem ausgefüllten Fragebogen eine klare Abgrenzung ersichtlich wird. Dies zeigt sich auch in den Ergebnissen dieser Masterarbeit, da bei dieser Methode am wenigsten

Personen fälschlicherweise Gebiete außerhalb der Alpen als ein Teil dieser angesehen haben. Als Grund dafür wird vermutet, dass durch die scharfen Grenzen keine Übergangszonen vorhanden sind, wie dies bei der Methode Bewertungsskala der Fall ist. Wichtig bei der Umsetzung dieses Verfahren ist, das verwendete Zeichenwerkzeug weise zu wählen. Falls es die Untersuchung möglich macht, ist eine händische Kartenskizze auf Papier die beste und genaueste Möglichkeit, die Grenzen einzuzichnen, da es zu keinen technischen Problemen kommen kann. Außerdem ist es bei einer Zeichnung am PC nicht möglich, die gleichen Feinjustierungen vorzunehmen wie bei einer händischen Darstellung. Jedoch ist die analoge Durchführung womöglich mit einem größeren Zeit- und Arbeitsaufwand verbunden. Im Vergleich dazu bietet sich eine digitale Durchführung bei der Methode Bewertungsskala am meisten an. Bei diesem Verfahren wurden im Zuge dieser Masterarbeit durch die abgestufte Skala vermehrt Regionen außerhalb des Alpenbogens noch mit Zahlen versehen, welche eine Zugehörigkeit dieser Zelle zum Alpenbogen widerspiegeln. **Diese Methode bietet sich dadurch vor allem dann an, wenn ein allgemeiner Überblick über die kognitive Wahrnehmung der Teilnehmenden erreicht werden soll.** Durch die abgestufte Werteskala können feinere Unterschiede dargestellt werden, allerdings entsteht somit keine exakte Abgrenzung durch ein Polygon, wie dies beim Einzeichnen der Fall ist. Der große Vorteil im Vergleich zur Methode Kartenskizze ist jedoch, dass so auch innerhalb des Untersuchungsgebiets Unterschiede in der kognitiven Wahrnehmung dargestellt werden können, da jede Zelle für sich eine durchschnittliche Bewertung bekommt und somit nicht nur eine reine innerhalb/außerhalb Beziehung dargestellt wird. Hierbei ist von Bedeutung, dass bei der Erstellung des Fragebogens auf einen Kompromiss aus der Genauigkeit der Zellen und dem Bearbeitungsaufwand für die Personen geachtet wird. Ebenso ist entscheidend, eine angemessene Bewertungsskala einzusetzen, um Unterschiede zwischen den Zellen herausarbeiten zu können, aber gleichzeitig nicht zu viele Werte zu verwenden, um die Dauer der Beantwortung für die Teilnehmenden angemessen zu halten. Allgemein gelten einige Regeln, die bei allen der verwendeten Methoden zu beachten sind. Zum einen ist es notwendig, den Verwendungszweck und das Ziel der Analyse klar zu definieren und den Aufbau der Untersuchung darauf auszurichten. Zudem muss die Stichprobe klar dargelegt und geprüft werden, um die Ergebnisse richtig einordnen zu können. Außerdem ist es speziell in der heutigen Zeit von Bedeutung, dass die technische Umsetzung der Methoden verständlich ist und aus den erstellten Fragebögen die Aufgabenstellung für die Teilnehmenden schnell ersichtlich wird. Abschließend bleibt festzuhalten, dass jede Methode eigene Stärken aufweist, mit denen kognitive Karten analysiert und auf verschiedene Art und Weise ausgewertet werden können. So ist es wesentlich, das Untersuchungsziel der Analyse klar zu definieren und daraufhin die dafür beste Methode zur Durchführung auszuwählen.

7.3 Limitationen und weiterführende Fragestellungen

Die kritische Reflexion dieser Masterarbeit macht deutlich, dass bestimmte Fragestellungen unbeantwortet bleiben, die für die Durchführung und Evaluation der Methoden von Bedeutung sind. Zum einen bleibt unklar, ob durch die ausschließliche Nutzung von Flickr-Daten bei der Methode Geotaganalyse **ein Bias** entstanden ist. Hierbei könnte eine zusätzliche Einbindung von weiteren Social-Media-Plattformen wie Instagram sinnvoll sein, um potenzielle Verzerrungen auszugleichen und somit die Datenqualität zu stärken. Ein weiterer zentraler Aspekt betrifft die **Repräsentativität der Stichproben**, die den einzelnen Methoden zugrunde liegen. Auch wenn jeweils die berechnete Stichprobengröße erreicht wurde, verteilen sich die dabei vorkommenden demographischen Daten nicht gleichmäßig, da es sowohl beim Alter, dem Geschlecht als auch dem Wohnort Abweichungen gibt, wodurch einzelne Gruppen unterrepräsentiert sind und somit die definierte Zielgruppe in bestimmten demographischen Faktoren abgeschwächt ist. Dies könnte dazu führen, dass sich die Ergebnisse von denen einer in allen Belangen ausgewogenen Stichprobe unterscheiden. Es ist jedoch zu berücksichtigen, dass es bei einer rein onlinebasierten Durchführung der Fragebögen schwierig ist, alle Altersgruppen gleichermaßen anzusprechen bzw. zu erreichen. Bei dieser Thematik ist zusätzlich zu erwähnen, dass für die Methode Geotaganalyse keine demographischen Daten vorhanden sind, was wiederum eine Vergleichbarkeit mit den anderen beiden Methoden in diesem Aspekt nicht möglich macht. Des Weiteren bleibt die Frage offen, ob die gewonnenen Informationen auch auf andere Untersuchungsgebiete anwendbar sind oder sich diese exklusiv bei den Alpen zeigen. Um diese Frage zu klären, müssen zusätzliche Abgrenzungsanalysen bei weiteren geographischen Regionen durchgeführt werden. Die gewonnen Erkenntnisse können im Anschluss daran mit denen aus dieser Masterarbeit verglichen werden, um potenzielle Gemeinsamkeiten sowie Unterschiede herauszuarbeiten. Eine zusätzliche Limitation, welche sich bei der Methode Kartenskizze im Fragebogen gezeigt hat, ist, dass einige der Teilnehmenden das falsche Zeichenwerkzeug verwendet haben. Dies führte wiederum zu einer leichten Verlängerung des Durchführungszeitraums. Dabei zeigt sich der Nachteil eines rein digitalen und anonymen Fragebogens, da dabei die Anweisungen oftmals nur oberflächlich gelesen werden und keine direkte Rücksprache mit den Befragten möglich ist.

8 Fazit und Ausblick

Im Zuge dieser Masterarbeit wurden mehrere Methoden zur Analyse kognitiver Karten hinsichtlich ihrer Genauigkeit zu den tatsächlichen geographischen Gegebenheiten evaluiert. Als Untersuchungsgebiet diente dabei der Alpenbogen. Die drei untersuchten Methodenansätze setzen sich folgendermaßen zusammen:

- Einzeichnen des Grenzverlaufs der Alpen (Kartenskizze)
- Bewerten von Zellen nach deren Zugehörigkeit zu den Alpen auf einer Skala von 1 bis 7 (Bewertungsskala)
- Analyse der Geotagverteilung basierend auf Daten von Flickr durch alpenspezifische Tags (Geotaganalyse)

Für die ersten beiden Methoden fand die Datengewinnung durch selbsterstellte Fragebögen statt, während die Geotags mithilfe eines Codes und der Flickr API extrahiert wurden. Um eine Vergleichbarkeit der Methoden untereinander sowie mit dem offiziellen Verlauf der Alpen gewährleisten zu können, wurden alle erhobenen Daten jeweils auf ein identisch aufgebautes Gitternetz übertragen. Für jede Zelle wurde daraufhin ein Durchschnittswert berechnet, welcher die jeweilige Zugehörigkeit dieser zum Alpenraum gemäß der gewählten Methode widerspiegelt. Mithilfe dieser Ausgangsbasis wurden daraufhin mehrere fundierte statistische Verfahren angewandt sowie visuelle Vergleiche erstellt, um die aufgestellte Forschungsfrage zu beantworten. Diese lautet:

Wie unterscheiden sich ausgewählte Methodenansätze für Gebietsabgrenzungen auf Basis kognitiver Karten und welche Methode liefert die zuverlässigsten und genauesten Ergebnisse unter Betrachtung des Alpenbogens?

Um allgemein die Ergebnisse auf das gesamte Untersuchungsgebiet zu analysieren, wurden sowohl Werte für den MAE als auch den RMSE berechnet, wobei die RMSE-Werte den Ausreißern eine höhere Gewichtung zuteilen. Mithilfe dieser Kennzahlen kann festgestellt werden, dass die durchschnittliche Differenz zu den offiziellen Daten bei der logarithmischen Verteilung der Geotags am geringsten ist, was wiederum bedeutet, dass diese Methode über das gesamte Untersuchungsgebiet die höchste Genauigkeit mit dem offiziellen Verlauf der Alpen aufweist. Allerdings muss hierbei beachtet werden, dass nicht die tatsächliche Verteilung der Geotags verwendet wird, sondern diese durch den Logarithmus gestaucht wird, da sonst einige vorkommende Ausreißer die Daten stark verzerren würden. Dies zeigt sich auch bei der Analyse der proportionalen Verteilung der Geotags. Um eine detaillierte Evaluation gewährleisten zu können, wurden zusätzlich die Werte für den MAE und den RMSE regionenspezifisch für Gebiete innerhalb bzw. außerhalb der Alpen berechnet. Dabei zeigt sich, dass jeweils unterschiedliche Methoden in den definierten Gebieten die höchste Übereinstimmung mit dem

offiziellen Verlauf des Alpenbogens aufweisen. So liefern die Ergebnisse der Methode Kartenskizze für Regionen außerhalb des Gebirges die exaktesten Werte. Dies bedeutet, dass die Alpen beim Einzeichnen am wenigsten in Gebieten verortet wurden, welche offiziell außerhalb dieser liegen. Im Gegensatz dazu zeigt sich für Abschnitte innerhalb des Alpenbogens, dass dort die größte Übereinstimmung bei der logarithmischen Verteilung der Geotags gegeben ist. Aus diesen Unterschieden wird deutlich, dass keine der Methoden allgemein über das gesamte Untersuchungsgebiet die genauesten Daten in Hinblick auf den offiziellen Verlauf liefert. Um neben den Abweichungen auch die lineare Übereinstimmung der Daten zu untersuchen, wurde zusätzlich für alle drei Verfahren die Pearson Korrelation berechnet. Mithilfe dieser können Aussagen darüber getroffen werden, in welchem Verhältnis die Bewertungen jeder Methode mit denen des offiziellen Verlaufs gemeinsam an- bzw. absteigen. Hierbei konnte festgestellt werden, dass die Methode Bewertungsskala die höchste lineare Übereinstimmung mit den tatsächlichen Gegebenheiten des Alpenbogens aufweist und somit am stärksten mit diesen korreliert. Die berechneten statistischen Kennzahlen machen klar ersichtlich, dass keine der Methoden in allen Belangen am besten abschneidet. Das gleiche Bild zeigt sich auch bei den Vergleichen mithilfe erstellter visueller Darstellungen. Dadurch wird mit Blick auf die Forschungsfrage deutlich, **dass keine der Methoden als die in allen Bereichen genaueste betitelt werden kann. Jede weist sowohl eigene Stärken als auch Schwächen auf und stellt den Alpenbogen verschieden dar.** Somit lässt sich anhand der Untersuchung feststellen, dass sich jede Methode für verschiedene Aufgabenstellungen und Anwendungszwecke anbietet und die richtige je nach Forschungsziel ausgewählt werden muss.

Zumal es sich bei kognitiven Karten um ein breit gefächertes Forschungsfeld handelt, ergeben sich über das in dieser Masterarbeit untersuchte Thema hinaus zahlreiche weiterführende Fragestellungen, die im Rahmen zukünftiger Studien vertieft analysiert werden können. Um die gewonnenen Informationen zu stärken, wäre es für weitere Analysen hilfreich, die Methodenevaluation auszuweiten und diese auf andere Untersuchungsgebiete zu adaptieren. Darüber hinaus bietet es sich an, **zusätzliche Methoden zur Analyse der Wahrnehmung kognitiver Karten zu untersuchen** und in Hinblick auf die geographische Genauigkeit zu evaluieren. Dadurch können die in dieser Masterarbeit untersuchten Verfahren zusätzlich mit anderen verglichen und somit in deren Aussagekraft gestärkt werden. Weiters bleibt die Frage offen, welche Unterschiede und Einflüsse die verschiedenen demographischen Faktoren auf die Ergebnisse der kognitiven Karten haben. Da bei den Fragebögen jeweils Alter, Geschlecht und Herkunft der Teilnehmenden erfasst wurden, wäre es in einem weiteren Schritt möglich, potenzielle Differenzen zwischen den demographischen Gruppen aufzuzeigen. Speziell die Frage, **ob der Wohnort einen direkten Einfluss auf die kognitiven Vorstellungen der Alpen hat**, bietet Potenzial für zukünftige Untersuchungen. Eine vertiefte Analyse der demographischen Daten war im Rahmen dieser Masterarbeit allerdings nicht möglich, da dies mit einem

erheblichen zusätzlichen Zeitaufwand verbunden gewesen wäre. Ergänzend dazu stellt sich die Frage, welche potenziellen Unterschiede es in der kognitiven Wahrnehmung einer geographischen Region zwischen den Bevölkerungen verschiedener Länder gibt. Um diesem Aspekt nachzugehen, wäre es sinnvoll, die Fragebögen in zukünftigen Untersuchungen für ein internationales Publikum zugänglich zu machen, wofür diese allerdings in Englisch bzw. in der jeweiligen Landessprache verfasst werden müssten. Insgesamt kann festgehalten werden, dass dieses Themenfeld noch viele Fragestellungen aufwirft, welche in weiterführenden Arbeiten ausführlich behandelt werden können.

Literaturverzeichnis

- Al-ghamdi, S. A. & Al-Harigi, F. (2015). Rethinking Image of the City in the Information Age. *Procedia Computer Science*, 65, 734–743. <https://doi.org/10.1016/j.procs.2015.09.018>
- Alpine Convention. (2020). *Perimeter of the Alpine Convention*.
- Appleyard, D. (1970). Styles and Methods of Structuring a City. *Environment and Behavior*, 2(1), 100–117. <https://doi.org/10.1177/001391657000200106>
- Balduck, A.-L., van Rossem, A. & Buelens, M. (2010). Identifying Competencies of Volunteer Board Members of Community Sports Clubs. *Nonprofit and Voluntary Sector Quarterly*, 39(2), 213–235. <https://doi.org/10.1177/0899764009334306>
- Bayerisches Staatsministerium für Umwelt und Verbraucherschutz. (o. J.). *Alpenkonvention - Übereinkommen zum Schutz der Alpen*.
- Blades, M. (1990). The reliability of data collected from sketch maps. *Journal of Environmental Psychology*, 10(4), 327–339. [https://doi.org/10.1016/S0272-4944\(05\)80032-5](https://doi.org/10.1016/S0272-4944(05)80032-5)
- Costa, M. & Bonetti, L. (2018). Geometrical distortions in geographical cognitive maps. *Journal of Environmental Psychology*, 55, 53–69. <https://doi.org/10.1016/j.jenvp.2017.12.004>
- Curran-Everett, D. (2018). Explorations in statistics: the log transformation. *Advances in physiology education*, 42(2), 343–347. <https://doi.org/10.1152/advan.00018.2018>.
- Downs, R. M. & Stea, D. (1973). Cognitive Maps and Spatial Behaviour: Process and Products. In R. M. Downs & D. Stea (Hrsg.), *Image and Environment: Cognitive Mapping and Spatial Behavior* (S. 8–26). Aldine Publishing Company.
- Drakaki, M. & Tzionas, P. (2021). Investigating the impact of site management on distress in refugee sites using Fuzzy Cognitive Maps. *International Journal of Disaster Risk Reduction*, 60, 102282. <https://doi.org/10.1016/j.ijdrr.2021.102282>
- Driscoll, I., Hamilton, D. A., Yeo, R. A., Brooks, W. M. & Sutherland, R. J. (2005). Virtual navigation in humans: the impact of age, sex, and hormones on place learning. *Hormones and Behavior*, 47(3), 326–335. <https://doi.org/10.1016/j.yhbeh.2004.11.013>
- Epstein, R. A., Patai, E. Z., Julian, J. B. & Spiers, H. J. (2017). The cognitive map in humans: spatial navigation and beyond. *Nature Neuroscience*, 20(11), 1504–1513. <https://doi.org/10.1038/nn.4656>
- Fan, T., Guo, N. & Ren, Y. (2021). Consumer clusters detection with geo-tagged social network data using DBSCAN algorithm: a case study of the Pearl River Delta in China. *GeoJournal*, 86(1), 317–337. <https://doi.org/10.1007/s10708-019-10072-8>
- Feldman, A. & Acredolo, L. (1979). The Effect of Active versus Passive Exploration on Memory for Spatial Location in Children. *Child Development*, 50(3), 698–704. <https://doi.org/10.2307/1128935>
- Flickr. (o. J.a). *flickr.people.getPublicPhotos*. <https://www.flickr.com/services/api/flickr.people.getPublicPhotos.html>
- Flickr. (o. J.b). *flickr.photos.geo.setLocation*. <https://www.flickr.com/services/api/flickr.photos.geo.setLocation.html>
- Flickr. (o. J.c). *flickr.photos.search*. <https://www.flickr.com/services/api/flickr.photos.search.html>
- Fridgen, J. D. (1987). Use of cognitive maps to determine perceived tourism regions. *Leisure Sciences*, 9(2), 101–117. <https://doi.org/10.1080/01490408709512150>
- Gale, N., Golledge, R. G., Halperin, W. C. & Couclelis, H. (1990). Exploring Spatial Familiarity. *The Professional Geographer*, 42(3), 299–313. <https://doi.org/10.1111/j.0033-0124.1990.00299.x>
- Grothe, C. & Schaab, J. (2009). Automated Footprint Generation from Geotags with Kernel Density Estimation and Support Vector Machines. *Spatial Cognition & Computation*, 9(3), 195–211. <https://doi.org/10.1080/13875860903118307>
- Henzel, C. K. (2008). *Classifying Maps*. Checkerboard Library.
- Hodson, T. O. (2022). Root-mean-square error (RMSE) or mean absolute error (MAE): when to use them or not. *Geoscientific Model Development*, 15(14), 5481–5487. <https://doi.org/10.5194/gmd-15-5481-2022>

- Hollenstein, L. & Purves, R. (2010). Exploring place through user-generated content: Using Flickr to describe city cores. *Journal of Spatial Information Science*(1), 21–48.
<https://doi.org/10.5311/JOSIS.2010.1.3>
- Iaria, G., Palermo, L., Committeri, G. & Barton, J. J. S. (2009). Age differences in the formation and use of cognitive maps. *Behavioural Brain Research*, 196(2), 187–191.
<https://doi.org/10.1016/j.bbr.2008.08.040>
- Irawan, H. & Atha Ganiza, R. (2021). Analyzing Tourist's Movement in Sarbagita Metropolitan Area based on Geotagged Photo in Flickr. In *Proceedings of the 2021 6th International Conference 2021* (S. 60–67). <https://doi.org/10.1145/3493287.3493296>
- Karunasingha, D. S. K. (2022). Root mean square error or mean absolute error? Use their ratio as well. *Information Sciences*, 585, 609–629. <https://doi.org/10.1016/j.ins.2021.11.036>
- Keßler, C., Maué, P., Heuer, J. T. & Bartoschek, T. (2009). Bottom-Up Gazetteers: Learning from the Implicit Semantics of Geotags. In K. Janowicz, M. Raubal & S. Levashkin (Hrsg.), *Lecture Notes in Computer Science. GeoSpatial Semantics* (Bd. 5892, S. 83–102). Springer Berlin Heidelberg. https://doi.org/10.1007/978-3-642-10436-7_6
- Kitchin, R. & Blades, M. (2002). *The Cognition of Geographic Space*. Bloomsbury Academic.
- Klippel, A., Knuf, L., Hommel, B. & Freksa, C. (2005). Perceptually Induced Distortions in Cognitive Maps. In Gerhard, C. Freksa, M. Knauff, B. Krieg-Brückner, B. Nebel & T. Barkowsky (Hrsg.), *Lecture Notes in Computer Science. Spatial Cognition IV. Reasoning, Action, Interaction* (Bd. 3343, S. 204–213). Springer Berlin Heidelberg. https://doi.org/10.1007/978-3-540-32255-9_12
- Kluyver, T., Ragan-Kelley, B., Pérez, F., Granger, B., Bussonnier, M., Frederic, J., Kelley, K., Hamrick, J., Grout, J., Corlay, S., Ivanov, P., Avila, D., Abdalla, S., Willing, C. & Jupyter Development Team. (2016). Jupyter Notebooks - a publishing format for reproducible computational workflows. In F. Loizides & B. Schmidt (Hrsg.), *Positioning and Power in Academic Publishing: Players, Agents and Agendas*. IOS Press. <https://doi.org/10.3233/978-1-61499-649-1-87>
- Koláčny, A. (1969). Cartographic Information—a Fundamental Concept and Term in Modern Cartography. *The Cartographic Journal*, 6(1), 47–49. <https://doi.org/10.1179/caj.1969.6.1.47>
- Krukar, J., van Eek, A. & Schwering, A. (2023). Task-dependent sketch maps. *Spatial Cognition & Computation*, 23(4), 263–292. <https://doi.org/10.1080/13875868.2023.2170802>
- Lange, N. de & Nipper, J. (2018). *Quantitative Methodik in der Geographie*. Ferdinand Schöningh. <https://doi.org/10.36198/9783838549330>
- Lapon, L., Maeyer, P. de, Wit, B. de, Dupont, L., Vanhaeren, N. & Ooms, K. (2020). The Influence of Web Maps and Education on Adolescents' Global-scale Cognitive Map. *The Cartographic Journal*, 57(3), 221–234. <https://doi.org/10.1080/00087041.2019.1660512>
- Lemmer, G. & Gollwitzer, M. (2018). Quantitative Forschung. In O. Decker (Hrsg.), *Sozialpsychologie und Sozialtheorie: Band 1: Zugänge*. Springer VS.
- Lenzner, T., Hadler, P., Neuert, C., Klingler, M., Wolf, M. & Sarafoglou, A. (2019). *Demographische Standards: Kognitiver Pretest*. <https://doi.org/10.17173/pretest75>
- Liu, I., Levy, R. M., Barton, J. J. S. & Iaria, G. (2011). Age and gender differences in various topographical orientation strategies. *Brain Research*, 1410, 112–119.
<https://doi.org/10.1016/j.brainres.2011.07.005>
- Lorenzi-Cioldi, F., Chatard, A., Marques, J. M., Selimbegović, L., Konan, P. & Faniko, K. (2011). What Do Drawings Reveal About People's Attitudes Toward Countries and Their Citizens? *Social Psychology*, 42(3), 231–240. <https://doi.org/10.1027/1864-9335/a000067>
- Lynch, K. (1960). *The Image of the City*. MIT Press.
- MacEachren, A. M. (1991). The role of maps in spatial knowledge acquisition. *The Cartographic Journal*, 28(2), 152–162. <https://doi.org/10.1179/000870491787859223>
- Martinez de Salazar, E. & García Sanz-Calcedo, J. (2019). Study on the influence of maintenance operations on energy consumption and emissions in healthcare centres by fuzzy cognitive maps. *Journal of Building Performance Simulation*, 12(4), 420–432.
<https://doi.org/10.1080/19401493.2018.1543351>

- Mauerhofer, V., Galle, E. & Onida, M. (2016). The Alpine Convention and wilderness protection. In K. Bastmeijer (Hrsg.), *Wilderness Protection in Europe* (S. 199–221). Cambridge University Press. <https://doi.org/10.1017/CBO9781107415287.009>
- Meester, W. J. & Pellenbarg, P. H. (2006). The Spatial Preference Map Of Dutch Entrepreneurs: Subjective Rating Of Locations, 1983, 1993 And 2003. *Tijdschrift voor Economische en Sociale Geografie*, 97(4), 364–376. <https://doi.org/10.1111/j.1467-9663.2006.00349.x>
- Michel, J. P. (2013). *Web Service APIs and Libraries*. ALA Editions.
- Montello, D. R. (1991). Spatial Orientation and the Angularity of Urban Routes: A Field Study. *Environment and Behavior*, 23(1), 47–69. <https://doi.org/10.1177/0013916591231003>
- Montello, D. R., Friedman, A. & Phillips, D. W. (2014). Vague cognitive regions in geography and geographic information science. *International Journal of Geographical Information Science*, 28(9), 1802–1820. <https://doi.org/10.1080/13658816.2014.900178>
- Montello, D. R., Hegarty, M., Richardson, A. E. & Waller, D. (2004). Spatial Memory of Real Spatial Memory of Real Environments, Virtual Environments, and Maps. In G. L. Allen (Hrsg.), *Human Spatial Memory: Remembering Where* (S. 251–285). Lawrence Erlbaum Associates.
- Montello, D. R., Lovelace, K. L., Golledge, R. G. & Self, C. M. (1999). Sex-Related Differences and Similarities in Geographic and Environmental Spatial Abilities. *Annals of the Association of American Geographers*, 89(3), 515–534. <https://doi.org/10.1111/0004-5608.00160>
- Okabayashi, H. & Glynn, S. M. (1984). Spatial cognition: systematic distortions in cognitive maps. *The Journal of general psychology*, 111, 271–279. <https://doi.org/10.1080/00221309.1984.9921116>
- Osborne, J. (2010). Improving your data transformations: Applying the Box-Cox transformation. *Practical Assessment, Research, and Evaluation*, 15(12), 1–9. <https://doi.org/10.7275/qbpc-gk17>
- Purves, R. S. & Derungs, C. (2015). From Space to Place: Place-Based Explorations of Text. *International Journal of Humanities and Arts Computing*, 9(1), 74–94. <https://doi.org/10.3366/ijhac.2015.0139>
- Reimann, D. (2020). *Methoden der Fremdsprachenforschung*. Narr Francke Attempto.
- Schubert, E., Sander, J., Ester, M., Kriegel, H. P. & Xu, X. (2017). DBSCAN Revisited, Revisited: Why and How You Should (Still) Use DBSCAN. *ACM Transactions on Database Systems*, 42(3), 1–21. <https://doi.org/10.1145/3068335>
- Sedgwick, P. (2012). Pearson's correlation coefficient. *BMJ*, 345, Artikel e4483, 1-2. <https://doi.org/10.1136/bmj.e4483>
- Ständiges Sekretariat der Alpenkonvention. (2018). *Alpensignale 1* (3. Aufl.).
- Statista. (2023). *Hauptsprachen der Bevölkerung in der Schweiz im Jahr 2023*. <https://de.statista.com/statistik/daten/studie/216829/umfrage/sprachen-in-der-schweiz/>
- Statista. (2024). *Anzahl der Einwohner in den Ländern Europas im Jahr 2024*.
- Stockmann, R. & Meyer, W. (2014). *Evaluation: Eine Einführung* (2. Aufl.). Barbara Budrich. <https://de.statista.com/statistik/daten/studie/1187610/umfrage/bevoelkerung-der-laender-europas/>
- Tan, P.-N., Steinbach, M., Kumar, V. & Karpatne, A. (2019). *Introduction to data mining* (2. Aufl.). Pearson Education.
- Tausendpfund, M. (2019). *Quantitative Datenanalyse: Eine Einführung mit SPSS*. Springer VS. <https://doi.org/10.1007/978-3-658-27248-7>
- Tolman, E. C. (1948). Cognitive maps in rats and men. *Psychological Review*, 55(4), 189–208. <https://doi.org/10.1037/h0061626>
- Tversky, B. (1981). Distortions in memory for maps. *Cognitive Psychology*, 13(3), 407–433. [https://doi.org/10.1016/0010-0285\(81\)90016-5](https://doi.org/10.1016/0010-0285(81)90016-5)
- Uber Technologies. (o. J.). *H3 indexes points and shapes into a hexagonal grid*. <https://h3geo.org/>
- Vajjhala, S. P. & Walker, W. M. (2010). Roads to Participatory Planning: Integrating Cognitive Mapping and GIS for Transport Prioritization in Rural Lesotho. *Journal of Maps*, 6(1), 488–504. <https://doi.org/10.4113/jom.2010.1086>

- von der Heyde, C. (2014). Allgemeine Theorie von Random-Stichproben. In ADM Arbeitskreis Deutscher Markt- und Sozialforschungsinstitute e.V. (Hrsg.), *Stichproben - Verfahren in der Umfrageforschung: Eine Darstellung für die Praxis* (S. 25–36). Springer Fachmedien Wiesbaden.
- von der Lippe, P. (2011). *Wie groß muss meine Stichprobe sein, damit sie repräsentativ ist? Diskussionsbeitrag aus der Fakultät Wirtschaftswissenschaften der Universität DuisburgEssen, Campus Essen, No. 187.*
- Voženílek, V., Morkesová, P. & Vondráková, A. (2014). Cognitive Aspects of Map Symbology in the World School Atlases. *Procedia - Social and Behavioral Sciences*, 112, 1121–1136. <https://doi.org/10.1016/j.sbspro.2014.01.1277>
- Wang, W. & Lu, Y. (2018). Analysis of the Mean Absolute Error (MAE) and the Root Mean Square Error (RMSE) in Assessing Rounding Model. *IOP Conf. Series: Materials Science and Enginnee*, 324, 1–10. <https://doi.org/10.1088/1757-899X/324/1/012049>
- Weber, G. (1999). Top languages: The world's 10 most influential languages. *AATF National Bulletin*, 24(3).
- Wheeler, J. C. (2017). *Flickr. Social media sensations*. Abdo Publishing.
- Wilkniss, S. M., Jones, M. G., Korol, D. L., Gold, P. E. & Manning, C. A. (1997). Age-related differences in an ecologically based study of route learning. *Psychology and Aging*, 12(2), 372–375. <https://doi.org/10.1037/0882-7974.12.2.372>
- Witten, I. H., Frank, E. & Hall, M. A. (2011). *Data Mining: Practical Machine Learning Tools and Techniques* (3. Aufl.). *The Morgan Kaufmann Series in Data Management Systems*. Elsevier Science & Technology.
- Wolf, R. (2016). Die Alpenkonvention. *Natur und Recht*, 38(6), 369–377. <https://doi.org/10.1007/s10357-016-3020-0>
- Yano, K. (2001). GIS and quantitative geography. *GeoJournal*, 52(3), 173–180. <https://doi.org/10.1023/A:1014252827646>

Hilfsmittelverzeichnis

KI-Hilfsmittel	Einsatz	Betroffene Teile der Arbeit	Bemerkungen
Claude 3.7 Sonnet	Unterstützung bei der Erstellung eines HTML/JavaScript-Codes für den Fragebogen der Methode Bewertungsskala	Kapitel 5.4.3	Der HTML/JavaScript-Code ist im Anhang dargestellt
ChatGPT	Unterstützung bei der Erstellung eines Python-Codes für die Erfassung der Geotags	Kapitel 5.5.2	Der Python-Code ist im Anhang dargestellt

Anhang: Fragebogen der Methode Bewertungsskala (Code)

```
<!DOCTYPE html>
<html lang="de">
<head>
  <meta charset="UTF-8">
  <meta name="viewport" content="width=device-width, initial-scale=1.0">
  <title>Gitternetz der Alpen</title>
  <link rel="stylesheet" href="https://js.arcgis.com/4.24/esri/themes/light/main.css">
  <script src="https://js.arcgis.com/4.24/"></script>
  <style>
    body { font-family: Arial, sans-serif; padding: 20px; }
    #mapView { height: 600px; }
    .panel { margin-top: 10px; padding: 10px; border-radius: 5px; background-color: #f5f5f5; margin-bottom: 15px; }
    .rating-buttons button, .legend-color {
      width: 30px; height: 30px; margin-right: 5px;
      border: 1px solid #999; border-radius: 4px; cursor: pointer;
    }
    /* Bewertungsfarben */
    #rating-1, .legend-color.rating-1 { background-color: #ffff00; }
    #rating-2, .legend-color.rating-2 { background-color: #ffd700; }
    #rating-3, .legend-color.rating-3 { background-color: #ffa500; }
    #rating-4, .legend-color.rating-4 { background-color: #ff6600; }
    #rating-5, .legend-color.rating-5 { background-color: #ff3300; }
    #rating-6, .legend-color.rating-6 { background-color: #cc0000; }
    #rating-7, .legend-color.rating-7 { background-color: #800000; }
    #statusMessage { font-weight: bold; margin-top: 10px; }
    .selected-cells, .rating-buttons { margin-top: 10px; }
    .error { color: #d32f2f; }
    .success { color: #388e3c; }
    .input-group { margin: 10px 0; }
    .input-group input { padding: 8px; width: 250px; border: 1px solid #ccc; border-radius: 4px; }
    .legend-item { display: flex; align-items: center; margin-bottom: 8px; }
    .legend-text { flex: 1; }
    .panel h3 { margin-top: 0; margin-bottom: 10px; font-size: 16px; font-weight: bold; }
    .instructions { margin-bottom: 10px; line-height: 1.5; }
    .age-options, .gender-options { margin-top: 15px; }
    .age-option, .gender-option {
      display: block; margin-bottom: 8px; cursor: pointer;
    }
    .age-option input, .gender-option input { margin-right: 8px; }
  </style>
</head>
<body>
  <!-- Einführung -->
  <div class="panel">
    <h3>Sehr geehrte Teilnehmerin, sehr geehrter Teilnehmer,</h3>
    <p>im Rahmen meiner Masterarbeit an der Universität Wien untersuche ich, wie Menschen den Verlauf der Alpen wahrnehmen. Dabei geht es darum, individuelle Vorstellungen der Alpenregion zu erfassen und diese mit den offiziellen geographischen Grenzen zu vergleichen.</p>
    <p><strong>Ablauf der Umfrage:</strong></p>
    <ul>
      <li>Zu Beginn werden einige allgemeine Frage zu Ihrer Person gestellt.</li>
      <li>Anschließend erhalten Sie eine Europakarte, welche mit einem Gitternetz aus Sechsecken überlagert ist. Bitte bewerten Sie jede Zelle mit einem Wert zwischen 1 und 7. Genauere Anweisungen erfolgen bei der Aufgabe.</li>
      <li>Die Teilnahme dauert etwa 10 Minuten.</li>
    </ul>
    <p>Herzlichen Dank für Ihre Unterstützung!<br>Markus Stigloher, B.Sc.<br>a11918173@unet.univie.ac.at</p>
  </div>

  <!-- Altersumfrage -->
  <div class="panel">
    <h3>Bitte geben Sie Ihr Alter an.</h3>
    <p>Die Angabe des Alters wird im Nachhinein dazu verwendet, mögliche Unterschiede in den Ergebnissen zwischen den Altersgruppen zu analysieren.</p>
    <div class="age-options">
      <label class="age-option"><input type="radio" name="age" value="unter 18"> Unter 18 Jahre</label>
      <label class="age-option"><input type="radio" name="age" value="18-25"> 18 - 25 Jahre</label>
      <label class="age-option"><input type="radio" name="age" value="26-35"> 26 - 35 Jahre</label>
      <label class="age-option"><input type="radio" name="age" value="36-50"> 36 - 50 Jahre</label>
      <label class="age-option"><input type="radio" name="age" value="51-65"> 51 - 65 Jahre</label>
      <label class="age-option"><input type="radio" name="age" value="über 65"> Über 65 Jahre</label>
    </div>
    <div id="ageStatus" class="error" style="display: none;">Bitte wählen Sie eine Altersgruppe aus.</div>
  </div>
```

```

<!-- Geschlechtsumfrage -->
<div class="panel">
  <h3>Bitte geben Sie Ihr Geschlecht an.</h3>
  <p>Die Angabe des Geschlechts wird im Nachhinein dazu verwendet, mögliche Unterschiede in den Ergebnissen zwischen den Geschlechtern zu analysieren.</p>
  <div class="gender-options">
    <label class="gender-option"><input type="radio" name="gender" value="männlich"> Männlich</label>
    <label class="gender-option"><input type="radio" name="gender" value="weiblich"> Weiblich</label>
    <label class="gender-option"><input type="radio" name="gender" value="divers"> Divers</label>
  </div>
  <div id="genderStatus" class="error" style="display: none;">Bitte wählen Sie ein Geschlecht aus.</div>
</div>

<!-- Wohnortumfrage -->
<div class="panel">
  <h3>Bitte geben Sie Ihren Wohnort an (Postleitzahl und Ort).</h3>
  <p>Die Angabe des Wohnorts wird im Nachhinein dazu verwendet, mögliche Unterschiede in den Ergebnissen zwischen Personen, die innerhalb oder außerhalb des Alpenraums wohnen, zu analysieren.</p>
  <div class="input-group">
    <input type="text" id="location" placeholder="Postleitzahl und Wohnort">
  </div>
  <div id="locationStatus" class="error" style="display: none;">Bitte geben Sie Ihren Wohnort ein.</div>
</div>

<!-- Erklärung -->
<div class="panel">
  <h3>Aufgabenbeschreibung</h3>
  <p>Im Folgenden wird Ihnen ein Ausschnitt einer Europakarte gezeigt, welcher von einem Gitternetz aus sechseckigen Zellen überlagert ist. Bitte bewerten Sie jedes Sechseck der Karte basierend auf Ihrer Einschätzung, ob das Gebiet darunter zum Alpenraum gehört oder nicht. Nutzen Sie dafür <strong>keine</strong> zusätzlichen Hilfsmittel, sondern fokussieren Sie sich ausschließlich auf Ihre kognitiven Vorstellungen der Alpen.</p>
</div>

<!-- Legende -->
<div class="panel">
  <h3>Legende - Zugehörigkeit zum Alpenraum</h3>
  <div id="legend-container"></div>
</div>

<!-- Bewertungsfelder -->
<div class="panel">
  <h3>Bewertung für ausgewählte Zellen</h3>
  <div class="instructions">
    Klicken Sie auf eine Zelle, um sie auszuwählen – diese wird dabei blau hervorgehoben. Sie können <strong>beliebig viele Zellen gleichzeitig markieren</strong>. Sobald Sie alle gewünschten Zellen ausgewählt haben, wählen Sie eine der sieben Werte aus (farbige Felder oberhalb der Karte). Die markierten Zellen werden daraufhin automatisch in der Farbe des jeweiligen Wertes eingefärbt. <strong>Als Ausgangslage sind alle Zellen mit dem Wert 1 (gelb) vorbewertet.</strong> Sie müssen nur die Zellen bewerten, die Ihrer Meinung nach einen anderen Wert als 1 haben sollen. <strong>Speichern</strong> Sie Ihre Ergebnisse anschließend durch Klicken auf den Button unterhalb der Karte.
  </div>
  <button id="clearSelection">Auswahl zurücksetzen</button>
  <div class="selected-cells">Ausgewählte Zellen: <span id="selectedCount">0</span></div>
  <div class="rating-buttons" id="rating-buttons-container"></div>
</div>

<!-- Karte -->
<div id="mapView"></div>

<!-- Speichern-Bereich -->
<div class="panel">
  <h3>Bewertungen speichern</h3>
  <p>Wenn Sie mit allen Bewertungen fertig sind, klicken Sie bitte auf "Bewertungen speichern". Bitte speichern Sie nur einmal. Vielen Dank für Ihre Teilnahme und Unterstützung!</p>
  <p>Markus Stigloher<br>a11918173@unet.univie.ac.at</p>
  <button id="submitRatings">Bewertungen speichern</button>
  <div id="statusMessage"></div>
</div>

<script>
  // Teilnehmer-ID generieren
  const teilnehmer_id = (function() {
    const charset = "ABCDEFGHIJKLMNOPQRSTUVWXYZ0123456789";
    let result = "";
    for (let i = 0; i < 8; i++) {
      result += charset.charAt(Math.floor(Math.random() * charset.length));
    }
    return result;
  })();

```



```

// Legenden- und Bewertungsdaten
const legendData = [
  { value: 1, text: "<strong>Keine</strong> Zugehörigkeit dieser Zelle zum Alpenraum" },
  { value: 2, text: "<strong>Sehr geringe</strong> Zugehörigkeit dieser Zelle zum Alpenraum" },
  { value: 3, text: "<strong>Geringe</strong> Zugehörigkeit dieser Zelle zum Alpenraum" },
  { value: 4, text: "<strong>Mäßige</strong> Zugehörigkeit dieser Zelle zum Alpenraum" },
  { value: 5, text: "<strong>Hohe</strong> Zugehörigkeit dieser Zelle zum Alpenraum" },
  { value: 6, text: "<strong>Sehr hohe</strong> Zugehörigkeit dieser Zelle zum Alpenraum" },
  { value: 7, text: "<strong>Volle</strong> Zugehörigkeit dieser Zelle zum Alpenraum" }
];

// Legende und Buttons generieren
const legendContainer = document.getElementById("legend-container");
const ratingButtonsContainer = document.getElementById("rating-buttons-container");

legendData.forEach(item => {
  // Legende erstellen
  legendContainer.innerHTML += `
    <div class="legend-item">
      <div class="legend-color rating-${item.value}"></div>
      <div class="legend-text">${item.value} - ${item.text}</div>
    </div>
  `;

  // Rating-Buttons erstellen
  const button = document.createElement("button");
  button.id = `rating-${item.value}`;
  button.title = item.text;
  button.textContent = item.value;
  ratingButtonsContainer.appendChild(button);
});

require([
  "esri/Map", "esri/views/MapView", "esri/layers/FeatureLayer",
  "esri/symbols/SimpleFillSymbol", "esri/renderers/UniqueValueRenderer", "esri/request"
], function(Map, MapView, FeatureLayer, SimpleFillSymbol, UniqueValueRenderer, esriRequest) {
  // Konstanten
  const gridLayerUrl = "https://services.arcgis.com/E3H3dLmHwo799BQr/arcgis/rest/services/Gitternetz3035/FeatureServer";
  const resultsLayerUrl = "https://services.arcgis.com/E3H3dLmHwo799BQr/arcgis/rest/services/Bewertungsskala_Ergebnisse/FeatureServer/0";

  // App state
  let selectedCells = new Set();
  let cellRatings = {};
  let cellIdToGridId = {};

  // Farben für die Bewertungen
  const ratingColors = {
    1: [255, 255, 0, 0.4], // Gelb
    2: [255, 205, 0, 0.6], // Gold
    3: [255, 153, 0, 0.6], // Orange
    4: [255, 102, 0, 0.6], // Dunkelorange
    5: [255, 51, 0, 0.6], // Hellorange-rot
    6: [220, 0, 0, 0.6], // Rot
    7: [140, 0, 0, 0.6] // Dunkelrot
  };

  // Symbole
  const symbols = {
    default: new SimpleFillSymbol({
      color: ratingColors[1],
      outline: { color: [128, 128, 128, 0.8], width: 0.5 }
    }),
    selected: new SimpleFillSymbol({
      color: [0, 122, 194, 0.1],
      outline: { color: [0, 92, 162, 1], width: 1.5 }
    })
  };

  // Karte initialisieren
  const map = new Map({ basemap: "gray" });
  const mapView = new MapView({
    container: "mapView",
    map: map,

```

```

        center: [11.5, 46],
        zoom: 6
    });

    // Gitternetzlayer hinzufügen
    const gridLayer = new FeatureLayer({
        url: gridLayerUrl + "/0",
        outFields: ["*"],
        renderer: new UniqueValueRenderer({
            field: "OBJECTID",
            defaultSymbol: symbols.default
        }),
        popupEnabled: false
    });

    map.add(gridLayer);

    // Event Handler

    // Kartenfunktionen
    mapView.on("click", function(event) {
        mapView.hitTest(event).then(response => {
            const features = response.results.filter(result => result.graphic.layer === gridLayer);
            if (features.length > 0) {
                const feature = features[0].graphic;
                const objectId = feature.attributes.OBJECTID;
                const gridId = feature.attributes.GRID_ID;

                cellIdToGridId[objectId] = gridId;
                selectedCells.has(objectId) ? selectedCells.delete(objectId) : selectedCells.add(objectId);
                updateRenderer();
                document.getElementById("selectedCount").textContent = selectedCells.size;
            }
        });
    });

    // Auswahl zurücksetzen
    document.getElementById("clearSelection").addEventListener("click", function() {
        selectedCells.clear();
        updateRenderer();
        document.getElementById("selectedCount").textContent = "0";
    });

    // Bewertungsbuttons
    legendData.forEach(item => {
        document.getElementById(`rating-${item.value}`).addEventListener("click", function() {
            if (selectedCells.size > 0) {
                selectedCells.forEach(cellId => cellRatings[cellId] = item.value);
                selectedCells.clear();
                document.getElementById("selectedCount").textContent = "0";
                updateRenderer();
            }
        });
    });

    // Speichern-Button
    document.getElementById("submitRatings").addEventListener("click", submitRatings);

    // Validierung beim Verlassen des Wohnort-Feldes
    document.getElementById("location").addEventListener("blur", validateLocation);

    // Hilfsfunktionen

    // Renderer aktualisieren
    function updateRenderer() {
        const uniqueValueInfos = [];

        // Bewertete Zellen (die nicht ausgewählt sind)
        Object.entries(cellRatings).forEach(([cellId, rating]) => {
            // Nur rendern, wenn die Zelle nicht ausgewählt ist
            if (!selectedCells.has(parseInt(cellId))) {
                uniqueValueInfos.push({
                    value: parseInt(cellId),
                    symbol: new SimpleFillSymbol({

```

```

        color: ratingColors[rating],
        outline: { color: [50, 50, 50, 0.8], width: 0.5 }
    })
    });
}
});

// Ausgewählte Zellen - diese müssen immer zuletzt gerendert werden
selectedCells.forEach(cellId => {
    // Die blaue Auswahl-Färbung sollte immer Priorität haben
    uniqueValueInfos.push({
        value: cellId,
        symbol: symbols.selected
    });
});

gridLayer.renderer = new UniqueValueRenderer({
    field: "OBJECTID",
    defaultSymbol: symbols.default,
    uniqueValueInfos: uniqueValueInfos
});
}

// Statusmeldung setzen
function setStatusMessage(message, type) {
    const statusElement = document.getElementById("statusMessage");
    statusElement.textContent = message;
    statusElement.className = type || "";
}

// Validierungsfunktionen
function validateAge() {
    const ageRadios = document.querySelectorAll("input[name='age']");
    const ageStatus = document.getElementById("ageStatus");

    for (const radio of ageRadios) {
        if (radio.checked) {
            ageStatus.style.display = "none";
            return true;
        }
    }

    ageStatus.style.display = "block";
    return false;
}

function validateGender() {
    const genderRadios = document.querySelectorAll("input[name='gender']");
    const genderStatus = document.getElementById("genderStatus");

    for (const radio of genderRadios) {
        if (radio.checked) {
            genderStatus.style.display = "none";
            return true;
        }
    }

    genderStatus.style.display = "block";
    return false;
}

function validateLocation() {
    const location = document.getElementById("location").value.trim();
    const locationStatus = document.getElementById("locationStatus");

    if (!location) {
        locationStatus.style.display = "block";
        return false;
    } else {
        locationStatus.style.display = "none";
        return true;
    }
}

```

```

// Bewertungen speichern
function submitRatings() {
  const isAgeValid = validateAge();
  const isGenderValid = validateGender();
  const isLocationValid = validateLocation();

  if (!isAgeValid || !isGenderValid || !isLocationValid) {
    setStatusMessage("Bitte füllen Sie alle erforderlichen Felder aus, bevor Sie Bewertungen speichern.", "error");
    return;
  }

  setStatusMessage("Bewertungen werden gespeichert...");

  // Formulardaten sammeln
  const wohnort = document.getElementById("location").value.trim();
  const ageValue = document.querySelector("input[name='age']:checked").value;
  const geschlecht = document.querySelector("input[name='gender']:checked").value;

  // Alle Zellen abfragen
  gridLayer.queryFeatures({
    where: "1=1",
    outFields: ["OBJECTID", "GRID_ID"],
    returnGeometry: false
  }).then(function(results) {
    // Standardbewertungen vorbereiten
    const allCellRatings = {};

    results.features.forEach(feature => {
      const objectId = feature.attributes.OBJECTID;
      const gridId = feature.attributes.GRID_ID;
      cellIdToGridId[objectId] = gridId;
      allCellRatings[objectId] = cellRatings[objectId] || 1;
    });

    // Features erstellen
    const features = Object.entries(allCellRatings).map(([cellId, bewertung]) => ({
      attributes: {
        grid_id: cellIdToGridId[cellId],
        bewertung: bewertung,
        age: ageValue,
        geschlecht: geschlecht,
        wohnort: wohnort,
        teilnehmer_id: teilnehmer_id
      }
    }));

    // Daten senden
    esriRequest(resultsLayerUrl + "/addFeatures", {
      query: {
        f: "json",
        features: JSON.stringify(features)
      },
      method: "post"
    }).then(function(response) {
      if (response.data && response.data.addResults) {
        const successCount = response.data.addResults.filter(result => result.success).length;

        if (successCount > 0) {
          setStatusMessage(`${successCount} Bewertungen wurden erfolgreich gespeichert!`, "success");
          cellRatings = {};
          updateRenderer();
        } else {
          setStatusMessage("Keine Bewertungen konnten gespeichert werden. Fehler: " +
            response.data.addResults.map(r => r.error ? r.error.description : "").join(", "), "error");
        }
      } else {
        setStatusMessage("Unerwartete Antwort vom Server: " + JSON.stringify(response.data), "error");
      }
    }).catch(function(error) {
      console.error("Error saving data:", error);
      setStatusMessage("Fehler beim Speichern der Bewertungen: " + (error.message || JSON.stringify(error)), "error");
    });
  }).catch(function(error) {
    console.error("Error querying features:", error);
  });
}

```

```
        setStatusMessage("Fehler beim Laden der Gitterzellen: " + (error.message || JSON.stringify(error)), "error");
    });
}
});
</script>
</body>
</html>
```

Anhang: Erfassung der Geotags (Code)

```
import requests
import time
import geopandas as gpd
from shapely.geometry import Point
import os

API_KEY = "de874d66a7e115fe8d805b9630a246ce"
TAGS = ["Alps"]
PER_PAGE = 500
OUTPUT_DIR = "flickr_geotags"

os.makedirs(OUTPUT_DIR, exist_ok=True)

def get_geotags(api_key, tags, per_page):
    url = "https://api.flickr.com/services/rest/"
    all_photos = []
    page = 1

    tags_string = ", ".join(tags)

    params = {
        "method": "flickr.photos.search",
        "api_key": api_key,
        "tags": tags_string,
        "tag_mode": "any",
        "has_geo": 1,
        "format": "json",
        "nojsoncallback": 1,
        "per_page": per_page,
        "page": page,
        "extras": "geo"
    }

    response = requests.get(url, params=params)
    data = response.json()

    if data["stat"] != "ok":
        raise Exception(f"Flickr API Fehler: {data['message']}")

    total_pages = data["photos"]["pages"]
    print(f"Gesamtzahl der Seiten: {total_pages}")

    while page <= total_pages:
        params["page"] = page
        response = requests.get(url, params=params)
        data = response.json()

        if "stat" in data and data["stat"] != "ok":
            print(f"API-Fehler: {data['message']}")
            break

        photos = data["photos"]["photo"]
        all_photos.extend(photos)

        print(f"Seite {page} von {total_pages} heruntergeladen.")
        time.sleep(1)
        page += 1

    return all_photos

def save_photos_as_shapefile(photos, filename):
    records = []

    for photo in photos:
        if "latitude" in photo and "longitude" in photo:
            lat = float(photo["latitude"])
            lon = float(photo["longitude"])
            point = Point(lon, lat)
            record = {
                "id": photo["id"],
                "title": photo["title"],
                "latitude": lat,
                "longitude": lon,
                "geometry": point
            }
            records.append(record)

    if not records:
        print("Keine Geotags gefunden.")
        return

    gdf = gpd.GeoDataFrame(records, crs="EPSG:4326").drop_duplicates(subset=["geometry", "id"])

    output_path = os.path.join(OUTPUT_DIR, filename)
    gdf.to_file(output_path)
    print(f"Shapefile gespeichert: {output_path}")

photos = get_geotags(API_KEY, TAGS, PER_PAGE)

if photos:
    filename = f"{'_'.join(TAGS).lower()}_geotags.shp"
    save_photos_as_shapefile(photos, filename)
else:
    print("Keine Fotos mit Geotags gefunden.")
```