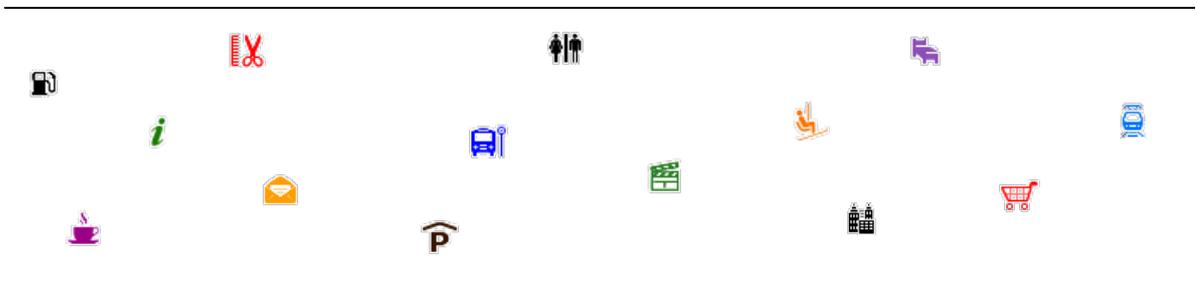


OpenStreetMap in der Schweiz

Qualitätsanalyse und thematisch-räumliche Analyse der „Points of Interest“



Larissa Barbara Hauser (09-722-794)

GEO 511 – Masterarbeit | 30. September 2014

Betreuung

Dr. Kai-Florian Richter

Fakultätsvertretung

Prof. Dr. Sara Irina Fabrikant

Universität Zürich, Geographisches Institut

Geographic Information Visualization and Analysis

Kontakt

Larissa Barbara Hauser

Neunbrunnenstrasse 76

8050 Zürich

larissa.hauser@bluewin.ch

Zusammenfassung

Mit dem Ziel, anhand von ausschliesslich nutzergenerierten Geodaten eine freie und kostenlose Weltkarte zu erstellen, wird das Projekt *OpenStreetMap* im Jahr 2004 von Steve Coast am *University College London* gegründet. Zur Zeit beschäftigen sich weltweit über 1'700'000 registrierte Nutzer im Rahmen dieses Projekts freiwillig mit der Erfassung und der Bearbeitung von Geodaten. *OpenStreetMap* bezweckt nicht die traditionelle Kartographie einzuholen oder als Ersatz für kostenpflichtige Geodaten zu fungieren. Dennoch rückt das Projekt aufgrund der zunehmenden Popularität als Konkurrenz für kommerzielle Geodaten oder öffentliche Verwaltungsdaten in den Fokus. Die Möglichkeit, *OpenStreetMap*-Datensätze als alternative Grundlage für Applikationen oder GPS-Geräte zu verwenden, wird vermehrt in Betracht gezogen. In diesem Kontext werden hohe Anforderungen an diese nutzergenerierten Geodaten und deren Qualität gestellt.

In der vorliegenden Arbeit wird im Rahmen einer explorativen Analyse von *OpenStreetMap* die Qualität und der Entwicklungsstand der sogenannten *Points of Interest*, welche punktuell georeferenzierte Objekte mit zusätzlicher thematischer Information darstellen, in der Schweiz untersucht. Der erste, vergleichende Forschungsansatz dient der Analyse verschiedener Qualitätsmerkmale der *Points of Interest* in der Stadt Zürich anhand eines kommerziellen Datensatzes und öffentlicher Verwaltungsdaten als Referenzen respektive Vergleichsmöglichkeiten. Im intrinsischen Forschungsansatz wird der thematisch-räumliche Entwicklungsstand dieser Punktobjekte von OSM in der Schweiz explorativ analysiert.

Die Resultate der vergleichenden Analyse zeigen, dass sich in *OpenStreetMap* je nach untersuchtem Qualitätsmerkmal ein unterschiedlich gutes Qualitätsniveau einpendelt. Der Verwendungszweck und die Absichten bestimmen als subjektive, nicht messbare Qualitätsmerkmale den Stellenwert der objektiven, messbaren Qualitätsmerkmale. Die intrinsische Analyse des schweizweiten *Snapshots* von *OpenStreetMap* legt die umfangreiche Thematik und die hohe Präsenz öffentlich zugänglicher *Points of Interest* dar und hebt die unterschiedlichen Verteilungen dieser punktuell erfassten Objekte auf verschiedenen räumlichen Ebenen hervor.

Im Rahmen der untersuchten Qualität und des analysierten Entwicklungsstandes stellen die *Points of Interest* von *OpenStreetMap* in der Schweiz im Grossen und Ganzen eine vielversprechende Geodatengrundlage dar.

Danksagung

Ganz herzlich bedanken möchte ich mich bei meinem Betreuer Dr. Kai-Florian Richter vom Geographischen Institut der Universität Zürich für seine hilfreiche Unterstützung während des ganzen Arbeitsprozesses. Interessante Diskussionen während der Treffen bereicherten meine Ideen. Seine Hilfsbereitschaft und seinen Rat bei Herausforderungen oder Schwierigkeiten wusste ich sehr zu schätzen.

Ein weiteres Dankeschön geht an Tristan Woerth von *local.ch* und Dr. Arzu Çöltekin vom Geographischen Institut der Universität Zürich für ihre Unterstützung im Rahmen der Datenbeschaffung.

Christoph Rohner bin ich für seinen technischen Support während der Datenaufbereitung äusserst dankbar.

Danke sage ich Felix Hüni, Saskia Hauser, Annina Brügger und Jennifer Steiner für ihre bedingungslose Bereitschaft und vollendeten Taten als Korrekturlesende.

Zu guter Letzt möchte ich mich an den Rest meiner Familie und Freunde wenden: Danke für die vielseitige Unterstützung!

Inhalt

Abbildungen	XIII
Tabellen	XV
Abkürzungen	XVII
1 Einleitung	1
1.1 Motivation	1
1.1.1 „OpenStreetMap“: Idee der freien Strassenkarte	1
1.1.2 „OpenStreetMap“: Forschungsbereiche	2
1.2 Zielsetzung und übergeordnete Forschungsfragen	3
1.3 Aufbau der Arbeit	4
2 Wissenschaftlicher Hintergrund	5
2.1 Geodaten und das „Web 2.0“	5
2.1.1 „Crowdsourcing“	6
2.1.2 „User-Generated Content“	7
2.1.3 „Volunteered Geographic Information“	7
2.1.4 „Wikinomics“ und „Wikification of GIS“	8
2.1.5 „Neogeography“	8
2.2 Kommerzielle Geodaten: „local.ch“	9
2.3 Öffentliche Verwaltungsdaten: „Open Data Zürich“	10
2.4 Freie Geodaten: „OpenStreetMap“	11
2.4.2 Datenmodell und Attributierung	11
2.4.3 Chancen, Risiken und Grenzen	12
3 Forschungskontext und Forschungsstand	15
3.1 Qualität von Geodaten	15
3.2 Qualität von „OpenStreetMap“-Daten	16
3.2.1 Strassennetz.....	17
3.2.2 POI – „Points of Interest“	20
3.3 „OpenStreetMap“ und seine Mitwirkenden	23
3.4 „OpenStreetMap“ in der Schweiz.....	26
3.4.1 Mitwirkung.....	26
3.4.2 Forschung und Verwendung	27
3.5 Forschungslücke und Forschungsfragen.....	30

4 Daten und Software	33
4.1 Datengrundlage	33
4.1.1 POI-Datensätze	33
4.1.2 Bundesamt für Landestopographie „swisstopo“	35
4.1.3 Bundesamt für Statistik.....	35
4.2 Software	36
4.3 Datenaufbereitung	36
5 Methodik	37
5.1 Explorativer Forschungsansatz	37
5.2 Vergleichender Forschungsansatz	38
5.2.1 Thematische Analyse	39
5.2.2 Räumliche Analyse	39
5.3 Intrinsischer Forschungsansatz.....	42
5.3.2 Analyse der Themenbereiche	42
5.3.3 Analyse der räumlichen Verteilung.....	43
5.3.4 Analyse der Mitwirkenden	44
6 Resultate	45
6.1 Vergleichende Analyse	45
6.1.1 Thematische Analyse	45
6.1.1.1 Themenbereiche, Kategorien und Objekte.....	45
6.1.1.2 Vollständigkeit	47
6.1.2 Räumliche Analyse	50
6.1.2.1 Verteilung	50
6.1.2.2 Positionsgenauigkeit.....	52
6.2 Intrinsische Analyse	57
6.2.1 Analyse der Themenbereiche	57
6.2.1.1 Themenbereiche, Kategorien und Objekte.....	57
6.2.1.2 Schwerpunkte	59
6.2.2 Analyse der räumlichen Verteilung.....	62
6.2.2.1 Kantone.....	62
6.2.2.2 Sprachregionen.....	64

6.2.2.3	Tourismusregionen und touristische Gemeinden	65
6.2.3	Analyse der Mitwirkenden	67
7	Diskussion	71
7.1	Vergleichende Analyse: Qualität von OSM	71
7.1.1	Untergeordnete Forschungsfragen	71
7.1.2	Übergeordnete Forschungsfrage	77
7.2	Intrinsische Analyse: Entwicklungsstand von OSM	79
7.2.1	Untergeordnete Forschungsfragen	79
7.2.2	Übergeordnete Forschungsfrage	83
8	Schlussfolgerung	87
8.1	Zusammenfassung: Vergleichende und intrinsische Analyse	87
8.2	Grenzen und Ideen	88
8.3	Fazit und Ausblick	89
9	Literatur	91

Abbildungen

Abb. 1: Benutzeroberfläche von OSM.....	1
Abb. 2: Registrierte OSM-Nutzer in den Jahren 2005 bis 2014.....	24
Abb. 3: Anzahl OSM-Mitwirkende pro Tag im Verhältnis zur Bevölkerung	25
Abb. 4: Anzahl OSM-Mitwirkende pro Tag im Verhältnis zur Fläche	26
Abb. 5: Schweizer POI-Datensatz von OSM (8. Januar 2014).....	34
Abb. 6: Zürcher POI-Datensatz von <i>local.ch</i> (September 2013).....	34
Abb. 7: Bestandteile des explorativen Forschungsansatzes	37
Abb. 8: POI-Themenbereiche von OSM in der Stadt Zürich.....	46
Abb. 9: Thematik in (a) „Natur & Umgebung“ und (b) „Strassenverkehr“.....	47
Abb. 10: POI-Verteilung von (a) OSM und (b) <i>local.ch</i> in der Stadt Zürich.....	50
Abb. 11: Visualisierung der <i>VitaParcours</i> in OSM und <i>Open Data Zürich</i>	56
Abb. 12: Verteilung der „Baum“-POI von OSM in der Schweiz	59
Abb. 13: Anteile der POI-Themenbereiche von OSM in der Schweiz	60
Abb. 14: Flächen-, Bevölkerungs- und POI-Anteile der Schweizer Kantone	62
Abb. 15: Flächen-, Bevölkerungs- und POI-Anteile der Schweizer Sprachregionen.....	64
Abb. 16: (a) Nutzer- und (b) POI-Anteile der Sprachregionen	64
Abb. 17: POI-Anteile von „Tourismus & Information“ in den Tourismusregionen	65

Titelbild

<http://mapicons.nicolasmollet.com/>, Zugriff: 11.09.2014

Tabellen

Tab. 1: Auswahl komparativer Qualitätsanalysen des Strassennetzes von OSM.....	17
Tab. 2: Auswahl komparativer Qualitätsanalysen der POI von OSM	20
Tab. 3: Variablen der bivariaten Korrelationsanalysen auf kantonaler Ebene.....	43
Tab. 4: Anzahl POI in ausgewählten Kategorien	48
Tab. 5: Statistische Kennzahlen der Gesamtdatensätze	51
Tab. 6: Pufferanalyse zur Positionsgenauigkeit der OSM-POI mit <i>local.ch</i> -POI	52
Tab. 7: Statistik zur Positionsgenauigkeit der OSM-POI mit <i>local.ch</i> -POI	53
Tab. 8: Pufferanalyse zur Positionsgenauigkeit der OSM-POI mit <i>Open Data Zürich</i> -POI ...	54
Tab. 9: Statistik zur Positionsgenauigkeit der OSM-POI mit <i>Open Data Zürich</i> -POI.....	55
Tab. 10: Thematik des OSM-POI-Datensatzes in der Schweiz.....	58
Tab. 11: Korrelationsanalysen auf kantonaler Ebene	63
Tab. 12: Unterkünfte in den Tourismusregionen.....	66
Tab. 13: Aktivste OSM-POI-Kartierende in der Schweiz.....	68

Abkürzungen

API	Application Programming Interface
BFS	Bundesamt für Statistik
GIS	Geographische Informationswissenschaft / Geographisches Informationssystem
ISO	International Organisation for Standardisation
NGO	Non-Governmental Organisation
OG	Open Government
OGD	Open Government Data
OSM	OpenStreetMap
POI	Point of Interest
UGC	User-Generated Content
VGI	Volunteered Geographic Information

1 Einleitung

1.1 Motivation

1.1.1 „OpenStreetMap“: Idee der freien Strassenkarte

Die Produktion geographischer Information befindet sich seit Beginn des 21. Jahrhunderts in einem Wandel. Neben kommerziellen Daten und *Open Government Data* (OGD) wird geographische Information vermehrt von nicht fachspezifisch ausgebildeten Personen erfasst. Das Projekt *OpenStreetMap* (OSM) wird im Jahr 2004 von Steve Coast am *University College London* lanciert. OSM verdeutlicht die Popularität, geographische Information als nutzergenerierten Inhalt in einem globalen Netzwerk zu veröffentlichen (Weber und Haklay 2008). Zur Zeit verzeichnet OSM gemäss *OpenStreetMap wiki*¹ über 1'700'000 Mitglieder. Abbildung 1 zeigt die Benutzeroberfläche des Projekts mit den Interaktionsmöglichkeiten.

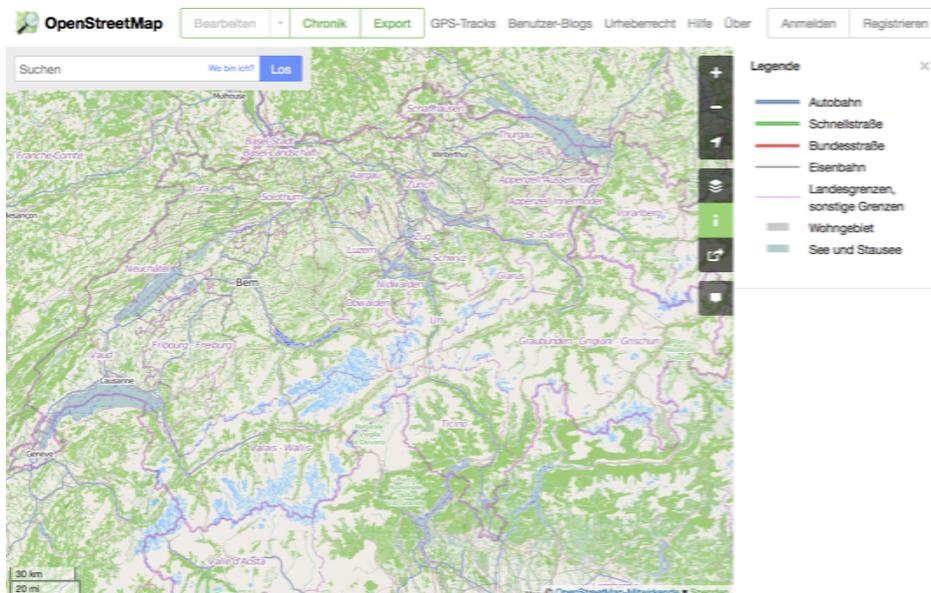


Abb. 1: Benutzeroberfläche von OSM²

¹ http://wiki.openstreetmap.org/wiki/Stats#Registered_users, Zugriff: 21.09.2014

² <http://www.openstreetmap.org/#map=8/46.772/8.223>, Zugriff: 21.08.2014

Neben der Möglichkeit, bestehende Luftbilder für OSM zu digitalisieren, kann die Datenerfassung direkt im Feld anhand eines portablen satellitenbasierten *Global Positioning Systems* (GPS), welches dazu dient, Wegstrecken, Punkte oder Beziehungen zu erfassen, erfolgen. Solche *Ways*, *Nodes* und *Relations* sind die Objekttypen in OSM und können mittels Tags (Schlüssel/Wert-Kombination) attribuiert werden. Während einer *Mapping Tour* aufgenommene Wegstrecken, genannt *Tracks*, können im Anschluss am Computer editiert und anhand einer *wiki*-ähnlichen Benutzeroberfläche hochgeladen und veröffentlicht werden. Das Ziel ist es, anhand solcher *Tracks* ein konsistentes Netzwerk an Strassen oder beispielsweise Wanderwegen zu erstellen: eine „freie Strassenkarte“. Neben linearen Elementen spielen die erwähnten *Nodes*, genannt *Points of Interest* (POI), vermehrt eine wichtige Rolle (Ramm und Topf 2008; Haklay 2010).

„POIs [„interessanter Ort“, auch „Ort von Interesse“ (OVI)] sind Orte, die für den Nutzer einer Karte oder eines Navigationssystems Bedeutung haben könnten. Diese können der Befriedigung des täglichen Bedarfs oder reisespezifischer Bedürfnisse dienen, wie z. B. Gastronomie, Unterkünfte, Tankstellen, Bankautomaten oder Parkhäuser. Sie können Anlaufstellen in dringenden Situationen darstellen, wie etwa Autowerkstätten, Apotheken oder Krankenhäuser, oder sie weisen auf touristische Attraktionen und Freizeitangebote hin, unter anderem Kinos, Sportstadien, Museen und andere Sehenswürdigkeiten.“³

Wie diese Definition zeigt, lässt der Begriff POI einen grossen Interpretationsspielraum offen. Je nach Projekt oder Anbieter werden diesen Objekten inhaltlich unterschiedliche Grenzen gesetzt. Grundsätzlich ist ein POI die punktuelle Darstellung eines Objekts mit zusätzlicher thematischer Information.

1.1.2 „OpenStreetMap“: Forschungsbereiche

Gemäss Schmidt und Neis (2011) werden in der OSM-Forschung drei Themenbereiche unterschieden:

- Qualität von OSM-Daten
- OSM als Datenbasis für eine Implementierung
- OSM als gesellschaftliches Phänomen

³ http://de.wikipedia.org/wiki/Point_of_Interest, Zugriff: 07.01.2014

Im Rahmen der Qualitätsforschung werden verschiedene Qualitätsmerkmale basierend auf vergleichenden Analysen mit kommerziellen Geodaten oder öffentlichen Verwaltungsdaten untersucht. In diesem Zusammenhang steht bis anhin mehrheitlich die Qualitätsevaluation des Strassennetzes in OSM im Vordergrund, während den POI wenig Beachtung geschenkt wird. Das Forschungsfeld der Qualität ist eng verknüpft mit der Forschung, welche sich mit OSM als Datenbasis für eine Implementierung auseinandersetzt. Die Funktionalität sowie die Qualität einer Anwendung, welche auf einer OSM-Datenbasis aufbaut, hängen unmittelbar von der Qualität der OSM-Daten ab. Als Projekt, welches ausschliesslich auf freiwilliger Mitarbeit beruht, wird OSM auch als gesellschaftliches Phänomen erforscht. Thematische, räumliche oder zeitliche Analysen der Aktivitäten der Mitwirkenden sowie deren Motivation sind von Interesse.

In der Schweiz wird im Gegensatz zu anderen europäischen Ländern wie Grossbritannien, Deutschland oder Frankreich wenig OSM-Forschung betrieben. Vorhandene Forschungsansätze konzentrieren sich mehrheitlich auf die Strassendaten von OSM.

1.2 Zielsetzung und übergeordnete Forschungsfragen

Im Zentrum der vorliegenden Arbeit steht eine explorative Analyse der kartierten POI in OSM auf Schweizer Gebiet. Diese punktuell erfassten Kartenelemente verdeutlichen, welche Orte oder Objekte für die Nutzer von Bedeutung sind. Die Analyse fokussiert in einem ersten Teil den Vergleich der OSM-Daten mit kommerziellen Daten des privaten Anbieters *local.ch* und mit *Open Data Zürich*, OGD der Stadt Zürich. Als Ziel dieser Gegenüberstellung der drei verschiedenen Datensätze gilt es, eine repräsentative Qualitätsanalyse der OSM-POI zu erarbeiten. Ein direkter Vergleich ausgewählter Kategorien soll Aufschluss über die Qualität von OSM in der Stadt Zürich geben, wobei die beiden Referenzdatensätze als Anhaltspunkte dienen. Neben den Interessen der Kartierenden, welche durch den Fokus auf die Thematik eruiert werden, liegt das Augenmerk auf den Qualitätsmerkmalen der thematischen Vollständigkeit und der Positionsgenauigkeit. Das Vorhaben dieses vergleichenden Forschungsansatzes widerspiegelt sich in folgender übergeordneten Forschungsfrage, welche im Kapitel 3.5 durch konkrete Fragestellungen ergänzt wird:

1. Kann die Qualität der POI in OSM mit kommerziellen und/oder OG-Daten in der Stadt Zürich Schritt halten?

Im Kontext der intrinsischen Analyse werden die POI des Projekts OSM ohne Vergleichsdatensätze in der Schweiz untersucht. In der explorativen Analyse interessieren in diesem zweiten Forschungsansatz räumliche sowie thematische Muster in der Kartierung von POI und die damit zusammenhängende Aktivität der Mitwirkenden. Das Ziel besteht darin, die Struktur des POI-Datensatzes der Schweiz systematisch zu ergründen. Folgende übergeordnete Forschungsfrage, welche wiederum in Kapitel 3.5 konkretisiert wird, fasst die Absichten dieses intrinsischen Forschungsansatzes zusammen:

2. Wie sieht der thematische und räumliche Entwicklungsstand der POI in OSM in der Schweiz aus?

1.3 Aufbau der Arbeit

Als wissenschaftliche Verständnisgrundlage werden im Kapitel 2 verschiedene Arten und Konzeptionen von Geodaten im Zeitalter des *Web 2.0* thematisiert. Das darauffolgende Kapitel 3 illustriert den Forschungskontext der POI-Analyse von OSM und zeigt anhand von Untersuchungen den aktuellen Forschungsstand auf. Die bestehende Forschungslücke und die daraus abgeleiteten übergeordneten Forschungsfragen runden das Kapitel ab. Anschliessend liegt das Augenmerk in Kapitel 4 auf den verwendeten Datensätzen und der Software. Darauf aufbauend dient das Kapitel 5 dazu, die Methodik im Sinne der explorativen Vorgehensweise anhand der beiden Forschungsansätze chronologisch zu erläutern. Resultate der POI-Analyse werden im Kapitel 6 separat für beide Forschungskontexte dargestellt und beschrieben. Die Diskussion in Kapitel 7 greift die Analyseergebnisse auf, fasst diese für sämtliche Forschungsfragen Schritt für Schritt syntheseartig zusammen und bettet die Erkenntnisse in den Forschungskontext ein. Kapitel 8 liefert im Rahmen der Schlussfolgerung neben einer Zusammenfassung der Resultate Gedanken zu Einschränkungen und Ideen für Erweiterungen, bevor das Fazit mit Ausblick die Arbeit abrundet.

2 Wissenschaftlicher Hintergrund

In diesem Kapitel wird das notwendige Hintergrundwissen bezüglich Geodaten vermittelt. Neben der Weiterentwicklung und der veränderten Produktion sowie Verwaltung der geographischen Information im Kontext des Web 2.0 werden verschiedene Arten von Geodaten vorgestellt.

2.1 Geodaten und das „Web 2.0“

Das Bedürfnis der Menschheit, ständig und fortlaufend mit Information versorgt zu werden, prägt die Informationstechnologie. Der Raum gewinnt im Zusammenhang mit Information zunehmend an Bedeutung und steigert dadurch die Präsenz von räumlicher Information. Die Verortung von Information im Raum entsteht durch eine Angabe geographischer Koordinaten. Sämtliche Information, welche ein räumliches Attribut aufweist, gilt als geographische Information und kann in Form von Geodaten abstrahiert werden.

Die Gesamtheit der Geodaten wird in Geobasisdaten und Sachdaten unterteilt. Während Geobasisdaten in Form von Karten, Orthofotos oder Satellitenbilder als Abbildungsgrundlage dienen, verkörpern auf dieser Basis dargestellte Sachdaten nutzerspezifische Informationen aus verschiedenen Themengebieten. Die sogenannten POI, welche in der vorliegenden Arbeit im Fokus stehen, sind typische Beispiele für Sachdaten. Der Nutzen aus diesen beiden Arten von Geodaten wird durch eine Integration in einer Anwendung – beispielsweise in einem Atlas oder einem digitalen Kartendienst – generiert (Fornefeld, Oefinger und Rausch, 2003). In graphischer Form wie auch als Rohdaten dienen Geodaten als Entscheidungsgrundlage (Fornefeld, Oefinger und Rausch, 2003). Beispielsweise zeigt sich eine breit gefächerte Nutzung und Anwendung geographischer Information in verschiedenen *Location-Based Services* (LBS) wie beispielsweise in einem GPS.

Geodaten stellen im heutigen Zeitalter der wissensbasierten Gesellschaft als zentraler Rohstoff in vielen wissenschaftlichen, öffentlichen sowie privaten Bereichen den Beginn einer Wertschöpfungskette dar.

„Während in den vergangenen Jahrzehnten Geodaten vorrangig Bedeutung für professionelle, spezialisierte Anwender wie Behörden, Versicherungen, Bau- und Explorationsunternehmen oder das Militär hatten, sind sie heute im Alltag jedes Bürgers und vieler Firmen aus unterschiedlichsten Branchen angekommen.“ (Herb, 2012: S. 160)

Bis zu Beginn des 21. Jahrhunderts werden die Produktion, Verwaltung und Verbreitung von geographischer Information nahezu ausschliesslich von amtlichen Vermessungsunternehmen und kommerziellen Privatfirmen übernommen. In den letzten zehn Jahren ändert sich diese Situation aufgrund folgender Umstände: Allgemein reduzierte Kosten, höhere Verfügbarkeit, die zunehmend vereinfachte Nutzung sowie die hohe Präzision von satellitenbasierten Navigationssystemen in portablen Geräten ermöglichen die partizipative und kollektive Produktion geographischer Information. Des Weiteren begünstigen und vereinfachen diverse Technologien im Rahmen der progressiven Entwicklung des Internets von einem *read-only*-Medium hin zum partizipativen Ansatz des *Web 2.0* die kollektive Geodatenproduktion, durch welche Information mit Raumbezug kostenlos zur Verfügung gestellt werden kann (Amelunxen, 2010).

Diese Entwicklung von nutzergenerierten Geodaten im Kontext des *Web 2.0* wird in der Fachliteratur unter verschiedenen Überschriften thematisiert. Im Folgenden werden die unterschiedlichen Konzeptionen erläutert.

2.1.1 „Crowdsourcing“

Das Konzept *Crowdsourcing* zeichnet sich durch den Einsatz des Volkes (*Crowd*) im Hinblick auf die Lösung einer Aufgabenstellung aus. Die *Crowd* besteht aus einer Vielzahl an Leuten aus zahlreichen Disziplinen und vereint diese Individuen verschiedenen Alters mit unterschiedlichen Hintergründen und Ausbildungsniveaus (Howe, 2006). Der Begriff *Crowdsourcing* geht gemäss Heiken und Peyke (2011) auf das Konzept des *Outsourcings* zurück, wobei Firmen bestimmte Produktionsschritte an finanziell günstiger oder günstiger gelegene Orte auslagern, wie dies folgendes Zitat verdeutlicht:

„Vereinfacht wird unter *Crowdsourcing* die Auslagerung von Aufgaben und Tätigkeiten auf die Intelligenz und die Arbeitskraft einer Masse von Freizeitarbeitern im Internet verstanden.“

(Heiken und Peyke, 2011: S. 158)

Die beiden vorteilhaften Hauptaspekte des *Crowdsourcing*, welche Heiken und Peyke (2011) nennen, legen Goodchild und Glennon (2010) wie folgt dar: Einerseits gilt grundsätzlich die Annahme, dass eine Mehrzahl an Mitwirkenden eine beliebige Problemlösung trotz fehlendem Fachwissen effizienter gestalten kann als ein einzelner Experte. Andererseits werden von einer *Crowd* generierte Inhalte als eher der Wahrheit entsprechend angesehen als von einer einzelnen Person festgehaltene Information. Beispielhaft kann für diese in der Bevölkerung weitgehend verankerte Ansicht die Webzyklopädie Wikipedia genannt werden.

Straumann (2012) zeigt, dass *Crowdsourcing* bereits in verschiedenen Bereichen mit geographischem Bezug operativ eingesetzt wird. Als Beispiele für den nicht-kommerziellen privaten Bereich nennt er OSM, *GeoNames* oder *Geograph*. Beispielhaft für den kommerziellen privaten Bereich können diverse GPS-Hersteller oder *Google Map Maker* genannt werden und in öffentlichen Verwaltungen bedienen sich unterschiedliche Vermessungs- und Umweltämter dieses Konzepts.

2.1.2 „User-Generated Content“

Die Bezeichnung User-Generated Content (UGC) spricht für sich. Krumm, Davies und Narayanaswami (2008) gelingt anhand nachfolgender Aussage eine treffende Beschreibung des Trends, als Nutzer selbst Inhalte zu generieren.

„User-generated content comes from regular people who voluntarily contribute data, information, or media that then appears before others in a useful or entertaining way, usually on the Web - for example, restaurant ratings, wikis, and videos.“

(Krumm, Davies und Narayanaswami, 2008: S. 10)

2.1.3 „Volunteered Geographic Information“

Goodchild (2007) thematisiert im Rahmen des UGC die geographische Komponente und spricht das verbreitete Engagement zahlreicher privater Leute in der Produktion von geographischer Information unter dem Titel *Volunteered Geographic Information* (VGI) an. Diese aktiven Laien zeichnen sich durch Unerfahrenheit und fehlende Qualifikationen in diesem Bereich aus, wodurch die Richtigkeit beziehungsweise die Genauigkeit ihrer auf Freiwilligkeit beruhender Beiträge vermehrt ins Zentrum der Forschung rückt.

Nachfolgendes Zitat von Goodchild (2007) verdeutlicht den Mehrwert, welchen dieses Engagement der geographischen Informationswissenschaft verleiht.

„[...] collectively, they represent a dramatic innovation that will certainly have profound impacts on geographic information systems (GIS) and more generally on the discipline of geography and its relationship to the general public.“ (Goodchild, 2007: S. 212)

2.1.4 „Wikinomics“ und „Wikification of GIS“

Als *Wikinomics* bezeichnet Williams (2007) die Revolution im Netz oder die Art und Weise, auf welche Massenkollaboration alles ändern kann. In diesen übergeordneten Kontext lässt sich die Bezeichnung *Wikification of GIS*, welche Sui (2008) für die zu Beginn dieses Kapitels beschriebene Entwicklung gewählt hat, eingliedern. Die Gründe für diesen Trend sieht Sui (2008) in der aufstrebenden freiwilligen Zusammenarbeit von Experten und Nicht-Experten anhand zahlreicher *Web 2.0*-Technologien.

2.1.5 „Neogeography“

Diese Technologien, wie zum Beispiel *Geotagging* oder diverse *Geolocation Techniques*, ordnet Turner (2006) neben neuartigen Werkzeugen im Bereich der geographischen Informationswissenschaft in das Gebiet der *Neogeography* ein. Im Rahmen der *Neogeography* werden diese Technologien und Werkzeuge, welche als Bestandteile des Lebenszyklus von Geodaten gelten, unter dem Begriff *Geostack* vereint. Die einzelnen Schritte des *Geostacks*, welchen die Technologien und Werkzeuge zugeordnet werden können, lauten: *capture, produce, communicate, aggregate* und *consume* (Turner, 2006). Neben dieser technischen Betrachtungsweise hält Turner Folgendes fest:

„Neogeography is more than just the data and applications that let you do fun things. It is also a large community of users and developers that are continuously coming up with new ideas, trying to promote new standards and tools, and having a great time mapping.“

(Turner, 2006: S. 53)

2.2 Kommerzielle Geodaten: „local.ch“

Geodaten sind kostspielig und aufgrund der strengen Lizenzbedingung rechtlich komplex sowie für den individuellen Privatgebrauch kaum zugänglich. Aufgrund des Datenschutzes und der Lizenzbedingungen sowie des kommerziellen Vorteils bleibt der Zugang bestimmten Organisationen oder Personen vorbehalten. Diese Eigenschaften treffen auf kommerzielle oder proprietäre Geodaten zu. Die Erhebung und Verwaltung dieser Daten basieren auf etablierten Methoden, Standards, Spezifikationen und Praktiken und unterliegen privaten Firmen, welche entsprechend ausgebildete Arbeitskräfte akquirieren (Coote und Rackham, 2008; Herb, 2012). Auf dem internationalen Markt sind gemäss Herb (2012) im Bereich privatwirtschaftlicher Unternehmen zwei Firmen vorherrschend: Die US-amerikanische Firma *Navteq* und die Firma *Tomtom Global Content* (ehemals *TeleAtlas*), niederländisch-belgischen Ursprungs.

In der Schweizer Marke *local.ch*⁴, welche je zur Hälfte im Besitz von *Swisscom* und *Publi-Groupe* ist, sind die drei Firmen *Swisscom Directories AG*, *LTV Gelbe Seiten AG* und *local.ch* integriert. *local.ch* verwaltet nach dem Motto „einfach finden“ zahlreiche Verzeichnisse, unter anderem Geodaten in Form eines Punktdatensatzes.⁵ Diese punktuellen Sachdaten werden mit der Geobasisdatenabbildungsgrundlage von *Google*⁶ verknüpft und stehen unter www.local.ch/map für die freie Ansicht und zum Nachschlagen bereit. Die verschiedenen thematischen Kategorien dieser POI können manuell ein- und ausgeblendet werden. Eine zusätzliche Suchmaske ermöglicht das Finden weiterer POI. Die zugrundeliegenden Geodaten unterliegen einer Lizenz und sind als Gesamtpaket nicht frei zugänglich.

⁴ www.local.ch, Zugriff: 15.06.2014

⁵ <http://info.local.ch/de/about-us>, Zugriff: 15.06.2014

⁶ www.google.com, Zugriff: 15.06.2014

2.3 Öffentliche Verwaltungsdaten: „Open Data Zürich“

Öffentliche Verwaltungsdaten sind in der Geographischen Informationswissenschaft (GIS) als OGD bekannt.

„Bei Open Government Data handelt es sich um bereitgestellte Datensätze aus öffentlichen Verwaltungen für eine breite Öffentlichkeit in digitaler Form. Die veröffentlichten Datensätze sind maschinell lesbar, kostenlos und zur freien Weiterverwendung gedacht.“⁷

Die zuletzt genannten Charakteristiken im obigen Zitat sind Bestandteil der zehn Prinzipien, welche gemäss *Sunlight Foundation* (2010) erfüllt sein müssen, um Verwaltungsdaten als offen oder öffentlich bezeichnen zu können. Neben der maschinellen Lesbarkeit, den Nutzungskosten und der Lizenzierung komplettieren Prinzipien wie Vollständigkeit, Primärquellen, zeitliche Nähe, leichter Zugang, Diskriminierungsfreiheit, Verwendung offener Standards und Dauerhaftigkeit diese Liste.

Golliez et al. (2012) setzen sich im Rahmen des Berichts zur „Open Government Data Studie Schweiz“ intensiv mit dem Potenzial frei zugänglicher und wiederverwendbarer Behördendaten in der Schweiz im Sinne einer Sekundärnutzung auseinander.

„Das Konzept OGD basiert auf dem Öffentlichkeitsprinzip und verspricht mehr Transparenz, gesellschaftlichen Nutzen und wirtschaftliches Wachstum. OGD sind ein wichtiger Beitrag zum globalen Dataspace, der analog zum World Wide Web neues Wissen und Innovation möglich macht.“

(Golliez et al., 2012: S. 3)

Die Autoren kommen in ihrem Bericht zum Schluss, dass sich OGD für die Schweiz in jeglicher Hinsicht lohnt: Innovation und Wachstum wird gefördert. Der Grundgedanke des Öffentlichkeitsprinzips wird gestärkt. Die Qualität der öffentlichen Leistungsproduktion nimmt zu und die Investitionskosten halten sich in Relation zum Potenzial gering. Des Weiteren versprechen sich Golliez et al. (2012) durch die Veröffentlichung eine sogenannte *Crowdsourcing*-basierte Anreicherung dieser Behördendaten.

Noch im Jahr 2012, als oben genannter Bericht zur Studie veröffentlicht wird, werden in der Schweiz erste OGD-Projekte lanciert. Die Abteilung *Open Data Zürich* ist als Teil der Stadtverwaltung Zürichs für die Umsetzung des Konzepts OGD verantwortlich und hat im Juni

⁷ <https://data.stadt-zuerich.ch/portal/de/index/ogd.secure.html>, Zugriff: 11.04.2014

2012 das erste OGD-Portal der Schweiz lanciert. Auf ähnliche Art und Weise stellt das Bundesamt für Landestopographie *swisstopo* als schweizerisches Kompetenzzentrum für Geoinformation in Zusammenarbeit mit dem Bund, den Kantonen, den Gemeinden und der Privatwirtschaft Geodaten für eine breite Nutzung zur Verfügung.⁸

2.4 Freie Geodaten: „OpenStreetMap“

Freie Ansicht von Geodaten unterscheidet sich von freien Geodaten. Diverse *web*-basierte Kartenanbieter gewähren freie Ansicht verschiedener Visualisierungen ihrer Geodaten. Die Datengrundlage unterliegt allerdings einem durch bestimmte Lizenzbedingungen gewährten Schutz. Bei freien Geodaten erlaubt die Lizenz die uneingeschränkte Weiterverwendung, sofern der Urheber kommuniziert wird und jegliche weitere Nutzer die Daten unter denselben Bedingungen verwenden und bearbeiten können. Die zunehmende Präsenz von freien Geodaten beruht auf den restriktiven Nutzungsbedingungen und den hohen Kosten von traditionellen kommerziellen Geodaten. Die Erhebung und Verwaltung freier Geodaten unterliegen keinen Standards oder vorgeschriebenen methodischen Ansätzen, was eine intuitive Handhabung ermöglicht (Coote und Rackham, 2008), wie dies im Folgenden am Beispiel von OSM erläutert wird.

2.4.2 Datenmodell und Attributierung

OSM gilt in der geographischen Informationswissenschaft als vorherrschendes Projekt im Bereich von nutzergenerierten Daten. Als freie und offene geographische Datenbank der Welt verwaltet OSM von Nutzern gesammelte Geodaten unter einer *Open Database License* und ermöglicht einen kostenlosen und unbegrenzten *Upload* sowie *Download* von Geodaten.

Ways, *Nodes* und *Relations* sind die Objekttypen in OSM und stellen das einfache Datenmodell dar (vgl. Kapitel 1.1.1). Neben den erwähnten *Tracks* werden auf *Mapping Touren* vermehrt punktuelle Objekte in Form von *Nodes* als POI erfasst. Diese Kartenelemente können wie alle OSM-Objekte mittels Schlüssel-Wert-Kombinationen, sogenannten Tags, attribuiert werden. Anhand des Schlüssels (*Key*) kann das entsprechende Objekt klassiert werden. Mülligann et al. (2011) bezeichnen diesen als *Superconcept*. Der Wert (*Value*),

⁸ <http://www.swisstopo.admin.ch/internet/swisstopo/de/home/swisstopo.html>, Zugriff: 11.04.2014

nach Mülligann et al. das *Subconcept*, dient dazu, das klassierte Objekt spezifisch zu beschreiben. Der Tag „natural = tree“ wird verwendet, um einen einzelnen Baum zu kennzeichnen. Anhand des Tags „amenity = restaurant“ wird ein POI als Restaurant identifiziert. „amenity“ wird in OSM für die „Markierung nützlicher und wichtiger Einrichtungen für Besucher und Anwohner verwendet“⁹. Das Projekt OSM zeichnet sich dadurch aus, dass auch im Bereich des Taggings keine Standards eingehalten werden müssen und die Anzahl Tags pro Objekt frei zu bestimmen ist. Als Hilfestellung für das Tagging steht auf dem *wiki* eine Empfehlungsliste, genannt *Map Features*¹⁰ zur Verfügung. Diese Ontologie wird von OSM-Nutzern gepflegt und steht allen offen, wodurch sie jederzeit beliebig erweitert werden kann (Herb, 2012).

„Diese Empfehlungslisten existieren mittlerweile auch in Form von Tagging-Vorlagen in den OSM-Editoren, was Einsteigern und Leuten, die sich für die im Wiki dargestellten Hintergründe des jeweiligen Taggings nicht interessieren, entgegenkommt.“ (Herb, 2012: S. 171)

In analytischem Sinne werden auf *Taginfo Switzerland*¹¹ die Häufigkeiten und Kombinationen verschiedener Tags publiziert und auf aktuellem Stand gehalten.

*„Taginfo helps you by showing statistics about which tags are actually in the database, how many people use those tags, where they are used and so on.“*¹²

2.4.3 Chancen, Risiken und Grenzen

Die ausgeprägte Flexibilität der inhaltlichen Beschreibung der Elemente bringt gemäss Mülligann et al. (2011) aufgrund der individuellen Wahrnehmung des Raums sowie unterschiedlicher Kartierungserfahrungen eine Dynamik auf und wird oft an neue Anforderungen und Gegebenheiten angepasst. In diesem Zusammenhang erwähnt Wagner (2010) die Nutzung und die Vorteile von OSM unmittelbar nach räumlich schwerwiegenden Ereignissen, wie beispielsweise nach dem verheerenden Erdbeben im Januar 2010 auf Haiti. Die Flexibilität der Attributierung ermöglicht Nutzern spontan die Kartierung neuer, bisher unbekannter Objekte, wie beispielsweise Erdbebenschäden in Form von unpassierbaren Strassen oder zerstörten Gebäude (Stengel und Pomplun, 2010) und daraus die Ableitung

⁹ <http://taginfo.osm.ch/keys/amenity>, Zugriff: 04.07.2014

¹⁰ http://wiki.openstreetmap.org/wiki/Map_Features, Zugriff: 03.04.2014

¹¹ taginfo.osm.ch, Zugriff: 03.04.2014

¹² <http://taginfo.osm.ch/about>, Zugriff: 03.04.2014

einer Katastrophenkarte der betroffenen Region. Die Einfachheit des Tag-basierten Datenmodells entspricht zwar einer unstrukturierten Form der Datenablage (Heuel, 2012), ermöglicht aber unmittelbar auf Kartenbedürfnisse zu reagieren, wie dies der Aufruf der *Médécins sans Frontières* nach einer *online*-Karte von Guinea aufgrund des Ausbruchs des Ebolafiebers beispielhaft illustriert.¹³ Wagner (2010) betont allerdings, dass bei OSM unabhängig von den individuellen Kompetenzen jedermann mitarbeiten kann und deshalb grosse Unterschiede in den Fähigkeiten der Kartierenden bestehen, was bei kommerziellen Datenanbietern nicht der Fall ist. Die Veröffentlichung der Versionsgeschichte sämtlicher Elemente in OSM ermöglicht im Gegenzug Transparenz.

Auer und Zipf (2011) sowie Heiken und Peyke (2011) machen aufgrund der fehlenden Regeln und Standards im Prozess der inhomogenen Attributierung auf die Inkompatibilität mit etablierten Datenmodellen aufmerksam. Umwandlungen zwischen verschiedenen Datenmodellen gehen im Zusammenhang mit OSM-Daten häufig mit Informations- und somit Qualitätsverlusten einher, da im Vorherein bestimmte Tags aus der gesamten Menge für die Extraktion und anschliessende Umwandlung ausgewählt werden müssen, um die Daten sinngemäss kategorisieren zu können.

Das Projekt OSM wird hin und wieder durch grossflächige Importe unterstützt. Als Beispiele können der Import der US-amerikanischen TIGER/Line-Daten im Jahr 2005 (Zielstra, Hochmair und Neis, 2013) oder der Import sämtlicher Haltestellen des öffentlichen Verkehrs in der Schweiz aus einem offiziellen Verzeichnis (sogenannte DIDOK-Liste) des Bundesamtes für Verkehr als Ergänzung des Bestandes in OSM im Jahr 2011 (Spreng und Hoffmann, 2011) genannt werden. Solche umfangreichen Importe bestehender Geodaten geniessen nicht in der ganzen OSM-Community das gleiche Ansehen, da sie in Konflikt mit der Philosophie von OSM als VGI-Projekt stehen. In diesem Sinne zeigt auch die Zusammenarbeit von OSM mit Ämtern Befürworter und Gegner, nicht zuletzt seitens der Ämter selbst, aufgrund der zu übereinstimmenden Lizenzbedingungen (Wagner 2010). Herb (2012) weist neben der notwendigen Kompatibilität der Lizenzen auf die Problematik der Datenüberschreibung und doppelt existierender Objekte aufgrund von Importen hin. Um diesen Problemen vorzubeugen, geht mit jedem Massenimport ein aufwändiger aber notwendiger Datenabgleich einher.

¹³ <http://www.newscientist.com/article/mg22229644.400-online-army-helps-map-guineas-ebola-outbreak.html#.U5F98S8cgRs>, Zugriff: 10.04.2014

Die Einträge und Kartierungen in OSM gelten als freiwilliger nutzergenerierter Inhalt und werden weder zentral überwacht noch auf ihre Richtigkeit überprüft (Hochmair und Zielstra, 2013). Die Korrektheit und Verlässlichkeit der Daten basieren auf der Selbstregulierung, welche bei *Crowdsourcing*-Projekten im Vordergrund steht (Heiken und Peyke, 2011). Dennoch können in einem sich selbst überlassenen Projekt wie OSM Formen von Vandalismus¹⁴ auftreten, wie beispielsweise willkürliche oder gezielte Löschungen sowie Änderungen von korrekten Daten (Wagner, 2010). Gemäss Neis, Goetz und Zipf (2012) gehen ungefähr drei Viertel der erkannten Vandalismusfälle in OSM von neuen Mitgliedern aus. Fälle von Vandalismus oder versehentlich gelöschten Daten durch unerfahrene neue Nutzer kommen durchschnittlich mindestens einmal pro Woche vor und werden durch einen automatischen Mechanismus entdeckt. Es existieren zahlreiche Werkzeuge, wie beispielsweise *KeepRight*, *Osmose*, *OpenStreetBugs* oder *OSM Inspector*, welche dazu dienen, sämtliche Arten von entdeckten Fehlern in OSM zu visualisieren. *Map Compare* ist wie auch *OSM Inspector* ein Werkzeug der Geofabrik¹⁵ und hilft, anhand eines visuellen Vergleichs von OSM und *Google Maps* Fehler oder Unstimmigkeiten zu entdecken (Neis und Zielstra, 2014; Strunck, 2010)

¹⁴ <http://wiki.openstreetmap.org/wiki/Vandalism>, Zugriff: 10.04.2014

¹⁵ www.geofabrik.de, Zugriff: 08.01.2014

3 Forschungskontext und Forschungsstand

Vor dem in Kapitel 2 dargelegten wissenschaftlichen Hintergrund wird in diesem Kapitel, aufbauend auf einer allgemeinen Einführung zur Qualität von Geodaten, die Qualitätsforschung und Analyse der Mitwirkenden von OSM thematisiert. Abschliessend steht OSM als Projekt und Forschungsgegenstand in der Schweiz im Fokus. Auf dieser Basis werden am Ende dieses Kapitels die übergeordneten Forschungsfragen aufgegriffen und durch konkrete Fragestellungen ergänzt.

3.1 Qualität von Geodaten

Die Qualität von Daten kann als deren Brauchbarkeit (*Fitness for Use*) im entsprechenden Kontext und in Anbetracht des vom Nutzer festgelegten Zwecks, gemäss Coote und Rackham (2008) als *Fitness for Purpose* definiert werden. Die Qualität hängt vom Vertrauen des Nutzers in den Dateninhalt und dessen Urheber ab (Brando und Bucher 2010; Wagner 2010). Die Analyse der Qualität von Geodaten kann auf der Basis von vordefinierten Parametern durchgeführt werden. Neis und Zielstra (2014) verweisen auf die im Jahr 2002 von der *International Organisation for Standardisation (ISO)* erlassenen Standards ISO 19113 (*Principles for Describing the Quality of Geographic Data*) und ISO 19114 (*Framework for Procedures for Determining and Evaluating Quality*), welche Ende 2013 zu den ISO 19157 (*Geographic Information Data Quality*) zusammengefasst werden. Im Rahmen von ISO 19113 sind folgende Qualitätsmerkmale definiert: Vollständigkeit, logische Konsistenz, Positionsgenauigkeit, zeitliche Genauigkeit und thematische Genauigkeit. Neben diesen quantitativen, messbaren Elementen verweisen Coote und Rackham (2008) auf zusätzliche subjektive, nicht messbare Qualitätsparameter wie Zweck (*Purpose*), Verwendung (*Usage*) und Abstammung respektive Geschichte (*Lineage*) des Datensatzes.

3.2 Qualität von „OpenStreetMap“-Daten

Durch das Projekt OSM werden nicht nur Karten, sondern auch Geodatenätze für die Weiterverwendung zur Verfügung gestellt. Die Flexibilität und die Dynamik des OSM-Datenbestandes bieten „grosses Potenzial für innovative Anwendungen für unterschiedlichste Zielgruppen“ (Auer und Zipf, 2011: S. 6). Neben zahlreichen thematischen Karten, welche aufbereitet im Internet zur Verfügung stehen (Wagner, 2010), dienen OSM-Datenätze vermehrt als Grundlage für Navigationssysteme oder andere LBS wie beispielsweise Empfehlungsapplikationen für *Smartphones* (Herb, 2012), da solche Dienste anhand von kommerziellen oder amtlichen Daten aufgrund von Kosten- oder Verfügbarkeitsgründen häufig nicht möglich sind (Auer und Zipf, 2011). Im Bereich des *Wayfinding* oder *Routing* können als Spezialanwendungen das *rollstuhlrouting.de* (Müller et al. 2010) oder die in Kapitel 2.4.3 erwähnte Katastrophenhilfe in Form des *Emergency Route Service Haiti* (Neis et al. 2010) genannt werden, um das Potenzial des freien OSM-Datenbestandes zu illustrieren. Dies verdeutlicht, dass vermehrt Druck auf OSM bezüglich Qualität ausgeübt wird, damit die Daten den Anforderungen dieser Applikationen bestmöglich entsprechen. In diesem Kontext rücken neben den Verwendungsmöglichkeiten die Daten selbst und ihre Eigenschaften in den Vordergrund (Wagner, 2010).

Wie in Kapitel 2.4.3 erwähnt, beruht die Verlässlichkeit und die Korrektheit der OSM-Daten auf dem Prinzip der Selbstregulierung (Heiken und Peyke, 2011), da die von Nutzern generierten Einträge nicht standardisiert sind und nicht kontrolliert werden (Hochmair und Zielstra, 2013). Vielmehr sind es einzelne Nutzer, welche in einem bestimmten Gebiet ortskundig, interessiert und aktiv sind und kartierte Daten auf ihre Richtigkeit überprüfen und korrigieren. Wagner (2010) verweist im Rahmen der Qualitätssicherung¹⁶ auf zahlreiche Programme, welche beim Editieren bestehender oder neuer Objekte in OSM die strukturelle Richtigkeit überprüfen, indem sie nach Fehlermustern, wie beispielsweise lückenhaften Wegen oder doppelten Knoten suchen. Die Qualität von nutzergenerierten Daten interpretieren Barron, Neis und Zipf (2013) als zweidimensionalen Ansatz im Sinne der *Crowd Quality*. Diese setzt sich aus der Datenqualität (*Feature Quality*) an sich und der Qualität der Mitwirkenden (*User Quality*) zusammen und zeigt das Abhängigkeitsverhältnis dieser beiden Bestandteile. Der Ansatz verdeutlicht, dass die Qualität von OSM grundsätzlich nicht nur mittels Analyse der Daten selbst eruiert werden sollte, sondern auch die ent-

¹⁶ http://wiki.openstreetmap.org/wiki/Quality_assurance

sprechenden Nutzer miteinbeziehen sollte. Wagner (2010) verweist darauf, dass die Glaubwürdigkeit der Nutzer eine zentrale Rolle spielt in der Qualitätsanalyse und berücksichtigt diesen Aspekt in der Entwicklung eines Bewertungssystems für OSM. Anhand eines integrierten Reputationssystems versucht Wagner (2010) die fehlende Transparenz in Bezug auf die Persönlichkeiten hinter den Nutzern, welche unter einem beliebigen Pseudonym kartieren können, zu kompensieren. Betreffend Abhängigkeit der *Feature Quality* und der *User Quality* (Barron, Neis und Zipf, 2013) weist OSM gegenüber kommerziellen Daten einen deutlichen Vorsprung auf, da die Speicherung und Veröffentlichung von Versionsgeschichten sämtlicher kartierter Elemente eine hohe Transparenz verspricht.

3.2.1 Strassennetz

Das Interesse an OSM-Daten als Grundlage für Applikationen ist in den letzten Jahren gestiegen. Die zunehmende Forschung bezüglich Qualität der Daten geht mit dieser Entwicklung einher. Zahlreiche Studien befassen sich mit Qualitätsparametern der OSM-Daten.

Der inhaltliche Schwerpunkt der Qualitätsforschung von OSM liegt beim Strassennetz. Es ist das Ziel, die Positionsgenauigkeit und die Vollständigkeit des als Qualitätsmerkmale Strassennetzes von OSM anhand von Referenzdatensätzen zu bestimmen. In diesem Sinne werden relative Qualitätsparameter berechnet. Die Tabelle 1 widerspiegelt eine repräsentative Auswahl solcher Studien.

Wo?	Was?	OSM und...	Wer, wann?
England	Strassennetz	OS ¹⁷ Meridian 2	Haklay, 2010
London	Strassennetz	OS MasterMap	Ather, 2009
Athen	Strassennetz	HMGs ¹⁸	Kounadi, 2009
Deutsche Städte	Strassennetz	TomTom Multinet Dataset	Zielstra und Zipf, 2010
Irische Städte	Strassennetz	Google Maps, Bing Maps	Ciepluch et al., 2010
Frankreich	Strassennetz	BD TOPO®	Girres und Touya, 2010
Hannover	Fusswegnetz	German ATKIS	Mondzech und Sester, 2011
Wien	Strassennetz	Graphen-Integrationsplattform	Graser und Straub, 2013

Tab. 1: Auswahl komparativer Qualitätsanalysen des Strassennetzes von OSM

¹⁷ Ordnance Survey

¹⁸ Hellenic Military Geographical Service

Den Grundstein in der Qualitätsforschung von OSM legt Haklay (2010), indem er die Strassendaten der *Highways* von London und ganz England aus dem Jahr 2008 mit jenen des *Ordnance Survey Datasets Meridian 2* auf ihre Vollständigkeit und Positionsgenauigkeit überprüft. Hierfür greift er auf die von Goodchild und Hunter (1997) sowie Hunter (1999) entwickelte vergleichende Pufferanalyse (*Buffer Comparison Method*) zurück. Die Untersuchung der Positionsgenauigkeit der Strassen ergibt in städtischen Gebieten eine durchschnittliche Genauigkeit von knapp 6 Metern. Zudem zeigt Haklay, dass OSM für rund 29% der Fläche von England angemessene Strassendaten aufweist. Gemäss Neis und Zielstra (2014) wiederholt Haklay diese Analyse ein Jahr später und hält fest, dass die durch OSM-Strassen abgedeckte Fläche in England von 29% auf 65% angestiegen ist. In Bezug auf die räumlichen Disparitäten stellt Haklay (2010) im Rahmen seiner ersten Analyse fest, dass städtische Gebiete vollständigere Strassendaten liefern, wobei eine grosse Menge an Attributen wie beispielsweise Strassennamen oder Geschwindigkeitsbegrenzungen fehlen. In ländlichen Gebieten Englands stellt er teilweise eine komplette Absenz von jeglichen Strassendaten fest. Ather (2009) weitet die eben beschriebene Untersuchung auf sogenannte *A-Roads* und *B-Roads* aus und verwendet den detaillierten Datensatz von *Ordnance Survey* namens *MasterMap*. Auch Ather (2009) stellt eine Überlappung der beiden Strassendatensätze von über 80% fest. Er weist zudem auf eine positive Korrelation zwischen der Vollständigkeit der Strassennamen und der Anzahl OSM-Nutzer im entsprechenden Gebiet hin. Eine der ersten Untersuchungen, welche sich mit nicht-englischem Gebiet befasst, unternimmt Kounadi (2009) in Athen. Mit dem Ziel, einen Vergleich der OSM-Datenqualität in dieser Stadt mit London zu ermöglichen, untersucht er das Strassennetz inklusive *C-Roads* anhand von Daten des *Hellenic Military Geographical Service* auf seine Vollständigkeit, Positionsgenauigkeit und thematische Genauigkeit. Bezüglich Vollständigkeit der Strassen und Genauigkeit der Strassennamen kann er eine höhere Übereinstimmung mit dem Referenzdatensatz darlegen, als dies in London der Fall ist. Die Vollständigkeit der Strassennamen und die thematische Genauigkeit der Strassen, also die Typenbezeichnung, zeigen nur ungefähr 30% Übereinstimmung mit den HMGS-Daten. Zielstra und Zipf (2010) kommen bei vergleichbaren Analysen auf deutschem Gebiet mit dem *TomTom Multinet Dataset* als Referenzdatensatz zu ähnlichen Ergebnissen und heben wiederum den Vorsprung von städtischen Regionen in Bezug auf Vollständigkeit und Genauigkeit gegenüber ländlichen Gebieten hervor. Ludwig, Voss und Krause-Traudes (2011) bekräftigen diese Erkenntnisse in Deutschland anhand eines Vergleichs der OSM-Strassendaten mit jenen von *Navteq*

mittels automatisierter *Feature Matching*-Methode. Ciepluch et al. (2010) unternehmen einen manuellen visuellen Vergleich des OSM-Datensatzes mit *Google Maps* und *Microsoft Bing Maps* für fünf irische Städte. Sie kommen zum Schluss, dass bezüglich Vollständigkeit, Aktualität und Positionsgenauigkeit keine der drei Plattformen heraussticht und in allen fünf Städten am besten abschneidet. Des Weiteren beschäftigen sich Girres und Touya (2010) mit der Qualitätsanalyse der OSM-Daten in Frankreich und stellen anhand eines Vergleichs mit dem Referenzdatensatz *BD TOPO*[®] fest, dass auch in diesem Land eine räumliche Heterogenität des OSM-Datensatzes vorliegt. Die Autoren bezeugen, dass diese Erkenntnis in Frankreich bis zu einem gewissen Grad auf verschiedene Datenimporte, auf die Vielfalt der Datenerhebungsmethoden und die Partizipation von Nutzern im Rahmen von Kartierungsprojekten mit spezifischem thematischem oder räumlichem Fokus zurückzuführen ist. Mondzsch und Sester (2011) unterziehen die OSM-Daten des Fussgängerwegnetzes einem Vergleich mit dem deutschen Topographischen Datensatz *ATKIS*. Sie kommen zum Schluss, dass die Qualität eines Datensatzes stets in Anbetracht des Nutzungs- und Verwendungszwecks untersucht werden sollte und beziehen sich dadurch auf die subjektiven, nicht messbaren Qualitätsmerkmale (vgl. Kapitel 3.1) In Österreich vergleichen Graser und Straub (2013) das Strassennetz von OSM mit jenem des offiziellen österreichischen Referenzgraphen „Graphenintegrations-Plattform GIP“ und legen den Fokus auf Informationen, welche für *Routing*-Anwendungen von Bedeutung sind. Bezüglich der kumulierten Länge aller Strassen im Netzwerk sind keine grossen Unterschiede festzustellen. In der Attributvollständigkeit verzeichnet GIP jedoch einen Vorsprung, wobei beispielsweise die Abbiegebeschränkungen eine sehr gute Übereinstimmung in den beiden Datensätzen zeigen.

Die vorgestellten Untersuchungen verdeutlichen den Fokus im Rahmen der Qualitätsanalysen auf die räumliche oder geometrische Genauigkeit und die Vollständigkeit, welche mittels der erwähnten Pufferanalyse oder ähnlichen Methoden eruiert werden. Vermehrt werden Attributinformation oder die Entwicklung verschiedener Qualitätsmerkmale miteinbezogen. Neis, Zielstra und Zipf (2010) haben beispielsweise in Deutschland die Entwicklung des Strassennetzes und die Veränderung der Qualitätsparameter in den Jahren 2007 bis 2011 untersucht. Neben dem räumlichen Schwerpunkt in Europa werden auch in den Vereinigten Staaten von Amerika Qualitätsanalysen von OSM-Daten durchgeführt. Untersuchungen von Hochmair und Zielstra (2011; 2012) mit Fokus auf den motorisierten

und nicht-motorisierten Verkehr dienen dazu, ausgewählte europäische Städte und die Vereinigten Staaten hinsichtlich Fussgängerwegnetze und Erreichbarkeit von Transitstationen für Fussgänger zu vergleichen. Aufgrund der sehr dichten Bedeckung durch Fussgängerdaten in Deutschland erstaunt es nicht, dass die europäischen Städte im Vergleich mit den US-amerikanischen Städten besser abschneiden.

3.2.2 POI – „Points of Interest“

Neben den Qualitätsanalysen der Strassennetze oder auch der natürlichen Landbedeckung (Mooney, Corcoran und Winstanley, 2010) zeigen Forschende Interesse an den POI in OSM. Während Strassen passiv anhand eines mitgeführten GPS erfasst werden können, müssen POI aktiv im GPS als Punktobjekte aufgenommen werden. In diesem Sinne kann anhand der POI explizit auf die individuellen Interessen der Kartierenden geschlossen werden. Hristova et al. (2012) weisen darauf hin, dass das Bearbeiten von POI im Gegensatz zur Aufnahme und Nachbearbeitung von Strassen wenig bis gar keine Kenntnisse der Geographie und der Bearbeitungswerkzeuge voraussetzt und deshalb von der Mehrheit der Leute unternommen werden kann. So erachten Hristova et al. (2012) den Editierprozess von POI als repräsentatives Mittel in der Forschung des *Citizen Engagements*. In erster Linie stehen in der Forschung auch im Zusammenhang mit den POI die Qualitätsmerkmale Vollständigkeit und Positionsgenauigkeit, wie sie im Kapitel 3.2.1 bereits thematisiert werden, im Vordergrund. In der folgenden Tabelle sind entsprechende Studien aufgeführt.

Wo?	Was?	OSM und...	Wer, wann?
Deutschland	POI	TeleAtlas	Strunck, 2010
Irische Städte	POI	Google Maps, Bing Maps	Ciepluch et al., 2010
Frankreich	POI	BD TOPO®	Girres und Touya, 2010
Melbourne	POI	Whereis	Zheng, 2012
London und Rom	POI	Navteq, Yelp	Mashhadi, Quattrone und Mooney, 2012
Florida	POI	TomTom, Navteq, ESRI	Hochmair und Zielstra, 2013
Denver	POI	Government Data, OSM-Collaborative Project	Jackson et al., 2013

Tab. 2: Auswahl komparativer Qualitätsanalysen der POI von OSM

Bei der Untersuchung der Positionsgenauigkeit der OSM-POI in Deutschland eruiert Strunck (2010) eine geringe Übereinstimmung mit den Daten von *TeleAtlas*. Die Pufferanalyse zeigt, dass knapp 6% der POI in OSM im Umkreis von 20 Metern von den entsprechenden POI von *TeleAtlas* liegen. Gründe hierfür sieht er in der flexiblen Positionierung des POI für ein Objekt mit grosser räumlicher Ausdehnung wie beispielsweise für ein Sportstadion. Jackson et al. (2013) kommen dieser Problematik entgegen und wählen in ihrer Positionsgenauigkeitsanalyse bei der Interpretation der Ergebnisse je nach flächenmässiger Ausdehnung der untersuchten POI unterschiedliche Grenzwerte. Die Vollständigkeit und den Bedeckungsgrad der POI evaluiert Strunck anhand von Differenzkarten, welche die Differenz aller POI von OSM und *TeleAtlas* pro Quadratkilometer veranschaulichen. Die Karten zeigen ein ausgeglichenes Ergebnis, was dafür spricht, dass OSM einerseits flächendeckend und andererseits über ein thematisch breit gefächertes Spektrum POI verfügt. Dennoch ist festzustellen, dass *TeleAtlas* in deutschen Grossstädten und Ballungsgebieten eine höhere Anzahl POI aufweist als OSM. Ciepluch et al. (2010) vergleichen die POI von *Google Maps* und *Bing Maps* mit jenen von OSM, wobei letzterer als der Realität entsprechender Referenzdatensatz betrachtet wird. Im Vordergrund stehen die Qualitätsmerkmale Vollständigkeit und Positionsgenauigkeit der beiden kommerziellen Anbieter. Durch diese Annahme unterscheidet sich die Untersuchung wesentlich von den anderen Studien, welche zum Ziel haben, die Qualität von OSM zu evaluieren. Ciepluch, Mooney und Winstanley (2011) äussernd die Vermutung, dass OSM und insbesondere die POI von der Strasse nach aussen in die Umgebung kartiert werden.

Die Untersuchung der Positionsgenauigkeit von Punktobjekten, welche Girrres und Touya (2010) durchführen, berücksichtigt POI, welche als visualisierte Strassenkreuzungen (*Road Intersections*) gekennzeichnet sind. Für 207 manuell eruierte Punktepaare (OSM und *BD TOPO*[®]) berechnen die Autoren die euklidische Distanz. Für diese Stichprobe resultiert eine durchschnittliche Positionsgenauigkeit von 6.65 Metern, was in etwa der von Haklay (2010) eruierten durchschnittlichen Positionsgenauigkeit von Strassen in London entspricht. Ausserhalb von Europa widmet sich Zheng (2012) den OSM-POI und eruiert die relative Vollständigkeit der Punktobjekte in Bezug zum kommerziellen Anbieter *Whereis* in sechs Untersuchungsgebieten in der Umgebung von Melbourne inklusive des *City Business Districts*. Hierfür werden 18 ausgewählte POI-Kategorien in öffentliche und private POI unterteilt, wie dies im nachfolgenden Zitat erläutert wird.

„[...] the “public POIs” means that the POIs are provided by the state rather than an independent, commercial company, like Fire station, Police station, Post office, Hospital and Ambulance station, or the POIs are opened and shared by all people, like Park, Car park, Train station, BBQ place and Attraction place. In contrast, the “private POIs” implies that the POIs are belonging to or are for the use of one particular group of people only, such as Worship, Kindergarten, Retirement, School and Tertiary education, or the POIs are provided or owned by an independent, commercial company rather than the state, such as Theatre, Petrol station and Hotel.“ (Zheng, 2012: S. 9)

Zheng (2012) stellt fest, dass OSM im Stadtkern, im *City Business District*, über weniger POI verfügt als *Whereis*, in der näheren Umgebung jedoch einen höheren Bedeckungsgrad aufweist. Im weiter entfernten Stadtumland entdeckt Zheng einen polarisierenden Trend: OSM verfügt über mehr POI-Information im öffentlichen Bereich, während *Whereis* in den privaten POI-Kategorien quantitativ Vorsprung verzeichnet. In Rom und London untersuchen Mashsadi, Quattrone und Mooney (2012) die Genauigkeit der POI von OSM anhand eines Vergleichs mit entsprechenden Daten von *Navteq* und *Yelp*. Als Bestandteile der Genauigkeit definieren sie den geographischen Fehler (Positionsgenauigkeit), den lexikographischen Fehler, welcher auf der *Levenshtein*-Distanz basiert, und den „amenity“-Fehler, sprich falsche Kategorisierungen. Zusammenfassend resultiert eine hohe Qualität der OSM-POI: Der vorwiegend normal verteilte geographische Fehler liegt in London durchschnittlich bei weniger als 25 Metern und in Rom bei knapp 35 Metern. Beinahe sämtliche Namen sind korrekt geschrieben, wodurch nur ein minimaler lexikographischer Fehler entsteht. Dennoch sehen Mülligann et al. (2011) ein hohes Risiko für „amenity“-Fehler, da es keinen „goldenen Standard“ für die Kategorisierung eines POI gibt:

„Arguing that a feature tagged as Pub is mis-categorized because it is specified as Bar in a commercial data set is troublesome.“ (Mülligann et al., 2011: S. 2)

Jackson et al. (2013) vergleichen in Denver die Vollständigkeit und Positionsgenauigkeit von öffentlichen und privaten Schulen zwischen OSM, dem *OSM Collaborative Project* und Verwaltungsdaten. Im *OSM Collaborative Project* unterliegt die Datenerhebung dem VGI-Prinzip. Der *US Geological Service* unternimmt jedoch Qualitätskontrollen und gibt den Kartierenden Feedbacks. Die Autoren heben hervor, dass es heikel ist, allein aufgrund der Dichte oder der absoluten Anzahl der Objekte Rückschlüsse auf die Vollständigkeit zu ziehen. Trotz beinahe identischer Anzahl von Schulen fällt die Menge tatsächlich übereinstimmender POI in den drei Datensätzen sehr klein aus.

„Our analysis demonstrated that simple count comparisons between two point datasets are insufficient for characterizing the differences between these two datasets, as they fail to recognize the presence of omission and commission errors.“ (Jackson et al., 2013: S. 525)

Eine weitere Qualitätsevaluation ausserhalb des europäischen Forschungsgebietes führen Hochmair und Zielstra (2013) flächendeckend im US-Bundesstaat Florida durch. Im Interesse stehen die zeitliche Entwicklung der POI-Kartierung sowie die Vollständigkeit, welche anhand eines Vergleichs mit den Daten von *TomTom*, *Navteq* und *ESRI* eruiert wird. Im Gegensatz zu anderen Analysen stellen Hochmair und Zielstra fest, dass die OSM-POI in ländlichen Gebieten Floridas einen höheren Bedeckungsgrad aufweisen als in städtischen Regionen. Einen möglichen Grund hierfür sehen sie im *US Census TIGER/Line Street Data Import* aus den Jahren 2008 und 2009 (vgl. Kapitel 2.4.3). Dieser importierte Strassendatensatz dient als optimale Grundlage für die Kartierung von POI, wie es Zielstra, Hochmair und Neis (2013) in einer genaueren Untersuchung dieses Imports feststellen. Abschliessend weisen Hochmair und Zielstra (2013) in ihrer Studie auf Folgendes hin:

„The analysis shows that no single data source outperforms another in all aspects, and that therefore the choice of the best dataset will depend on the given task (besides the monetary aspect associated with proprietary data).“ (Hochmair und Zielstra, 2013: S. 9)

3.3 „OpenStreetMap“ und seine Mitwirkenden

„Die Bandbreite der User ist groß. Tatsächlich begegnet man bei Treffen der OSM-Community Freizeit-, Rad- und Wassersportlern, GPS-Enthusiasten, Open-Source-Tüftlern, Kartenliebhabern, Menschen, die sich sozial für ihr Wohngebiet engagieren, Mitarbeitern internationaler Entwicklungshilfeorganisationen und von NGOs bis hin zu IT-Experten, die sich auch beruflich mit Softwareentwicklung befassen.“ (Stengel und Pomplun, 2010: S. 18)

Nicht nur die Datenqualität stellt ein grosses Forschungsgebiet bezüglich OSM dar, sondern auch die Mitwirkenden, wie dies obiges Zitat erahnen lässt. Im Bereich der *Contributor Analysis* untersuchen Forschende das Verhalten und die Typen von registrierten OSM-Nutzern und analysieren deren thematische sowie räumliche Kartierungsmuster. Im September 2014 sind über 1'700'000 Nutzer in OSM registriert.¹⁹ Abbildung 2 zeigt das Wach-

¹⁹ <http://osmstats.altogetherlost.com/>, Zugriff: 21.09.2014

stum der Nutzerzahlen seit der Lancierung des Projekts im Jahr 2004 in London und verdeutlicht, dass das Interesse seit 2008 kontinuierlich zunimmt.

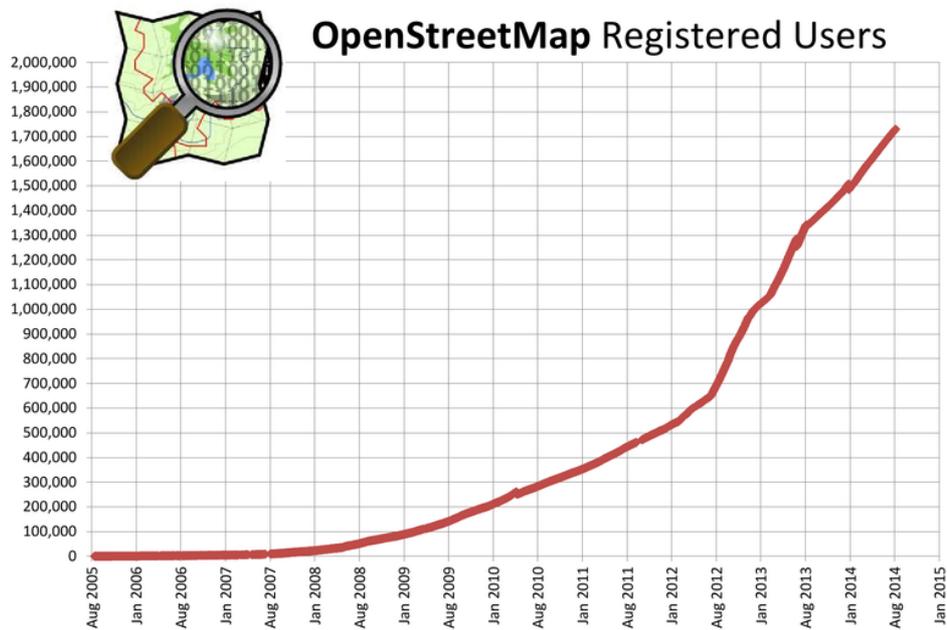


Abb. 2: Registrierte OSM-Nutzer in den Jahren 2005 bis 2014²⁰

Neis und Zielstra (2014) weisen daraufhin, dass zwischen Nutzern, welche die Daten und Informationen nutzen, registrierten Nutzern, welche einen *Account* haben, und Mitwirkenden oder Beitragenden, welche aktiv etwas zum Projekt beisteuern, unterschieden werden sollte. Coote und Rackham (2008) unterscheiden die verschiedenen OSM-Mitwirkenden aus einem anderen Blickwinkel. Sie differenzieren zwischen Konsumenten, welche ohne Interesse an der Herstellung oder der Weiterentwicklung der Daten die Produkte in eigenem Interesse verwenden, und drei unterschiedlichen aktiv mitwirkenden Gruppen. Einerseits erwähnen sie *Special Interest Groups*, welche im Rahmen eines bestimmten Hobbys oder Interesses eine isolierte Thematik möglichst vollständig kartieren wollen. Andererseits nennen sie *Local Communities*, welche als ansässige Leute ihre Heimat möglichst genau und vielfältig auf die Karte bringen wollen und dabei Wert auf die Positionsgenauigkeit legen. Als vierter Nutzertyp werden die *Professionals* beschrieben, s

Ein Phänomen, welches in zahlreichen *online*-Communities in Erscheinung tritt und die Unterschiede zwischenen Mitwirkenden verdeutlicht, wird gemäss (Nielsen, 2006) als

²⁰ <http://wiki.openstreetmap.org/wiki/Stats>, Zugriff: 24.09.2014

Participation Inequality bezeichnet. Diese Ungleichheit in der Partizipation (Barron, Neis und Zipf 2013) ist darin zu erkennen, dass die aktive Teilnahme einem „90-9-1-Schema“ folgt: 90% der Nutzer konsumieren, lesen und beobachten, tragen allerdings nichts aktiv zum Projekt bei. 9% leisten ab und zu einen Beitrag und liefern rund 10% sämtlicher Einträge, während 1% der Nutzer in hohem Masse zum Projekt beiträgt und für ungefähr 90% des Inhalts verantwortlich ist. Neis, Zielstra und Zipf (2012) belegen, dass dieses Phänomen in den Jahren 2008 bis 2010 für OSM zutrifft. Eine weitere interessante Forschung legt dar, dass die Aktivität der Nutzer sonntags grösser ausfällt als an anderen Wochentagen und an Nachmittagen und Abenden fleissiger kartiert wird als zu den restlichen Tageszeiten.

Hristova et al. (2012) stützen sich im Rahmen der Nutzeranalyse explizit auf die Kartierung von POI in OSM und kartieren das Engagement verschiedener Gemeinden. Sie stellen fest, dass geographisch nah beieinander liegende Gemeinden, welche ein *Cluster* bilden, einen höheren Bedeckungsgrad an POI aufweisen als geographisch isolierte, alleinstehende Gemeinden. Girres und Touya (2010) zeigen des Weiteren, dass die Anzahl kartierter Objekte auf einer bestimmten Fläche in OSM nicht-linear mit der entsprechenden Anzahl OSM-Nutzer korreliert. Dies bedeutet, dass Flächen mit bis zu drei Kartierenden beispielsweise das Zehnfache an Objekten oder Editierungen verzeichnen als Flächen mit einem Nutzer. Auf globaler Ebene zeigen Neis und Zipf (2012), dass die Mehrheit der Nutzer in Europa lebt und die Aktivitätsfläche der einzelnen Nutzer zwischen der Grösse eines Fussballfeldes und mehr als 50 Quadratkilometern variiert. Die Abbildungen 3 und 4 illustrieren den europäischen Aktivitätsschwerpunkt, sowohl im Verhältnis zur Fläche wie auch zur Bevölkerung eines Landes.

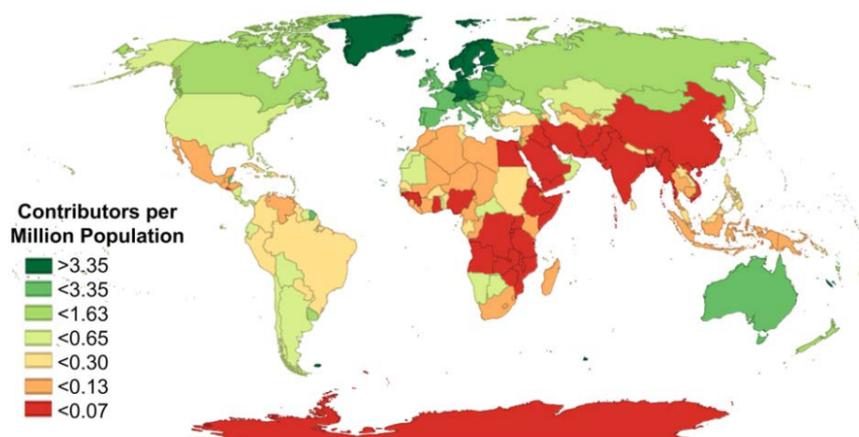


Abb. 3: Anzahl OSM-Mitwirkende pro Tag im Verhältnis zur Bevölkerung (Neis und Zielstra, 2014)

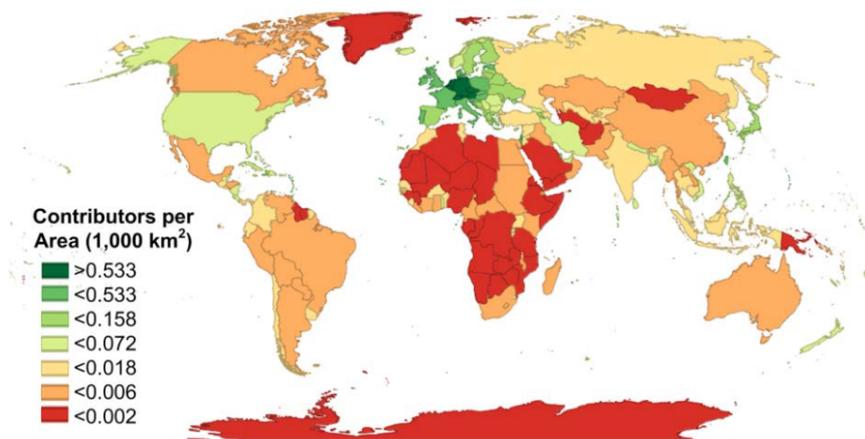


Abb. 4: Anzahl OSM-Mitwirkende pro Tag im Verhältnis zur Fläche (Neis und Zielstra, 2014)

Bei der Betrachtung dieser beiden Abbildungen ist zu berücksichtigen, dass in Städten mit tiefen OSM-Nutzerzahlen die Aktivität durch externe Nutzer erheblich verstärkt wird, wie dies beispielsweise in Kairo, Los Angeles, Istanbul oder Johannesburg der Fall ist (Neis, Zielstra und Zipf, 2013). Diese Tatsache widerspricht dem Grundgedanken hinter VGI, wonach gemäss Goodchild (2009) *Local Volunteers* die Hauptquelle der Daten darstellen sollten. Gemäss Neis, Zielstra und Zipf (2013) ist nur teilweise ein Zusammenhang zwischen der Anzahl der OSM-Nutzer und der Bevölkerungsdichte oder der Landesfläche erkennbar. Aus diesem Grund ziehen die Autoren das Einkommen in die Analyse mit ein und suggerieren, dass dieser sozioökonomische Faktor einen Einfluss auf die OSM-Nutzerzahlen hat. Ihre Resultate zeigen, dass die Höhe des Einkommens in einem positiven Verhältnis zur Anzahl OSM-Nutzer steht. Berlin stellt eine Ausnahme dar, da das tiefe Lohnniveau die Anzahl der OSM-Mitwirkenden nicht zu beeinflussen scheint. Generell müssen Aspekte wie Internetzugang, Kultur, Mentalität, persönliche Interessen und die lokale Bekanntheit des Projekts sowie der Zugang zum Projekt, welcher unter dem Einfluss von Sprachbarrieren stehen kann, in der Analyse berücksichtigt werden.

3.4 „OpenStreetMap“ in der Schweiz

3.4.1 Mitwirkung

Die in Kapitel 3 erläuterten Studien im Kontext von OSM heben den wissenschaftlichen Fokus auf Europa hervor, wobei Deutschland und England die grösste Forschungsaktivität

aufweisen. In der Schweiz verzeichnet OSM Ende 2013 über 9'000 registrierte Nutzer.²¹ Bei der Analyse der Nutzerzahlen weist die *Swiss OpenStreetMap Association*²² darauf hin, dass auch in der Schweiz neben lokalen Mitwirkenden externe Nutzer bei der Kartierung von Objekten mitwirken. Diese Beobachtung ist auf die direkten Nachbarländer der Schweiz, welche starke OSM-Gemeinschaften beherbergen, und auf die Beliebtheit der Schweiz als Touristendestination der Einwohner dieser Nachbarländer zurückzuführen. Sogenannte mobile oder externe *Mapper* gelten jedoch als Minderheit und beeinflussen die Zahlen der lokalen Nutzer gemäss *Swiss OpenStreetMap Association* nicht massgeblich. Auf den Abbildungen 3 und 4 des Kapitels 3.3 ist zu erkennen, dass sich die Schweiz sowohl im Verhältnis zur Bevölkerung wie auch im Verhältnis zur Fläche durch eine hohe Anzahl von OSM-Mitwirkenden auszeichnet.

3.4.2 Forschung und Verwendung

Die Schweizer zeigen nicht nur an der Mitwirkung des Projekts OSM Interesse, sondern sind auch in der Forschung aktiv und entwickeln Applikationen mit OSM-Daten. An der *École Polytechnique Fédéral de Lausanne* wird ein Orientierungsplan des Campus (*Campus Orientation Tool*) auf der Basis von OSM-Daten entworfen.²³ In Muttenz, an der Fachhochschule Nordwestschweiz, beschäftigt sich Professor Stark (2010) im Rahmen von VGI mit dem Projekt *OpenAdresses*²⁴, welches zum Ziel hat, geokodierte Adressen als freiwillig erhobene geographische Information in einer zentralen Datenbank zu sammeln. Des Weiteren setzen sich Uhlmann, Tommasini und Stark (2010) mit der Beteiligung von Freiwilligen in der Schweiz an diesem Projekt und an OSM auseinander. Als zentrale Ergebnisse einer Umfrage halten die Autoren fest, dass die Nutzer vorwiegend männlich sind, sich höchstens fünf Stunden pro Woche engagieren, das Interesse an der Technik und an den neuen Anwendungsformen grösser ist als das soziale Bedürfnis nach Gemeinschaft und dass die

²¹ <http://sosm.ch/how-many-mappers-are-there-in-switzerland/>, Zugriff: 01.07.2014

²² sosm.ch, Zugriff: 01.07.2014:

„SOSM wurde geschaffen um die Ziele der OpenStreetMap Bewegung zu fördern, die Kontakte mit Behörden und Industrie zu stärken, die Aktivitäten von Mitgliedern der OSM Community in der Schweiz zu unterstützen und die Schweizer OSM Community in anderen Organisationen zu vertreten. OpenStreetMap ist schon immer mit wenig formalen Strukturen ausgekommen und hat zu Zeiten anarchistische Züge. SOSM versucht nur dann etwas Struktur anzubieten wo nötig und ansonsten so leichtgewichtig und zurückhaltend wie möglich zu sein.“

²³ <http://plan.epfl.ch/>, Zugriff: 01.07.2014

²⁴ <http://openaddresses.io/>, Zugriff: 01.07.2014

Datenerhebung sowie die Unabhängigkeit eine wichtige Rolle spielen. An der Eidgenössisch Technischen Hochschule Zürich führt Zollinger (2008) im Rahmen einer Seminararbeit eine visuelle Kartenkritik am Schweizer Kartenausschnitt von OSM durch. Er untersucht die Qualität der automatischen Visualisierung vektorieller Daten durch *Mapnik*, das in OSM implementierte *Rendering*-Programm. Gängige kartographische Kriterien und Anforderungen an Bildschirmkarten dienen als Grundlage. Einige Qualitätseinbußen, welche auf die automatisierte Visualisierung zurückzuführen sind und deshalb nicht nur auf den Schweizer Kartenausschnitt zutreffen, werden aufgefunden gemacht.

„Die schlechte Generalisierung bildet überhaupt den gravierendsten Schwachpunkt von OSM und wirkt sich auf andere Kriterien wie die Minimaldimensionen, die logische Konsistenz und die Symbolisierung der Karte aus.“ (Zollinger, 2008: S. 28)

Eine weitere Bildungs- und Forschungsinstitution, welche sich mit OSM auseinandersetzt, ist die Hochschule für Technik Rapperswil. Im Jahr 2012 wird die *Webmapping*-Applikation *openpoimap.ch*²⁵ von der HSR freigeschaltet. Anhand dieser Applikation können POI aus OSM visualisiert, heruntergeladen oder als *Webservice* genutzt werden. Der implementierte *Query Builder* oder der *TagFinder* ermöglichen zudem eine interaktive Abfrage einzelner POI.²⁶ Auf dem *OpenStreetMap wiki*²⁷ ist eine Statistik publiziert, welche einen quantitativen Vergleich verschiedener OSM-*Features* in der Schweiz mit den Datensätzen *vector25* und *vector200* von *swisstopo* in den Jahren 2008 bis 2012 darstellt. In OSM sind Ende 2012 rund 67,5% aller Strassenkilometer des *vector25*-Datensatzes in der Kategorie „highway“ abgedeckt. In OSM sind mehr als dreimal so viele Strassenkilometer kartiert als in *vector200*. In der Kategorie „railway“ übersteigen die Streckenkilometer von OSM zu Beginn des Jahres 2012 jene von *vector25* um 60% und jene von *vector200* um 90%. Diese Zahlen sprechen für den hohen Stellenwert, welcher dem Schienenverkehr in OSM beigemessen wird. Für die *Features* der Kategorie „natural“ belegt die Statistik, dass im Jahr 2008 rund ein Viertel der in *vector200* kartierten Waldfläche in OSM visualisiert ist. Die Flusskilometer summieren sich anfangs 2012 bis auf über 60% der in *vector200* verzeichneten Flusslängen. Die Anzahl Seen in OSM im Jahr 2008 macht lediglich 55% der Seen in *vector200* aus. Auf dem OSM-Portal Schweiz²⁸ sind diverse hilfreiche Werkzeuge und Projekte verlinkt. Bei-

²⁵ <http://openpoimap.ch/>, Zugriff: 01.07.2014

²⁶ <http://giswiki.hsr.ch/OpenPOIMap>, Zugriff: 01.07.2014

²⁷ http://wiki.openstreetmap.org/wiki/Ch:current_coverage, Zugriff: 02.07.2014

²⁸ <http://www.osm.ch/>, Zugriff: 02.07.2014

spielsweise wird auf das *Routing*-System für Fussgänger, Fahrrad und Auto²⁹ verwiesen, welches ausschliesslich auf OSM-Daten basiert. Weiter besteht ein Link zur Website *Taginfo Switzerland*, welche in Kapitel 2.4.2 erläutert wird.

Neben den in der Schweiz angesiedelten Forschungen über Schweizer OSM-Daten werden diese vereinzelt auch auswärtig analysiert. Mooney, Corcoran und Winstanley (2010) untersuchen die Repräsentation natürlicher Objekte wie Gewässer oder Waldgebiete in OSM und stützen sich auf OSM-Daten aus acht Ländern, inklusive der Schweiz.

„By representation we mean the following - given the type of natural feature, the geographical area of the feature and the spatial polygon representation of that feature, is there sufficient detail (enough sampling points or polygon nodes) present to provide a high quality spatial representation of the natural feature?“ (Mooney, Corcoran und Winstanley, 2010: S. 1)

Im Rahmen der Beantwortung dieser Frage wird gezeigt, dass die mittlere Distanz zwischen zwei aufeinanderfolgenden Polygonknoten in der Schweiz bei Wäldern 105.96 Meter und bei Gewässern 40.57 Meter misst. Gründe für diesen beachtlichen Unterschied zwischen den beiden Arten von natürlichen Objekten sehen Mooney, Corcoran und Winstanley (2010) darin, dass es wesentlich einfacher ist, mittels portablem GPS auf einer Runde um den See die Uferlinie zu erfassen als den Waldrand zu ermitteln. Die Grenze einer Waldfläche lässt sich aufgrund der unscharfen Übergänge zu den angrenzenden ähnlichen Landbedeckungen häufig nicht eindeutig bestimmen. Im Vergleich mit den anderen Ländern bewegen sich die Zahlen der Schweizer Waldflächen im Mittelfeld, während die durchschnittliche Distanz zweier Polygonknoten eines Gewässers in der Schweiz beachtlich kleiner, also wesentlich genauer ist. Steinmann, Brunauer und Gröchenig (2013) untersuchen im Rahmen einer Zeitreihenanalyse die *Mapping*-Aktivitäten zwischen 2005 und 2012 in Deutschland, Österreich und der Schweiz hinsichtlich eines Ländervergleichs und der Beantwortung verschiedener Fragestellungen zur Entwicklung der Aktivität in OSM, um ein besseres Verständnis des Phänomens VGI erlangen zu können. Die Anzahl der Beitragenden, sprich jener Nutzer, welche mindestens einen Editiervorgang durchführen, zeigt in allen drei Ländern eine ähnliche Entwicklung über die Jahre. Während der Sommermonate werden jeweils kleine Spitzen der *Mapping*-Aktivität festgestellt. Nach dem anfänglich starken Übergewicht des Tags „highway“, kommt der Tag „building“ in allen drei Ländern

²⁹ <http://routing.osm.ch/>, Zugriff: 02.07.2014

immer häufiger vor. In der Schweiz hat der öffentliche Verkehr einen auffallend hohen Stellenwert, was der grosse Anteil des Tags „railway“ verdeutlicht. Grundsätzlich wird festgehalten, „dass sich die Aktivität in den drei Ländern kontinuierlich von der Erfassung hin zur Modifikation der Daten verlagert“ (Steinmann, Brunauer und Gröchenig, 2013: S. 181).

3.5 Forschungslücke und Forschungsfragen

In der OSM-Forschung liegt das Gewicht auf der Analyse des Strassennetzes und die POI bleiben im Hintergrund. Wie in Kapitel 3.2.2 erläutert, existieren vereinzelte Studien, welche sich mit den POI in OSM auseinandersetzen und komparative Qualitätsanalysen mit Referenzdatensätzen durchführen. In der Schweiz bleibt es im Rahmen der vergleichenden Qualitätsanalyse bei der in Kapitel 3.4.2 erläuterten Statistik, welche thematisch eingeschränkt ist, keine POI berücksichtigt und lediglich das Qualitätsmerkmal der Vollständigkeit untersucht. Dies dient als Motivation, die OSM-POI in der Schweiz genauer zu analysieren. Das Ziel besteht im ersten Forschungsansatz darin, die Qualität der POI in OSM zu untersuchen. Anhand von kommerziellen Daten und öffentlichen Verwaltungsdaten soll gezeigt werden, inwiefern OSM mit den Geodatenstandards Schritt halten und entsprechend als Basis für Applikationen und Lösungen von räumlichen Analyseaufgaben dienen könnte. Die Beantwortung der nachfolgenden Forschungsfragen liefert im Rahmen des ersten Forschungsansatzes Anhaltspunkte für die explorative Analyse.

1. Kann die Qualität der POI in OSM mit kommerziellen und/oder OG-Daten in der Stadt Zürich Schritt halten?

- a. Wie unterscheidet sich die Thematik der POI von OSM, local.ch und Open Data Zürich in der Stadt Zürich bezüglich Thematik?**
- b. Wie vollständig sind die POI-Kategorien von OSM in der Stadt Zürich im Vergleich zu jenen von local.ch und Open Data Zürich?**
- c. Wie unterscheidet sich die räumliche Verteilung der POI von OSM und local.ch in der Stadt Zürich?**
- d. Wie hoch ist die Positionsgenauigkeit der POI von OSM in der Stadt Zürich im Vergleich zu jenen von local.ch und Open Data Zürich?**

Neben Qualitätsuntersuchungen eröffnet OSM Forschungsmöglichkeiten in Bezug auf den allgemeinen Entwicklungsstand und die Charakteristik der von Nutzern generierten OSM-POI. In der Schweiz werden POI-Datensätze von OSM in diversen Applikation implementiert. Analytisch hat man sich jedoch kaum mit diesen Geodaten auseinandergesetzt. Entsprechend gering ist die Dichte an Information über die Charakteristik und den allgemeinen Entwicklungsstand der OSM-POI in der Schweiz. Die freigeschaltete Applikation *poi-map.ch* ermöglicht interaktive Abfragen der POI basierend auf Tags, ist allerdings nicht auf räumliche oder thematische Analysen der POI ausgerichtet. Basierend auf *Taginfo Switzerland* wäre eine thematische Analyse der POI denkbar, da vermerkt ist, wie viele einzelne *Nodes* (vgl. Kapitel 1.1.1) jeweils anhand eines bestimmten Tags beschrieben werden. Eine Kategorisierung der POI ist allerdings auf dieser Grundlage nicht möglich, da der Fokus auf den Tags und nicht auf den kartierten Objekten liegt. Im Rahmen des zweiten Forschungsansatzes der vorliegenden Arbeit werden die POI in OSM auf Schweizer Gebiet explorativ mit räumlich-thematischem Fokus und unter Einbezug von nutzerspezifischen Aspekten erforscht. Die im Anschluss festgehaltenen Fragestellungen dienen in diesem Prozess als Leitfaden.

2. *Wie sieht der thematisch-räumliche Entwicklungsstand der POI in OSM in der Schweiz aus?*

- a. *Welche Themenbereiche sind in OSM abgedeckt? Welche thematischen Schwerpunkte sind zu erkennen? Wie können diese charakterisiert werden?***
- b. *Wie lässt sich die räumliche Verteilung der POI in der Schweiz auf verschiedenen räumlichen Ebenen charakterisieren?***
- c. *Welche thematischen und räumlichen Schwerpunkte zeigen die aktivsten Mitwirkenden?***

4 Daten und Software

Im Folgenden ist die Datengrundlage, deren Beschaffung und die Aufbereitung von Interesse. Zudem wird die im Rahmen der vorliegenden Arbeit verwendete Software vorgestellt und deren Anwendung begründet.

4.1 Datengrundlage

4.1.1 POI-Datensätze

Es gibt verschiedene Möglichkeiten, OSM-Daten herunterzuladen. Erfolgt der Download nicht direkt über das *Application Programming Interface (API)* von OSM, ist es möglich, die Daten bei unterschiedlichen Anbietern in diversen Formaten zu beziehen. Hierbei ist Vorsicht geboten, da die zur Verfügung stehenden Dateien häufig inhaltlich vorsortiert sind. Aus diesem Grund wird der Punktdatensatz von OSM, welcher sämtliche isoliert kartierten Punkte beinhaltet, für die vorliegende Arbeit bei der Geofabrik³⁰ als komprimierter Rohdatensatz im Format `.osm.bz2`, datiert auf den 8. Januar 2014, bezogen. Für die explorative Analyse werden sämtliche kartierten *Nodes* als POI betrachtet. *Relations* und *Ways*, welche POI darstellen, fliessen nicht in die Untersuchung ein, da sie gemäss Strunck (2010) einen vernachlässigbaren Anteil ausmachen. Zu Beginn des Jahres 2014 beträgt die Anzahl POI in OSM in der Schweiz gemäss *POI-Snapshot* 694'278. Wie Abbildung 5 zeigt, liefern diese POI auf den ersten blick eine gute räumliche Abdeckung der ganzen Schweiz.

³⁰ <http://www.geofabrik.de/>, Zugriff: 08.01.2014



Abb. 5: Schweizer POI-Datensatz von OSM (8. Januar 2014)

In der Absicht, eine Qualitätsevaluation von OSM-POI zu erarbeiten, werden neben dem POI-Datensatz dieses VGI-Projekts zwei weitere Datensätze für die Stadt Zürich als Referenzen hinzugezogen. Als kommerzielle Vergleichsmöglichkeit dienen ausgewählte POI-Kategorien des auf Mitte Mai datierten Datensatzes im .json-Format mit Koordinaten von *local.ch*. Für die Analyse der Thematik und der räumlichen Verteilung wird ein vollständiger POI-Datensatz der ganzen Stadt Zürich vom September 2013 verwendet (vgl. Abbildung 6).

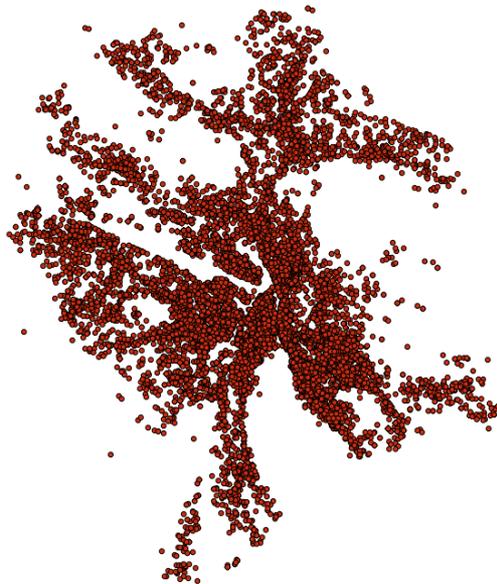


Abb. 6: Zürcher POI-Datensatz von local.ch (September 2013)

Des Weiteren dienen einzelne POI-Datensätze des OGD-Portals der Stadt Zürich namens *Open Data Zürich* als weitere Vergleichsmöglichkeit. Die Geodaten der Stadt Zürich können aus dem *online*-Datenkatalog im .shp-Format bezogen werden. Die einzelnen Datensätze unterscheiden sich zeitlich in ihrer Aktualität. Die ausgewählten Dateien stammen aus den Jahren 2013 und 2014.

4.1.2 Bundesamt für Landestopographie „swisstopo“

Für räumliche Filterungen und Kategorisierungen werden die institutionellen Gemeinde-, Kantons- und Landesgrenzen der Landesvermessung 1903 (CH1903 / LV03) gewählt. Diese Geodaten werden als Flächendatensatz beim Bundesamt für Landestopographie *swisstopo*³¹ bezogen und ermöglichen räumliche Verschneidungen mit den vorhandenen Punktdatensätzen.

4.1.3 Bundesamt für Statistik

Für die intrinsische Analyse von OSM dienen statistische Kennzahlen auf verschiedenen räumlichen Ebenen als Referenzen. Zudem werden im Rahmen der gesamtschweizerischen räumlichen Analyse des OSM-POI-Datensatzes die sogenannten Analyseregionen³² integriert, welche vom Bundesamt für Statistik (BFS) als räumliche Gliederungsmöglichkeiten innerhalb der Schweiz bezeichnet werden.

*„Analyseregionen werden gebildet, weil wichtige räumlich-soziale Phänomene eines Landes und die daraus resultierenden regionalen Disparitäten durch die institutionellen und regionalpolitischen Gliederungen nicht optimal zum Ausdruck gebracht werden können.“*³¹

Zusätzlich zu den Analyseregionen als Raumgliederungsmöglichkeit wird die Gemeindetypologie nach dem Zentrum-Peripherie-Modell³³ als statistische Analysegrundlage verwendet.

³¹ <http://www.swisstopo.admin.ch/>, Zugriff: 02.07.2014

³² http://www.bfs.admin.ch/bfs/portal/de/index/regionen/11/geo/analyse_regionen/01.html,
Zugriff: 02.07.2014

³³ http://www.bfs.admin.ch/bfs/portal/de/index/regionen/11/geo/raeumliche_typologien/00.html,
Zugriff: 02.07.2014

4.2 Software

Für den Grossteil der explorativen POI-Analyse wird das Programm QGIS verwendet, welches als kostenloser Download zur Verfügung steht und die Installation auf zahlreichen Betriebssystemen zulässt.

„QGIS ist ein Open-Source geographisches Informationssystem mit einer internationalen Gemeinschaft von enthusiastischen Benutzern, Entwicklern und Unterstützern.“³⁴

Im Programm QGIS, welches der *GNU General Public License* unterliegt, dienen zahlreiche Werkzeuge der Filterung, Bearbeitung und Analyse von Vektor- und Rasterdatensätzen. Eine Vielzahl von Erweiterungen kann für spezifische Analysen installiert werden und gilt als wertvolle zusätzliche Funktionalität von QGIS.

Mit Ausnahme der Rasterzellenanalyse werden im Rahmen der deskriptiven Statistik die Funktionalitäten von ESRI ArcGIS und SPSS genutzt.

4.3 Datenaufbereitung

Der OSM-Datensatz in Form einer .osm-Datei und die OG-Punktdatensätze als .shp-Dateien können direkt in QGIS geladen werden. Die Daten von *local.ch* werden zuerst von einer .json-Datei in eine mit QGIS kompatible .csv-Datei konvertiert.

Im Zuge der Datenaufbereitung gilt es, redundante Attribute aus den Datensätzen zu entfernen. Dies geschieht nicht zuletzt, um die Grösse der einzelnen Dateien auf überschaubarem und arbeitsfähigem Niveau zu halten. Abschliessend werden die POI-Daten anhand des Polygondatensatzes der Landesvermessung 1903 auf die gewünschten Analysegebiete zugeschnitten und durch weitere Attribute in Form von Kennzahlen des Bundesamtes für Statistik erweitert.

³⁴ <http://www.qgis.org/de/site/forusers/index.html>, Zugriff: 02.07.2014

Das Kapitel der Methodik dient dazu, die aus zwei Forschungsansätzen bestehende explorative Herangehensweise zu erläutern. Einführend werden der Ablauf und der Inhalt des Forschungsvorhabens illustriert. Anschliessend sind die Methoden von Interesse, welche innerhalb der einzelnen Analyseperspektiven zur Anwendung kommen.

5.1 Explorativer Forschungsansatz

Hinsichtlich der Forschungsabsichten (vgl. Kapitel 3.5) ist in der vorliegenden Arbeit eine explorative Analyse des OSM-POI-Datensatzes angedacht. Diese Herangehensweise verlangt Flexibilität und eröffnet schrittweise neue Analysemöglichkeiten. Die in Kapitel 3.5 aufgezeigten Fragestellungen dienen als Leitfaden. Nachfolgende Abbildung veranschaulicht die beiden Forschungsansätze im Rahmen des explorativen Vorgehens.

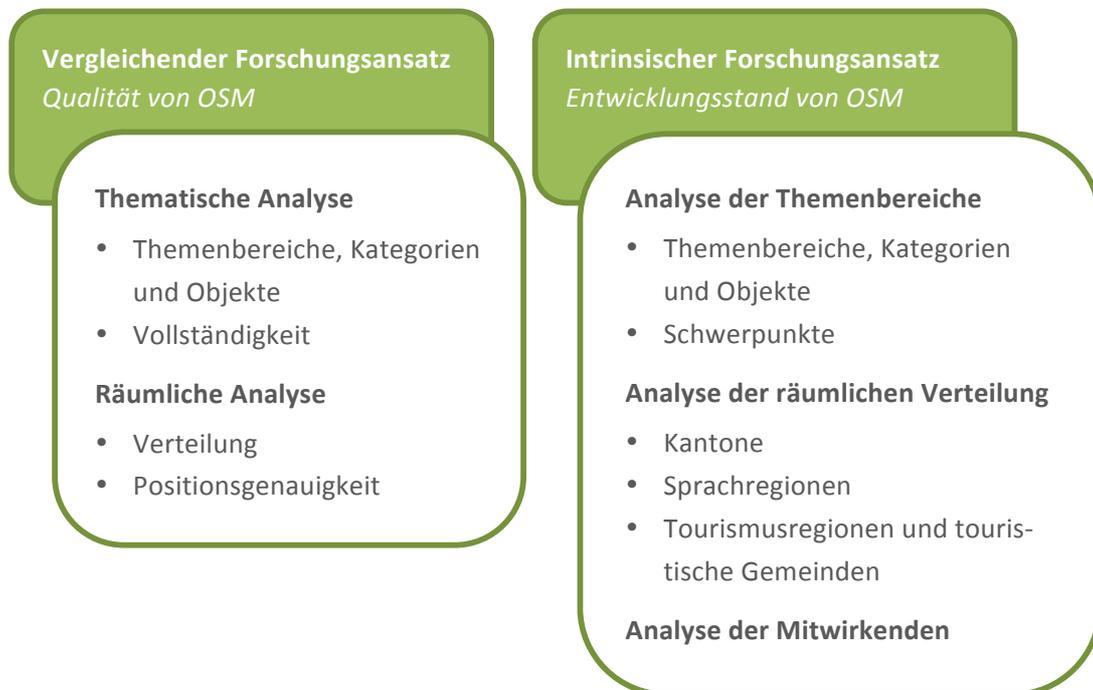


Abb. 7: Bestandteile des explorativen Forschungsansatzes

Der vergleichende Forschungsansatz, basierend auf zwei Referenzdatensätzen, dient der Qualitätsanalyse der OSM-POI in der Stadt Zürich als repräsentatives städtisches Gebiet der Schweiz. Im Fokus stehen aus thematischer Sicht die Charakterisierung der abgedeckten Themenbereiche und die relative Vollständigkeit des OSM-Datensatzes in Bezug zu den beiden Referenzdatensätzen. Aus räumlicher Perspektive interessieren die Verteilung der POI innerhalb der Datensätze und die relative Positionsgenauigkeit der OSM-POI im Verhältnis zu den Referenzdatensätzen. Im zweiten Teil der explorativen Forschung wird der OSM-POI-Datensatz der ganzen Schweiz aus intrinsischer Perspektive ohne Vergleichsmöglichkeiten analysiert. Hierbei stehen wiederum die Analyse der Thematik sowie räumliche Aspekte des OSM-POI-Datensatzes im Vordergrund. Zusätzlich interessieren in diesem Kontext thematische und räumliche Muster der aktivsten Mitwirkenden.

Der Fokus liegt in dieser Arbeit vorwiegend auf den Daten, welche das Ergebnis der Partizipation der Nutzer darstellen. Im Rahmen der Aktivitäts- und Interaktivitätsanalyse in VGI bezeichnen Rehl et al. (2013) diese Perspektive als *Data-Centric View*, zu Deutsch Datensicht. Im Gegensatz zum *User-Centric View*, der Nutzersicht, steht in diesem Ansatz das kollektiv erarbeitete Ergebnis und die Identifikation von objektbezogenen Aktivitätsmustern im Vordergrund. Die Nutzersicht fokussiert auf die Motivation der Mitwirkenden und versucht, anhand der verschiedenen Verhaltensweisen und Partizipationsmuster bestimmte Nutzertypen zu identifizieren. Zum Schluss des intrinsischen Forschungsansatzes wird der Fokus auf die Nutzer gelenkt. Aus der Datensicht resultierende Erkenntnisse sollen bestmöglich auf bestimmte Verhaltensweisen und Partizipationsmuster von Mitwirkenden zurückgeführt und entsprechend aus Nutzersicht interpretiert werden.

5.2 Vergleichender Forschungsansatz

Vor dem Hintergrund, dass es sich bei *local.ch* um kommerzielle Geodaten, bei den städtischen Geodaten um OGD und bei OSM um nutzergenerierte Geodaten handelt, ist bei einer vergleichenden Analyse der POI-Datensätze Vorsicht geboten. Der Zweck und die Absicht, Sachdaten aus verschiedenen Themenbereichen zu georeferenzieren, sind identisch und rechtfertigen deshalb einen Vergleich ausgewählter Kategorien. Dennoch müssen Aspekte wie der spezifische Nutzungszweck und die Herkunft der Daten, welche den Inhalt als subjektive, nicht messbare Qualitätsmerkmale beeinflussen, bei der Gegenüberstellung der drei Datensätze berücksichtigt werden.

5.2.1 Thematische Analyse

Der kommerzielle Datensatz sowie der OG-Datensatz sind bereits thematisch in Kategorien strukturiert. Für einen thematischen Vergleich müssen die OSM-POI ebenfalls in übergeordnete Themenbereiche und Kategorien unterteilt werden. Dies geschieht schrittweise anhand einer Extraktion in QGIS, welche sich an den Tags orientiert. Die Definition der Themenbereiche stützt sich in erster Linie auf die vorhandenen *Keys*. Bei grossen und inhaltlich vielfältigen Themenbereichen dienen neben den *Keys* auch die detaillierten *Values* als Orientierung für die weitere Unterteilung in Kategorien. Die aus der Filterung hervorgehenden Themenbereiche und Kategorien werden im Kapitel 6.1.1.1 im Rahmen der thematischen Perspektive als Resultate erläutert.

Neben grundlegenden Unterschieden und Auffälligkeiten in der Thematik der drei Datensätze werden für die Eruierung der Vollständigkeit repräsentative Kategorien, welche in OSM und in einem oder beiden Referenzdatensätzen vertreten sind, ermittelt. Um einen ersten Eindruck der relativen Vollständigkeit von OSM im Verhältnis zu den beiden Referenzdatensätzen zu generieren, wird jeweils die Anzahl der Objekte einer Kategorie in OSM den Referenzdaten gegenübergestellt. Auf diese Art und Weise wird gezeigt, inwiefern die generelle Fülle der OSM-Daten mit den kommerziellen und städtischen Daten Schritt halten kann. Im Datensatz von *local.ch* sind einige POI doppelt vorhanden. Beispielsweise repräsentiert der eine ein Coiffeurgeschäft, während der andere für die Aktiengesellschaft oder die Firma steht, welche das Geschäft besitzt. Diese doppelten Geometrien werden für die direkte Gegenüberstellung zur Ermittlung der relativen Vollständigkeit eliminiert.

5.2.2 Räumliche Analyse

Der Vergleich von *local.ch*-POI-Daten, städtischer Geodaten und OSM-POI-Daten aus räumlicher Perspektive soll in einer ersten Phase einen Eindruck über die Verteilung der POI allgemein in der Stadt Zürich vermitteln. Hierbei werden Masse und Methoden der deskriptiven Statistik und der erweiterten Beschreibung räumlicher Punktmuster angewendet, wie sie O'Sullivan und Unwin (2010) vorstellen. Die Punktverteilung ist bivariat, wobei die beiden Dimensionen der räumlichen Ebene (x , y) die beiden Variablen bilden. Basierend auf sogenannten Rasterzellenanalysen (Strunck, 2010) können im Rahmen der erweiterten statistischen Beschreibung regionale Unterschiede in der bivariaten Verteilung der

POI eruiert werden. Die Rasterzellenanalyse ist ein Dichtemass, welches auf der absoluten Lage der POI basiert und Effekte erster Ordnung aufzeigt (O’Sullivan und Unwin, 2010). Ein gleichmässiges Raster wird über das entsprechende Gebiet gelegt. Anschliessend wird die Anzahl POI, welche in einer einzelnen Rasterzelle liegen, ermittelt. Die Ergebnisse veranschaulichen die räumliche Verteilung der POI in der Stadt Zürich. Diese Dichteanalyse lässt die Erkennung von POI-Anhäufungen zu. Dadurch können räumliche Interessensschwerpunkte der unterschiedlichen Urheber der Daten identifiziert werden. Neben der Dichteanalyse werden die Standarddistanzen eruiert, welche gemäss O’Sullivan und Unwin (2010) als räumliches Streuungsmass die Streuung der Datenmenge um das arithmetische Mittelzentrum respektive den Schwerpunkt des Datensatzes quantifizieren. Um *Clustering* als Effekt zweiter Ordnung zu erkennen, wird anhand des Werkzeugs *Average Nearest Neighbor* ein Index berechnet, welcher auf der durchschnittlichen Entfernung eines Objekts zum nächsten Nachbarn basiert. Diese Methode ermöglicht Aussagen darüber, ob die POI gebündelt oder zerstreut vorliegen.

Als zweite Komponente der räumlichen Analyse neben der Verteilung wird die durchschnittliche Positionsgenauigkeit der OSM-POI als relatives Qualitätsmerkmal in Bezug auf die beiden Referenzdatensätze berechnet. Dies erlaubt Aussagen über die räumliche Genauigkeit von nutzergenerierten Daten im Vergleich mit kommerziellen Daten und öffentlichen Verwaltungsdaten. Die POI-Kategorien, welche in diese Analyse integriert sind, beinhalten Objekte, welche in der Realität eine möglichst geringe räumliche Ausdehnung aufweisen. Goodchild und Hunter (1997) sowie Jackson et al. (2013) weisen darauf hin, dass die Identifikation des richtigen Messpunktes für ein Objekt stark von dessen Definition abhängt. Je grösser ein Objekt in der Realität ist, desto mehr Möglichkeiten gibt es, die Georeferenzierung vorzunehmen, wie dies folgendes Zitat unterstreicht:

„ [...] in dealing with point features representing areal features, there is an inherent ambiguity in identifying a single location to represent such a feature. Accordingly, the accuracy of such features is affected by how well a contributor can distill an areal feature to a single location and how consistently this operation can be performed across a range of different contributors.“

(Jackson et al., 2013: S. 510)

Ein Restaurant kann beispielsweise am Eingang, im Mittelpunkt oder in der Ecke des Gebäudes georeferenziert werden. Eine kleine räumliche Ausdehnung lässt insofern keine grosse Auswahl an möglichen Messpunkten offen. Parkplätze oder grossflächige Spielplät-

ze erweisen sich aus dieser Perspektive als ungünstige POI-Kategorien in der Ermittlung der relativen Positionsgenauigkeit. Hinsichtlich der Untersuchung dieses Qualitätsmerkmals ist es unerlässlich, POI aus verschiedenen Datensätzen, welche explizit das gleiche Objekt darstellen, als Paar zu identifizieren, um eine adäquate Datengrundlage zu schaffen. In der einfachen Gegenüberstellung der Datensätze im Rahmen der Vollständigkeitsanalyse wird nicht sicher gestellt, dass jeweils von identischen Objekten die Rede ist. Eine gleiche Anzahl als POI kartierter Hotels in zwei Datensätzen bedeutet nicht, dass es sich jeweils um die gleichen Hotels handelt (vgl. Kapitel 3.2.2).

Für die Analyse der Positionsgenauigkeit werden deshalb innerhalb der zu vergleichenden Kategorien POI-Paare ermittelt, sprich zwei POI, welche in unterschiedlichen Datensätzen dasselbe Objekt repräsentieren. Ob zwei POI das gleiche Restaurant oder den gleichen Abfalleimer veranschaulichen, kann nur anhand eindeutig identifizierender Attribute sicher gestellt werden. In OSM werden kartierte Objekte häufig mit Namen versehen, sofern dies die Art des Objekts zulässt. In den Datensätzen von *Open Data Zürich* sind alle Objekte, welche in der Realität einen Namen tragen, mit entsprechendem Namensattribut versehen. Im Datensatz von *local.ch* steht ebenfalls ein den spezifischen Objektnamen beinhaltendes Attribut zur Verfügung. Zu Beginn werden in QGIS anhand von Distanzmatrizen die jeweils zehn nächsten Nachbarn der OSM-POI separat aus beiden Referenzdatensätzen bestimmt. Dies geschieht in der Annahme, dass sich der gesuchte POI, welcher das identische Objekt repräsentiert, innerhalb dieses Nachbarschaftskreises in einer Kategorie befindet. Anschliessend werden POI-Paare anhand eines Vergleichs der Namen der durch die Distanzmatrizen selektierten POI bestimmt. Hierbei werden dank einer *Substring-Matching*-Methode nicht nur komplett identische, sondern auch teilweise übereinstimmende Namen gefunden. Die räumlichen Distanzen innerhalb der eruierten POI-Paare werden anhand unterschiedlicher Puffergrössen klassiert. Bei vergleichenden Positionsgenauigkeitsanalysen von Linien muss der Generalisierungsgrad der verschiedenen Datensätze zusätzlich berücksichtigt werden. Dieser Aspekt fällt bei Punktdatensätzen weg.

Abschliessend werden die Häufigkeitsverteilung sowie die Charakteristik der räumlichen Verteilung der Positionsgenauigkeitswerte untersucht. Anhand der *Getis-Ord General G-Statistik* wird der Grad der *Cluster*-Bildung von hohen und tiefen Werten gemessen (Helbich, Amelunxen und Neis, 2012).

5.3 Intrinsischer Forschungsansatz

Der intrinsische Blick auf den OSM-POI-Datensatz richtet sich nach dem Ziel, den thematisch-räumlichen Entwicklungsstand des VGI-Projekts zu ermitteln, zu charakterisieren und zu ergründen.

5.3.2 Analyse der Themenbereiche

Die thematische Untersuchung der Gesamtheit der Schweizer POI in OSM besteht aus einer Einteilung der POI in verschiedene Themenbereiche und deren inhaltlichen Analyse. Die inhaltliche Strukturierung unterscheidet sich aufgrund der umfangreicheren und vielfältigeren Datengrundlage von der Kategorisierung im Rahmen des vergleichenden Ansatzes. Die Vorgehensweise in Form einer Filterung der Daten anhand der *Keys* und *Values* ist identisch. Das Ziel besteht darin, die POI in überschaubare und intuitive Themenbereiche einzuteilen. Sämtliche POI-Arten, welche mehr als 100 Mal vorkommen und identifizierbar sind, werden den Themenbereichen zugeordnet oder werden selbst als Themenbereich definiert. POI, welche aufgrund fehlender oder unklarer Tags nicht identifizierbar sind, werden einer Restgruppe zugeteilt. Es wird angestrebt, anhand der Prominenz respektive des Umfangs der verschiedenen Themenbereiche zu erkennen, welche Objekte die Aufmerksamkeit der OSM-Mitwirkenden auf sich ziehen. In diesem Sinne liegt der Fokus bei den POI an sich und nicht bei den Tags und Tagging-Gewohnheiten der Mitwirkenden. *Taginfo Switzerland* (vgl. Kapitel 2.4.2) ermittelt fortlaufend die Häufigkeiten und Kombinationen verschiedener Tags. Die thematische Analyse in der vorliegenden Arbeit beabsichtigt hingegen, die POI selbst in der Schweiz anhand der verwendeten *Keys* und *Values* zu kategorisieren und so die Interessen und Prioritäten der Kartierenden aufzuzeigen. Filterungen und Abfragefunktionen ermöglichen diese Kategorisierung basierend auf den Tags weitgehend. Es gibt POI, welche sich in OSM auf ein einzelnes Objekt beziehen, jedoch mehrere Tags besitzen. Bei der Kategorisierung dieser POI liegt die Schwierigkeit darin, den einen, das Objekt identifizierenden Tag von den restlichen, das Objekt beschreibenden Tags zu unterscheiden und zu extrahieren. Folgende Beispiele illustrieren diese Problematik: „natural = tree, type = broad_leaved“ oder „amenity = restaurant, cuisine = chinese“. In dieser Angelegenheit hilft *Taginfo Switzerland*, die identifizierenden Tags aufgrund der grösseren Häufigkeiten ausfindig zu machen.

Im Anschluss an die grobe inhaltliche Strukturierung des Gesamtdatensatzes werden thematische Schwerpunkte herausgegriffen und unter anderem aus räumlicher Perspektive untersucht.

5.3.3 Analyse der räumlichen Verteilung

Die POI-Schweiz in OSM wird räumlich auf verschiedenen Ebenen untersucht. Die Analyse verfolgt das Ziel, räumliche Muster und Zusammenhänge in den OSM-POI zu identifizieren und zu ergründen. Sofern nichts anderes vermerkt ist, werden die einzelnen kartierten Bäume des Themenbereichs „Natur & Umgebung“, welche knapp die Hälfte des gesamten POI-Datensatzes ausmachen, von diesen räumlichen Analysen ausgeschlossen. Diese „Baum“-POI werden als thematischer Schwerpunkt im Kapitel 6.2.1.2 separat untersucht.

Zu Beginn werden die POI-Daten auf kantonaler Ebene als institutioneller Gliederungstyp analysiert. Das Ziel ist es, anhand von Korrelationsanalysen auf mögliche Zusammenhänge zwischen der Verteilung der OSM-POI in der Schweiz und den kantonalen Kennzahlen zu schliessen. In dieser Absicht werden die Variablen in Tabelle 3 anhand von bivariaten Korrelationsanalysen auf Zusammenhänge getestet. Bei einer Normalverteilung der jeweiligen Variablen 1 und 2 wird eine Analyse nach *Pearson* durchgeführt, sonst wird jene nach *Spearman* gewählt.

Variable 1	Variable 2
Kantonaler POI-Anteil	Kantonaler Bevölkerungsanteil Kantonaler Flächenanteil
Kantonale POI-Dichte	Kantonale Bevölkerungsdichte

Tab. 3: Variablen der bivariaten Korrelationsanalysen auf kantonaler Ebene

Im Anschluss an die Analysen auf kantonaler Ebene stehen die verschiedenen Sprachgebiete als Analyseregionen im Vordergrund und dienen als räumliche Untersuchungsgrundlage. Quantitative Aspekte werden anhand eines Vergleichs der POI-Zahlen mit den Flächen- und Bevölkerungszahlen sowie den Nutzeranteilen der verschiedenen Sprachregionen erforscht. Korrelationsanalysen können für diese Ebene nicht durchgeführt werden, weil die Anzahl Objekte, sprich die vier Sprachregionen, als Grundgesamtheit zu klein ist.

Als weitere räumliche Gliederung dienen die verschiedenen Tourismusregionen und die in der Gemeindetypologie des BFS als touristisch eingestuftten Gemeinden der Schweiz. Auf dieser räumlichen Analysegrundlage werden die Verteilung und die Schwerpunkte des Themenbereichs „Tourismus & Information“ erforscht. Zusätzlich wird anhand eines quantitativen Vergleichs mit den Zahlen des BFS ein Augenmerk auf die Vollständigkeit der kartierten Unterkünfte in den einzelnen Tourismusregionen gelegt.

5.3.4 Analyse der Mitwirkenden

Abschliessend richtet sich im Rahmen der intrinsischen OSM-Analyse der POI in der Schweiz die vorwiegend objektbezogene Sicht (Rehrl et al., 2013) auf die Mitwirkenden, welche hinter den Objekten stehen. In diesem Kontext werden die POI derjenigen Nutzer, welche für über 10'000 der aktuellen Versionen auf dem *Snapshot* verantwortlich sind, in Bezug auf die Thematik und die räumliche Verteilung untersucht. Neben dem visuellen Analyseansatz dienen die Standarddistanzen als Anhaltspunkt für die Beschreibung der räumlichen Charakteristik.

Im Rahmen des folgenden Kapitels werden Resultate der beiden Forschungsansätze in Form von Abbildungen, Tabellen und Text präsentiert. Die explorativ erworbenen Erkenntnisse dienen als Grundlage für die Diskussion.

6.1 Vergleichende Analyse

6.1.1 Thematische Analyse

6.1.1.1 Themenbereiche, Kategorien und Objekte

Im kommerziellen Datensatz von *local.ch*, welcher über 22'000 POI beinhaltet, fällt das Übergewicht an privaten POI auf, wie sie im Kapitel 3.2.2 anhand der Kategorisierung von Zheng (2012) erläutert werden. Als privat gelten in der vorliegenden Arbeit Dienstleistungsfirmen wie Anwaltskanzleien, Ingenieurbüros, Coiffeurgeschäfte oder Reisebüros, welche gemeinsam mit Institutionen aus dem medizinischen Bereich den Grossteil der städtischen POI in *local.ch* ausmachen. Schulen oder Kirchen werden im Gegensatz zu Zhengs (2012) Gruppierung in dieser Arbeit zu den öffentlichen POI gezählt. Diese Einrichtungen gelten in der Schweiz als öffentlich und sind nicht im Besitz von Privatpersonen oder Unternehmen. Gegensätzlich zu *local.ch* zeigt sich das Angebot an OG-Daten der Stadt Zürich. Dieses beinhaltet, mit Ausnahme der Verpflegungsmöglichkeiten, ausschliesslich Datensätze mit öffentlichen POI, wie Spielplätzen, städtischen Sportanlagen, Kirchen, Abfallgefässen oder Recyclingstationen.

Durch schrittweise Filterung können 92% der über 23'000 OSM-POI einer der eigenhändig definierten Themenbereiche (vgl. Abbildung 8) zugeordnet werden. Die restlichen 8% werden aufgrund unklarer Beschreibung durch die Tags nicht kategorisiert. Knapp 37 % der kategorisierten POI stellen Adressangaben ohne weitere POI-Bezeichnungen dar und bilden den grössten Themenbereich „Adressen“.

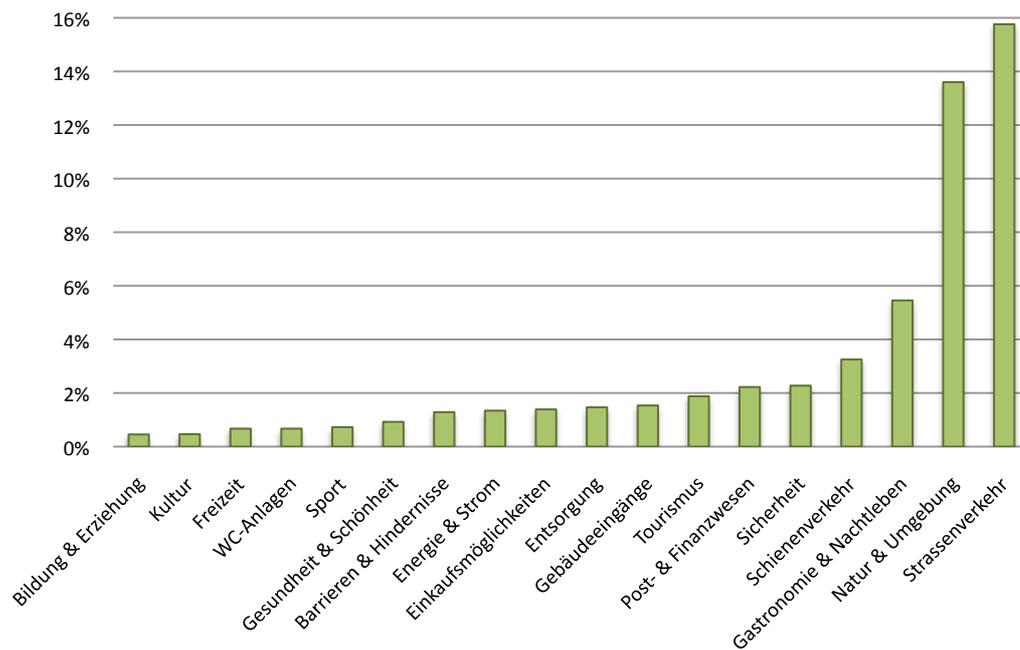


Abb. 8: POI-Themenbereiche von OSM in der Stadt Zürich

In Abbildung 8 ist zu erkennen, dass sich OSM durch eine enorme thematische Vielfalt an POI auf städtischem Gebiet auszeichnet. Einzelne Themenbereiche bilden eine einzige Kategorie mit einheitlichen Objekten ab, während andere Themenbereiche mehrere Kategorien mit verschiedenen Objekten beinhalten. Sowohl öffentliche als auch private POI sind von Interesse, wodurch sich das Projekt aus diesem Blickwinkel zwischen dem kommerziellen und dem städtischen Datensatz ansiedelt. Zusätzlich erscheinen in OSM Objekte wie beispielsweise Strommasten oder Barrieren aufgrund ihrer Kartierung als *Node* ebenfalls als POI. Als ähnliches Beispiel gelten die separat als POI markierten Gebäudeeingänge, welche als Bestandteile eines bereits als POI gekennzeichneten Gebäudes einen eigenen Themenbereich darstellen. Neben dem grossen Anteil, welchen die als POI integrierten Adressen ausmachen, sind die Natur und die Umgebung sowie sämtliche Objekte im Zusammenhang mit dem Strassenverkehr für die OSM-Nutzer von grossem Interesse.

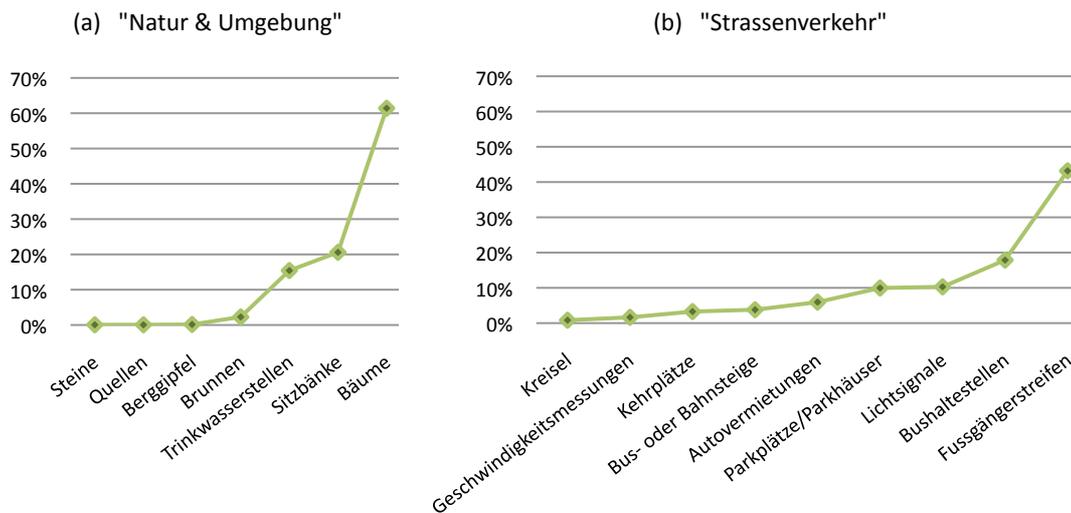


Abb. 9: Thematik in (a) „Natur & Umgebung“ und (b) „Strassenverkehr“

Ein Blick auf die Objekte und Kategorien des Themenbereichs „Natur & Umgebung“ (Abbildung 9a) zeigt, dass die Kartierung einzelner Bäume sehr stark ins Gewicht fällt und weit über die Hälfte dieses Themenbereichs ausmacht. Innerhalb des Themenbereichs „Strassenverkehr“ (Abbildung 9b) stellen die markierten Überquerungsmöglichkeiten der Strasse für Fussgänger vor den kartierten Bushaltestellen und den Lichtsignalen mit Abstand die grösste Kategorie dar. Neben diesen beiden Themenbereichen, welche ausschliesslich öffentliche POI abbilden, ist „Gastronomie & Nachtleben“ der umfangreichste Themenbereich, welcher private POI beinhaltet. Objekte wie Restaurants, Bars, Bäckereien und Diskotheken sind als privatwirtschaftliche Unternehmen in OSM mengenmässig wesentlich besser abgedeckt als die Einkaufsmöglichkeiten oder das Finanz- und Postwesen als weitere Beispiele privater POI.

6.1.1.2 Vollständigkeit

OSM und die beiden Referenzdatensätze weisen einige ähnliche Kategorien von POI auf, welche eine Untersuchung der kategoriellen Vollständigkeit als Bestandteil der Qualitätsanalyse ermöglichen. Eine umfassende Vollständigkeitsanalyse der drei Gesamtdatensätze wird nicht als sinnvoll erachtet, da einige Kategorien aufgrund der unterschiedlichen Nutzungszwecke inhaltlich nicht vergleichbar sind. Die nachfolgende Tabelle gibt einen Überblick über die Kategorien, welche Eingang in die Analyse der Vollständigkeit finden und somit in die Untersuchung der Qualität von OSM einfließen. Diese Auswahl macht 13% aller Stadtzürcher POI in OSM aus.

Kategorie	OSM - POI	local.ch - POI	Open Data Zürich - POI
Apotheken	77	106	-
Autovermietungen	4	16	-
Aussichtspunkte	32	-	45
Bäckereien	53	75	-
Banken	53	163	-
Bars	132	182	-
Buchläden	28	51	-
Coiffeursalons	118	634	-
Fahrradverleihe	4	-	6
Glaubenseinrichtungen	18	216	-
Hotels	91	140	-
Kinos	20	17	-
Kirchen	17	25	81
Kleidergeschäfte	150	254	-
Parkhäuser	44	26	116
Picknickstellen	84	-	109
Polizeistellen	18	24	36
Restaurants	680	1'006	(2'127 Gastwirtschaftsbetriebe)
Sammelstellen	148	-	170
Schwimmbäder	15	8	25
Spielplätze	121	-	153
Synagogen	1	-	12
Tankstellen	71	21	-
Toiletten	157	-	99
Überflurhydranten	424	-	4'524
Unterflurhydranten	50	-	3'680
Zweiradabstellplätze	173	-	884

Tab. 4: Anzahl POI in ausgewählten Kategorien

Tabelle 4 unterstreicht die Erkenntnis, dass sich OSM aus thematischer Sicht zwischen den kommerziellen Daten von *local.ch* und den öffentlichen Verwaltungsdaten von *Open Data Zürich* ansiedelt und eine Mischung aus privaten und öffentlichen POI repräsentiert. Die Mehrheit der privaten OSM-POI ist dem Themenbereich „Gastronomie & Nachtleben“ zuzuordnen. Anhand von 1'589 Objekten aus 17 Vergleichskategorien errechnet sich eine durchschnittliche relative Vollständigkeit von OSM im Verhältnis zu *local.ch* von gut 82%. In Bezug auf die Datensätze von *Open Data Zürich* beläuft sich der relative Anteil von OSM

bei 1'288 Objekten aus 14 Kategorien auf rund 61%. Dieser Anteil ist durch die hohe Anzahl Hydranten im Datensatz von *Open Data Zürich* negativ beeinflusst. Es ist anzunehmen, dass der Stadt Zürich ein offizielles Verzeichnis dieser Objekte vorliegt, während in OSM die Nutzer explizit Interesse zeigen müssen, diese Einzelobjekte manuell zu erfassen. Des Weiteren ist zu erwähnen, dass der mengenmässige Vergleich der Restaurants von OSM und von *Open Data Zürich* nicht in die Durchschnittsberechnung einfliesst, weil in den OGD die Restaurants innerhalb der Kategorie Gastwirtschaftsbetriebe (2'127 POI) nicht von Bars und sonstigen Verpflegungsangeboten unterschieden werden können. Dennoch zeigen die Zahlen, dass die Kategorien des Themenbereichs „Gastronomie & Nachtleben“ wichtige Bestandteile aller drei Datensätze sind. Eine Herausforderung ist der quantitative Vergleich der Kirchen. In OSM werden „Orte der Anbetung“ kartiert – ein Tag, welcher die Religion definiert, ist selten erfasst. Eine einzelne Synagoge kann als solche identifiziert werden. Der Rest wird in der Analyse der Vollständigkeit als christliche Kirchen interpretiert, in der Annahme, dass ein nicht christlicher Ort der Anbetung anhand von Tags entsprechend beschrieben würde, um als Spezialfall in der Stadt Zürich erkannt zu werden.

6.1.2 Räumliche Analyse

6.1.2.1 Verteilung

Die Rasterzellenanalysen mit einer Rasterweite von einem Kilometer vermitteln einen Eindruck über die räumliche Verteilung der POI in den verschiedenen Datensätzen. Die Verteilung der Gesamtmenge an POI in der Stadt Zürich wird in den Datensätzen von *local.ch* und OSM verglichen.

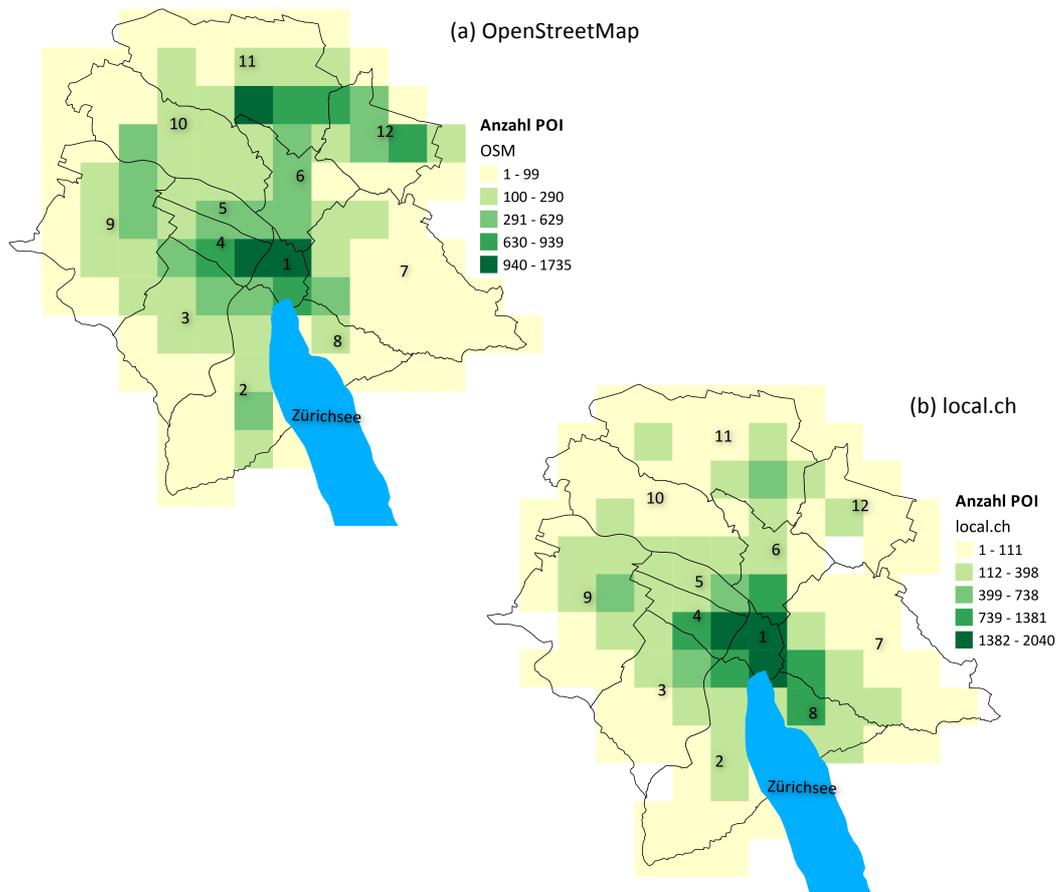


Abb. 10: POI-Verteilung von (a) OSM und (b) local.ch in der Stadt Zürich

In der Abbildung 10 (b) ist zu erkennen, dass sich die Verteilung der POI von *local.ch* stark auf die Innenstadt, den Stadtkreis 1, konzentriert und sich an der Topographie ausrichtet. Die Erhebungen des Geländes rund um die Innenstadt, also der Zürichberg, der Adlisberg, der Käferberg und der Fuss des Üetlibergs zeigen eine geringere Dichte an *local.ch*-POI. Diese Erscheinung kommt bei den POI von OSM in geringerem Masse zum Ausdruck, weil in OSM auch Objekte der Natur als POI kartiert werden (vgl. Abbildung 9a). Die Verteilung

in OSM (Abbildung 10a) ist im ganzen Stadtgebiet ausgeglichener und weist im Quartier Oerlikon im Stadtkreis 11 neben der Innenstadt auf einen räumlichen Schwerpunkt hin. Dieser kommt vorwiegend aufgrund der zahlreichen kartierten Bäumen in dieser Gegend zustande. *local.ch* konzentriert sich als kommerzieller Datenanbieter auf privatwirtschaftliche Unternehmen, deren Schwerpunkt in der Innenstadt liegt und nicht im als Wohngebiet bekannten Zürich Nord. Dennoch ist es in Anbetracht der zunehmenden Dichte an Dienstleistungsunternehmen in Zürich Nord erstaunlich, dass diese Ansammlung in *local.ch* praktisch nicht in Erscheinung tritt und in der Innenstadt absolut gesehen doppelt bis dreimal so viele POI pro Quadratkilometer erfasst sind. Die Beobachtungen der unterschiedlichen räumlichen Verteilungen werden anhand statistischer Kennzahlen in Tabelle 5 belegt.

Datensatz	Arithmetisches Mittelzentrum	Standarddistanz	Nearest Neighbor-Index
OSM	682872 / 249094	3041 m	0,47
local.ch	682821 / 247974	2551 m	0,26

Tab. 5: Statistische Kennzahlen der Gesamtdatensätze

Das arithmetische Mittelzentrum – der räumliche Schwerpunkt – liegt im OSM-POI-Datensatz nordöstlicher als bei den POI von *local.ch*, in Zürich Nord. Die Streuung um das jeweilige Mittelzentrum fällt bei OSM grossräumiger aus, was am höheren Wert der Standarddistanz zu erkennen ist. Der *Nearest Neighbor*-Index verdeutlicht als statistisches Abstandsmass, dass die Daten von *local.ch* zu höherem Grad gebündelt vorliegen als die OSM-Daten und somit ein stärkeres *Clustering* aufweisen.

6.1.2.2 Positionsgenauigkeit

Die Untersuchung der Positionsgenauigkeit der OSM-POI findet auf der Ebene einzelner Kategorien statt. Die Anzahl POI-Paare bezieht sich auf jene POI zweier Datensätze innerhalb einer Kategorie, welche als identisch betrachtet werden. In der Spalte „Gepaarte OSM-POI“ wird prozentual gezeigt, wie viele OSM-POI der jeweiligen Kategorie mit einem POI des anderen Datensatzes gepaart werden können. Die Distanzen der gepaarten POI sind in verschiedene Puffergrößen klassiert.

Kategorie	POI-Paare	Gepaarte OSM-POI	5m Puffer	5-10m Puffer	10-20m Puffer	20-50m Puffer	Distanz > 50m
Apotheken	68	88.3%	10.3%	32.4%	42.6%	13.2%	1.5%
Autovermietungen	2	50.0%	50.0%	0.0%	50.0%	0.0%	0.0%
Bäckereien	30	54.7%	27.6%	24.1%	37.9%	3.5%	6.9%
Banken	40	75.5%	12.5%	22.5%	45.0%	12.5%	7.5%
Bars	33	25.0%	15.2%	42.4%	24.2%	15.2%	3.0%
Buchläden	15	53.6%	40.0%	40.0%	6.7%	6.7%	6.7%
Coiffeursalons	76	64.4%	23.7%	32.9%	32.9%	5.3%	5.3%
Hotels	73	80.2%	16.4%	37.0%	30.1%	13.7%	2.7%
Kinos	19	95.0%	15.8%	10.5%	57.9%	10.5%	5.3%
Kleidergeschäfte	33	22.0%	24.2%	27.3%	18.2%	15.2%	15.2%
Polizeistellen	16	88.9%	25.0%	25.0%	37.5%	0.0%	12.5%
Restaurants	447	65.7%	19.2%	35.1%	32.7%	9.8%	3.1%
Tankstellen	11	15.5%	9.1%	18.2%	27.3%	9.1%	36.3%
Durchschnitt (gerundet)		60%	22%	27%	34%	9%	8%

Tab. 6: Pufferanalyse zur Positionsgenauigkeit der OSM-POI mit local.ch-POI

Die Tabelle 6 zeigt kategorienweise, wie genau die POI in OSM im Vergleich zu den POI in *local.ch* georeferenziert sind. Durchschnittlich kann mehr als die Hälfte (60%) der OSM-POI einer Kategorie anhand eines eindeutigen Namens einem *local.ch*-POI zugeordnet werden. Die Tankstellen, Kleidergeschäfte und Bars weisen eine sehr tiefe Übereinstimmungsquote mit dem kommerziellen Datensatz auf. Dies wird auf folgende Ursachen zurückgeführt: Fehlende Namen in OSM, passender *local.ch*-POI befindet sich nicht innerhalb der festgelegten Nachbarschaft des OSM-POI (vgl. Kapitel 5.2.2) oder möglicherweise mangelnde Aktualität des einen oder anderen Datensatzes. Insgesamt werden in den ausgewählten Kategorien 862 übereinstimmende POI ermittelt. Hiervon befindet sich knapp die Hälfte (22% + 27%) im Umkreis von 10 Metern von den entsprechenden POI aus *local.ch*. Ein wei-

teres Drittel der gepaarten OSM-POI liegt in einem Radius von 10 bis 20 Metern von den entsprechenden *local.ch*-POI entfernt. Das restliche knappe Fünftel weist eine Positionsabweichung von mehr als 20 Metern auf. Gesamthaft befinden sich in den analysierten Kategorien durchschnittlich über 80% der gepaarten POI innerhalb von weniger als 20 Meter Distanz zum entsprechenden *local.ch*-POI.

Kategorie	POI-Paare	Durchschnittliche Distanz [m]	Standarddistanz [m]
Apotheken	68	13.9	11.2
Autovermietungen	2	10.7	5.8
Bäckereien	29	38.4	20.6
Banken	40	23.2	42.0
Bars	33	13.6	9.9
Buchläden	15	10.0	11.7
Coiffeursalons	76	17.6	51.2
Hotels	73	13.5	13.5
Kinos	19	22.4	39.0
Kleidergeschäfte	33	24.2	63.7
Polizeistellen	16	17.1	23.1
Restaurants	447	12.9	14.2
Tankstellen	11	176.9	327.3

Tab. 7: Statistik zur Positionsgenauigkeit der OSM-POI mit *local.ch*-POI

Die Statistik zur Positionsgenauigkeit in Tabelle 7 zeigt die durchschnittliche Distanz der POI-Paare und die Standarddistanz innerhalb der Kategorien. Die Werte der Tankstellen sind durch zwei Ausreisser beeinflusst. Trotz der hohen Positionsabweichungen von mehreren hundert Metern wird aufgrund der identischen Namen davon ausgegangen, dass es sich bei beiden Fällen in beiden Datensätzen um die gleichen Tankstellen handelt. Würden diese zwei hohen Werte nicht berücksichtigt, wären die durchschnittliche Positionsabweichung mit 25.1 Metern sowie die Standarddistanz in dieser Kategorie mit 24.2 Metern deutlich kleiner. Ebenfalls einen grossen Einfluss hätte der Ausschluss dieser beiden Objekte auf die Streubreite der durchschnittlichen Distanzen aller Kategorien, welche von 166.9 Metern auf 28.4 Meter reduziert würde. Lediglich 2 Meter Unterschied würde diese Massnahme jedoch bei der durchschnittlichen kategoriellen Positionsabweichung bewirken, welche im Rahmen dieser Analyse von Interesse ist. Aus diesem Grund werden die Ausreisser nicht aus der Analyse ausgeschlossen. Es ergibt sich entsprechend gesamthaft eine durchschnittliche Positionsgenauigkeit der Stadtzürcher OSM-POI in Bezug auf die *local.ch*-

POI von 17.6 Metern. In dieser gesamthaften Durchschnittsberechnung werden die Kategorien entsprechend ihrer Anzahl POI-Paare gewichtet, weil die kategoriellen Durchschnitte die Grundlage bilden. Der Median der durchschnittlichen Positionsgenauigkeit der Kategorien liegt, wiederum unter Berücksichtigung der Anzahl POI-Paare pro Kategorie, bei 12.9 Metern und fällt tiefer aus als der Mittelwert (17.6 Meter). Dies zeigt, dass die Werte der Positionsgenauigkeit, also die Distanzen der POI-Paare, einer rechtsschiefen Verteilung folgen und dementsprechend Heterogenität aufweisen (Jackson et al. 2013). Tiefe Werte kommen häufig vor, während hohe Werte seltener auftreten. Diese Verteilung spricht für eine gute durchschnittliche Positionsgenauigkeit der OSM-Daten.

Der Z-Wert -2.1 der *Getis-Ord General G-Statistik* deutet bei einem Signifikanzniveau von 0.05 auf eine *Cluster-Bildung* von niedrigen Positionsfehlern hin. Dies ist positiv einzustufen, da hohe Werte nur vereinzelt und räumlich verteilt vorkommen und entsprechend als Ausreisser betrachtet werden können.

Die Positionsgenauigkeitsanalyse der OSM-POI auf der Basis der OG-Daten findet ebenfalls kategorienweise in der Stadt Zürich statt. Bei den Kategorien der Toiletten, der Sammelstellen sowie der Ober- respektive Unterflurhydranten basieren die Paare lediglich auf der Distanzmatrix, da diese Objekte keine Namen tragen. Die ausschliesslich kurzen Distanzen der gepaarten POI rechtfertigen jedoch den Einbezug dieser Kategorien ohne namentliche Identifikation in die Positionsgenauigkeitsanalyse.

Kategorie	POI-Paare	Gepaarte OSM-POI	5m Puffer	5-10m Puffer	10-20m Puffer	20-50m Puffer	Distanz > 50m
Fahrradverleihe	3	75.0%	0.0%	33.3%	0.0%	33.3%	33.3%
Toiletten	120	76.4%	51.7%	18.3%	19.2%	8.3%	2.5%
Sammelstellen	120	81.1%	51.7%	23.3%	15.8%	5.0%	4.2%
Polizeistellen	16	88.9%	25.0%	31.3%	25.0%	6.3%	12.5%
Synagogen	1	100.0%	0.0%	100.0%	0.0%	0.0%	0.0%
Kirchen	9	52.9%	11.1%	11.1%	22.2%	55.6%	0.0%
Unterflurhydranten	50	100.0%	66.0%	26.0%	4.0%	4.0%	0.0%
Oberflurhydranten	423	99.8%	64.8%	24.1%	7.8%	2.6%	0.7%
Schwimmbäder	10	66.7%	8.3%	8.3%	16.7%	25.0%	41.7%
Restaurants	517	76.0%	37.3%	36.4%	17.2%	8.1%	1%
Durchschnitt (gerundet)		82%	31%	13%	15%	9%	32%

Tab. 8: Pufferanalyse zur Positionsgenauigkeit der OSM-POI mit Open Data Zürich-POI

Wie Tabelle 8 zeigt, können durchschnittlich über 80% der OSM-POI in der Stadt Zürich innerhalb einer Kategorie mit den POI von *Open Data Zürich* gepaart werden. Dieser Anteil ist prozentual sowie absolut mit 1'269 Paaren höher, als jener der Vergleichsanalyse mit den *local.ch*-Daten. Es fällt auf, dass im Gegensatz zur Positionsgenauigkeitsanalyse mit den kommerziellen Daten als Referenz in allen Kategorien mehr als 50% der OSM-POI gepaart werden können. Die aus diesen mehrheitlich öffentlichen POI-Kategorien berechneten Durchschnittswerte verteilen sich dipolartig auf die verschiedenen Puffergrößenklassen: Im kleinsten und im grössten Puffer befindet sich durchschnittlich jeweils ein Drittel der POI einer Kategorie, während sich das letzte Drittel auf die drei mittleren Puffer verteilt. Knapp 60% der gepaarten POI befinden sich innerhalb von 20 Metern Distanz zum entsprechenden *Open Data Zürich*-POI – beim Vergleich mit *local.ch* sind es 80%.

Kategorie	POI-Paare	Durchschnittliche Distanz [m]	Standarddistanz [m]
Fahrradverleihe	3	45.2	47.0
Toiletten	120	9.6	15.0
Sammelstellen	120	9.6	15.2
Polizeistellen	16	16.1	19.6
Synagogen	1	4.7	-
Kirchen	9	19.9	12.7
Unterflurhydranten	50	5.3	6.4
Oberflurhydranten	423	5.8	8.3
Schwimmbäder	10	43.8	44.2
Restaurants	517	9.2	9.9

Tab. 9: Statistik zur Positionsgenauigkeit der OSM-POI mit *Open Data Zürich*-POI

Die Tabelle 9 zeigt, dass die durchschnittliche Distanz der POI-Paare in einer Kategorie zwischen 5.3 und 45.2 Metern liegt. Aus den Werten resultiert über alle einbezogenen Kategorien eine durchschnittliche Positionsgenauigkeit der POI in der Stadt Zürich von 8.5 Metern, welche sich deutlich von den 17.6 Metern in der Vergleichsanalyse mit *local.ch* abheben. In diesem räumlichen Vergleich folgen die Werte der Positionsgenauigkeit einer links-schiefen Verteilung, was der Median zu erkennen gibt, welcher mit 9.6 Metern grösser ausfällt als der Mittelwert. Entsprechend machen grosse Positionsfehler einen grösseren Teil aus als kleinere Distanzen der POI-Paare. Sämtliche Werte bewegen sich jedoch gegenüber der Positionsgenauigkeitsanalyse mit *local.ch* auf einem tieferen Niveau, wie dies der Median und der Mittelwert verdeutlichen.

Tiefe Positionsgenauigkeitswerte zeigen in dieser Vergleichsanalyse bei einer Irrtumswahrscheinlichkeit von 5% noch etwas intensivere *Cluster*-Bildung als bei der Vergleichsanalyse mit *local.ch*, was am stärker negativen Z-Wert von -2.9 zu erkennen ist.

Sämtliche thematischen und räumlichen Vergleichsanalysen basieren auf einer Auswahl an Kategorien, welche öffentliche und private POI beinhalten und die Grundgesamtheit repräsentieren. Bei der Analyse werden, wie bereits in Kapitel 4.1.1 erwähnt, lediglich POI berücksichtigt, welche geometrisch als Punkte, und nicht als Linien oder Polygone erfasst sind. Das Beispiel der Georeferenzierung von *VitaParcours* zeigt, dass der Definition eines POI inhaltlich je nach Datenhersteller unterschiedliche Grenzen gesetzt werden und Objekte anhand verschiedener Geometrien abgebildet werden. In OSM sind vier Zürcher *VitaParcours* in Form von einem oder mehreren POI dargestellt. Im Datensatz von *Open Data Zürich* sind sechs *Vitaparcours* linear georeferenziert. Die Vollständigkeit dieser Objekte in OSM auf die Referenz von *Open Data Zürich* bezogen beträgt entsprechend 66.6%. In der nachfolgenden Abbildung 11 ist dieser Wert ersichtlich. An den *VitaParcours* Käferberg und Schwamendingen ist zu erkennen, wie die OSM-POI für die verschiedenen Stationen der beiden *Parcours* die linearen Elemente des OG-Datensatzes abdecken.

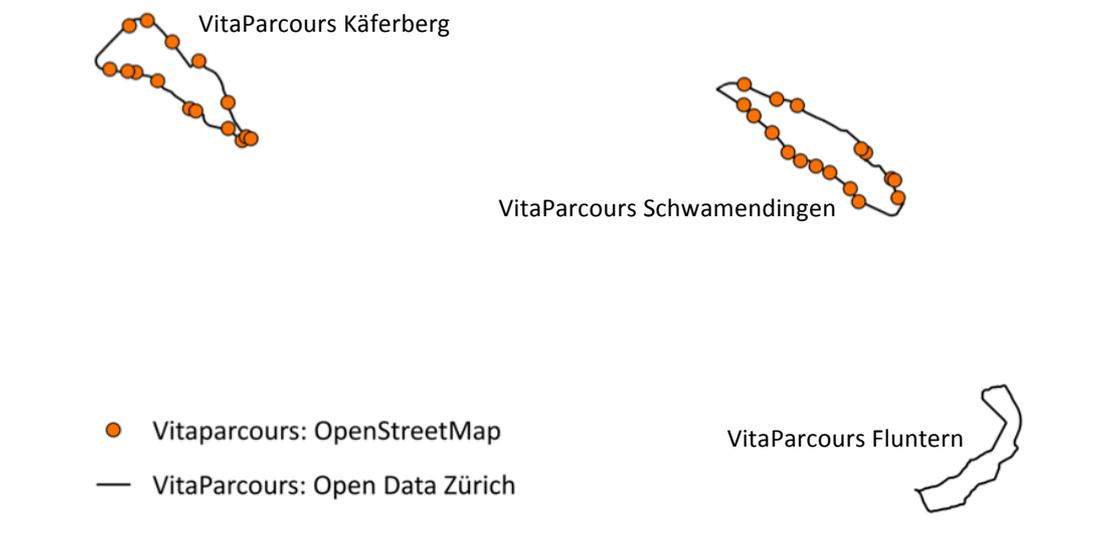


Abb. 11: Visualisierung der VitaParcours in OSM und Open Data Zürich

6.2 Intrinsische Analyse

6.2.1 Analyse der Themenbereiche

6.2.1.1 Themenbereiche, Kategorien und Objekte

Von den 694'278 OSM-POI in der Schweiz können 95% thematisch identifiziert und einem Themenbereich zugeordnet werden. Die unkonventionellen POI-Themenbereiche und deren Vielfalt kommen aufgrund der Entscheidung zustande, alle OSM-*Nodes* als POI einzustufen. So gelten beispielsweise als *Nodes* kartierte Ortschaften oder Gebäudeeingänge als POI. Die restlichen, nicht kategorisierten 5% stellen POI dar, deren Tags lediglich einen Namen, eine ID, eine Datenquelle oder eine andere Beschreibung ohne explizite Objektbezeichnung beinhalten. In Tabelle 10 sind die gebildeten Themenbereiche und die darin enthaltenen Kategorien respektive Objekte aufgelistet. Vereinzelt stellt eine einzige Art von Objekten einen eigenen Themenbereich dar (beispielsweise „Uhren“ oder „Telefone“). Zudem gibt es Themenbereiche, welche direkt aus einzelnen Objekten und nicht aus mehreren Kategorien zusammengesetzt sind. Als Ideengrundlage für die Bezeichnung der Bereiche dient *Taginfo Switzerland*.

Themenbereiche	Kategorien- / Objektbeispiele
Adressen	komplette Adressinformationen
Barrieren	Tore, Gatter, Poller
Bildung & Erziehung	Schulen, Kindertagesstätten, Kindergärten
Einkaufsmöglichkeiten	Kleiderläden, Schuhläden, Apotheken
Eisenbahnverkehr	Bahnübergänge, Haltepunkte
Energie & Strom	Strommasten, Freileitungsmasten
Entsorgung	Abfalleimer, Recycling-Stationen
Finanzen & Post	Banken, Poststellen, Briefkästen
Freizeit, Sport & Kultur	Theater, Schwimmbäder, Bibliotheken
Gastronomie	Restaurants, Bars, Cafés
Gebäude- & Eingangsmarkierungen	-
Gesundheit	Spitäler, Ärzte
Glaubenseinrichtungen	Kirchen, Synagogen
Lifтанlagen	Stationen, Aufzüge
Luftverkehr	Flugplätze, Helikopterlandeplätze
Natur & Umgebung	Bäume, Berggipfel
Öffentlicher Verkehr	Tramhaltestellen, Bushaltestellen
Ortschaften	-
Private Firmenbüros	Architekten, Ingenieure
Sicherheit	Polizei- / Feuerwehrstützpunkte, Hydranten
Strassenverkehr	Radaranlagen, Kreisel, Kreuzungen
Telefone	-
Toiletten	-
Tourismus & Information	Hotels, Informationstafeln, Wanderwege
Uhren	-
Verwaltung & öffentliche Gebäude	Rathäuser, Gemeindehäuser
Zivilisationsbauten	Überwachungs- / Kontrollanlagen, Sitzbänke, Brunnen
<i>nicht kategorisiert</i>	-

Tab. 10: Thematik des OSM-POI-Datensatzes in der Schweiz

6.2.1.2 Schwerpunkte

Die Fülle der einzelnen Themenbereiche fällt sehr unterschiedlich aus. Beinahe die Hälfte aller Schweizer POI stellen Objekte der „Natur & Umwelt“ dar. 99% dieses Themenbereichs, rund 320'000 POI, sind einzeln erfasste Bäume. Die restlichen Objekte sind mehrheitlich Berggipfel und Bergpässe. Die Abbildung 12 veranschaulicht diesen Themenbereich aus räumlicher Sicht in Form einer Rasterzellenanalyse, wobei die Rasterweite 20 Kilometer beträgt.

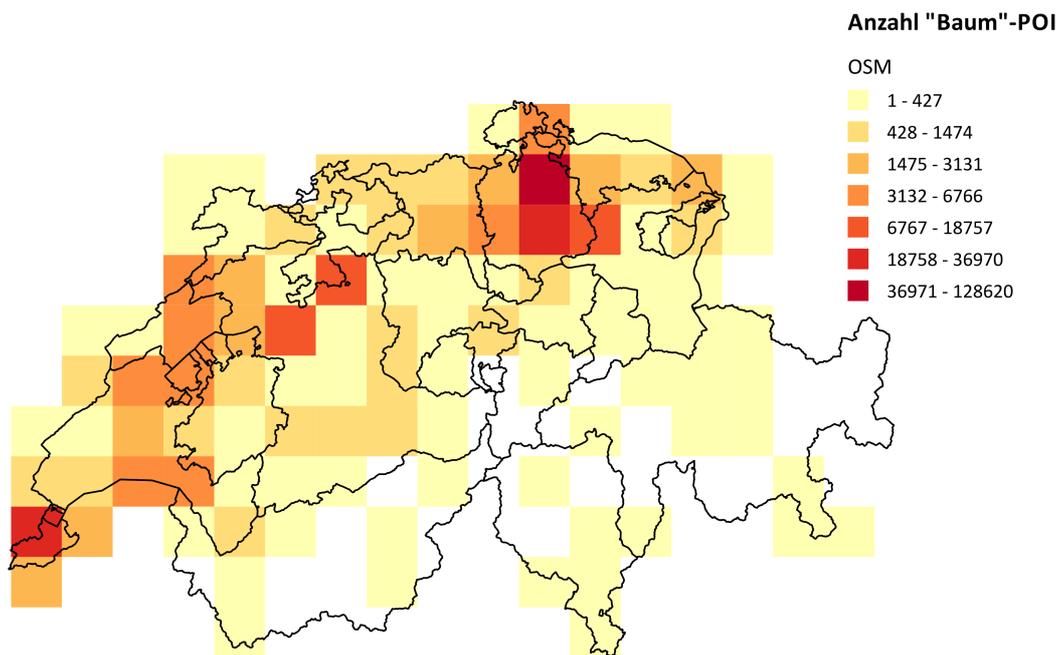


Abb. 12: Verteilung der „Baum“-POI von OSM in der Schweiz

Die Verteilung der einzeln erfassten Bäume zeigt räumliche Schwerpunkte in städtischen, dicht besiedelten und mitteldicht besiedelten Gebieten. Diese Strukturierung der Gemeinden anhand des Urbanisierungsgrad stützt sich auf die Nomenklatur DEGURBA³⁵ (*Degree of Urbanisation*). Der *Nearest Neighbor*-Index von 0.06 bestätigt diese starke räumliche Konzentration der „Baum“-POI. Die Dichtekarte verdeutlicht, dass Bäume als Bestandteile von Wäldern, welche als gering besiedeltes Gebiet eingestuft sind, nicht in Form von POI kartiert werden. Im Kanton Zürich sind knapp 75% aller POI einzelne Bäume. Drei Viertel dieser „Baum“-POI stammen vom Nutzer, welcher unter dem Namen „mdk“ kartiert. Dieser

³⁵ http://ec.europa.eu/eurostat/ramon/miscellaneous/index.cfm?TargetUrl=DSP_DEGURBA, Zugriff: 24.07.2014

Mitwirkende beschäftigt sich nach eigenen Angaben³⁶ mit dem Gebiet Winterthur sowie mit dem Tösstal, was die hohe Dichte in der Abbildung 12 im Norden des Kantons Zürich erklärt. Aus den Aktivitäten dieses Nutzers lässt sich im Rahmen der POI ein thematischer Fokus auf die einzelnen Bäume ablesen, da knapp 85% seiner kartierten POI in OSM Bäume darstellen.

Abbildung 13 klärt über die weiteren Anteile der gebildeten Themenbereiche am POI-Gesamtdatensatz der Schweiz auf.

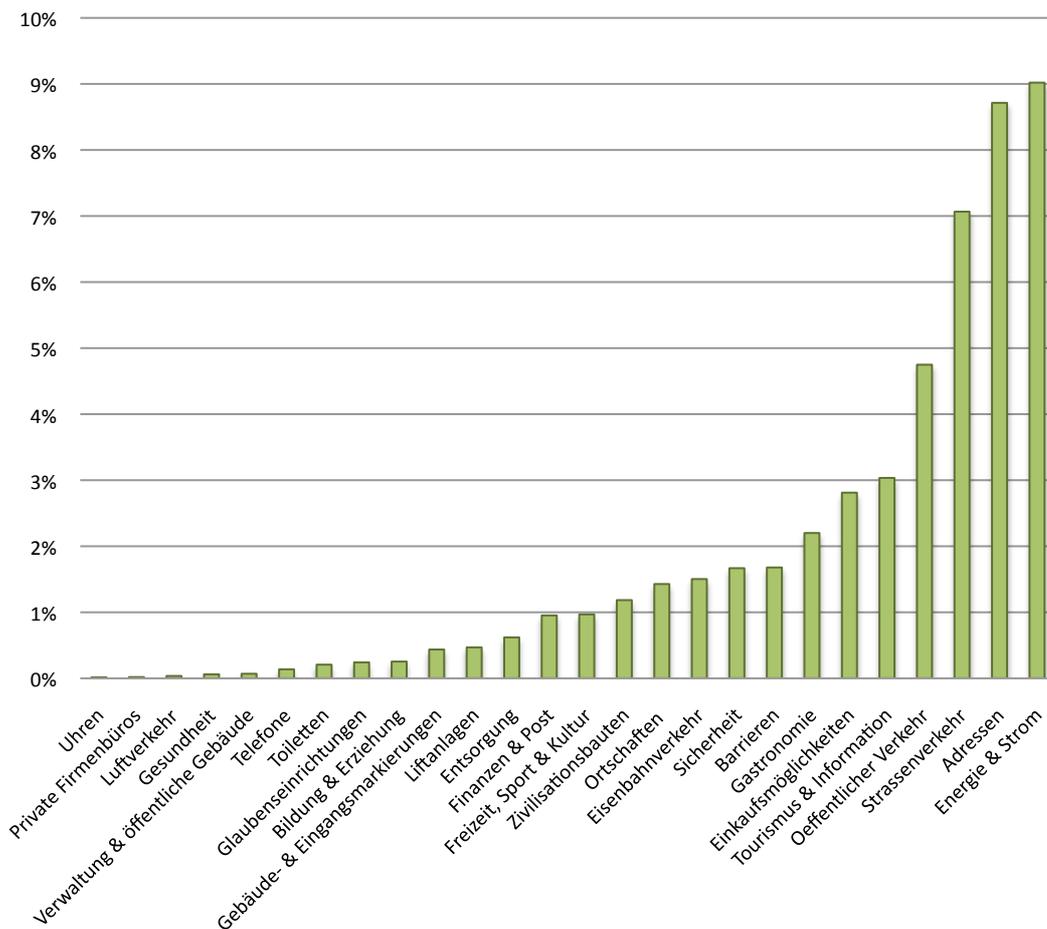


Abb. 13: Anteile der POI-Themenbereiche von OSM in der Schweiz (nicht abgebildet: „Natur & Umgebung“)

Der Bereich „Energie & Strom“ beinhaltet gemäss Abbildung 13 hinter „Natur & Umwelt“ am zweitmeisten POI und macht als weiterer thematischer Schwerpunkt 9% des Gesamtdatensatzes aus. Objekte, welche in diesem Themenbereich gruppiert werden, sind beispielsweise Strommasten, Antennen oder verschiedenartige Türme. Das eher starke Clu-

³⁶ <http://www.openstreetmap.org/user/mdk>, Zugriff: 24.07.2014

stering der POI dieses Themenbereichs (*Nearest Neighbor*-Index = 0.21) rührt daher, dass die Strommasten als punktuelle Elemente entlang der Leitungen dicht beieinander stehen.

Dem Themenbereich „Adressen“ werden jene POI zugeordnet, welche lediglich Adressinformationen als Tags aufweisen und keine spezifische Objektbezeichnung offenbaren. Objekte, welche eine explizite Bezeichnung vorweisen und zusätzliche Adressinformationen enthalten, werden nicht in diesen Themenbereich eingegliedert. Dies betrifft knapp 10'000 POI. In der Schweiz zeigt das Abbild des Themenbereichs „Adressen“ einen klaren räumlichen Fokus auf städtische Gebiete. Diese Erkenntnis wird durch den *Nearest Neighbor*-Index in diesem Themenbereich verdeutlicht, welcher bei einem Signifikanzniveau von 5% bei 0.07 liegt und dadurch auf ein starkes *Clustering* der Daten hinweist. Werden auch jene POI miteinbezogen, welche Adressinformationen als Zusatz zu einer expliziten Objektbezeichnung enthalten, weist der *Nearest Neighbor*-Index mit 0.1 ebenfalls auf ein starkes *Clustering* hin.

Gut 7% der POI des Gesamtdatensatzes werden im Kontext des Strassenverkehrs erfasst. Fussgängerstreifen, Wendepunkte und Lichtsignale sind die häufigsten POI in diesem Themenbereich. Neben Radargeräten und Strassenlaternen werden verschiedene Verkehrsschilder, beispielsweise Geschwindigkeitsbegrenzungen, als POI in OSM aufgenommen. Die POI dieses Themenbereichs zeigen offensichtliche städtische Verkehrsknotenpunkte, decken aber im Gegensatz zu den Adressen auch ländliche und weniger dicht besiedelte Gebiete gut ab. In diesem Themenbereich wäre mit einem etwas schwächeren *Clustering* zu rechnen, da sich ortsfeste Strassenverkehrsobjekte über die ganze Schweiz verteilen. Der *Nearest Neighbor*-Index von 0.21 kann als Anzeichen dafür gedeutet werden, dass in Bezug auf den Strassenverkehr bestimmte Gebiete (noch) nicht der Realität entsprechend erfasst sind.

Die vier erläuterten vorherrschenden Themenbereiche „Natur & Umgebung“, „Energie & Strom“, „Adressen“ und „Strassenverkehr“ zeigen aus räumlicher Perspektive eine ausgeglichene Verteilung der POI in der Schweiz, was an den grossen Standarddistanzen von rund 90 Kilometern erkennbar ist. Zudem unterstreichen diese kartierten Objekte die herausragende Bedeutung von öffentlich zugänglichen POI des Alltagslebens. Aus dem privatwirtschaftlichen Bereich sind gemäss Abbildung 13 POI im Bereich des Tourismus, der Gastronomie und des Nachtlebens sowie der Einkaufsmöglichkeiten quantitativ für die OSM-Nutzer von grösstem Interesse.

Eine Möglichkeit, weitere thematische Interessenschwerpunkte der OSM-Nutzer zu ermitteln oder bereits erkannte Vorlieben zu bestätigen, ist die Identifizierung von *Heavily Edited Objects* (Mooney und Corcoran, 2012a). Diese Objekte werden mehr als 15 Mal editiert und weisen entsprechend hohe Versionsnummern auf. Zu Beginn des Jahres 2014 können in der Schweiz 747 POI als *Heavily Edited Objects* identifiziert werden. Weit mehr als die Hälfte dieser Objekte stammen aus den Themenbereichen „Strassenverkehr“ und „Öffentlicher Verkehr“, welche ohnehin durch ihre Grösse auffallen (vgl. Abbildung 13). Aufschluss über einen weiteren Schwerpunkt gibt die geringe Anzahl der *Heavily Edited* POI in der Schweiz jedoch nicht.

6.2.2 Analyse der räumlichen Verteilung

Die „Baum“-POI sind in den Analysen dieses Kapitels nicht integriert, weil diese Objekte aufgrund des enormen quantitativen Übergewichtes in OSM die Anteile und Verteilungen stark einseitig beeinflussen und andere Auffälligkeiten entsprechend in den Hintergrund drängt.

6.2.2.1 Kantone

Abbildung 14 zeigt die räumliche Verteilung der OSM-POI auf kantonaler Ebene im Form einer Gegenüberstellung des POI-Anteils, des Bevölkerungsanteils und des Flächenanteils.

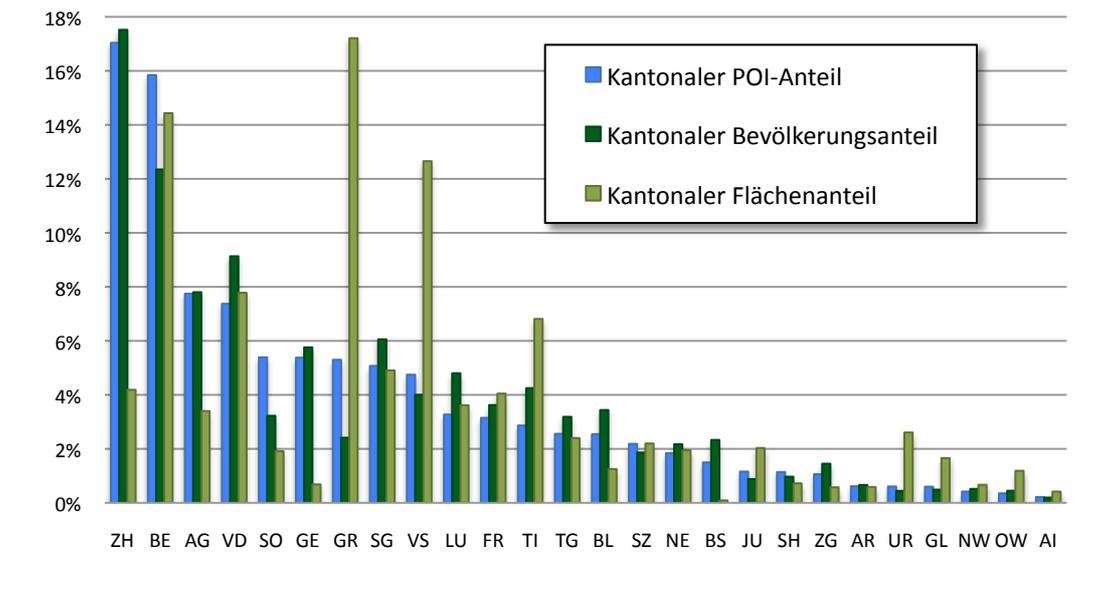


Abb. 14: Flächen-, Bevölkerungs- und POI-Anteile der Schweizer Kantone

Die Reihenfolge der Kantone richtet sich nach dem jeweiligen POI-Anteil am Gesamtdatensatz. In Zürich sind rund 17% aller Schweizer OSM-POI lokalisiert. Dieser höchste kantonale Anteil geht mit dem hohen Bevölkerungsanteil einher. Im Kanton Bern hingegen steht der Anteil an OSM-POI eher mit der grossen Fläche im Zusammenhang. Aufgrund dieser Graphik wird davon ausgegangen, dass weder die Kantonsflächen noch die jeweiligen Bevölkerungszahlen eindeutige Indikatoren für die Anzahl von OSM-POI sind und mit dieser im Zusammenhang stehen. Die Ergebnisse der Korrelationsanalysen nach Pearson (Tabelle 10) zeigen jedoch, dass die Bevölkerungsanteile auf kantonaler Ebene bei einem Signifikanzniveau von 0.05 eindeutig einen Zusammenhang mit den POI-Anteilen aufweisen (Korrelationskoeffizient $r = 0.948$). Beim kantonalen POI-Anteil und entsprechendem Flächenanteil ist gemäss Korrelationskoeffizient ($r = 0.518$) kein expliziter Zusammenhang erkennbar. Die leichte Tendenz hin zu einer positiven Korrelation kommt vor allem aufgrund der vielen kleinen Kantone zustande, welche einen sogenannten *Long Tail* (Gladwell, 2000) in der Verteilung bilden. Des Weiteren zeigen die kantonale POI-Dichte und die kantonale Bevölkerungsdichte einen deutlich positiven Zusammenhang ($r = 0.906$).

		Bevölkerungsanteil	Flächenanteil	Bevölkerungsdichte
POI-Anteil	r	0.948**	0.518**	-
	Sig.	0.000	0.007	
POI-Dichte	r	-	-	0.906**
	Sig.			0.000

**Signifikanzniveau: 0.05, Anzahl N = 26
(alle Variablen beziehen sich auf die kantonale Ebene)

Tab. 11: Korrelationsanalysen auf kantonaler Ebene

6.2.2.2 Sprachregionen

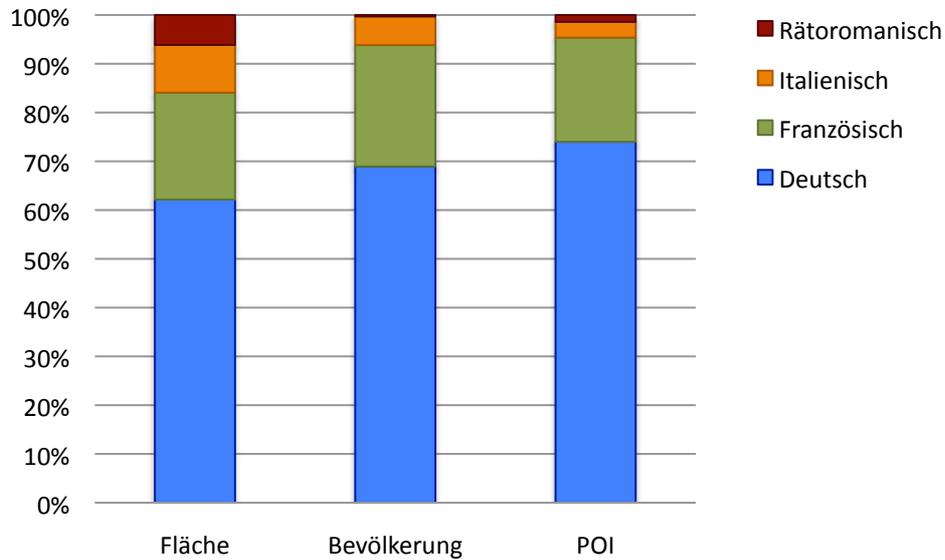
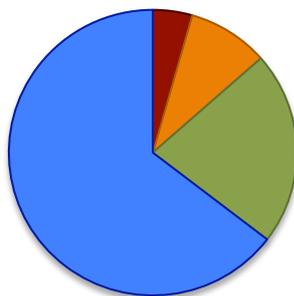


Abb. 15: Flächen-, Bevölkerungs- und POI-Anteile der Schweizer Sprachregionen

Abbildung 15 zeigt, dass die vier Schweizer Sprachregionen in Bezug auf die Flächenanteile, die Bevölkerungsanteile und die POI-Anteile im gleichen Verhältnis zueinander stehen. Die Deutschschweiz weist im Verhältnis zur Fläche und der Bevölkerung als einzige Sprachregion überproportional viele POI in OSM auf. In der italienischen Schweiz hingegen ist im Vergleich zum Flächen- und Bevölkerungsanteil proportional eine kleine Menge an OSM-POI kartiert.

(a) Anteile der Nutzer



(b) Anteile der POI

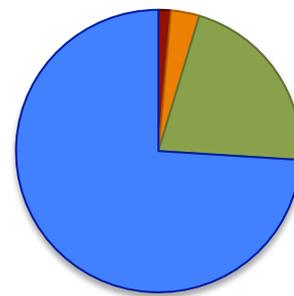


Abb. 16: (a) Nutzer- und (b) POI-Anteile der Sprachregionen

In der Abbildung 16 (a) sind die Anteile der kartierenden Nutzer der vier Sprachregionen dargestellt. Es gilt anzumerken, dass eine Minderheit aller Nutzer in mehr als einer Sprachregion POI erfasst. Diese Nutzeranteile in der Abbildung 16 (a) und die Anteile der POI in

Abbildung 16 (b) zeigen verhältnismässig ein ähnliches Bild. Aus der sprachspezifischen Sicht ist auffällig, dass die einzelnen Kartierenden in der Deutschschweiz überproportional viele POI in OSM erfassen. Die restlichen drei Sprachregionen zeigen das umgekehrte Bild: Die Nutzeranteile übersteigen in allen drei Fällen die POI-Anteile. Bei einem kurzen Blick auf die Thematik der POI in den Schweizer Sprachregionen stellt sich heraus, dass in der rätoromanischen Schweiz mit 14% überdurchschnittlich viele POI aus dem Bereich „Tourismus & Information“ stammen.

6.2.2.3 Tourismusregionen und touristische Gemeinden

Die Schweiz ist in 13 Tourismusregionen unterteilt. Jede Gemeinde lässt sich einer Tourismusregion zuordnen. In OSM können über 20'000 POI, was einem Anteil des Gesamtdatensatzes von 3% entspricht, dem Themenbereich „Tourismus & Information“ zugeteilt werden. Beispiele einzelner Objekte dieser Thematik können der Tabelle 10 entnommen werden. Die nachfolgende Abbildung 17 veranschaulicht die Verteilung dieser POI über die verschiedenen Tourismusregionen.

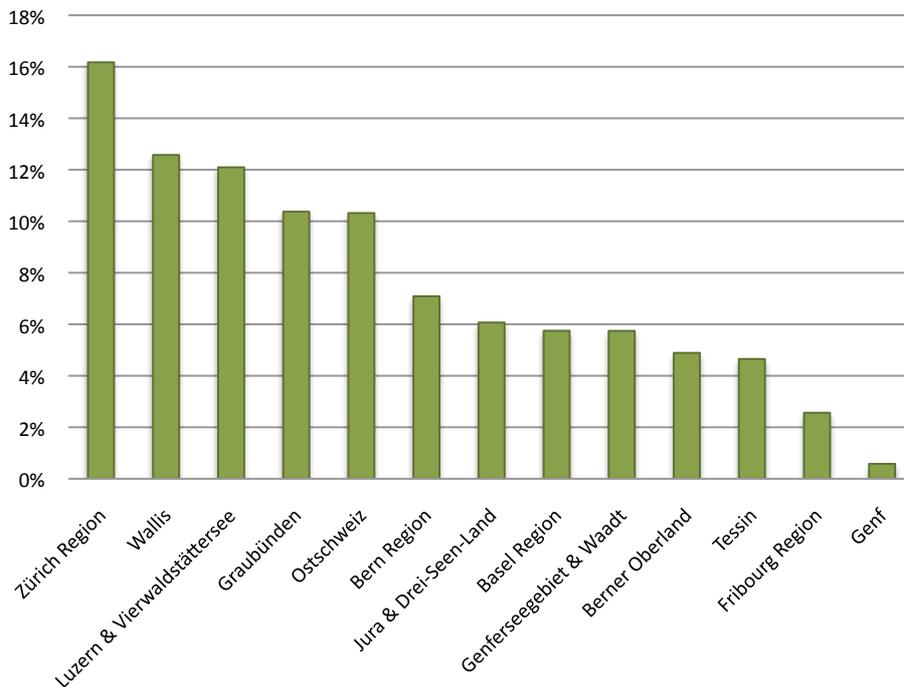


Abb. 17: POI-Anteile von „Tourismus & Information“ in den Tourismusregionen

Neben dem räumlichen Schwerpunkt in der Region Zürich, welche flächenmässig nicht die grösste Tourismusregion darstellt, verteilen sich die POI in dieser Thematik ausgeglichen

über die Fläche der Schweiz. Der *Nearest Neighbor*-Index (0.4) weist auf ein geringes *Clustering* der POI hin. Auffällig an der Verteilung ist der hohe Anteil im Wallis. In diesem touristischen Bergkanton machen jene POI, welche durch ihre Tags dem Themenbereich „Tourismus & Information“ zugeordnet werden, 15 % aller POI aus.

Über 2'000 POI des Themenbereichs „Tourismus & Information“ stellen schweizweit Hotels, Hostels oder Gasthäuser dar. Das BFS publiziert im Themenbereich der Hotellerie³⁷, wie viele Betriebe pro Tourismusregion geöffnet sind. Die Tabelle 11 illustriert diese Zahlen und zeigt, wie gut OSM die Hotellerie in den Schweizer Tourismusregionen abdeckt.

Tourismusregion	OSM-POI	BFS*	Anteil OSM-POI
Luzern / Vierwaldstättersee	236	462	51.1%
Berner Oberland	212	416	51.0%
Zürich Region	202	399	50.6%
Graubünden	297	634	46.8%
Jura & Drei-Seen-Land	111	247	44.9%
Wallis	251	574	43.7%
Fribourg Region	50	118	42.4%
Tessin	146	352	41.5%
Genf	47	119	39.5%
Genferseegebiet (Waadtland)	112	290	38.6%
Basel Region	61	159	38.4%
Bern Region	93	243	38.3%
Ostschweiz	185	515	35.9%

*Kumulierte Werte Januar bis Juni 2014

Tab. 12: Unterkünfte in den Tourismusregionen

Die quantitative Abdeckung der Unterkünfte in OSM ist in der Innerschweiz, im Berner Oberland und im Raum Zürich am besten. Das Berner Oberland weist gemäss Abbildung 17 jedoch nur einen geringen Teil aller POI aus dem Themenbereich „Tourismus & Information“ auf. Die Hotels, Hostels und Gasthäuser scheinen in dieser Region entsprechend die wichtigsten touristischen POI zu sein im Gegensatz zum Wallis, welches trotz hohen Anteils an POI aus diesem Themenbereich eine schlechtere Abdeckung der Unterkünfte aufweist. Durchschnittlich sind in den einzelnen Tourismusregionen in OSM lediglich 43.3% aller im BFS erfassten Übernachtungsmöglichkeiten kartiert.

³⁷ <http://www.bfs.admin.ch/bfs/portal/de/index/themen/10/03/blank/key/01/02.html>, Zugriff: 14.08.2014

Zusätzlich zur Einteilung der Schweizer Gemeinden in verschiedene Tourismusregionen bezeichnet das BFS im Rahmen der Gemeindetypologie (vgl. Kapitel 4.1.3) 144 kommunale Einheiten als touristische Gemeinden. In diesen Gebieten befindet sich knapp ein Viertel aller touristisch gekennzeichnete POI.

6.2.3 Analyse der Mitwirkenden

Die Anzahl der Mitwirkenden im OSM-POI-Datensatz vom 8. Januar 2014 beläuft sich auf 4'437. Diese Zahl ist insofern mit Vorsicht zu geniessen, als dass OSM-Nutzer, welche ausschliesslich Vorgängerversionen der aktuellen POI editiert haben, nicht miteinbezogen sind.

Über die Hälfte der Schweizerischen POI in OSM, zumindest deren aktuellste Versionen, gehen auf 14 Mitwirkende zurück, welche für je mindestens 10'000 aktuelle POI-Versionen verantwortlich sind. Die Tabelle 12 bietet eine Übersicht dieser Nutzer. Die durch eine grössere Schrift hervorgehobenen Spalten der *Mapping Area* und der Themenbereiche zeigen jene Gebiete respektive Themen, mit welchen sich die Kartierenden hauptsächlich beschäftigen.

POI	User ID	User Name	Mapping Area	Themenbereiche	Mapping Period
190'607	178186	mdk	<i>Stadt:</i> ZH, BE, BS, GE und Umgebung	Natur & Umgebung	11.2009 – 01.2014
27'920	120583	x-pab	<i>Kanton:</i> GE	Natur & Umgebung	09.2010 – 10.2013
19'330	329268	chrissa	<i>Kanton:</i> BE (Norden)	Natur & Umgebung	08.2010 – 12.2013
16'639	8296	kuede	<i>Kanton:</i> JU, SO, AG	Tourismus & Information Energie & Strom	11.2007 – 01.2014
15'397	324188	ponte1112	<i>Kanton:</i> ZH (lokal)	Natur & Umgebung	11.2010 – 01.2014
15'093	527033	Erdling1957	Nord- und West- schweiz (lokal)	Natur & Umgebung	09.2011 – 12.2011
14'711	74900	FischersFritz	fast ganze Schweiz	durchmischt nicht kategorisierbar	11.2008 – 01.2014
14'008	544675	Obelixx	fast ganze Schweiz	Energie & Strom	12.2011 – 11.2013
13'627	225842	schnelli	<i>Kanton:</i> VD, NE, FR, JU, BE (lokal)	Natur & Umgebung	08.2010 – 12.2013
12'401	74847	Marc Mongenet	<i>Kanton:</i> GE, VD, NE	Natur & Umgebung Strassenverkehr	10.2008 – 01.2014
11'844	65044	hugi	<i>Stadt:</i> BE und Umgebung	Adressen Natur & Umgebung	05.2011 – 01.2014
11'177	368211	DidokImportCH	ganze Schweiz	Öffentlicher Verkehr	11.2010 – 03.2012
10'959	17835	Stéphane Brunner	Genfersee und Umgebung	Natur & Umgebung Energie & Strom Strassenverkehr	06.2008 – 07.2012
10'264	491312	Rom-1	<i>Stadt:</i> La Chaux-de-Fonds	Natur & Umgebung	07.2011 – 08.2013

Tab. 13: Aktivste OSM-POI-Kartierende in der Schweiz

Der aktivste Nutzer mit dem *User Name* „mdk“ ist für knapp 28% des kompletten POI-Datensatzes verantwortlich und kartiert hauptsächlich „Baum“-POI im Rahmen des Themenbereichs „Natur & Umgebung“. „mdk“ ist der einzige dieser 14 Nutzer, welcher in seinem OSM-Profil explizit Angaben über seine Tätigkeiten im Rahmen der Kartierung macht (vgl. Kapitel 6.2.1.2).

Die restlichen 13 dieser dominierenden Mitwirkenden kartieren oder editieren im Durchschnitt 14'875 POI und zeichnen sich zum grössten Teil durch einen thematischen und zugleich räumlichen Fokus auf unterschiedlichen Ebenen aus. Die thematischen Schwerpunkte entsprechen den grössten Themenbereichen in OSM (vgl. Abbildung 13). Nicht in der Übersicht erwähnt ist, dass sich ein grosser Teil dieser aktivsten Nutzer neben ihren vordergründigen thematischen Schwerpunkten im kleinen Rahmen mit dem Strassenverkehr auseinandersetzt, wodurch die Grösse dieses Themenbereichs (vgl. Abbildung 13) erklärt wird. Aus räumlicher Sicht werden Kantone und einzelne Städte der Deutschschweiz und der französischen Schweiz für die POI-Kartierung in OSM favorisiert. Der Kanton Tessin tritt als Repräsentant für die italienischsprachige Schweiz nie als räumlicher Fokus in Erscheinung.

Drei der aktivsten Mitwirkenden kümmern sich im Rahmen eines thematischen Fokus ausgeglichen um die ganze Schweiz. Dies ist neben dem Abbild der POI auch an den überdurchschnittlich grossen Standarddistanzen der POI dieser drei OSM-Nutzer von 42, 83 respektive 92 Kilometern ersichtlich. Die *User ID* 386211 wird gemäss *User Name* dem DI-DOK-Import (vgl. Kapitel 2.4.3) zugeordnet.

Die Diskussion im vorliegenden Kapitel widmet sich der Beantwortung der untergeordneten und der übergeordneten Forschungsfragen. Die Analyseresultate des vergleichenden sowie des intrinsischen Kontexts werde in den Forschungskontext eingebettet.

7.1 Vergleichende Analyse: Qualität von OSM

7.1.1 Untergeordnete Forschungsfragen

a. Wie unterscheidet sich die Thematik der POI von OSM, local.ch und Open Data Zürich in der Stadt Zürich?

Die Thematik an sich stellt gemäss ISO 19113 kein Qualitätsmerkmal dar, dient jedoch in der vorliegenden Arbeit als Teil der Vergleichsgrundlage. Die Tatsache, dass der Zweck und das Zielpublikum des Geodatenanbieters die Thematik der Datensätze beeinflusst, tritt in der Analyse in Erscheinung. *local.ch* als Repräsentant kommerzieller Geodatenhersteller zeichnet sich durch eine enorme Vielfalt im Bereich der privaten POI aus. Diese Vielfalt ist auf die Absicht zurückzuführen, sämtliche Betriebe und Unternehmen der Privatwirtschaft schweizweit flächendeckend zu georeferenzieren. Des Weiteren ist festzuhalten, dass sich *local.ch* vollumfänglich auf die Erfassung und Pflege von Sachdaten konzentriert und betreffend Geobasisdaten auf *Google* als Quelle zurückgreift. Dieser Fokus auf die Aufnahme und Verortung von POI erleichtert das Erzielen einer umfangreichen Thematik.

Die Datensätze von *Open Data Zürich* gelten als repräsentativ für öffentliche Verwaltungsdaten und beinhalten mit Ausnahme der Verpflegungsmöglichkeiten ausschliesslich öffentliche POI. Dadurch ist thematisch ein klarer Unterschied zwischen kommerziellen Geodaten und öffentlichen Verwaltungsdaten feststellbar. Bei Letzteren steht das allgemeine Interesse der Bevölkerung im Vordergrund, weshalb auf die Kartierung privater, den Einzelinteressen gerecht werdender POI verzichtet wird.

In OSM liegt der thematische Schwerpunkt in der Stadt Zürich quantitativ auf öffentlichen POI, wie dies der grosse Umfang der beiden Themenbereiche „Strassenverkehr“ und „Na-

tur & Umgebung“ illustriert. Diese Objekte sind gut auffindbar, leicht zugänglich und für die Mehrheit der Bevölkerung im Alltag von Interesse. Die Tatsache, dass die Lokalisierung der POI des Themenbereichs „Natur & Umgebung“ in bestimmten Situationen sehr hilfreich sein kann und dass traditionelle, kommerzielle Datensätze diese Informationen nicht visualisieren, wird als Ursache für das grosse Interesse an diesen POI in OSM angesehen. Dennoch beschränkt sich das effektive Interesse an der Kartierung der Stadtzürcher Bäume als Objekte der Natur und Umgebung auf nur 32 OSM-Mitwirkende. Überdies ist anzumerken, dass lediglich drei aktive Nutzer für 75% dieser POI verantwortlich sind.

Die Fülle des Themenbereichs „Strassenverkehr“ lässt sich auf den ursprünglichen Zweck und Nutzen von OSM als Strassenkarte zurückführen. Diesen Kategorien wird in OSM ein Pionierwert zugeschrieben. Weder *local.ch* noch die Stadt Zürich veröffentlicht Datensätze, welche Elemente wie Lichtsignale oder Fussgängerstreifen des städtischen Strassennetzes beinhalten. Einige Objekte des Themenbereichs „Strassenverkehr“ stehen als Zeugen dafür, dass zahlreiche punktuelle Daten für OSM auf einfache und rasche Art und Weise direkt im Feld während der Fahrt auf sogenannten *Mapping Tours* aufgenommen werden. Die hohe Anzahl Bushaltestellen darf jedoch nur mit Vorsicht genossen werden. Diese POI sind Bestandteile des im Kapitel 2.4.3 erwähnten Imports der DIDOK-Liste, welche sämtliche Haltestellen des öffentlichen Verkehrs in der Schweiz beinhaltet und im Jahr 2010 erstmals vom Bundesamt für Verkehr zur Verfügung gestellt wird. Dieser Eingriff in die Philosophie von VGI kann zu Verzerrungen in der Vergleichsanalyse führen. Aus diesem Grund werden sämtliche Kategorien, welche Haltestellen des öffentlichen Verkehrs beinhalten, nicht für die Analyse der Qualitätsparameter in Betracht gezogen.

Weitere für kommerzielle Geodatenanbieter untypische Objekte wie Abfalleimer, Briefkästen oder Sitzbänke stellen eine typische Charaktereigenschaft von OSM dar. So sind in OSM in der Stadt Zürich Abfalleimer, Briefkästen oder Sitzbänke als POI kartiert.

Private POI sind in OSM vorhanden, jedoch in geringerem Masse als in kommerziellen Datensätzen, wie dies Zheng (2012) auch für das nähere Umland von Melbourne feststellt. Objekte des Themenbereichs „Gastronomie & Nachtleben“ sind von allen privaten POI am stärksten vertreten und machen insgesamt knapp 6% aller OSM-POI in der Stadt Zürich aus. Insofern schwächt die umfangreiche Präsenz dieses Themenbereichs, welcher für OSM-Kartierende einen Interessensschwerpunkt darstellt, den Fokus von OSM auf öffentliche POI in Städten ein wenig ab. Der verhältnismässig kleine Anteil von 2%, welchen die

„Einkaufsmöglichkeiten“ als zweitgrösster privater POI-Themenbereich in OSM in der Stadt Zürich für sich einnehmen, bekräftigt wiederum den Fokus des VGI-Projekts auf öffentliche POI.

Aufgrund der einfachen und unkomplizierten Erfassung von Punktoobjekten in OSM kann gemäss Hristova et al. (2012) davon ausgegangen, dass die POI von einem grösseren Teil der Bevölkerung kartiert werden als die Strassen und deshalb ein Abbild breiterer Bevölkerungsinteressen darstellen. Die thematische Vielfalt und die Mischung aus öffentlichen und privaten POI unterstreichen die Erkenntnis von Strunck (2010), dass die POI in OSM ein ausgesprochen breit gefächertes thematisches Spektrum repräsentieren und sowohl mit den *local.ch*-POI als auch mit den *Open Data Zürich*-POI Gemeinsamkeiten aufweisen.

b. Wie vollständig sind die POI-Kategorien von OSM in der Stadt Zürich im Vergleich zu jenen von local.ch und Open Data Zürich?

Die 28 eruierten vergleichbaren Kategorien beinhalten 13% aller OSM-POI der Stadt Zürich. Hinsichtlich dieses geringen Anteils ist festzuhalten, dass die repräsentative kategorielle Vollständigkeit als objektives und messbares Qualitätsmerkmal untersucht wird. Die nicht vollumfänglich identischen Nutzungszwecke und die daraus folgenden Unterschiede in der abgedeckten Thematik der Geodatenportale verunmöglichen eine umfassende Vollständigkeitsanalyse.

Die durchschnittliche kategorielle Vollständigkeit von OSM gegenüber *local.ch* beläuft sich auf 82%. Bei der Gegenüberstellung mit *Open Data Zürich* zeigt OSM mit 62% eine tiefere durchschnittliche Vollständigkeit. Im Rahmen der ausgewählten Vergleichskategorien scheint OSM vor allem im Bereich der privaten POI auf gutem Stand zu sein und entsprechend mit den kommerziellen Daten Schritt halten zu können. Diese Erkenntnis ist insofern mit Vorsicht zu geniessen, als dass bei der Analyse der Vollständigkeit nicht berücksichtigt wird, ob zwei POI der gleichen Kategorie aus unterschiedlichen Datensätzen das gleiche Objekt repräsentieren. Des Weiteren sind lediglich Kategorien von POI berücksichtigt, welche in OSM vertreten sind. Gesamthaft ist in OSM jedoch nur ein kleiner Bruchteil aller privaten POI vertreten, welche in *local.ch* kartiert sind. In Bezug zu *Open Data Zürich* weist OSM zwar eine tiefere kategorielle Vollständigkeit auf, deckt jedoch insgesamt ein grösseres Spektrum aller vorhandenen Kategorien ab als bei *local.ch*.

Hinsichtlich der Vollständigkeit ist zu erwähnen, dass die drei POI-Datensätze nicht genau gleich datiert sind. Die Angabe des Erhebungsdatums von *Open Data Zürich* beruht auf einer Jahreszahl (2013 und 2014). Die POI-Datensätze von OSM (8. Januar 2014) und *local.ch* (September 2013 und Mai 2014) unterscheiden sich bezüglich zeitlicher Aktualität um knapp vier Monate.

c. Wie unterscheidet sich die räumliche Verteilung der POI von OSM und local.ch bezüglich in der Stadt Zürich?

Die Gesamtdatensätze von *local.ch* und OSM zeigen in der Stadt Zürich unterschiedliche räumliche Schwerpunkte. Diese Ungleichheit basiert auf den thematisch unterschiedlich gesetzten Schwerpunkten, welche sich der Realität entsprechend ungleich im Raum verteilen. Der kommerzielle Datensatz von *local.ch* weist im Stadtzentrum relativ und absolut mehr POI auf als die OSM-Daten. Diese Beobachtung geht einher mit der Feststellung von Strunck (2010), welcher belegt, dass der kommerzielle Datensatz von *TeleAtlas* in deutschen Städten und Ballungsgebieten eine höhere Anzahl POI aufweist als OSM. Zudem bekräftigt Zheng (2012) diese Erkenntnis für Melbourne.

Die POI in OSM verteilen sich gemäss Rasterzellenanalyse (vgl. Abbildung 10) ausgeglichener über das Stadtgebiet und liegen weniger stark in *Cluster* vor als jene von *local.ch*, wie dies der *Nearest Neighbor*-Index zeigt. Einereits kann dies auf der realen Verteilung der kartierten Objekte basieren. Andererseits spricht es dafür, dass sich OSM-Mitwirkende ausgeglichen um die ganze Stadtfläche kümmern und eine flächendeckende POI-Kartierung beabsichtigen. Diese Charakteristik enthüllt Strunck auch (2010) in seiner Analyse von Deutschland. Ein räumlicher Schwerpunkt der OSM-POI befindet sich in der Innenstadt. Am nördlichen Stadtrand sind zusätzliche POI-Anhäufungen zu erkennen. Die nördlichen Stadtteile von Zürich sind Wohngebiete und werden als Umgebung der Innenstadt bezeichnet. In diesem Sinne treten auch bei der räumlichen Verteilung Parallelen zu anderen Untersuchungen auf: Zheng (2012) beobachtet, dass OSM in der näheren Umgebung von Melbourne einen höheren Bedeckungsgrad aufweist als der private Datenanbieter. Hochmair und Zielstra (2013) stellen fest, dass die OSM-POI in ländlichen Gebieten Floridas dichter kartiert sind als in städtischen Regionen. Die Vermutung von Ciepluch, Mooney und Winstanley (2011), dass die Kartierung von POI von den Strassen Schritt für Schritt nach aussen geschieht, kann im Fall der Stadt Zürich indirekt bestätigt werden: Der Themenbereich des

Strassenverkehrs, welcher in der vergleichenden Analyse auch die Elemente des öffentlichen Verkehrs beinhaltet, ist mit knapp 16% Anteil am Gesamtdatensatz am grössten. Dies spricht dafür, dass diese Thematik fortgeschritten kartiert ist, wodurch das Wachstumsmuster der POI ausgehend von Strassen unterstützt wird.

d. Wie hoch ist die Positionsgenauigkeit der POI von OSM in der Stadt Zürich im Vergleich zu jenen von local.ch und Open Data Zürich?

Hinsichtlich der Ermittlung der Positionsgenauigkeit als weiteres objektives und messbares Qualitätsmerkmal dienen beim Vergleich mit *local.ch* 862 POI-Paare aus 13 verschiedenen Kategorien als Grundlage. In der Analyse mit *Open Data Zürich* wird auf 1'269 Paare aus 10 ausgewählten Kategorien zurückgegriffen. Entsprechend findet die Ermittlung der Positionsgenauigkeit in Relation zum Gesamtdatensatz von OSM in der Stadt Zürich (ca. 23'000 POI) auf einer kleinen Basis statt.

Die Untersuchung zeigt, dass 80% der ausgewählten privaten POI von OSM in einem Umkreis von maximal 20 Metern von den identischen *local.ch*-POI liegen. Dieser hohe Anteil kommt aufgrund der vielen POI zustande, welche sich im Puffer zwischen 10 und 20 Meter befinden. Im Vergleich zu den Ergebnissen von Strunck (2010) ist dies als hohe Positionsgenauigkeit einzustufen. Im Rahmen seiner komparativen POI-Analyse für Deutschland gelangt Strunck zur Erkenntnis, dass lediglich knapp 6% der POI von OSM in einem Umkreis von weniger als 20 Metern von den entsprechenden POI von *TeleAtlas* liegen. Beim Vergleich dieser Ergebnisse ist allerdings zu berücksichtigen, dass Struncks Analyse bereits vier Jahre zurückliegt und auf eine andere räumliche Ebene, sprich für ländliche und städtische Gebiete in ganz Deutschland ausgerichtet ist. 60% der für die Analyse ausgewählten OSM-POI befinden sich in einem Umkreis von höchstens 20 Metern und über 30% in einer Entfernung von mehr als 50 Metern von den entsprechenden *Open Data Zürich*-POI. Diese Zahlen sind stark durch kleine und räumlich schlecht kartierte POI-Kategorien beeinflusst. Einen weiteren Einfluss auf diese Verteilung hat der hohe Anteil ungenau georeferenzierter Schwimmbäder in OSM. Dieser Umstand steht vermutlich im Zusammenhang mit der grossen räumlichen Ausdehnung dieser Objekte, welche eine Vielzahl Georeferenzpunkte beinhaltet, wie dies Goodchild und Hunter (1997) sowie Jackson et al. (2013) hervorheben (vgl. Kapitel 5.2.2).

Dennoch ist festzuhalten, dass die privaten POI, welche OSM vor allem mit *local.ch* gemeinsam hat, auf den ersten Blick besser lokalisiert zu sein scheinen. Bei genauerem Hinschauen fällt jedoch auf, dass die durchschnittliche kategorielle Positionsgenauigkeit das entgegengesetzte Bild zeigt. Beim Vergleich mit *local.ch* fällt diese mit 17.6 Metern deutlich grösser aus als im Kontext der *Open Data Zürich*-POI mit 8.5 Metern. Das schlechtere Resultat der vergleichenden Positionsgenauigkeit in Bezug auf *local.ch* wird durch die grossen berechneten Standarddistanzen (vgl. Tabelle 7) unterstützt. Im Vergleich zu anderen europäischen Städten lassen sich beide berechneten Werte als tief erachten, was für eine hohe Positionsgenauigkeit spricht. Mashhadi, Quattrone und Mooney (2012) haben anhand von Referenzdatensätzen von *Navteq* und *Yelp* einen durchschnittlichen geographischen Fehler der POI von ungefähr 25 Metern in London respektive knapp 35 Metern in Rom eruiert. Nicht mithalten können die berechneten Werte von 17.6 Metern und 8.5 Metern mit der durchschnittlichen Positionsgenauigkeit von 6.65 Metern, welche Girres und Touya (2010) für 207 Strassenkreuzungen in Frankreich anhand eines Referenzdatensatzes eruiert haben. Zu betonen ist, dass diese Stichprobe wesentlich kleiner ist, als die Anzahl POI-Paare, welche in der vorliegenden Arbeit untersucht wird. Dies wiederum spricht erneut für eine gute Georeferenzierung der OSM-POI in Zürich als Repräsentant von Schweizer Städten.

Bei der Analyse der Positionsgenauigkeit ist zu berücksichtigen, dass die Genauigkeit kartierter POI von der Kalibrierung und der daraus resultierenden Genauigkeit des verwendeten GPS abhängt. Einen weiteren Einfluss hat die Art und Weise, wie die Georeferenzen in OSM erfasst werden. Die Wahrscheinlichkeit, dass die resultierenden Koordinaten eines abgezeichneten Objekts in OSM identisch sind wie die im Feld für dieses Objekt erfasste Messung ist klein. Des Weiteren hängt die Genauigkeit der Daten im Sinne der *Crowd Quality* (vgl. Kapitel 3.2) gemäss Raymonds (1999) *Linus' Law* von der Anzahl der Mitwirkenden ab:

„Given enough eyeballs, all bugs are shallow.“ (Raymond, 1999: S. 29)

Während Haklay et al. (2010) zeigen, dass dieses Gesetz in Bezug auf das Qualitätsmerkmal der Positionsgenauigkeit auf OSM zutrifft, machen Mooney und Corcoran (2012a, 2012b) diese Beobachtung bei sogenannten *Heavily Edited Objects* (vgl. Kapitel 6.2.1.2) nicht. In der Analyse der Positionsgenauigkeit sind im Vergleich der OSM-POI in der Stadt Zürich mit

den *local.ch*-POI und den *Open Data Zürich*-POI je drei *Heavily Edited Objects* vorhanden. Diese Anzahl ist zu klein, um einen aussagekräftigen Schluss über das Zutreffen des *Linus' Law* zu ziehen.

Girres und Touya (2010) machen darauf aufmerksam, dass neben unterschiedlichen Koordinatensystemen verschiedene Aufnahme- und Erfassungsmöglichkeiten Heterogenitäten in der Positionsgenauigkeit verursachen können. Dies unterstreicht die Wichtigkeit von präzise definierten Spezifikationen und Standards in der Herstellung von Geodaten, welche bei OSM zugunsten der Erhaltung des VGI-Charakters nicht vorhanden sind. Der Genauigkeit wird je nach Verwendung der Daten ein unterschiedlicher Stellenwert beigemessen. Grundsätzlich gilt jedoch in der räumlichen Analyse aufgrund der beschriebenen Einflussfaktoren:

“All spatial data without exception are of limited spatial accuracy [...].”

(M. F. Goodchild, 1993: S. 97)

Als weitere Vergleichsgrundlage für die Ermittlung der Positionsgenauigkeit der OSM-POI wird eine Datenerhebung im Feld in Betracht gezogen. Dem obigen Zitat von Goodchild zufolge, wären diese Daten jedoch ebenso mit räumlicher Unsicherheit behaftet sein, wodurch der Mehrwert dieser zusätzlichen Option nicht ausschlaggebend wäre. Aus diesem Grund wird auf eine *Ground Truth*-Erhebung verzichtet. Des Weiteren wird der GIS-*Browser* des Kantons Zürich³⁸ als Vergleichsmöglichkeit geprüft. Dieser deckt jedoch inhaltlich nur einen geringen Teil der OSM-POI ab, wodurch er als Referenz für die durchschnittliche kategorielle Positionsgenauigkeit nicht geeignet ist.

7.1.2 Übergeordnete Forschungsfrage

1. Können die POI in OSM bezüglich Qualität mit kommerziellen und/oder OG-Daten in der Stadt Zürich Schritt halten?

Im Bereich der Thematik zeigen die Analyseresultate, dass die Vielfalt und die Vollständigkeit von privaten POI in OSM über den Gesamtdatensatz einen grossen Rückstand auf die kommerziellen Daten von *local.ch* aufweisen. Innerhalb der vergleichbaren Kategorien ist OSM bezüglich Vollständigkeit auf gutem Weg. Jedoch sind viele Kategorien aus dem pri-

³⁸ <http://maps.zh.ch/>, Zugriff: 05.09.2014

vatwirtschaftlichen Bereich nicht ansatzweise vorhanden in OSM. Dies lässt den Schluss zu, dass sich die OSM-Kartierenden für einen kleinen Teil der privaten POI interessieren, diesen im Sinne der kategoriellen Vollständigkeit möglichst umfangreich abdecken und dadurch das Bestreben der allgemeinen Vielfalt und Vollständigkeit vernachlässigen. Bei den öffentlichen POI zeigt sich das umgekehrte Bild: OSM deckt den Grossteil der Kategorien ab, welche die Stadt Zürich als OGD zur Verfügung stellt. Innerhalb der einzelnen Kategorien liefert OSM jedoch lediglich 60% der POI, wobei diese Zahl unter starkem Einfluss der Kategorien der städtischen Hydranten steht. Im Allgemeinen sprechen die Erkenntnisse für ein vielfältiges POI-Interesse im Rahmen des öffentlichen Bereichs, wobei aufgrund oben genannter Kategorien der Eindruck entsteht, dass die kategorielle Vollständigkeit nicht als prioritäres Ziel betrachtet wird.

Aus räumlicher Perspektive zeichnet sich OSM in der Stadt Zürich gegenüber den kommerziellen Daten von *local.ch* durch eine gleichmässigeren Verteilung der POI aus, was im Sinne des Qualitätsvergleichs für OSM spricht. Die Plattform von *local.ch* wird unter dem Motto „einfach finden“ betrieben. Dieser Leitsatz verlangt neben einer umfangreichen thematischen Abdeckung vor allem eine präzise Georeferenzierung der POI und spricht dafür, dass sich die POI-Koordinaten von *local.ch* auf hohem Genauigkeitsniveau ansiedeln. OSM zeigt in den ausgewählten Vergleichskategorien eine durchschnittliche Abweichung der POI-Koordinaten gegenüber *local.ch* von 17.6 Metern. Die durchschnittlich kleinere Abweichung von 8.5 Metern gegenüber den *Open Data Zürich*-POI bekräftigt den intensiven Fokus auf öffentliche POI in OSM.

Die Resultate verdeutlichen, dass die übergeordnete Forschungsfrage nicht allgemein, sondern separat für die einzelnen Qualitätsmerkmale beantwortet wird. Aus dem analytischen Vergleich mit den Referenzdatensätzen resultiert, dass die OSM-POI in der Stadt Zürich eine grosse thematische Übereinstimmung mit den öffentlichen Verwaltungsdaten aufweisen, innerhalb der Kategorien bezüglich Vollständigkeit einen Rückstand verzeichnen, aus räumlicher Perspektive jedoch auf hohem Niveau kartiert sind. In Bezug auf die kommerziellen Geodaten von *local.ch* zeigen die OSM-POI grosse thematische Unterschiede und damit einhergehend insgesamt einen Rückstand im Kontext der privaten Kategorien. Innerhalb der vergleichbaren Kategorien ist dennoch ein hohes Niveau der Vollständigkeit auszumachen, während die Positionsgenauigkeit deutlich schlechter ausfällt als in Bezug auf die öffentlichen Verwaltungsdaten.

Es wird festgehalten, dass die Positionsgenauigkeit der OSM-POI als räumliches Qualitätsmerkmal in der Stadt Zürich besser mit kommerziellen Geodaten und öffentlichen Verwaltungsdaten mithalten kann, als die thematischen Qualitätsmerkmale.

7.2 Intrinsische Analyse: Entwicklungsstand von OSM

7.2.1 Untergeordnete Forschungsfragen

a. Welche Themenbereiche sind in OSM abgedeckt und welche thematischen Schwerpunkte sind zu erkennen? Wie können diese charakterisiert werden?

Die thematische Analyse, welche auf der Unterteilung des Gesamtdatensatzes in verschiedene Themenbereiche aufbaut, bringt eine umfangreiche Vielfalt der POI von OSM hervor (vgl. Tabelle 10). Knapp die Hälfte aller Schweizer POI stellt einzeln kartierte Bäume dar. Auffallend ist, dass diese „Baum“-POI mehrheitlich auf der ersten Version belassen und nicht mehr nachträglich editiert werden. Zudem befasst sich nur ein äusserst kleiner Anteil von OSM-Nutzern mit der Kartierung dieser Objekte. Die Beobachtungen deuten darauf hin, dass nur das individuelle jedoch nicht das allgemeine Interesse an diesen Objekten im Rahmen von OSM vorhanden ist. Ein VGI-Projekt hängt stark von individuellen Interessen ab. Es besteht das Risiko, reale Proportionen der unterschiedlichen POI in den Hintergrund zu drängen. In OSM werden in der Schweiz öffentliche wie auch private POI kartiert, wobei letztere einen geringen Anteil ausmachen. Private Unternehmen und Firmenbüros finden kaum Eingang in OSM, weil diese Institutionen für die Öffentlichkeit nur schwer zugänglich sind und das Abschreiben oder Kopieren dieser Geodaten von kommerziellen Anbietern aufgrund des Urheberrechts untersagt ist. Die Prominenz der privaten Themenbereiche „Gastronomie & Nachtleben“ und „Einkaufsmöglichkeiten“ erstaunt insofern nicht, als dass diese POI für eine grosse Mehrheit der Bevölkerung im Alltag von Interesse sind und Zugang gewähren. Neben den „Baum“-POI siedeln sich auch die weiteren inhaltlichen Schwerpunkte im Kontext der öffentlichen POI an, wodurch der Fokus des VGI-Projekts in der Schweiz auf öffentliche und gut zugängliche POI unterstrichen wird.

Die Adressinformationen, welche als POI hinter den Bäumen und den Objekten aus dem Themenbereich „Energie & Strom“ den drittgrössten Themenbereich darstellen, zeigen eine unterschiedlich dichte räumliche Abdeckung der Schweiz. Knapp 90% aller als POI erfassten Adressen liegen nach der Gemeindetypologie des BFS in Kernstädten von Agglo-

merationen oder anderen Agglomerationsgemeinden. Weit mehr als die Hälfte der Adressen stammt demzufolge aus dicht besiedelten Gebieten, wie sie in der Nomenklatur DE-GURBA (*Degree of Urbanisation*) bezeichnet werden. Diese Gemeinden verzeichnen lediglich etwas mehr als 30% der gesamtschweizerischen Bevölkerung. Entsprechend sind in den Städten die Adressinformationen proportional vollständiger als im Umland. Gemäss Neis und Zielstra (2014) sind Adressinformationen im Hinblick auf *Routing*-Anwendungen unerlässlich und weisen in OSM bezüglich Vollständigkeit und Genauigkeit grosse Defizite auf. Die aufgezeigten Anteile bestätigen diese Erkenntnis für die Schweiz in Bezug auf die Vollständigkeit.

POI in Verbindung mit dem Strassenverkehr formen den viertgrössten Themenbereich und decken neben städtischen Gebieten auch ländliche, weniger dicht besiedelte Gebiete gut ab. Dies kann damit im Zusammenhang stehen, dass die Autobahnen als lineare Elemente in OSM gemäss *OpenStreetMap wiki*³⁹ (vgl. Kapitel 3.4.2) bereits im Jahr 2012 schweizweit bis zu 67.5% kartiert sind und entsprechend auch die dazugehörigen POI eine gute Vollständigkeit aufweisen. Objekte des öffentlichen Verkehrs treten in OSM im Rahmen des fünftgrössten Themenbereichs in Erscheinung. Diese POI fallen neben ihrer umfangreichen Präsenz durch hohe Versionszahlen auf. Somit wird das überwiegende Interesse an dieser Thematik in zweifacher Hinsicht bestätigt. Die Mehrzahl der im Rahmen des DIDOK-Imports (vgl. Kapitel 2.4.3) hinzugefügten POI für sämtliche Haltestellen des öffentlichen Verkehrs in der Schweiz sind *Heavily Edited Objects* (vgl. Kapitel 6.2.1.2). Dies liegt daran, dass Importe im Sinne von VGI von OSM-Nutzern mehrfach kontrolliert und überarbeitet werden. Die importierten POI werden mit weiteren Tags versehen oder räumlich nach eigenem Ermessen korrigiert.

b. Wie lässt sich die räumliche Verteilung der POI in der Schweiz auf verschiedenen räumlichen Ebenen charakterisieren?

Die Resultate der Korrelationsanalysen auf kantonaler Ebene zeigen, dass die OSM-POI-Anteile respektive die OSM-POI-Dichten mit den Mustern des Bevölkerungsanteils und der Bevölkerungsdichte von OSM in einem Zusammenhang stehen. Die Korrelationen der POI mit diesen beiden kantonalen Kennzahlen fallen sehr deutlich aus. Dies ist zu erwarten, weil die POI-Menge in bevölkerungsreichen Kantonen in der Realität ebenfalls höher ist:

³⁹ http://wiki.openstreetmap.org/wiki/Ch:current_coverage, Zugriff: 02.07.2014

Mehr Einkaufsmöglichkeiten oder öffentliche Verkehrsmittel werden beansprucht und zur Verfügung gestellt. Zudem beherbergt ein Kanton mit vielen Einwohnern und einer hohen Bevölkerungsdichte mehr potenzielle OSM-Kartierende. Gemäss Neis, Zielstra und Zipf (2013) beeinflussen die Bevölkerungszahlen und die Landesfläche die Zahlen der OSM-Nutzer auf der nationalen Ebene teilweise. Es ist jedoch zu berücksichtigen, dass in der Erfassung von POI in OSM auch externe *Mapper* integriert sind. Der Trend einer schwachen positiven Korrelation der kantonalen POI-Anteile mit den kantonalen Flächenanteilen lässt sich ähnlich wie die deutliche Korrelation mit den Bevölkerungszahlen erklären: Grosse Flächen bieten Platz für mehr POI. In der Schweiz ist jedoch auf der kantonalen Ebene der Korrelationskoeffizient der Flächenanteile und POI-Anteile deutlich tiefer als jener der Bevölkerungsdichte und der POI-Dichte und jener des Bevölkerungsanteils und des POI-Anteils. Dies weist darauf hin, dass der Einfluss der Bevölkerungszahlen auf die Anzahl kartierter POI in OSM stärker ist als die Grösse der Fläche. Dementsprechend zeigt die räumliche Verteilung der POI in OSM Schwerpunkte in städtischen, dicht besiedelten Gebieten. Diese Städte zeichnen sich zudem alle durch die Präsenz von Hochschulen aus, was einen Einfluss auf die POI-Dichte haben kann, weil OSM vor allem an Universitäten und anderen Bildungseinrichtungen Anerkennung und Aufmerksamkeit erfährt.

Auf der Ebene der Sprachregionen zeigt die Deutschschweiz als einzige Region einen überproportional hohen Anteil von POI im Vergleich zu den entsprechenden Bevölkerungs- und Flächenanteilen. Die italienischsprachigen Gebiete der Schweiz weisen im Verhältnis zu den Bevölkerungs- und Flächenanteilen als einzige Sprachregion sehr tiefe POI-Anteile auf. Aufgrund dieses Resultats wird festgestellt, dass das Tessin und Teile Graubündens weniger OSM-Kartierende aufweist oder anzieht als die anderen drei Sprachregionen. In der Deutschschweiz werden pro OSM-Nutzer überproportional viele POI erfasst. Dies spricht dafür, dass die hohe Anzahl POI in den deutschsprachigen Gebieten nicht nur aufgrund der Bevölkerungs- und Flächenanteile zustande kommt, sondern auch dank des fleissigen Kartierens einiger überdurchschnittlich aktiver Deutschschweizer. Die Tatsache, dass in den restlichen drei Sprachregionen die Nutzeranteile die jeweiligen POI-Anteile übersteigen, lässt vermuten, dass OSM in diesen Sprachregionen auf ein breiteres jedoch weniger intensives Interesse stösst. Es ist jedoch festzuhalten, dass ein Nutzer, welcher in der Deutschschweiz kartiert, nicht unbedingt in der Deutschschweiz wohnt und dass eine Min-

derheit der Nutzer in mehreren Sprachregionen kartiert. Entsprechend ist bei der Interpretation dieser Anteile Vorsicht geboten.

Beim Blick auf die Thematik der POI in den verschiedenen Schweizer Sprachregionen fällt der hohe Anteil (14%) touristischer POI in der rätoromanischen Schweiz auf. Der Themenbereich „Tourismus & Information“ sticht nicht durch seine Grösse hervor, stellt sich jedoch als interessante Untersuchungsgrundlage im Zusammenhang mit den Tourismusregionen und der vielseitig diskutierten Thematik rund um die externen *Mapper* und den allgemeinen *Mapping*-Tourismus heraus. Das Wallis zeichnet sich im Verhältnis zu den tiefen Bevölkerungszahlen, welche im Zusammenhang mit dem POI-Anteil stehen, durch eine überproportional hohe Anzahl touristischer POI aus. Wird davon ausgegangen, dass touristische POI hauptsächlich von externen *Mappern*, also von Touristen kartiert werden, spricht dies für einen umfangreichen *Mapping*-Tourismus im Wallis, welcher die lokale Bevölkerung in der Kartierung unterstützt. Gemäss Neis, Zielstra und Zipf (2013) werden Objekte in europäischen Städten vor allem von lokalen Nutzern kartiert. Geht man nun wiederum davon aus, dass touristische Objekte von Touristen erfasst werden, unterstützt die städtische Tourismusregion Genf diese Aussage aufgrund des kleinen Anteils an POI aus dem Bereich „Tourismus & Information“. Hierbei ist jedoch zu erwähnen, dass die Tourismusregion auch flächenmässig am kleinsten ausfällt. Hinsichtlich des kantonalen Bevölkerungsanteils liegt Genf als Tourismusregion jedoch nicht an letzter Stelle. Die Gegenüberstellung der räumlichen Verteilung aller touristischen OSM-POI mit den vom BFS als touristisch gekennzeichneten Gemeinden verdeutlicht, dass der Themenbereich „Tourismus & Information“ räumlich (noch) nicht der Realität entspricht. Die quantitative Gegenüberstellung der als POI kartierten Übernachtungsmöglichkeiten in OSM und der Zahlen des BFS unterstützt diese Erkenntnis und bringt hervor, dass in OSM durchschnittlich pro Tourismusregion nicht einmal die Hälfte (43.3%) der laut BFS bestehenden Objekte kartiert ist.

c. Welche thematischen und räumlichen Schwerpunkte zeigen die aktivsten Mitwirkenden?

Aufgrund des *Snapshots* der OSM-POI vom 8. Januar 2014 wird klar, dass die umfangreichsten thematischen sowie räumlichen Schwerpunkte vorwiegend aufgrund der Beiträge der rund 14 aktivsten Mitwirkenden zustande kommen. Dies bestätigt die Präsenz des Phänomens *Participation Inequality* (Nielsen, 2006), welches in Kapitel 3.3 erklärt wird: Der Grossteil der Daten und somit der thematischen wie auch räumlichen Schwerpunkte ist auf

einen kleinen Teil der Mitwirkenden zurückzuführen. Jeder einzelne dieser 14 Kartierenden beschäftigt sich mit mehr als 10'000 OSM-POI in der Schweiz. Die meisten der aktivsten Nutzer konzentrieren sich im Rahmen eines Themenbereichs, welcher im Kapitel 6.2.1.2 als Schwerpunkt dargelegt wird, auf städtische Gebiete. Der räumliche Fokus stellt aus der Perspektive des *User-Centric View* (Rehrl et al., 2013) ein nutzerbezogenes Muster dar: Die Verteilung der kartierten POI kommt durch die räumliche Vorliebe und Vertrautheit der Nutzer mit gewissen Orten oder Gebieten zustande. Jene drei dieser 14 Mitwirkenden, welche sich im Rahmen eines eindeutigen thematischen Fokus räumlich um die ganze Schweiz kümmern, verdeutlichen sogenannte objektbezogene Muster, wie sie Rehrl et al. (2013) im Kontext des *Data-Centric View* thematisieren. Als typisches räumliches Muster, welches durch die Objekte an sich bestimmt ist, gelten die als Liniennetz erscheinenden POI einzelner Strommasten entlang von Leitungen.

7.2.2 Übergeordnete Forschungsfrage

2. *Wie sieht der thematisch-räumliche Entwicklungsstand der POI in OSM in der Schweiz aus?*

Die Analyse der Themenbereiche bringt hervor, dass in OSM in der Schweiz zur Zeit ein Schwerpunkt auf öffentlichen POI liegt. Diesbezüglich haben die Erreichbarkeit und der Zugang mit einem GPS zu den verschiedenen als POI kartierten Objekten einen wesentlichen Einfluss. Die öffentlichen POI fallen zudem aufgrund der grossen thematischen Bandbreite auf. Das starke Übergewicht der einzelnen „Baum“-POI ist eine spezifische Charakteristik des VGI-Projekts, da die Priorität dieser Objekte auf stark individualisierten Interessen basiert. Der allgemeine Eindruck des thematischen Entwicklungsstandes wird durch diese Eigenschaft eher negativ beeinflusst. Der geringe Anteil privater POI spricht für einen Rückstand dieser Themenbereiche in der ganzen Schweiz im Verhältnis zu den öffentlichen POI. Höchstwahrscheinlich wäre dieser Rückstand auch in einem schweizweiten Vergleich mit kommerziellen Daten oder öffentlichen Verwaltungsdaten resultierend, wie dies repräsentativ am Beispiel der Stadt Zürich im vergleichenden Forschungsansatz gezeigt wird.

Anhand der POI, welche Adressinformationen darstellen, wird ersichtlich, dass der aktuelle Entwicklungsstand der OSM-POI innerhalb der Schweiz von Unterschieden in der räumlichen Verteilung geprägt ist. Die mangelnde Vollständigkeit der Adressinformationen in ländlichen Gebieten, welche auf der Basis von Bevölkerungszahlen eruiert wird, steht einer

problemlosen Verwendung des OSM-POI-Datensatzes als Grundlage für adressgenaue *Routing*-Systeme im Weg. Bei vertieftem Blick auf den räumlichen Entwicklungsstand wird auf kantonaler Ebene ein Zusammenhang der POI-Zahlen mit den Bevölkerungszahlen festgestellt. Je mehr Leute, desto mehr OSM-POI. Diese Korrelation besteht nicht nur in den Daten, sondern auch in der Realität, was auf dieser räumlichen Ebene ein abschliessendes Fazit hinsichtlich des Entwicklungsstandes erschwert. Auf der Ebene der Sprachregionen zeichnet sich die Deutschschweiz quantitativ im Verhältnis zur Fläche und zur Bevölkerung durch einen deutlichen Vorsprung des POI-Anteils aus. Die einzelnen Mitwirkenden setzen sich in dieser Region intensiver mit der Kartierung auseinander (vgl. Abbildung 16). Dies deutet indirekt eine höhere thematische und räumliche Genauigkeit der deutschschweizerischen POI an. Im Gegensatz dazu macht in den anderen Sprachregionen die kartierende Bevölkerung einen grösseren Anteil aus als der entsprechende POI-Anteil, was dafür spricht, dass sich die einzelnen Personen weniger intensiv mit der Erfassung von POI beschäftigen. Dies lässt die Vermutung zu, dass sich diese Sprachregionen aufgrund der zahlreichen einflussenden individuellen Interessen durch eine grössere thematische Vielfalt bei geringerer thematischer sowie räumlicher Genauigkeit respektive Präzision auszeichnen. Es wird festgehalten, dass die räumliche Verteilung vieler POI im Sinne des *Data-Centric View* von den Objekten bestimmt wird und insofern nur teilweise anhand verschiedener räumlicher Ebenen erklärt werden kann. Des Weiteren muss in Betracht gezogen werden, dass gewisse Ungleichheiten in der räumlichen Verteilung der Realität entsprechen – wenn in der Realität keine (interessanten) Objekte vorhanden sind, sollten auch in OSM keine POI kartiert sein.

Der thematisch-räumliche Entwicklungsstand hängt in erster Linie von den beteiligten OSM-Mitwirkenden in der Schweiz ab. Der *Snapshot* der OSM-POI zeigt, dass knapp die Hälfte der 694'278 aktuellen Versionen aus dem Jahr 2013 und der ersten Woche des Jahres 2014 stammen. Diese Beobachtung widerspiegelt die Dynamik und das rasante Wachstum des Projekts OSM sowie das Bedürfnis der Mitwirkenden, vorhandene POI stets zu aktualisieren und neu eingetragene POI zu editieren. Dennoch zeigen die Versionszahlen der POI, dass knapp drei Viertel der registrierten POI in ihrer ursprünglichen Version vorliegen und keine weiteren Editiervorgänge vorweisen. Ein gutes Viertel aller 4'437 aktiven POI-Kartierenden ist ausschliesslich für diese zahlreichen einzelnen Erstversionen verantwortlich. 95% der kartierten punktuellen Objekte tragen Versionsnummern von 1 bis 3.

Dies verdeutlicht, dass der thematische sowie räumliche Entwicklungsstand von OSM von zahlreichen POI geprägt ist, welche aus individuellem und möglicherweise nicht geteiltem Interesse kartiert werden. Wie auf den Abbildungen 3 und 4 ersichtlich ist, zeichnet sich die Schweiz im Vergleich zu anderen Ländern sowohl im Verhältnis zur Bevölkerung wie auch im Verhältnis zur Fläche durch eine hohe Anzahl an OSM-Mitwirkenden aus, wodurch einige unterschiedliche thematische und räumliche Interessen aufeinandertreffen. Dennoch ist festzuhalten, dass die *Participation Inequality* (Nielsen, 2006) das Projekt massgeblich formt. Lediglich ein knappes Viertel der Mitwirkenden widmet sich mehr als zehn POI. Zudem gehen 90% der aktuellen POI-Versionen auf knapp 5% der Mitwirkenden zurück. Dieser relative Anteil der aktivsten Nutzer nimmt gemäss Neis und Zielstra (2014) in den letzten Jahren aufgrund der zahlreichen Neuregistrierungen inaktiver Nutzer ab.

8 Schlussfolgerung

Dieses Kapitel beinhaltet eine syntheseartige Zusammenfassung der Erkenntnisse der beiden Forschungsansätze. Grenzen in Form von Einschränkungen sowie Ideen für mögliche Erweiterungen der explorativen Analyse werden thematisiert, bevor das Fazit und der Ausblick die Arbeit abrunden.

8.1 Zusammenfassung: Vergleichende und intrinsische Analyse

Die Qualität von Geodaten erscheint im Rahmen von nutzergenerierten Daten in einem neuen Licht und erhält Aufmerksamkeit in der Forschung. Der Gedanke hinter VGI oder allgemein hinter UGC beeinflusst die Qualität massgeblich. Das Kartieren in OSM geschieht gemäss Haklay (2013) als *Fun*-Aktivität oder als konkrete Hilfe zur Problemlösung wie dies das Beispiel der Katastrophenkarte von Haiti nach dem Erdbeben illustriert (vgl. Kapitel 2.4.3). Mondzech und Sester (2011) betonen, dass die Qualität eines Datensatzes in Abhängigkeit des Nutzungs- und Verwendungszwecks steht. Je nach Objekt und Zweck ist eine unterschiedlich gute Qualität notwendig oder sinnvoll. Zudem resultiert je nach Art der Erfassung von Objekten in OSM eine unterschiedlich gute Qualität, wie dies van Exel, Dias und Fruijtjer (2010) hervorheben:

„[...] volunteered geographic collections are characterised by heterogeneous and diverse quality, due to the fact that it is collected using different methods (e.g. GPS tracks, image tracing) and by different individuals with different motivations and preferences.“

(van Exel, Dias und Fruijtjer, 2010: S. 1)

Die Erkenntnisse der vergleichenden Qualitätsanalyse zeigen, dass in OSM in der Stadt Zürich im Rahmen der untersuchten Merkmale ein Qualitätsniveau erreicht wird, welches in vielen Belangen mit jenem von kommerziellen Geodaten oder öffentlichen Verwaltungsdaten mithalten kann. OSM illustriert beispielhaft, wie oben genannte Nachteile in Form von unterschiedlichen Erfassungsmethoden und verschiedenen Absichten zu Vorteilen gemacht werden können und sich die Qualität auf gutem Niveau einpendelt und selbst

reguliert, wie dies Heiken und Peyke (2011) voraussagen. Die einzelnen Qualitätsmerkmale der OSM-POI bewegen sich im Vergleich mit den kommerziellen Geodaten und mit den öffentlichen Verwaltungsdaten auf unterschiedlichen Qualitätsniveaus. Entsprechend unterschiedlich ist das Potenzial von OSM als Konkurrenz. Wichtig ist bei der Auswahl eines Geodatensatzes einerseits die Definition des Verwendungszwecks und des Einsatzbereichs, also der Bezug zu den subjektiven, nicht messbaren Qualitätsmerkmalen, um die Prioritäten auf eines oder mehrere der verschiedenen objektiven, messbaren Qualitätsmerkmale legen zu können. Andererseits ist es bei der Verwendung von OSM-Daten unerlässlich, sich möglicher thematischer sowie räumlicher Fehler, Mängel oder Unstimmigkeiten bewusst zu sein.

Der intrinsische Blick auf den *Snapshot* der OSM-POI verdeutlicht die gesellschaftliche Popularität dieses VGI-Projekts in der Schweiz und den damit einhergehenden hohen Entwicklungsstand. Hohe Nutzerzahlen, eine umfangreiche Thematik und ausgeprägte räumliche Abdeckung sprechen für Anerkennung und Wertschätzung von OSM in der Schweizer Gesellschaft. Die explorative Analyse des Schweizer POI-Datensatzes mit thematisch-räumlichem Fokus illustriert und charakterisiert Schwerpunkte aus thematischer und räumlicher Perspektive. Die hohe Präsenz von unkonventionellen POI hebt das thematische Ungleichgewicht und das entsprechende Verbesserungspotenzial hervor. Die unterschiedliche Abdeckung der Schweiz durch OSM-POI ist auf mehreren räumlichen Ebenen erkennbar und stark von der Thematik abhängig. Als Datenbasis scheint der OSM-POI-Datensatz in der Schweiz vor allem in städtischen Gebieten und für Anwendungen mit Fokus auf öffentlich zugängliche POI geeignet zu sein.

8.2 Grenzen und Ideen

Eine explorative Analyse dient dazu, sich Schritt für Schritt einem Forschungsziel anzunähern. Die inhaltlichen wie auch methodischen Grenzen sind nicht im Vorherein definiert und richten sich nach den Erwartungen.

Aus methodischer Sicht und in Bezug auf die verwendete Datengrundlage besteht die Möglichkeit, die beiden Forschungsansätze zu erweitern. In der Qualitätsanalyse wäre eine Integration weiterer Qualitätsmerkmale (vgl. Kapitel 3.1) denkbar. Insbesondere die thematische und die zeitliche Genauigkeit könnten von Interesse sein, wären jedoch ohne

eine umfangreiche repräsentative *Ground Truth*-Erhebung kaum ermittelbar. In Anbetracht dessen, dass für die explorative Analyse ausschliesslich ein *Snapshot* der OSM-POI in der Schweiz als Datengrundlage verwendet wird, könnte der Miteinbezug von historischen *Snapshots* beide Forschungsansätze um die zeitliche Dimension bereichern und Aufschluss über die Entwicklung der POI und der damit im Zusammenhang stehenden Aktivitäten der Mitwirkenden sowie der Qualität geben. Eine Integration der beiden weiteren Datentypen *Ways* und *Relations* in die Analyse von OSM in der Schweiz wäre eine weitere Möglichkeit. Zahlreiche europäische Studien berichten jedoch bereits über die thematischen und räumlichen Charakteristiken dieser Objekte in OSM, weshalb der Fokus in dieser Analyse explizit auf den POI liegt. Überdies kann im Rahmen des intrinsischen Forschungsansatzes beispielsweise die Untersuchung der räumlichen Verteilung der OSM-POI auf weitere Ebenen und Analyseregionen ausgedehnt werden. Ferner wäre in der Analyse der Mitwirkenden die Berücksichtigung der sozioökonomischen Faktoren gemäss Neis, Zielstra und Zipf (2013) interessant. Die fehlenden entsprechenden individuellen Nutzerinformationen offenbaren sich diesbezüglich jedoch als Problem. Es müsste auf Erfahrungs- und Durchschnittswerte zurückgegriffen werden, welche innerhalb der Schweiz aufgrund nur geringer Unterschiede keine aufschlussreichen Ergebnisse ermöglichen. Der letztendliche Umfang der Analyse hängt davon ab, wie detailliert die Zielsetzung formuliert wird.

Das Ziel der explorativen Arbeit – die Analyse respektive die Ermittlung der Qualität und des Entwicklungsstandes der OSM-POI in der Schweiz – wird erreicht. Die beiden Forschungsansätze widmen sich der Qualität der Daten, berücksichtigen die OSM-POI als Datenbasis für eine Implementierung und untersuchen das Projekt in Bezug auf die POI als gesellschaftliches Phänomen. In diesem Sinne tangiert die vorliegende Arbeit alle drei im Kapitel 1.1.2 vorgestellten Forschungsbereiche.

8.3 Fazit und Ausblick

Abschliessend ist festzuhalten, dass OSM nicht bezweckt, die „konventionelle Kartographie einzuholen“ (Zollinger, 2008: S. 29) oder als Ersatz für kommerzielle Geodaten oder öffentliche Verwaltungsdaten gehandelt zu werden. Unbeabsichtigt erregt OSM zunehmend Aufmerksamkeit und erreicht hinsichtlich der Qualität und des Entwicklungsstandes der POI in der Schweiz ein vielversprechendes Niveau. Um dieses Niveau beweisen und erhalten zu können, muss gemäss Haklay (2013) VGI sowie allgemein UGC in der Wissenschaft

akzeptiert werden. Analysen bestimmter Bestandteile in ausgewählten Gebieten mit vielversprechenden Erkenntnissen bilden die Basis für dieses Ziel. Entsprechend werden OSM-Daten mehr und mehr als Konkurrenz auf dem Geodatenmarkt anerkannt und beleben die Diskussion rund um die Bereitstellung von Geodaten.

- Amelunxen, C. (2010).** An Approach to geocoding based on volunteered Spatial Data. In A. Zipf, K. Behncke, F. Hillen, & J. Schaefermeyer (Hrsg.), *Geoinformatik 2010. Die Welt im Netz*. Heidelberg: Akademische Verlagsgesellschaft AKA, 7-12.
- Ather, A. (2009).** A Quality Analysis of OpenStreetMap Data. Masterarbeit. University College London.
- Auer, M., & Zipf, A. (2011).** OSM meets OGC - Zum Anwendungspotential einer GDI mit freiwillig gesammelten Geodaten. In *16. Münchner Fortbildungsseminar Geoinformationssysteme des Runden Tisch GIS*. München, 1-7.
- Barron, C., Neis, P., & Zipf, A. (2013).** Mapping the Crowd – Zur Rolle der Mapper bei der Qualitätsanalyse von OpenStreetMap. In *Angewandte Geoinformatik 2013*. Salzburg, Österreich, 1-10.
- Ciepluch, B. (2009).** Using OpenStreetMap to deliver location-based Environmental Information. *SIGSPATIAL Special*, 1(3), 17-22.
- Ciepluch, B., Jacob, R., Mooney, P., & Winstanley, A. (2010).** Comparison of the accuracy of OpenStreetMap for Ireland with Google Maps and Bing Maps. In *Proceedings of the Ninth International Symposium on Spatial Accuracy Assessment in Natural Resources and Environmental Sciences*. Leicester, Vereinigtes Königreich.
- Ciepluch, B., Mooney, P., & Winstanley, A. C. (2011).** Building Generic Quality Indicators for OpenStreetMap. In *Prococeedings of the 19th annual GIS Research UK GISRUK*. Portsmouth, England.
- Coote, A., & Rackham, L. (2008).** Neogeographic data quality - is it an issue? In *Annual Conference of the Association for Geographic Information AGI*, 1-17.
- Exel, M. Van, Dias, E., & Fruijtjer, S. (2010).** The impact of crowdsourcing on spatial data quality indicators. In *Proceedings of GIScience 2011*. Zürich, Schweiz, 1-4.
- Fornfeld, M., Oefinger, P., & Rausch, U. (2003).** *Der Markt für Geoinformationen: Potenziale für Beschäftigung, Innovation und Wertschöpfung*.
- Girres, J.-F., & Touya, G. (2010).** Quality Assessment of the French OpenStreetMap Dataset. *Transactions in GIS*, 14(4), 435-459.
- Gladwell, M. (2000).** *The Tipping Point: How Little Things Can Make a Big Difference* (1. Aufl.). New York, USA: Little Brown & Company.
- Golliez, A., Aschwanden, C., Bretscher, C., Bernstein, A., Farago, P., Krügel, S., Frei, F., Laux, Ch., Bucher, B., Neuron, A., Riedl, R. (2012).** *Open Government Data Studie Schweiz*. Bern: Berner Fachhochschule.
- Goodchild, M. F. (1993).** Data Models and Data Quality: Problems and Prospects. *Environmental Modeling with GIS*, 94-103.

- Goodchild, M. F. (2007).** Citizens as sensors: the world of volunteered geography. *GeoJournal*, 69(4), 211-221.
- Goodchild, M. F. (2009).** NeoGeography and the nature of geographic expertise. *Journal of Location Based Services*, 3(2), 82-96.
- Goodchild, M. F., & Glennon, J. A. (2010).** Crowdsourcing geographic information for disaster response: a research frontier. *International Journal of Digital Earth*, 3(3), 231-241.
- Goodchild, M. F., & Hunter, G. J. (1997).** A simple positional accuracy measure for linear features. *International Journal of Geographical Information Science*, 11(3), 299-306.
- Graser, A., & Straub, M. (2013).** Ein systematischer Vergleich der Straßennetzwerke von GIP und OpenStreetMap im Großraum Wien. In Strobl, J., Blaschke, T., Greisebner, G. & Zagel, B. (Hrsg.), *Angewandte Geoinformatik 2013*. Berlin/Offenbach: Herbert Wichmann Verlag, VDE VERLAG GMBH, 424-433.
- Haklay, M. (2010).** How good is volunteered geographical information? A comparative study of OpenStreetMap and Ordnance Survey datasets. *Environment and Planning B: Planning and Design*, 37(4), 682-703.
- Haklay, M. (2013).** Citizen Science and Volunteered Geographic Information: Overview and Typology of Participation. In Sui, D.Z., Elwood, S. & Goodchild, M.F. (Hrsg.), *Crowdsourcing Geographic Knowledge* (1. Aufl.). Springer Science+Business Media Dordrecht, 105-122.
- Haklay, M., Basiouka, S., Antoniou, V., & Ather, A. (2010).** How Many Volunteers Does it Take to Map an Area Well? The Validity of Linus' Law to Volunteered Geographic Information. *Cartographic Journal*, 47(4), 315-322.
- Heiken, A., & Peyke, G. (2011).** Zur Interoperabilität und Benutzerfreundlichkeit von OSM-Daten. In J. Strobl, T. Blaschke, & G. Griesebner (Hrsg.), *Angewandte Geoinformatik 2011*. Berlin/Offenbach: Herbert Wichmann Verlag, VDE VERLAG GMBH, 158-163.
- Helbich, M., Amelunxen, C., & Neis, P. (2012).** Comparative Spatial Analysis of Positional Accuracy of OpenStreetMap and Proprietary Geodata. In S. J. et Al (Hrsg.), *Angewandte Geoinformatik 2012*. Berlin/Offenbach: Herbert Wichmann Verlag, VDE Verlag GmbH, 24-33.
- Herb, U. (2012).** *Open Initiatives: Offenheit in der digitalen Welt und Wissenschaft*. Saarbrücken: Universaar.
- Heuel, S. (2012).** Ist OpenStreetMap das Wikipedia für Karten? <http://geo.ebp.ch/2012/03/26/ist-openstreetmap-das-wikipedia-fur-karten/>, Zugriff: 10.04.2014.
- Hochmair, H., & Zielstra, D. (2013).** Development and Completeness of Points Of Interest in Free and Proprietary Data Sets : A Florida Case Study. In *Proceedings of GI-Forum 2013*. Salzburg, Österreich, 39-48.
- Howe, J. (2006).** The Rise of Crowdsourcing. *Wired Magazine*, 14(6), 1-5.
- Hristova, D., Mashhadi, A., Quattrone, G., & Capra, L. (2012).** Mapping Community Engagement with Urban Crowd-Sourcing. In *Proceedings of When the City meets the Citizen Workshop*. Dublin, Irland, 14-19.

- Hunter, G. J. (1999).** New Tools For Handling Spatial Data Quality : Moving from Academic Concepts to Practical Reality. *URISA Journal*, 11(2), 25-34.
- Jackson, S., Mullen, W., Agouris, P., Crooks, A., Croitoru, A., & Stefanidis, A. (2013).** Assessing Completeness and Spatial Error of Features in Volunteered Geographic Information. *ISPRS International Journal of Geo-Information*, 2(2), 507-530.
- Kounadi, O. (2009).** *Assessing the quality of OpenStreetMap data*. Masterarbeit. University College of London.
- Krumm, J., Davies, N., & Narayanaswami, C. (2008).** User-Generated Content. *Pervasive Computing*, 7(4), 10-11.
- Ludwig, I., Voss, A., & Krause-Traudes, M. (2011).** A Comparison of the Street Network of Nayeq and OSM in Germany. In S. C. M. Geertmann, W. P. Reinhardt, & F. J. Toppen (Hrsg.), *Advancing Geoinformation Science for a Changing World*. Heidelberg: Springer-Verlag Berlin Heidelberg, 65-84.
- Mashhadi, A., Quattrone, G., & Mooney, P. (2012).** On the Accuracy of Urban Crowdsourcing for Maintaining Large-Scale Geospatial Databases. In *Proceedings of the Eighth Annual International Symposium on Wikis and Open Collaboration*. Linz, Austria.
- Mondzech, J., & Sester, M. (2011).** Quality Analysis of OpenStreetMap Data Based on Application Needs. *Cartographica: The International Journal for Geographic Information and Geovisualization*, 46(2), 115-125.
- Mooney, P., & Corcoran, P. (2012a).** Characteristics of Heavily Edited Objects in OpenStreetMap. *Future Internet*, 4(4), 285-305.
- Mooney, P., & Corcoran, P. (2012b).** The Annotation Process in OpenStreetMap. *Transactions in GIS*, 16(4), 561-579.
- Mooney, P., Corcoran, P., & Winstanley, A. (2010).** A study of data representation of natural features in OpenStreetMap. In *Proceedings of the 6th GIScience International Conference on Geographic Information Science*. Zürich, Schweiz.
- Müller, A., Neis, P., Auer, M., & Zipf, A. (2010).** Ein Routenplaner für Rollstuhlfahrer auf der Basis von OpenStreetMap-Daten. Konzeption, Realisierung und Perspektiven. In *AGIT 2010*. Salzburg, Österreich, 1-4.
- Mülligann, C., Janowicz, K., Ye, M., & Lee, W. (2011).** Analyzing the Spatial-Semantic Interaction of Points of Interest in Volunteered Geographic Information. In Egenhofer, M.J., Giudice, N.A., Moratz, R. & Worboys M.F. (Hrsg.), *Conference on Spatial Information Theory (COSIT 2011)*. Berlin, Deutschland: Springer-Verlag, 350-370.
- Neis, P., Goetz, M., & Zipf, A. (2012).** Towards Automatic Vandalism Detection in OpenStreetMap. *ISPRS International Journal of Geo-Information*, 1(3), 315-332.
- Neis, P., Singler, P., & Zipf, A. (2010).** Collaborative mapping and Emergency Routing for Disaster Logistics - Case studies from the Haiti earthquake and the UN portal for Afrika. In *Proceedings of Geospatial Crossroads @ GI_Forum '10*. Salzburg, Österreich, 239-248.

- Neis, P., & Zielstra, D. (2014).** Recent Developments and Future Trends in Volunteered Geographic Information Research: The Case of OpenStreetMap. *Future Internet*, 6(1), 76-106.
- Neis, P., Zielstra, D., & Zipf, A. (2012).** The Street Network Evolution of Crowdsourced Maps: OpenStreetMap in Germany 2007-2011. *Future Internet*, 4, 1-21.
- Neis, P., Zielstra, D., & Zipf, A. (2013).** Comparison of Volunteered Geographic Information Data Contributions and Community Development for Selected World Regions. *Future Internet*, 5(2), 282-300.
- Neis, P., Zielstra, D., Zipf, A., & Strunck, A. (2010).** Empirische Untersuchungen zur Datenqualität von OpenStreetMap - Erfahrungen aus zwei Jahren Betrieb mehrerer OSM-Online-Dienste. In *AGIT 2010. Symposium für angewandte Geoinformatik*. Salzburg, Österreich.
- Neis, P., & Zipf, A. (2012).** Analyzing the Contributor Activity of a Volunteered Geographic Information Project — The Case of OpenStreetMap. *ISPRS International Journal of Geo-Information*, 1(3), 146-165.
- Nielsen, J. (2006).** Participation Inequality: Encouraging More Users to Contribute. *Jakob Nielsen's Alertbox*, 9.
- O'Sullivan, D., & Unwin, D. J. (2010).** *Geographic Information Analysis* (2. Aufl.). Hoboken, New Jersey: John Wiley & Sons.
- Ramm, F., & Topf, J. (2008).** *OpenStreetMap - Die Freie Weltkarte nutzen und mitgestalten* (1. Aufl.). Berlin: Lehmanns Media.
- Raymond, E. (1999).** The cathedral and the bazaar. *Knowledge, Technology & Policy*, 12(3), 23-49.
- Rehrl, K., Gröchenig, S., Hochmair, H., Leitinger, S., Steinmann, R., & Wagner, A. (2013).** A Conceptual Model for Analyzing Contribution Patterns in the Context of VGI. In Krisp, J.M. (Hrsg.), *Progress in Location-Based Services*. Berlin, Heidelberg: Springer Berlin Heidelberg, 373-388..
- Schmidt, M., & Neis, P. (2011).** OpenStreetMap in der Forschung? In *Anwenderkonferenz für Freie und Open Source Software für Geoinformationssysteme FOSSGIS*. Heidelberg, 27-29.
- Spreng, M., & Hoffmann, S. (2011).** Haltestellen-Import in der Schweiz. In *Anwenderkonferenz für Freie und Open Source Software für Geoinformationssysteme FOSSGIS*. Heidelberg, 67-68.
- Stark, H.-J. (2010).** Quality Assessment Of Volunteered Geographic Information. *Geoinformatics*, 7, 28-30.
- Steinmann, R., Brunauer, R., & Gröchenig, S. (2013).** Wie aktiv sind freiwillige Mapper? Ein Vergleich der OpenStreetMap-Aktivitäten in den Jahren 2005-2012 am Beispiel der DACH-Region. In Strobl, J., Blaschke, T., Griesebner, G. & Zagel, B. (Hrsg.), *Angewandte Geoinformatik 2013*. Berlin/Offenbach: Herbert Wichmann Verlag, VDE VERLAG GMBH, 173-182.
- Stengel, S., & Pomplun, S. (2010).** OpenStreetMap - die freie Weltkarte für alle oder Spielerei von Karten-Amateuren? *Vermessung Brandenburg*, 15, 18-32.

- Straumann, R. (2012).** Chancen und Risiken von Crowdsourcing für die öffentliche Verwaltung. <http://geo.ebp.ch/2012/01/24/chancen-und-risiken-von-crowdsourcing-fur-die-offentliche-verwaltung/>, Zugriff: 11.04.2014.
- Strunck, A. (2010).** *Raumzeitliche Qualitätsuntersuchung von OpenStreetMap*. Diplomarbeit. Rheinische Friedrich-Wilhelms-Universität.
- Sunlight Foundation (2010).** Ten Principles for Opening Up Government Information. <http://sunlightfoundation.com/policy/documents/ten-open-data-principles/>, Zugriff: 11.04.2014.
- Sui, D. Z. (2008).** The wikification of GIS and its consequences: Or Angelina Jolie's new tattoo and the future of GIS. *Computers, Environment and Urban Systems*, 32(1), 1-5.
- Turner, B. A. J. (2006).** *Introduction to Neogeography*. Sebastopol, California, USA: O'Reilly Media.
- Uhlmann, J., Tommasini, F., & Stark, H.-J. (2010).** Empirische Untersuchung der Motivation von Teilnehmern bei der freiwilligen Erfassung von Geodaten. *FOSSGIS (Präsentation)*.
- Wagner, C. (2010).** *Ein Bewertungssystem für Openstreetmap*. Diplomarbeit. Technische Universität Dresden.
- Weber, P., & Haklay, M. (2008).** OpenStreetMap: user-generated street maps. *IEEE Pervasive Computing*, 7(4), 12-18.
- Williams, A. D. (2007).** Wikinomics : How Mass Collaboration Changes Everything.
- Zheng, X. (2012).** *A Comparative Study of POI Coverage between OpenStreetMap and Whereis in the Melbourne Area*. University of Melbourne.
- Zielstra, D., & Hochmair, H. H. (2011).** Comparative Study of Pedestrian Accessibility to Transit Stations Using Free and Proprietary Network Data. *Transportation Research Record: Journal of the Transportation Research Board*, 2217(1), 145-152.
- Zielstra, D., & Hochmair, H. H. (2012).** Comparison of Shortest Path Lengths for Pedestrian Routing in Street Networks Using Free and Proprietary Data. In *Proceedings of the Transportation Research Board*. Washington, District of Columbia, USA, 1-19.
- Zielstra, D., Hochmair, H. H., & Neis, P. (2013).** Assessing the Effect of Data Imports on the Completeness of OpenStreetMap - A United States Case Study. *Transactions in GIS*, 17(3), 315-334.
- Zielstra, D., & Zipf, A. (2010).** A Comparative Study of Proprietary Geodata and Volunteer-geographic Information for Germany. In *Proceedings of 13th AGILE International Conference on Geographic Information Science*. Giumaraes, Portugal.
- Zollinger, S. (2008).** *Kartenkritik an OpenStreetMap - Eine systematische Beurteilung der durch Mapnik visualisierten freien Weltkarte mit Fokus auf die Schweiz*. Semesterarbeit. ETH Zurich.

Persönliche Erklärung

Ich erkläre hiermit, dass ich die vorliegende Arbeit selbständig verfasst und die den verwendeten Quellen wörtlich oder inhaltlich entnommenen Stellen als solche kenntlich gemacht habe.

Zürich, 30. September 2014

Larissa Barbara Hauser