

Dezentrale Systeme und Netzdienste
Institut für Telematik

Lehrstuhl
Prof. Dr. Hannes Hartenstein

Fakultät für Informatik

Diplomarbeit
2014

Analyse internationaler Nachrichtenflüsse
im Twitter-Netzwerk

Peter Michael Bolch

Mat.Nr.: 1345211

Referent:
Betreuer: Matthias Keller

Ich erkläre hiermit, dass ich die vorliegende Diplomarbeit selbständig verfasst und keine anderen als die angegebenen Quellen und Hilfsmittel verwendet habe.

Karlsruhe, 2014

Peter Michael Bolch

Inhaltsverzeichnis

1	Einleitung	1
1.1	Motivation und Hintergründe	1
1.2	Problembeschreibung	3
1.3	Fragestellungen und Anforderungen	4
1.3.1	Anforderungen	4
1.4	Gliederung der Arbeit	5
2	Grundlagen	7
2.1	Geografische Grundlagen und Begriffe	8
2.2	Twitter	11
2.2.1	Geschichtliches	11
2.2.2	Was ist Twitter?	12
2.2.3	Funktionen von Twitter	13
2.2.4	Daten einer Twitter-Nachricht	16
2.2.5	geografischer Indikator	17
2.2.6	Geoinformationen in Twitter Daten	19
3	Stand der Technik	22
3.1	Kategorisierung bestehender Ansätze	22
3.1.1	ttt<sss	26
3.1.2	Probleme früherer Ansätze	28
4	Lösungsansatz	29
4.1	Überblick	29
4.2	Einlernen der Georeferenz-Basis	31
4.2.1	Der Nutzer-Standort als geografischer Indikator	31
4.2.2	Die Nutzer-Zeitzone als geografischer Indikator	36

4.2.3	Schema zum einlernen der Georeferenz-Basis Struktur der Georeferenz-Basis	37
4.2.4	Erster Ansatz zum einlernen der Georeferenz-Basis	39
4.2.5	Encoding	49
4.2.6	Die Zeitzone als geografischer Indikator	49
4.3	Einlernen der Georeferenz-Basis	49
4.3.1	Zuordnung der georeferenzierten Tweets zu geografischen Entitäten	49
4.3.2	Erzeugung von N-Grammen	49
4.3.3	Matching auf N-Gramme und geografische Entität	50
4.4	Georeferenzierung	50
4.5	Geolocation Mapping	51
4.5.1	nearest neighbour mapping	51
4.6	Verknüpfung von Indikatoren und geografischen Lokationen zur wieder- gewinnung des erlernten Wissens	52
4.6.1	Generierung eines Wissensdatensatzes	52
4.6.2	Verknüpfung mit Geodaten	52
4.6.3	Auflösen auf Administartionsebenen, Länder	52
4.7	Lokalisieren von Tweets ohne konkrete geografische Daten	52
4.7.1	Ablauf der Lokalisierung	52
4.7.2	Lokalisierungssicherheit durch Ausnutzung der geografischen Hier- archiebeziehungen	52
4.7.3	Geografische Grundbegriffe und Geografiedaten	52
4.7.4	???	53
4.8	Einbauen in dieses Kapitel	53
5	Implementierung	56
5.1	Komponenten der Referenzimplementierung	56
5.1.1	Architektur	56
5.1.2	Präprozessorverarbeitung - Erzeugung der N-Gramme	56
5.2	Datenbank	56
5.3	Geografie Daten	57
5.4	Data Sample	57
5.5	geonames.org	57

6	Leistungsbewertung	58
7	Schlussfolgerungen, Ausblick und Fragen	59
8	Zusammenfassung	60
9	Ideen und Notizen	61
9.1	Stakeholder analyse	61
9.2	Fragen an Matthias	61
9.2.1	Strukturell	61
9.2.2	Inhalt	61
9.3	Ideen	61
9.4	Formulierungen	62
9.4.1	unmittelbare ungesicherte geografische Indikatoren	62
9.5	Datenbasis	63
9.6	Vorteile neuer Ansatz bei Mapping auf Geografische Daten	63
	Literaturverzeichnis	64

Todo list

■ Bild Twitter-Nutzer als sensor	2
■ 1 retweet Reichweite 1000 Nutzer	15
■ Diagramm Retweet, Filterfunktion	15
■ siehe Bild ref1	15
■ siehe Bild ref2	15
■ siehe Bild ref3	15
■ siehe Bild ref4	16
■ Diagramm Antwort, Antwort Thread, Bild Antworten Button, Referenzieren .	16
■ siehe Bild	16
■ Überarbeiten subsec:Geoninformationen in Twitter Daten	19
■ Nur optional	19
■ Irgendwo auf den Umstand eingehen, dass Timezone nicht angegeben werden wird und dann der Standard gewählt wird der us central pacific time ist?	20
■ Umschreiben und woanders darauf eingehen!	21
■ Indikatoren aus [SHP ⁺ 13]	26
■ Tabelle einfügen, bereits fertig, nur noch Format anpassen (Lesbarkeit)	27
■ Requirements Tabelle einfügen	27
■ geografische Entität definieren	28

■ Schema Darstellung Eingabe->Ausgabe Sketchbook A1: Unterschrift Die Eingabe besteht aus dem Nutzer-Standort sowie der Nutzer-Zeitzone. Als Rahmenbedingungen wird die gewünschte Hierarchie-Ebene sowie der Schwellwert für die Konfidenz angegeben. Als Ausgabe erhält man eine Georeferenz und einen Konfidenzwert, der angibt wie sicher das Ergebnis ist.	29
■ Ablaufplan A1, A2, A3	30
■ überarbeiten	31
■ Referenzen auf frühere Ansätze mit Gazetteer Abfrage	31
■ kleines Beispiel mit Hilfe der Geocoding Api erstellen	32
■ Hier noch überlegen ob Nutzer der sich temporär woanders befindet auch rein müssen.	33
■ Weitere Probleme überarbeiten, dies sind nicht unbedingt Probleme sondern Anforderungen die schon weiter vorne definiert sind. Die müssen hier nicht mehr rein	35
■ Beispiel Ablauf Hamburg, Deutschland	36
■ Auswertung von Sonder Satzzeichen Datensätzen in UL	39
■ Dieses Problem später behandeln	42
■ Ablaufplan Tokenizing	47
■ Ablaufplan Toponyme identifizieren	48
■ Zeitzone als zusätzlichen geografischen Indikator einführen Unsicherheiten ausräumen Beispiel suchen	48
■ Welches Fehlermaß kann für das mapping angewandt werden? auf Städteebene gut möglich mit geografischen Distanzen, admin2,amdin1, Land schlecht möglich mit Distanzen	51
■ NGramme -> Nochmal genau prüfen, Zusammenhang zu Markov Modell und NGram Statistik herausstellen	53
■ Bessere Umschreibung finden für Teilworte, es ist eig. eine Menge von Worten aus Nutzer-Standort	53

■ Tabelle mit Georef Api Anbietern.	54
■ Link in footnote einfügen	54
■ Datensätze in Grundlagen?	56
■ Eventuell was über die Geo Indexe in der Datenbank und die Nearest Neighbour Berechnungen.	56
■ in Implementierung verschieben	57
■ In Einleitung	61
■ Korrelation zwischen Lokalisierungssicherheit und tatsächlichem Match be- rechnen	62

1 Einleitung

1.1 Motivation und Hintergründe

Über den Mikroblogging-Dienst Twitter lassen sich in Echtzeit 140 Zeichen lange Textnachrichten veröffentlichen. Seit dem Start des Mikroblogging-Dienstes im Jahr 2006 sind die Nutzerzahlen kontinuierlich angestiegen. 2010 konnte Twitter 75 Millionen aktive Nutzer verzeichnen [CCL10]. Im Jahr 2013 wird Twitter täglich von zirka 100 Millionen Menschen weltweit aktiv genutzt. Dies berichtete Twitter 2013 in seinem Prospekt zum Börsengang [ti13]. Zur Gesamtanzahl der Nutzer-Konten gibt es von Twitter keine Informationen. Dies kann mitunter damit begründet werden, dass die Gesamtanzahl der Nutzer-Konten auch inaktive Nutzer einschliesst und somit keine Informationen über die tatsächliche Aktivität im Netzwerk liefert. Auch andere soziale Netzwerke ziehen die aktiven Nutzer als Metrik heran, des weiteren wird die Metrik vom Interactive Advertising Bureau (IAB) empfohlen. [IAB]

Die Twitter-Nutzer verfassen täglich mehr als 500 Millionen Nachrichten, sogenannte Tweets [ti13].¹ Die meisten dieser Tweets sind öffentlich zugänglich und können von allen Twitter-Nutzern uneingeschränkt betrachtet werden. Twitter bietet zusätzlich eine sogenannte Streaming-API an, welche es ermöglicht Tweets programmatisch zu empfangen.² Die Streaming-API stellt ein Echtzeit-Sample der aktuell versendeten Tweets bereit und liefert maximal 1% aller Tweets die zum aktuellen Zeitpunkt verfasst wurden [MPLC13]. Über die sogenannte Filter-API lassen sich die Tweets nach bestimmten Kriterien wie Nutzer-ID, geografischer Region oder Schlüsselwörtern filtern.³

¹Im Abschnitt Grundlagen wird der Begriff Tweet genauer untersucht, für den Moment sollen darunter die Nachrichten verstanden werden, welche von den Twitter-Nutzern verfasst werden

²API: Application Programming Interface oder auch Programmierschnittstelle

³<https://dev.twitter.com/docs/streaming-apis>

Ein Tweet besteht aus einer Reihe von Informationen. Neben dem Verfasser, ist der Tweet-Text die wichtigste Information die in einem Tweet enthalten ist. Der Tweet-Text wird vom Nutzer verfasst und abgesendet, er beinhaltet die zentrale Information eines Tweets. In den 140 Zeichen des Tweet-Textes teilen Twitter-Nutzer Informationen unterschiedlicher Ausprägung aus. Unter anderem wird über privates, Sportergebnisse, Großereignisse, persönliche Erfahrungen oder persönliche Meinungen berichtet. Auch Bilder und Web-Links können in einem Tweet-Text enthalten sein.

Mit Hilfe der Streaming-API ist es erstmals möglich, große Mengen nutzergenerierter Informationen unterschiedlichster Ausprägung direkt zu erhalten. Durch die Möglichkeiten die Twitter bietet kann theoretisch jeder Mensch Nachrichten und Informationen über das Twitter-Netzwerk verbreiten und weitergeben. Diese Masse an nutzergenerierten Informationen bietet Wissenschaftlern in verschiedenen Bereichen zahlreiche neue Möglichkeiten.

Sakaki et al interpretieren die Twitter-Kurznachrichten beispielsweise als Sensor-Daten [SOM10]. Der Twitter-Nutzer fungiert dabei als Sensor, der ein beliebiges Ereignis erfährt oder erlebt. Möglicherweise berichtet der Twitter-Nutzer im Tweet-Text über dieses Ereignis. Damit kann der Text als Sensor-Datum interpretiert werden, wenn auch erhebliches Rauschen in der Gesamtheit der Tweets zu erwarten ist. Sakaki et al zeigen aber, dass mit diesem Vorgehen, Erdbebenzentren lokalisiert oder die Trajektorie eines Typhoons vorhergesagt werden können.

Bild Twitter-
Nutzer als
sensor

Auch die Sozialwissenschaften und die Meinungsforschung profitieren von dem enormen Informationsfundus der durch Twitter geboten wird. Tumasjan et al. untersuchen in [TSSW11] wie sich die politische Landschaft im Twitter-Netzwerk widerspiegelt. Die Wissenschaftler haben zur Bundestagswahl 2009 100.000 Tweets analysiert und stellten fest, dass die Erwähnungen von Parteien und Politikern in Twitter, den Wahlausgang sehr genau widerspiegeln.

Die Kommunikation innerhalb des Twitter-Netzwerks kann aber auch neue Einsichten über die globale Kommunikation oder die Ausbreitung von Nachrichten liefern. Garcia-Gavilanes et al. erforschen in [GGMQ14] die Kommunikation zwischen Ländern. Es wird gezeigt, dass die globale Kommunikation innerhalb des Twitter-Netzwerks nicht nur von der geografischen Distanz abhängig ist, sondern auch von sozialen, ökonomischen und kulturellen Attributen eines Landes.

Selbst die Epidemieforschung kann von den Daten des Twitter-Netzwerks profitieren. So zeigten Szomsor et al. in [SKD11], dass die Vorhersage der Schweingrippe im Jahr 2009 durch die Analyse von Tweets eine Woche früher möglich gewesen wäre als dies mit konventionellen Frühwarnsystemen der Fall war.

Diese Erkenntnisse und Informationen sind allerdings nur gewinnbringend einzusetzen, wenn der Standort des Twitter-Nutzers bekannt ist. Die Information, dass eine Krankheit ausgebrochen ist, ist mit einer exakten Georeferenz wertvoller als ohne diese. Auch die Arbeit von Sakaki et al. ist auf eine Georeferenz angewiesen, wobei die Wissenschaftler angeben, dass die ungefähre Position für ihre Anwendung ausreichend ist. Bei der Untersuchung internationaler Kommunikation wiederum, ist es wichtig zu Wissen in welchem Land ein Tweet verfasst wurde. In diesem Fall kann die Georeferenz eine größere Region umfassen und muss nicht GPS-Genauigkeit aufweisen. Wohingegen eine detaillierte Untersuchung des politischen Klimas innerhalb Deutschlands eine Auflösung auf Bundesländer-Ebene erforderlich machen würde.

Twitter bietet seinen Nutzern die Möglichkeit ihren Standort im Nutzerprofil anzugeben. Hecht et al. stellen in [HHSC11] eine erste ausführliche Analyse der eingegebenen Standort-Daten bereit. Ab 2009 ermöglichte Twitter ein “per-tweet geo-tagging“ [CCL10]. Dadurch können Anwendungen, auf Endgeräten mit GPS, Längen- und Breitengrad des aktuellen Standorts als Georeferenz an den Tweet anhängen. Nur ca. 1,7% der Twitter-Kurznachrichten enthalten allerdings eine konkrete Georeferenz in dieser Form.⁴

1.2 Problembeschreibung

Um gewinnbringende Informationen aus den Tweets erzeugen zu können, ist es wichtig Tweets eine Georeferenz zuordnen zu können. Die Anzahl der Twitter-Kurznachrichten die mit Hilfe von Längen- und Breitengrad unmittelbar einem geografischen Ort zugeordnet werden können ist sehr gering.

Es ist also wichtig ein Verfahren zu finden um Twitter-Nutzer oder Tweets eine Georeferenz zuzuordnen. Mit Hilfe der in einem Tweet vorhandenen Daten sollte eine möglichst

⁴Prüfung durch Datensatz XYZ was sich mit den Ergebnissen von [PCV13] und [SHP⁺13]

genaue Position bestimmt werden. Dies soll auch möglich sein, wenn keine konkrete geografische Angabe in Form von Längen- und Breitengrad vorliegt.

1.3 Fragestellungen und Anforderungen

Die folgenden Fragestellungen sollen beantwortet:

Q1 Wie kann Twitter-Nutzern eine Georeferenz zugeordnet werden?

1.3.1 Anforderungen

Das erarbeitete verfahren soll folgende Anforderungen erfüllen.

R1 Zuordnung einer Georeferenz zu einem Twitter-Nutzer. (R1)

R2 Unabhängig von kommerziellen Anbietern geografischer Informationen, oder sonstiger benötigter Daten. (R2)

R3 Das Ergebniss ist eine Georeferenz welche einer geografischen Hierarchieebene entspricht. Folgende Hierarchieebenen werden angeboten (R3):

a) Land oder Staat

b) Verwaltungsebene erster Ordnung ⁵

c) Verwaltungsebene zweiter Ordnung ⁶

d) Stadt

R4 Es soll möglich sein eine Mindestanforderung für die Konfidenz, mit welcher die Georeferenz bestimmt wurde, anzugeben.

R5 Verfahren unabhängig von Sprache und Schriftzeichen weltweit einsetzbar.

⁵in D Bundesländer, bspsw. Baden-Württemberg, Bayern usw.

⁶in D Regierungsbezirke bspsw. Regierungsbezirk Stuttgart, Regierungsbezirk Karlsruhe usw.

1.4 Gliederung der Arbeit

Abschnitt 2: Grundlagen

In diesem Abschnitt sollen die Grundlagen für die entwickelte Methode vermittelt werden. Es wird auf den Mikroblogging-Dienst Twitter eingegangen und es werden grundsätzliche Methoden und Verfahren vorgestellt welche zum Verständnis der entwickelten Methode benötigt werden. Ebenso werden häufig genutzte geografische Grundbegriffe vermittelt.

Abschnitt 3: Stand der Technik

Es werden aktuelle Ansätze betrachtet, eingeordnet und in Bezug auf die angegebenen Anforderungen untersucht. Es werden sowohl die Verfahren zur 'Analyse' und Zuordnung als auch die Verfahren zum abbilden der geografischen Einheiten untersucht und eingeordnet.

Abschnitt 4: Lösungsansatz

In diesem Kapitel wird, unter Berücksichtigung der gegebenen Anforderungen, ein Verfahren zur Lösung der Fragestellungen entwickelt. Um einen Überblick zu gewährleisten, wird das Verfahren zunächst allgemein betrachtet, danach wird jeder Verfahrensschritt dargelegt. Es wird gezeigt wie aus Tweet-Daten der Standort eines Twitter-Nutzers bestimmen werden kann. Dabei werden Methoden der Sprachverarbeitung, Statistik und geografische Hierarchien eingesetzt.

Bottom-Up:

1. NGramme aus Indikatoren erzeugen
2. Geomapping
3. Datenstruktur
4. Treffer zählen (NGramm + Geoid gleich usw.)

5. Geografische Hierarchieebene
6. Unsicherheit bei Lokalisierung messen (neuer Daten)
7. Justierung der Lokalisierungsunsicherheit auf geografischen Hierarchieebenen

Abschnitt 5: Referenzimplementierung der entwickelten Methode

Es werden ausgewählte Auszüge, Probleme und Fallstricke der Referenzimplementierung erläutert und erklärt.

Abschnitt 6: Leistungsbewertung der entwickelten Methode

In diesem Kapitel werden die Ergebnisse der Referenzimplementierung bewertet und, soweit sinnvoll, gegenüber bestehenden Ansätze einer kritischen Betrachtung unterzogen.

Abschnitt 7: Schlussfolgerungen

Unter besonderer Berücksichtigung der Ergebnisse des letzten Kapitels werden Schlussfolgerungen gezogen. Der Beitrag und nutzen der entwickelten Methode soll kritisch hinterfragt werden.

Abschnitt 8: Zusammenfassung und Ausblick

Zusammenfassung der Arbeit und kritischer Rückblick. Im Ausblick werden mögliche Verbesserungen und Ideen zur Weiterentwicklung gegeben.

2 Grundlagen

In den folgenden Abschnitten werden eine Reihe von Begriffen und Verfahren genutzt, die hier eingeführt werden sollen. Dies ermöglicht dem Leser die Beantwortung der Fragestellungen aus Abschnitt 4 nachzuvollziehen.

Zunächst werden einige geografische Grundbegriffe eingeführt. Danach wird auf Twitter eingegangen, es werden grundsätzliche Funktionen und Begriffe von Twitter eingeführt.

Zum Schluss wird die genutzte Datenbasis und der Einfluss der von Twitter genutzten Sampling-Strategie vorgestellt und erläutert.

2.1 Geografische Grundlagen und Begriffe

In diesem Kapitel sollen geografische Grundbegriffe erläutert werden. Einige geografische Begriffe werden in verschiedenen wissenschaftlichen Bereichen unterschiedlich genutzt und teilweise widersprüchlich definiert. Um Missverständnissen vorzubeugen wird hier definiert was in der vorliegenden Arbeit unter den einzelnen Begriffen zu verstehen ist. Eine Reihe von Begriffen wird selbst definiert um bestimmte Sachverhalte im Kontext dieser Arbeit klarer ausdrücken zu können.

Geodätisches Referenzsystem Ein geodätisches Referenzsystem dient als einheitliche Grundlage zur Angabe einer Position auf der Erde. In diesem Referenzsystem werden unter anderem Referenzpunkte und ein geeignetes Koordinatensystem festgelegt.¹

Georeferenz Eine Georeferenz (engl. Spatial Reference) wird auch als Raumbezug bezeichnet. Unter dem Begriff der Georeferenz versteht man die zugeordnete der Lage beziehungsweise Position zu einem Datensatz. Die konkreten Angaben zum Raumbezug und deren Genauigkeit hängen von den Anforderungen ab, die an die Georeferenz gestellt wird. Auch die in Kapitel 1 erwähnten Anwendungen stellen unterschiedliche Anforderungen an die Genauigkeit der Georeferenz. Die Georeferenz lässt sich weiter unterteilen in:¹

Direkte Georeferenz (direkter Raumbezug) Unter direktem Raumbezug versteht man die Angabe einer konkreten Koordinate bezüglich eines geeigneten, unveränderlichen geodätischen Referenzsystems.

Indirekte Georeferenz (indirekter Raumbezug) Unter indirektem Raumbezug werden alle Angaben verstanden die eine ungenaue Position bezüglich eines beliebigen Referenzsystems bestimmen. Ungenau ist in dem Sinne zu verstehen, dass die Angabe der Position auch eine Fläche beschreiben kann. Zusätzlich muss das gewählte Referenzsystem nicht zwingenderweise unveränderlich sein. Beispiele für die Angabe eines indirekten Raumbezugs wären Länder, Adressen, Postleitzahlen oder

¹Vergleiche Geoinformatik Lexikon der Universität Rostock: <http://www.geoinformatik.uni-rostock.de/lexikon.asp> und Vorlesungen zur Geo-Informatik von Prof. Dr.-Ing. Ralf Bill : <http://www.geoinformatik.uni-rostock.de/vorlesungsthem.asp>

auch Telefonvorwahlen. Alle diese Angaben, mit Ausnahme der Adresse, definieren eine geografische Fläche. Diese Fläche ist nicht zwingenderweise klar abzugrenzen.

geografische Objekt Ein geografisches Objekt, ist ein Objekt der Realwelt, dessen Position durch eine Georeferenz bestimmt werden kann. Die EN ISO 19110 Norm beschreibt ein geografisches Objekt folgendermaßen: “Geographische Objekte sind Erscheinungen der realen Welt, die einen Bezug zur Erde (Raumbezug) haben...”

Toponyme Ein Toponym ist ein konkreter Name für ein geografisches Objekts. Beispiele hierfür sind: Städtenamen, Ländernamen oder Landschaftsnamen.

Georeferenzierung Unter Georeferenzierung versteht man die Zuordnung einer Georeferenz zu einem Datensatz. Also den Vorgang einem Datensatz, zum Beispiel einem Twitter-Nutzer eine Georeferenz zuzuordnen. ¹

Aufgrund der einfacheren Verständlichkeit werden die folgenden zwei Begriffe definiert, welche in der restlichen Arbeit verwendet werden.

Geografische Position Unter geografischer Position wird hier ein konkreter Ort, unter Angabe geografischer Koordinaten verstanden. Eine geografische Position entspricht somit einer direkten Georeferenz (direktem Raumbezug).

Geografische Region Unter einer geografischen Region werden Flächen verstanden welche nicht mit einem Punkt, in Form von Längen- und Breitengrad, beschrieben werden können. Hierbei kann es sich beispielsweise um Bundesländer oder Länder. Somit entspricht der Begriff geografische Region einer indirekten Georeferenz (indirektem Raumbezug).

Geografische Hierarchie In der vorliegenden Arbeit wird eine geografische Hierarchie verwendet um eine Einteilung der Erde in geografische Regionen umzusetzen. Dabei können geografische Regionen wiederum geografische Regionen oder geografische Positionen enthalten, wodurch sich eine hierarchische Gliederung ergibt. Diese Einteilung spiegelt

im wesentlichen die Einteilung der Erde in Staaten und deren individuellen Verwaltungseinheiten wieder. Im vorliegenden Fall ist das Staatsgebiet, also die Fläche über die sich der Staat erstreckt, von Interesse.²

Im Gegensatz dazu könnte die Erde auch in ein Gitternetz eingeteilt werden. Die einzelnen Zellen würden dann als Referenz für eine geografische Region verwendet werden. Dieses vorgehen wird unter anderem in [SMvZ09] angewendet.

Eine Aufteilung der Erde in geografische Regionen lässt sich auf oberster Ebene mit Hilfe von Ländern und deren Grenzen umsetzen. Daraus resultiert eine Einteilung, welche direkt intuitiv verständlich ist und vielen Anforderungen an geografische Informationen gerecht wird. Die meisten Länder sind in weitere administrative Einheiten aufgeteilt. Diese geografischen Regionen werden hier als Administrationsebenen bezeichnet. Es wird zwischen Administrationsebenen erster und zweiter Ordnung unterschieden. Ausnahmen sind beispielsweise Stadtstaaten wie der Vatikan-Staat oder das Fürstentum Monaco, welche aufgrund ihrer Größe nicht in Verwaltungsbezirke unterteilt werden und keine Städte. Des weiteren werden in der untersten Ebene der Hierarchie Städte dargestellt.

Wenn man als Beispiel Deutschland heranzieht, ergibt sich eine Einteilung wie in Bild 2.1 dargestellt wird.³ Die oberste Ebene beschreibt das Land worauf die zweite Ebene die Bundesländer darstellt. Auf der dritten Ebene werden die Regierungsbezirke abgebildet, worauf die Städte in der letzten Ebene folgen. Analog kann die Einteilung für die USA vorgenommen werden, woraus sich die Hierarchie Country->State->County->City ergibt.

Bis auf die letzte Ebene wird den Objekten in der Hierarchie eine geografische Region zugeordnet. Lediglich die unterste Ebene, die der Städte, wird durch eine geografische Position exakt beschrieben. Die Ausdehnung einer Stadt wird in der gegebenen Hierarchie also nicht berücksichtigt. Jede Stadt wird als konkrete geografische Position mit Koordinaten repräsentiert.

Ortsverzeichnis Oder auch Gazetteer genannt. Auch auf Geocoding API eingehen.

²Zur genauen Definition eines Staatsgebietes vergleiche [JJ21]

³Aus Platzgründen sind im Bild pro Ebene nur einige wenige geografische Objekte aufgezählt.



Abbildung 2.1: Die Hierarchieebenen exemplarisch. Bis in die Städteebene wird nur der Pfad Welt -> Deutschland -> Baden-Württemberg -> Karlsruhe -> Karlsruhe, Pforzheim, Baden-Baden dargestellt.

2.2 Twitter

In diesem Kapitel werden grundlegende Begriffe rund um das Twitter-Netzwerk erläutert. Weiter werden die Mechanismen in Twitter erläutert und an praktischen Beispielen erklärt. Zum Schluss wird aufgezeigt welche Informationen pro Tweet übermittelt werden und welche Daten zur Lokalisierung verwendet werden können.

2.2.1 Geschichtliches

Twitter wurde 2006 von Jack Dorsey, Biz Stone, Noah Glass und Evan Williams gegründet. Ursprünglich war Twitter zur internen Kommunikation innerhalb der Firma Odeo geplant. Schnell wurde allerdings klar, dass in dem Dienst mehr Potenzial steckt und so wurde Twitter öffentlich gemacht. Seitdem erfreut sich der Dienst einer wachsenden Nutzer-Gemeinde. Die Twitter-Gründer haben von Anfang an keine exakten Nutzer-Zahlen oder die Anzahl der versendeten Twitter-Kurznachrichten bekanntgegeben. Dies geschah einerseits, weil die Gründer davon überzeugt sind, dass anhand der reinen Nutzer-Zahlen und gesendeten Twitter-Kurznachrichten nicht die "Gesundheit" des Twitter-Netzwerks nachvollzogen werden kann, andererseits werden durch diese Massnahme auch strategische Ziele verfolgt.⁴ 2013 ging Twitter an die Börse und vermeldete 100 Millionen täglich aktive Nutzer und über 500 Millionen Twitter-Kurznachrichten, die täglich über den Dienst versendet werden.

⁴<http://www.pbs.org/mediashift/2007/05/twitter-founders-thrive-on-micro-blogging-constraints137>

2.2.2 Was ist Twitter?

Twitter wird als Kurznachrichten-Dienst, Mikroblogging-Dienst oder auch als soziales Netzwerk bezeichnet. Twitter Geschäftsführer Kevin Thau hat 2010 auf dem Nokia-World Kongress öffentlich bestritten, dass Twitter ein Soziales-Netzwerk ist. Laut Thau handelt es sich um ein Nachrichten-, Inhalts- und Informations-Netzwerk. Er begründete dies damit, dass Twitter die Art und Weise wie Nachrichten verteilt werden geändert hat und praktisch jeder zum Journalisten werden kann. Als Beispiel nennt er die Landung des Fluges 1549 auf dem Hudson River. Die Augenzeugen hätten damals keine Mails versendet um die Nachricht zu verbreiten, sondern die Nachricht via Twitter weitergegeben. Es lassen sich eine Reihe weitere Beispiele derselben Art finden. In [POM⁺13] wird ein Vergleich zwischen sogenannten Newswire Anbietern und Twitter gezogen.⁵ Es stellte sich heraus, dass über nahezu alle Nachrichten, welche in den Newswires verbreitet wurden auch im Twitter-Netzwerk berichtet wird. Nachrichten zu bestimmten, vermutlich sehr speziellen Themen oder Auslandsnachrichten wurden ausschliesslich in Twitter gefunden. Diese Erkenntnisse decken sich mit der Einschätzung von Kevin Thau. In [KLPM10] wird die Einschätzung, bei Twitter handele es sich nicht um ein soziales Netzwerk, wissenschaftlich bestätigt. Kwak et al überprüfen die in [NP03] beschriebenen Eigenschaften sozialer Netzwerke und kommen zu dem Schluss, dass Twitter diese Eigenschaften nicht erfüllt.

Die Bezeichnung Kurznachrichten-Dienst ist irreführend, da dieser mit sms (small messenger service) in Verbindung gebracht werden kann. Tatsächlich galt der sms in der Anfangsphase von Twitter als Vorbild für den Dienst. In Twitter werden Nachrichten allerdings standardmäßig allen Benutzern zur Verfügung gestellt und können eingesehen werden. Des weiteren wird eine Liste der Nachrichten, welche von einem Nutzer verfasst wurden, als Liste in umgekehrter chronologischer Reihenfolge auf dessen Profil dargestellt. Damit ähnelt das Twitter-Profil einem Blog mit Einträgen deren Länge 140 Zeichen nicht überschreiten darf. Die Darstellung als Liste, und die Funktion einen Tweet standardmäßig allen Nutzern freizugeben unterscheidet sich grundlegend von der Funktion des sms, bei dem eine Nachricht direkt an einen Empfänger gesendet wird und nicht öffentlich ist. Im sms steht die Konversation zweier Nutzer im Vordergrund, wohingegen

⁵Newswire stellt eine Art Nachrichtenaggregator dar, über welchen Nachrichten aus verschiedenen Quellen aggregiert und weitergegeben werden. In Deutschland kommt die Deutsche Presseagentur diesem Konzept am nächsten.

Nachrichten im Twitter-Netzwerk einen Broadcast an alle Nutzer darstellen.

Die 140 Zeichen langen Nachrichten in Twitter werden als Tweets bezeichnet. Tweet bedeutet übersetzt Zwitschern, womit die Redenwendung "Die Spatzen zwitschern es von den Dächern" auch im Twitter-Netzwerk zu einer passenden Redenwendung wird. In der vorliegenden Arbeit wird Twitter deshalb als Mikroblogging-Dienst bezeichnet.

2.2.3 Funktionen von Twitter

Der Mikroblogging-Dienst Twitter bietet neben dem Profil, auf dem die Tweets des Nutzers angezeigt werden, noch eine Reihe weiterer Funktionen. Im folgenden soll das Twitter-Profil und die Timeline kurz erläutert werden. Eine der zentralen Funktionen von Twitter ist das sogenannte Folgen, womit sich Nutzer ein Netzwerk aufbauen können aus dem sie Twitter Nachrichten erhalten. Danach werden Funktionen wie das Weitergeben eines Tweets, Favorisieren und Antworten erklärt. Zum Schluss wird auf den gesendeten Tweet Inhalt eingegangen und der Netzwerk-Charakter von Twitter untersucht.

Das Nutzer-Profil und die Nutzer-Timeline Das Nutzer-Profil kann über die URL <http://twitter.com/BENUTZERNAME> abgerufen werden und bietet neben der Nutzer-Timeline, in der die Tweets des Nutzers angezeigt werden, eine Reihe an weiteren Informationen. In Abbildung 2.2 ist in der Mitte die Timeline des Benutzers dargestellt in der drei Tweets zu sehen sind. Unter dem Profilbild links sind Informationen des Nutzers aufgelistet. Diese Informationen kann der Nutzer selbst einstellen und entscheiden welche er angeben möchte.

Folgen (Following/Follower/Tweeps) Diese Funktion erlaubt es Tweets eines bestimmten Nutzers zu abonnieren. Im Twitter-Umfeld spricht man von "following" oder "folgen", wenn man die Tweets eines bestimmten Nutzers abonniert. Hat man Tweets eines bestimmten Nutzers abonniert so wird man als dessen "Follower" bezeichnet. Das englische Wort "Follower" hat sich im Twitter-Umfeld und darüber hinaus eingebürgert und wird selten übersetzt. Auch auf der Twitter Website wird "Follower" nicht ins Deutsche übersetzt. In der vorliegenden Arbeit wird deshalb auch auf eine Übersetzung verzichtet.



Abbildung 2.2: Die Twitter-Timeline auf einem Twitter Profil. 1: Nutzernamen und Informationen über den Nutzer. 2: Profilbild 3: Allgemeine Informationen über den Benutzer und dessen Netzwerk 4: Nutzer-Timeline: Tweets des Nutzer in umgekehrter chronologischer Reihenfolge 5: Button zum Folgen

In Abbildung 2.2 an Position 3 wird unter "Folge ich" die Anzahl der Twitter-Nutzer angezeigt denen der Beispielnutzer folgt. Neben dem Feld "Folge ich" wird unter "Follower" angezeigt wieviele Nutzer dem Beispielnutzer folgen.

Persönliche Timeline Jeder Twitter-Nutzer hat seine persönliche Timeline, auf dieser werden die Tweets derjenigen Nutzer angezeigt, denen er folgt. Die Timeline kann als Aggregation von Tweets betrachtet werden. Diese Timeline ist die zentrale Stelle, an der die Nutzer Tweets anderer Nutzer empfangen und lesen. Auch hier werden die Tweets in umgekehrter chronologischer Reihenfolge angezeigt.

Weiterleiten eines Tweets (Retweet) Unter einem Retweet versteht man das weiterleiten eines Tweets den man nicht selbst verfasst hat an die eigenen Follower. Genauer

gesagt wird der Tweet übernommen und ein Hinweis hinzugefügt, dass es sich um einen sogenannten Retweet handelt, und nicht einen vom Nutzer selbst verfassten Tweet. Diese Funktion wird hauptsächlich genutzt um Nachrichten schnell zu verbreiten ohne diese neu eingeben zu müssen. Die Weitergabe an die eigenen Follower impliziert einen gewissen Grad an Kontrolle und Filterfunktion. Der weitergebende Nutzer kontrolliert und filtert die Nachrichten die er erhält und gibt diejenigen weiter, denen er eine Gewisse Relevanz beimisst, oder von denen er erwartet, dass sie seine Follower interessieren. Mit dieser Funktion können einzelne Nutzer eine Art Filterfunktion übernehmen, welche früher Journalisten vorbehalten war. Es darf jedoch nicht vergessen werden, dass der Nutzer nur im Rahmen seiner eigenen Möglichkeiten einen Tweet verifizieren kann und Nachrichten in Twitter keinesfalls gesicherte Fakten darstellen. Auch können Nutzer durch diese Funktion zu Tweet-Aggregatoren werden, welche Tweets von mehreren Nutzern erhalten oder sammeln, aber nur relevante oder themenspezifische Tweets weitergeben.

1 retweet
Reichweite
1000 Nutzer

Diagramm
Retweet, Filterfunktion

Hashtags Hashtags werden genutzt um Tweet Nachrichten zu kategorisieren oder Metatag Informationen zu liefern. Ein Hashtag kann vom Verfasser selbst als solches ausgezeichnet werden indem ein # vor das gewünschte Wort, welches als Hashtag fungieren soll, gesetzt wird. Hashtags ermöglichen es Tweets nach Stichworten zu filtern. Anhand der Hashtags werden auch die Twitter-Trends analysiert. Twitter Trends

Antworten und direktes ansprechen eines Nutzers Twitter bietet die Möglichkeit einzelne Nutzer direkt anzusprechen. Mit Hilfe des @-Symbols kann ein Nutzer referenziert werden. Der referenzierte Nutzer, beispielsweise @alfred, wird dann benachrichtigt, dass er in einem Tweet erwähnt wurde. Der erwähnte Nutzer muss dabei nicht Follower des Verfassers sein. Eine weitere Funktion im Twitter-Netzwerk ist das Antworten auf einen Tweet. Über eine Schaltfläche wird es ermöglicht auf einen Tweet zu Antworten. Das @-Symbol und der Nutzernamen des Verfassers werden automatisch eingetragen, womit eine Benachrichtigung an den Verfasser des Ursprungstweets erfolgt. Es ist möglich, dass auf einen Antwort-Tweet wiederum geantwortet wird, wodurch ein sogenannter Thread oder Konversation entsteht. Auch ist es möglich, dass an einer solchen Konversation mehrere Twitter-Nutzer beteiligt sind. Dies ist dann der Fall, wenn im ursprüng-

siehe Bild ref1

siehe Bild ref2

siehe Bild ref3

lichen Tweet, auf weitere User referenziert wurde. Aber auch wenn ein Nutzer auf eine bestehende Konversation antwortet, werden alle beteiligten Nutzer referenziert.

siehe Bild ref4

Favorisieren Mit dieser Funktion lässt sich ausdrücken, dass man einen Tweet interessant oder gut findet. Auch Zustimmung wird durch favorisieren ausgedrückt. Einen Tweet zu favorisieren kann aber auch bedeuten "ich habe deine Reaktion registriert", oft um einen Antwort-Thread nicht abrupt abubrechen sondern eine zustimmende Rückmeldung zu geben ohne extra einen Tweet zu verfassen.

Diagramm
Antwort, Antwort Thread,
Bild Antworten Button,
Referenzieren

2.2.4 Daten einer Twitter-Nachricht

Neben den direkt sichtbaren Informationen enthält ein Tweet eine Reihe weiterer Daten. Betrachtet man einen einzelnen Tweet, beispielsweise auf twitter.com, wird der Tweet-Text, der Verfasser und die Zeit, wann der Tweet verfasst wurde, mitgeteilt. Die Gesamtheit der Daten die in einem Tweet enthalten sind werden hier allgemein als Tweet-Daten bezeichnet.

siehe Bild

Koordinaten In den Tweet-Daten können geografische Koordinaten in Form von Längen- und Breitengrad angegeben sein. Diese Koordinaten zeigen an wo sich der Verfasser befand als er den Tweet abgesetzt hat. Wenn diese Koordinaten angegeben sind hat der Nutzer explizit zugestimmt, dass die Koordinaten seines aktuellen Aufenthaltsortes dem Tweet angehängt werden. Die Bestimmung der Koordinaten und das anhängen der Koordinaten an einen Tweet werden vollautomatisch durch das Programm übernommen mit welchem der Tweet verfasst wurde. Auf Smartphones wird meist das integrierte GPS-Modul genutzt um die Koordinaten zu bestimmen. Bei der Nutzung an einem PC wird der Tweet häufig über den Browser verfasst und die Position mit Hilfe von GeoIp ermittelt.

Daten Neben den sichtbaren Daten, welche in der Timeline angezeigt werden, enthält ein Tweet eine Reihe weiterer interessanter Informationen.



Abbildung 2.3: Was ist zu sehen?

2.2.5 geografischer Indikator

Unter einem geografischen Indikator wird eine Angabe verstanden, welche direkt einem Nutzer zugeordnet werden kann und die Auskunft über die geografische Position oder Region des Nutzers geben kann. Im Zuge dieser Arbeit wurden potentielle geografische Indikatoren untersucht und eine Reihe von Eigenschaften identifiziert anhand derer sich geografische Indikatoren kategorisieren lassen. Diese Eigenschaften haben Einfluss darauf, wie und ob eine Georeferenz aus dem Indikator abgeleitet werden kann. Dabei ist zu unterscheiden ob sich die Eigenschaft auf den, durch den Nutzer eingegebenen, Wert bezieht oder auf die Information die durch die Angabe geliefert werden soll.

Objektivität der Werte geografischer Indikatoren

Der Wert eines geografischen Indikators ist genau dann objektiv wenn zwei Nutzer für denselben geografischen Ort oder dieselbe geografische Region immer den selben Wert eingeben. Ein Beispiel für einen objektiven geografischen Indikator wäre eine Liste von Ländern aus der ein Nutzer wählen kann. Der Nutzer hat dabei eine Wahl, kann aber nur aus einem begrenzten Anzahl an Möglichkeiten wählen.

Geben zwei Nutzer unterschiedliche Werte ein, obwohl sie denselben Ort oder dieselbe Region beschreiben wollen, ist dieser Wert nicht objektiv. Eingaben in Freitext Felder, welche ohne weitere Verarbeitung übernommen werden fallen in diese Kategorie.

Zuverlässigkeit der Werte geografischer Indikatoren

Ein Wert ist genau dann zuverlässig wenn er in jedem Fall die Information enthält, welche durch das Feld repräsentiert werden soll. Unzuverlässig ist der Wert, wenn er nicht in jedem Fall die Information enthält welche durch das Feld repräsentiert werden soll.

Gesicherte Werte geografischer Indikatoren

Als gesichert gilt ein Wert genau dann wenn die enthaltene Information in jedem Fall dem tatsächlichen Wert entspricht. Im Umfeld von Twitter ist diese Eigenschaft nicht stichhaltig nachzuprüfen. Alle Angaben die ein Benutzer eingibt werden nicht verifiziert und können dementsprechen auch nicht gesichert sein. Es besteht die Möglichkeit das ein Nutzer in jedem Feld Falschangaben macht. Dies gilt es im erarbeiteten Verfahren zu beachten.

mittelbare und unmittelbare geografische Indikatoren

Diese Eigenschaft bezieht sich, im Gegensatz zu den vorgenannten auf die Information die durch das Feld oder die Eingabe repräsentiert werden soll.

Hierbei handelt es sich um Indikatoren welche unter Umständen einen geografischen Bezug haben können, aber die Intention bei der Eingabe war nicht eine geografische Position mitzuteilen.

Beispielsweise die Verwendung bestimmter umgangssprachlicher oder dialektischer Wörter die einen Hinweis auf eine geografische Region geben können. Die Intention des Nutzers war nicht, dadurch einen Hinweis auf die geografische Position oder seinen Aufenthaltsort zu geben, allerdings lässt sich mittelbar eine geografische Region daraus ableiten.

unmittelbare geografische Indikatoren in Tweet-Daten

Unmittelbare geografische Indikatoren sind solche aus denen direkt eine geografische Position abgeleitet werden kann.

bzw. die Intention des Nutzers bei der Eingabe darauf abzielt eine geografische Position zu beschreiben. Mit einer gewissen Sicherheit kann ein geografischer Bezug abgeleitet werden, da die Intention des Feldes einen Standort angibt.

2.2.6 Geoinformationen in Twitter Daten

Welche Tweet-Daten können zur Georeferenzierung herangezogen werden

Um diese Frage zu beantworten, müssen die Tweet-Daten eingehend untersucht werden. Dabei spielt nicht nur die reine Information die den Daten entnommen werden kann eine Rolle, sondern auch wie die Daten generiert oder eingegeben wurden. Beispielsweise kann bei einem Tweet, dem ein Längen- und Breitengrad mit einer Genauigkeit von 14 Nachkommastellen zugeordnet ist, davon ausgegangen werden, dass die geografische Position der tatsächlichen geografischen Position, von welcher der Tweet abgesetzt wurde, entspricht. Es liegt hier die Vermutung nahe, dass diese Werte durch ein mobiles

Überarbeiten
sub-
sec:Geoinformati
in Twitter
Daten

Nur optional

GPS ⁶ erfasst worden sind. Anders verhält sich dies beispielsweise beim Tweet-Text, eine Erwähnung der Stadt New York, muss nicht bedeuten, dass der Tweet aus dieser Stadt stammt. Es impliziert nicht einmal, dass der Verfasser jemals in dieser Stadt war. Im folgenden werden einige Datenfelder, welche mit jedem Tweet versandt werden, untersucht. Dabei wird die Eignung dieser Daten als geografischer Indikatoren bewertet. Währenddessen werden anhand geeigneter Beispiele die Begriffe gesicherter -, unsicherer -, mittelbarer - und unmittelbarer geografischer Indikator eingeführt.

mögliche geografische Indikatoren

Nutzer-Standort Der Nutzer-Standort ist ein unmittelbarer geografischer Indikator. Als Nutzer-Standort kann der Twitter-Nutzer eine beliebige Zeichenfolge eingeben. Es handelt sich beim Nutzer-Standort deshalb um einen ungesicherten geografischen Indikator, es ist deshalb damit zu rechnen, dass unter Umständen keine geografische Position angegeben ist und andererseits keine einheitliche Angabe bezüglich des selben Standorts erwartet werden kann. Beispielsweise beschreiben die Zeichenketten “Karlsruhe, Deutschland“ und “Baden-Württemberg, Karlsruhe“ den selben Ort. Noch deutlicher wird dieser Umstand, wenn man alternative Namen oder umgangssprachliche Namen für Städte betrachtet. Mit “The Big Apple“ und “New York, USA“ oder mit “Motown“ und “Detroit, MI“ sind dieselben Orte gemeint. Auch die Genauigkeit bezüglich der geografischen Position ist nicht zuverlässig vorhersagbar, sehr konkrete geografische Positionen, wie die Angabe einer Stadt oder eines Stadtteils, oder aber eine geografische Region wie beispielsweise ein Land oder ein Kontinent, sind möglich.

Nutzer-Zeitzone Die Nutzer-Zeitzone stellt dagegen einen gesicherten, unmittelbaren geografischen Indikator dar. Bei der Nutzer-Zeitzone kann aus einer Liste möglicher Werte gewählt werden, womit keine Ungenauigkeiten bezüglich der Eingabe besteht und eine definierte Zeichenkette erwartet werden kann, deren geografische Region klar definiert ist. Die Nutzer-Zeitzone beschreibt allerdings in jedem Fall eine größere geografische Region, die nicht immer mit den konventionellen Ländergrenzen korrespondiert und somit eine Bestimmung der geografischen Position nahezu unmöglich macht.

⁶Global Positioning System

Irgendwo auf den Umstand eingehen, dass Timezone nicht angegeben werden wird und dann der Standard gewählt wird der us central pacific time ist?

Bei beiden Indikatoren besteht natürlich die Möglichkeit der Falscheingabe durch den Benutzer. Dieser Umstand wird jedoch durch die Analyse der Daten ausgemerzt.

Umschreiben
und woanders
darauf eingehen!

3 Stand der Technik

Die Georeferenzierung von Tweets oder Twitter-Nutzern ist ein Feld an dem nach wie vor aktiv geforscht wird. Nicht zuletzt trägt auch die große Verfügbarkeit an Twitter-Daten zu dem Umstand bei, dass Twitter in den letzten Jahren Forschungsgegenstand zahlreicher Publikationen war.

In diesem Abschnitt sollen bestehende Ansätze zur Georeferenzierung im Twitter-Umfeld untersucht werden. Es werden Kriterien zur Einordnung der bestehenden Ansätze erarbeitet und erläutert. Die Arbeiten werden mit Hilfe der Kriterien schematisch eingeordnet um einen Überblick zu erhalten. Zum Schluss wird untersucht ob die Arbeiten die bereits formulierten Anforderungen aus 1.3.1 erfüllen, und wie sich die vorliegende Arbeit von den bestehenden Ansätzen abgrenzt.

3.1 Kategorisierung bestehender Ansätze

In früheren Arbeiten wurde bereits versucht, eine Einordnung der bestehenden Verfahren vorzunehmen. Es ist interessant die Kategorisierungsansätze und die verwandten Arbeiten einiger Autoren zu studieren. Es lässt sich dadurch die Entwicklung zum Thema Lokalisierung im Twitter-Umfeld beobachten. Einige Kategorisierungsansätze werden im folgenden aufgelistet und erläutert.

Sowohl in [HHSC11] als in [CCL10] beschränken sich die verwandten Arbeiten nicht auf die Lokalisierung im Twitter-Umfeld, es werden Arbeiten zur Lokalisierung von Web-Inhalten im Allgemeinen aufgelistet. Dies lässt darauf schliessen, dass sich vor den Jahren 2010/2011 nur wenige Arbeiten mit der Lokalisierung im Twitter-Umfeld beschäftigt haben.

Kategorisierung über die untersuchte Ressource

[HHSC11] nimmt deshalb eine Kategorisierung anhand der untersuchten Ressource vor. Es wird unterschieden zwischen Forschungen zur “Lokalisierung von Microblogging-Seiten und deren Inhalten“ und der “Lokalisierung von Nutzern, welche Inhalte zu Web 2.0 Seiten beisteuern“. Zusätzlich wird in dieser Arbeit das “Verhalten der Nutzer im Umgang mit der Veröffentlichung ihres aktuellen Standorts“ und die “Vorhersage privater Informationen“ betrachtet. Darauf soll hier allerdings nicht weiter eingegangen werden.

Kategorisierung über die verwendete Methode

[CCL10] klassifiziert die vorgestellten Arbeiten anhand der verwendeten Methodik. Es wird auf Arbeiten zur Lokalisierung von Webseiten, Web-Logs, Suchanfragen und Web-Nutzern verwiesen. Diese werden in die folgenden drei Kategorien eingeteilt.

“Inhaltsanalyse mit Begriffen in einem geografischen Verzeichnis (Content analysis with terms in a gazetteer)” Es wird darunter eine einfache Datenbanksuche verstanden. Es werden einzelne Wörter in einer Datenbank nachgeschlagen um diese einem konkreten geografischen Ort zuweisen zu können. Dabei kann sowohl lokal auf eine Geo-Datenbank als auch auf Internet Ressourcen zurückgegriffen werden. In der Regel durchläuft der untersuchte Text eine manuelle oder automatische Vorverarbeitung um potenziell geografische Begriffe, sogenannte Toponyme, herauszufiltern.

“Inhaltsanalyse mit probabilistischen Sprachmodellen (Content analysis with probabilistic language models)” Dabei werden Texte oder Textteile einer Twitter-Kurznachricht zu vordefinierten geografischen Regionen wie Ländern oder Städten zugeordnet. Nach einer Vorverarbeitung des Textes erfolgt eine statistische Auswertung, um danach den Text oder einzelne Textteile, wie beispielsweise Wörter, einer geografischen Region zuzuordnen. Eine unbekannter Text kann dann mit Hilfe der zuvor gelernten Zuordnung einer geografischen Region zugeordnet werden.

“Schlussfolgerungen durch soziale Verbindungen (Inference via social relations)”

es werden soziale Verbindungen, die in Netzwerken abgebildet sind, herangezogen um Rückschlüsse auf den geografischen Ort des untersuchten Inhaltes oder einer Person ziehen zu können.

Preidhorsky et al. schlagen in [PCV13] eine weitere Einteilung anhand der Methodik vor. Allerdings werden hier ausschließlich Arbeiten im Twitter-Umfeld betrachtet.

“Geocoding” Im wesentlichen entspricht dies der “Inhaltsanalyse mit Begriffen in einem geografischen Verzeichnis” aus [CCL10]. “Geocoding” wird als Begriff in vielen Fachrichtungen unterschiedlich definiert, was zu Missverständnissen führen kann. In [Gol08] wird genauer auf den Begriff des Geocoding und die Problematik eingegangen und eine Definition des Begriffs vorgeschlagen. Im vorliegenden Kontext ist es präziser und weniger missverständlich die Methodik als “Inhaltsanalyse mit Begriffen in einem geografischen Verzeichnis” zu bezeichnen, anstatt den Begriff “Geocoding” einzusetzen.

“Geografische Themenmodelle (geografic Topic Modeling)” wird definiert als die Verbindung von “Themenmodellierung” und “Standorterkennung (Location Awareness)“. Durch klassisches “Themenmodellierung“ lässt sich aus Texten eine Menge von Themen extrahieren. Durch eine Lernphase werden Wörterbücher zu den Themen erstellt. Mit Hilfe dieser Themen-Wörterbücher kann später das Thema eines Textes bestimmt werden. [BNJ12] Unter “Standorterkennung“ wird hier verstanden, dass nicht nur das Thema sondern auch eine bestimmte Region extrahiert werden kann. Dies kann durch geografischen Koordinaten in Twitter-Kurznachrichten realisiert werden. Im Unterschied zur Kategorie “Inhaltsanalyse mit probabilistischen Sprachmodellen“ aus [CCL10] wird hier jedoch keine vorgegebene geografische Region gefordert. Vielmehr ergeben sich die geografischen Regionen aus den Themenmodellen und den zugehörigen geografischen Koordinaten. Es wird damit eine kontinuierliche Region beschrieben, welche nicht zwangsweise durch Stadt-, Staaten- oder Ländergrenzen beschränkt ist.

“Statistische Klassifizierung (Statistical classifiers)” Diese Kategorie entspricht der “Inhaltsanalyse mit probabilistischen Sprachmodellen“ wobei in [CCL10] nur eine Arbeit in dieser Kategorie betrachtet wird. [PCV13] listet mehrere Arbeiten auf, die sich in diese Kategorie einordnen lassen.

“Informationen aus sozialen Verbindungen (Social Network Information)” analog zu “Schlussfolgerungen durch soziale Verbindungen“ aus [CCL10] werden soziale Verbindungen herangezogen um den Standort zu bestimmen.

Priedhorsky et al. wählen eine ähnliche Einteilung wie vormals Cheng et al. in 2010, die verwandten Arbeiten stammen allerdings aus dem Twitter-Umfeld. Dabei ist zu bemerken, dass sich die verwendeten Methoden zur Lokalisierung im Twitter-Umfeld nicht wesentlich von denen in anderen Bereichen unterscheiden. Um die Arbeiten im Twitter-Umfeld sinnvoll voneinander abgrenzen zu können muss die Kategorisierung mehr Dimensionen umfassen. Es müssen mehr Kriterien zur Kategorisierung herangezogen werden als die reine Methodik.

Mahmud et al. betrachten in [MND12] hauptsächlich Arbeiten im Twitter-Umfeld. Diese werden in die folgenden Kategorien unterteilt.

1. “Inhaltsbasierte Standortschätzung von Tweets (Content-based Location Estimation from Tweets)”
2. “Inhaltsbasierte Standortextrahierung von Tweets (Content-based Location Extraction from Tweets)”
3. “Standortschätzung ohne den Tweet Inhalt zu nutzen (Location Estimation without using Tweets Content)”

“Inhaltsbasierte Standort-Schätzung von Tweets (Content-based Location Estimation from Tweets)” hier wird die geografische Position durch eine Inhaltsanalyse der Twitter-Kurznachricht geschätzt. Die Schätzung erfolgt dabei durch probabilistische Modelle. Diese Kategorie vereint damit “Geografische Themenmodelle“, “Statistische Klassifizierung“ aus [PCV13] mit “Inhaltsanalyse mit probabilistischen Sprachmodellen“ aus [CCL10] und ist damit als genereller anzusehen, als die vorgenannten Kategorien.

“Inhaltsbasierte Standort-Extrahierung von Tweets (Content-based Location Extraction from Tweets)” die verwandten Arbeiten in dieser Kategorie versuchen direkte Hinweise auf einen geografischen Ort aus einer Twitter-Kurznachricht zu extrahieren. Diese Kategorie ähnelt dem “Geocoding“ beziehungsweise der “Inhaltsanalyse mit Begriffen in einem geografischen Verzeichnis“.

“Standortschätzung ohne den Tweet Inhalt zu nutzen (Location Estimation without using Tweets Content)” hierunter versteht der Autor alle Informationen die nicht unmittelbar im Tweet-Text enthalten sind. Dazu zählen Informationen aus dem Nutzerprofil oder Informationen über die sozialen Verbindungen des Nutzers.

[MND12] nutzt ebenfalls die Methodik um die Arbeiten zu kategorisieren. Allerdings wird hier eine generellere Einteilung vorgenommen. So wird unterteilt, ob der Standort geschätzt oder extrahiert wurde. Mahmud et al. bringen aber auch eine weitere Dimension ein. Es wird hier zusätzlich unterschieden ob das angewendete Verfahren den Tweet-Inhalt nutzt oder andere Informationen.

Dies ist sinnvoll, denn die genannten Methoden lassen sich sowohl auf den Tweet-Inhalt als auch auf andere Informationen, beispielsweise aus dem Nutzerprofil, anwenden.

Frühere Arbeiten verweisen auf ein weiteres Spektrum an Arbeiten aus anderen Bereichen, wie Lokalisierung von Flickr Bildern oder Web-Log Einträgen. Arbeiten zur Lokalisierung im Twitter-Umfeld werden hier seltener erwähnt. In späteren Arbeiten, wie in [PCV13], wird hingegen fast ausschließlich auf Arbeiten aus dem Twitter-Umfeld verwiesen. Dies spiegelt die steigende Anzahl der Arbeiten zur Lokalisierung im Twitter-Umfeld wieder. Betrachtet man die Ausarbeitungen zur Lokalisierung im Twitter-Umfeld genauer, wird allerdings schnell klar, dass die Kategorisierung der Arbeiten anhand der verwendeten Methodik, dem Umfang nicht mehr gerecht wird.

Bei genauerer Betrachtung der Arbeiten stellt man allerdings fest, dass diese Klassifizierungen dem Umfang der Arbeiten nicht gerecht wird. [HHSC11] verweist auf ähnliche Ansätze mit einem anderen Untersuchungsgegenstand. [CCL10] kategorisiert die Arbeiten anhand der Methodik, und verweist ebenso auf andere Untersuchungsgegenstände. [PCV13] verweist ausschliesslich auf Arbeiten im Twitter-Umfeld und kategorisiert diese anhand der verwendeten Methodik. Die Methodeneinteilung ist aufgrund der Begriffswahl missverständlich und kann somit zu Problemen führen.

3.1.1 ttt<sss

In [SHP⁺13] werden die folgenden Dimensionen zur Abgrenzung herangezogen.

Allerdings lassen sich noch andere Dimensionen zur Klassifizierung der Arbeiten heranziehen. Wird beispielsweise der Text einer Twitter-Kurznachricht durch eine einfache Geokodierung untersucht wird dies andere Ergebnisse liefern als eine Untersuchung auf Basis eines geografischen Themenmodells.

[HHSC11] nutzen diese Methode um eine Ground-Truth zu bestimmen indem das Userlocation-Feld in Wikipedia nachschlagen wird. Wikipedia bietet zu vielen Artikeln eine geografische Position in Form von Längen- und Breitengrad an, diese werden dann der untersuchten Twitter-Kurznachricht zugeordnet. [HGG12] nutzen die Yahoo und die Google Geocoding Api um das Userlocation-Feld eingehender zu untersuchen.

Eine weitere zu betrachtende Dimension stellt daher der konkrete Untersuchungsgegenstand in Form des Indikators dar.

Betrachtet man die Gesamtheit an arbeiten im Bereich der Lokalisierung im Twitter Netzwerk drängen sich noch mehr Dimensionen zur Klassifizierung der arbeiten auf.

1. Räumliche Indikatoren
2. Techniken
3. Fokus der Lokalisierung

-
1. Naiver Ansatz -> Geocoding mit Google Maps API V3, nur Indikatoren die geografische Namen enthalten. Prinzipiell einfache Datenbankabfrage mit ein wenig semantik. Keine Jargon Namen wie Big Apple etc.
 - a) Funktion der GMaps Api V3
 - b) Einschränkungen der GMaps Api V3
 - c) zurückgelieferte Daten der GMaps Api V3
 - d) Kurze Beschreibung wie ich die API genutzt habe
 2. aktuelle Ansätze
 - a) Verfahren mit Inhaltsanalysen
 - b) Verfahren mit Indikatoren einzelne oder mehrere

Tabelle einfügen, bereits fertig, nur noch Format anpassen (Lesbarkeit)

Requirements
Tabelle einfügen

- c) Welche Verfahren kommen beim mapping auf geografische Entitäten zum Einsatz

geografische
Entität defi-
nieren

3.1.2 Probleme früherer Ansätze

1. Genutzte API's und Indikatoren nur in bestimmten Sprachen verfügbar
2. keine Schätzung für Genauigkeit auf verschiedenen geografischen Hierarchieebenen verfügbar

4 Lösungsansatz

In diesem Kapitel wird ein Verfahren zur Lokalisierung von Twitter-Nutzern vorgestellt. Die Fragestellungen aus Kapitel 1.3 werden, unter Berücksichtigung der Anforderungen aus Kapitel 1.3.1, beantwortet.

Zunächst soll ein Überblick über die Funktion und den Ablauf des Verfahrens gegeben werden ohne detailliert auf die einzelnen Verfahrensschritte einzugehen. Danach wird das Verfahren von detaillierter betrachtet und die einzelnen Verfahrensschritte eingehender erläutert.

4.1 Überblick

Das erarbeitete Verfahren soll es ermöglichen Twitter-Nutzern, deren geografische Position unbekannt ist, eine Georeferenz zuzuordnen. Dabei sollen als Eingabe für die Georeferenzierung lediglich der Nutzer-Standort und die Nutzer-Zeitzone aus dem Profil eines Twitter-Nutzers verwendet werden. Als Ergebnis soll eine Georeferenz mit einem Konfidenzwert zurückgeliefert werden. Dabei hat der Anwender die Möglichkeit, sowohl die Genauigkeit bezüglich der geografischen Position, als auch einen Schwellwert für die gewünschte Konfidenz anzugeben. In Abbildung 4.1 ist der generelle Ablauf der Georeferenzierung dargestellt.

Die Georeferenzierung nach dem Schema aus Abbildung 4.1 setzt voraus, dass aus den eingegebenen Indikatoren eine Georeferenz abgeleitet werden kann. Da es sich beim Nutzer-Standort und der Nutzer-Zeitzone um unmittelbare geografische Indikatoren handelt, lässt sich ein geografischer Bezug aus diesen Indikatoren ableiten. Der Wert des Nutzer-Standortes ist allerdings nicht objektiv, nicht zuverlässig und nicht gesichert, was zu Problemen bei der Auswertung führen kann. Um diesen Problemen zu begegnen

Schema Darstellung
Eingabe->Ausgabe
Sketchbook
A1: Unterschrift Die Eingabe besteht aus dem Nutzer-Standort sowie der Nutzer-Zeitzone. Als Rahmenbedingungen wird die gewünschte Hierarchie-Ebene sowie der Schwellwert für die Konfidenz angegeben. Als Ausgabe erhält man eine Georeferenz und einen Konfidenzwert, der angibt wie sicher das Ergebnis ist.

soll aus einer umfangreichen Tweet-Datensammlung die Zuordnung der eingegebenen Indikatoren zu geografischen Positionen gelernt werden. Diese gelernten Zuordnungen sollen in einer Datenbasis gespeichert werden. Die Datenbasis soll Georeferenz-Basis genannt werden.

Zur Erstellung der Georeferenz-Basis werden zunächst einige Schritte zur Vorverarbeitung der Indikatoren durchgeführt. Zusätzlich wird, die in jedem Tweet angegebene Georeferenz, verarbeitet. Dabei wird jeder Georeferenz ein geografisches Objekt zugeordnet. In der Georeferenz-Basis werden nun die so erstellten Indikator-Werte mit den entsprechenden geografischen Objekten gespeichert. Dadurch entsteht ein Wörterbuch mit Indikatoren und zugehörigen geografischen Objekten, die Georeferenz-Basis. Der gesamte Ablauf zur Erstellung der Georeferenz-Basis wird in Abbildung ?? dargestellt.

Bei der Georeferenzierung werden die Indikatoren zunächst derselben Vorverarbeitung wie beim einlernen unterzogen. Die Vorverarbeitungsschritte sind somit generisch, da sie sowohl vor dem Erzeugen der Georeferenz-Basis als auch vor der eigentlichen Georeferenzierung durchgeführt werden. Nach der Vorverarbeitung werden die Indikatoren in der Georeferenz-Basis nachgeschlagen und es kann eine Georeferenz zugeordnet werden. Der Ablauf der Georeferenzierung wird in Abbildung ?? dargestellt.

Ablaufplan
A1, A2, A3

In den folgenden Kapiteln soll nun genauer auf die einzelnen Teile des Verfahrens eingegangen werden. Das Verfahren wird dabei in zwei Teilen behandelt.

Einlernen der Georeferenz-Basis In diesem Teil wird erklärt wie mit Hilfe einer Tweet-Sammlung die Georeferenz-Basis durch ein Lern-Verfahren erstellt wird. Zunächst werden die Eigenschaften der beiden verwendeten Indikatoren untersucht und die dadurch entstehenden Probleme benannt. Basierend auf diesen Erkenntnissen wird ein erster Ansatz zur Umsetzung eines Lern-Verfahrens vorgestellt. Mit Hilfe des ersten Ansatzes wird das Verfahren sukzessive weiterentwickelt bis die angestrebten Anforderungen erfüllt werden können. Im Zuge dessen werden die generischen Vorverarbeitungsschritte zur Verarbeitung der Indikatoren entwickelt und erläutert. Auch die Vorverarbeitung, der in jedem Tweet angegebenen geografischen Koordinaten, soll hier behandelt werden. Danach soll der gesamte Ablauf des Einlernens noch einmal dargestellt und kurz erklärt werden um einen Gesamtüberblick zu liefern.

Georeferenzierung Die Vorverarbeitungsschritte der Indikatoren wird in diesem Teil nur angeschnitten, da diese bereits im ersten Teil genau erläutert werden. Die Georeferenzierung besteht im Grunde lediglich aus einer Abfrage an die Georeferenz-Basis und die Auswertung der Ergebnisse. Bei der Auswertung wird insbesondere auf die konkrete Berechnung der Konfidenzen eingegangen. Am Ende dieses Teils steht das Ergebnis der Georeferenzierung.

4.2 Einlernen der Georeferenz-Basis

Zunächst soll der Nutzer-Standort und die Nutzer-Zeitzone als geografischer Indikator genauer betrachtet werden. Dabei werden Probleme identifiziert die durch die spezifischen Eigenschaften des Nutzer-Standortes entstehen. Es wird herausgearbeitet warum eine Abfrage an ein Ortsverzeichnis das Problem der Georeferenzierung aufgrund der Eigenschaften nicht befriedigend lösen kann. Danach werden die Struktur der Georeferenz-Basis und die einzelnen Vorverarbeitungsschritte erläutert mit Hilfe derer die Probleme gelöst werden können.

überarbeiten

4.2.1 Der Nutzer-Standort als geografischer Indikator

In Abschnitt 2 wurden die Eigenschaften des Nutzer-Standortes benannt. Hier soll nun herausgearbeitet werden welche Konsequenzen dies hat wenn der Nutzer-Standort als geografischer Indikator genutzt werden soll.

Der Nutzer-Standort kann als unmittelbarer geografischer Indikator angesehen werden, da als Eingabe eine geografische Position gefordert wird. In zahlreichen anderen Arbeiten wurde deshalb versucht den Nutzer-Standort durch eine Anfrage an ein Ortsverzeichnis auf eine konkrete geografische Position aufzulösen.

Referenzen
auf frühere
Ansätze mit
Gazetteer Ab-
frage

Dieser naive Ansatz ignoriert allerdings die Eigenschaften des Wertes der im Nutzer-Standort gespeichert ist.

Nach Abschnitt 2 ist der Wert des Nutzer-Standortes nicht objektiv, nicht zuverlässig und nicht gesichert. Im folgenden werden die einzelnen Eigenschaften in Bezug zum Nutzer-Standort betrachtet und die entstehenden Probleme benannt.

Nicht zuverlässig Diese Eigenschaft sagt aus, dass der eingegebene Wert nicht zwingend ein Toponym darstellt. Vom Nutzer kann jeder beliebige Wert eingegeben werden, unabhängig davon ob dieser ein Toponym ist oder nicht. Beim naiven Ansatz, der Abfrage an ein Ortsverzeichnis, wird allerdings implizit angenommen das es sich beim eingegebenen Wert um ein Toponym handelt. Es kann dadurch zu Fehlern bei der Georeferenzierung führen.

Durch die Tatsache, dass der Wert nicht zuverlässig ist, wird die Eigenschaft, dass der Nutzer-Standort ein unmittelbarer geografischer Indikator ist, in gewisser Weise relativiert. Denn theoretisch könnte jeder Nutzer einen Wert eingeben der kein Toponym darstellt, womit die Eigenschaft des unmittelbaren geografischen Indikators hinfällig wäre. Es muss allerdings beachtet werden, dass der Nutzer-Standort von einem Großteil der Nutzer zu seinem vorgesehenen Zweck genutzt wird. Nach Hecht et al in [HHSC11] wird in 66% der Fälle der Nutzer-Standort verwendet um ein Toponym anzugeben.

¹ Im Zuge der vorliegenden Arbeit wurde eine manuelle Untersuchung an xyz Tausend Twitter-Profilen vorgenommen bei denen xyz Prozent der Nutzer ein Toponym im Nutzer-Standort gespeichert hatten.

Problem 1: Der Nutzer-Standort ist nicht zwingend ein Toponym.

kleines Beispiel mit Hilfe der Geocoding Api erstellen

Nicht gesichert Es besteht keine Garantie, dass der eingegebene Wert, sollte er ein Toponym darstellen, dem tatsächlichen Standort des Nutzers entspricht. Durch Twitter wird nicht verifiziert, dass der angegebene Wert dem tatsächlichen Standort entspricht. Dies kann durch verschiedene Umstände der Fall sein. Es kann sich bei dem Wert um eine bewusste oder unbewusste Fehleingabe des Nutzers handeln. Fehleingaben können nicht direkt abgefangen werden und werden unweigerlich zu Fehlern in der Georeferenzierung führen.

Aber auch Doppel- und Mehrdeutigkeiten können dazu führen, dass eine falsche Georeferenz zugeordnet wird. Es gibt beispielsweise zahlreiche Städte-Namen, die in mehreren Ländern verwendet werden. Ein gutes Beispiel hierfür sind US Städte. Da die USA ein Einwanderungsland ist, übernahmen viele Einwanderer bei der Gründung neuer Städte die Namen aus der alten Heimat. So finden sich in den USA zahlreiche Städte deren

¹Hecht et al untersuchen allerdings nur Nutzer-Standorte die in englischer Sprache eingegeben wurden.

Namen exakt den deutschen Städtenamen entsprechen. In Tabelle ?? sind einige Städte-Namen und die Vorkommen in den USA.

Tabelle 4.1: Häufige deutsche Städtenamen in den USA

Name	Anzahl in den USA
Hannover	40
Berlin	39
Hamburg	30
Frankfurt	25

Es gibt auch Orte die in einem Land mehrfach vorkommen. Innerhalb Deutschlands gibt es beispielsweise 12 Gemeinden mit dem Namen Hausen und zahlreiche Stadtteile die diesen Namen tragen. Gibt ein Nutzer den Standort Hamburg ohne genauere Bezeichnung an, kann nicht mit Sicherheit gesagt werden welches HAmBurg er meint.

Problem 2.1: Der Nutzer-Standort entspricht nicht zwingend dem tatsächlichen Standort des Twitter-Nutzers aufgrund von bewussten Fehleingaben des Nutzers.

Problem 2.2: Der Nutzer-Standort entspricht nicht zwingend dem tatsächlichen Standort des Twitter-Nutzers aufgrund von Doppel- oder Mehrdeutigkeiten des Toponyms.

Nicht Objektiv Dies bedeutet, dass dasselbe geografische Objekt von unterschiedlichen Nutzern mit unterschiedlichen, gültigen Toponymen bezeichnet werden kann. Für den naiven Ansatz stellt dies kein Problem dar solange sämtliche verwendeten Toponyme im Ortsverzeichnis hinterlegt sind. Dieser Umstand muss allerdings beachtet werden, da die umgangssprachlichen Toponyme oft nicht den offiziellen entsprechen. Als Beispiel kann hier Deutschland oder USA gewählt werden. Jedem dürfte bekannt sein, das mit diesen Bezeichnungen zum einen die "Bundesrepublik Deutschland" und zum anderen die "Vereinigten Staaten von Amerika" gemeint sind. Dieser Umstand muss aleerdings beachtet werden. Ein weiteres Problem, welches hier offensichtlich wird, ist die Sprache in welcher der Nutzer-Standort angegeben ist. USA sollte deshalb korrekterweise als "United States of America" angegeben werden. Für den naiven Ansatz, mit Hilfe eines Ortsverzeichnisses, ist es also notwendig Toponyme in der jeweiligen Landessprache und zusätzlich einige gängige, alternative, umgangssprachliche Toponyme auflösen zu können.

Hier noch überlegen ob Nutzer der sich temporär woanders befindet auch rein müssen.

Problem 3: Es können mehrere unterschiedliche Toponyme für dasselbe geografische Objekt existieren.

Nicht Objektivität in Kombination mit nicht-Zuverlässigkeit des Wertes Die nicht-Zuverlässigkeit des Wertes besagt, dass der eingegebene Wert kein Toponym darstellen muss. Insbesondere kann aber keine Aussage darüber gemacht werden ob es sich beim Nutzer-Standort um ein Toponym handelt oder nicht. Wie vorher bereits erwähnt, können aufgrund der nicht-Objektivität zum selben geografischen Objekt mehrere Toponyme existieren. Es kann daraus abgeleitet werden, dass immer ein weiteres Toponym existieren kann. In Kombination mit der nicht-Zuverlässigkeit kann angenommen werden, dass dieses zusätzliche Toponym nicht als solches bekannt ist und deshalb nicht als Toponym identifiziert werden kann.

Es kann deshalb nicht entschieden werden ob der eingegebene Wert tatsächlich ein Toponym darstellt oder nicht.

Dies kann der Fall sein wenn ein Ort eine Bezeichnung besitzt die nicht allgemein bekannt ist und somit in keiner Datenbank hinterlegt sein kann. Beispielsweise werden in Wikipedia für die Stadt Detroit, im US-Bundesstaat Michigan, folgende Spitznamen angegeben: The Motor City, Motown, Hockeytown, Rock City und The D. Die ersten zwei dürften weltweit einen gewissen Bekanntheitsgrad haben wohingegen Hockeytown, Rock City und The D weniger bekannt sein dürften. Es existieren Datenbanken mit solchen Städte-Spitznamen, aber für diese kann keine Vollständigkeit garantiert werden.

Auch besteht die Möglichkeit, dass Spitznamen für Städte existieren die kaum über die Grenzen eines Landes oder sogar der Stadt selbst bekannt sind. Eine weitere Fehlerquelle sind netzwerkinterne Schreibweisen die sich etabliert haben und ausschließlich innerhalb eines Netzwerks verwendet werden.

Neben diesen Beispielen sind aber auch Toponyme denkbar die einen bestimmten Landstrich oder eine landschaftliche Besonderheit beschreiben. Beispielsweise beschreibt 'Än der Förde' eine geografische Region an der Ostsee, meist ist damit die Kieler Förde und dessen Umgebung gemeint. Diese geografischen Bezeichnungen sind unter Umständen nur in speziellen Datenbanken zu finden und können so nur schlecht aufgelöst werden.

Problem 4: Toponyme können in ihrer Verwendung gänzlich unbekannt sein und somit nicht als solche erkannt werden.

Weitere Probleme Die vorgenannten Eigenschaften resultieren daraus, dass der Nutzer- Standort frei eingegeben werden kann und keinerlei Kontrolle oder Verarbeitung seitens Twitter unterliegt. Neben den oben genannten Problemen können dadurch weitere Probleme entstehen.

Weitere Probleme überarbeiten, dies sind nicht unbedingt Probleme sondern Anforderungen die schon weiter vorne definiert sind. Die müssen hier nicht mehr rein

Problem 5: Satz- und Sonderzeichen.

Durch die freie Eingabe können Nutzer auch ausschliesslich Sonder- und Satzzeichen eingeben womit kein bestimmtes geografisches Objekt referenziert wird. Des weiteren können Sonder- und Satzzeichen als Trenner benutzt werden zwischen zwei oder mehr Worten welche ein Toponym bilden.

Problem 6: Sprache- und verwendetes Alphabet.

Nach den Anforderungen aus Kapitel 1.3.1 soll die Georeferenzierung unabhängig der verwendeten Sprache und des verwendeten Alphabets funktionieren.

Des weiteren sollen folgende Anforderungen erfüllt werden:

Anforderung x: Angabe eines Konfidenzschwellwertes

Nach den Anforderungen aus Kapitel 1.3.1 soll ein Konfidenzwert angegeben werden können.

Anforderung y: Angabe der gewünschten Hierarchieebene

Nach den Anforderungen aus Kapitel 1.3.1 soll ein Konfidenzwert angegeben werden können.

Fazit Bei einer einfachen Abfrage auf ein Orstverzeichnis bleiben die vorgenannten Probleme bestehen. Jedoch kann durch folgende Massnahmen versucht werden einige der vorgenannten Probleme zu vermeiden.

Problem 1 und Problem 3: Kann teilweise dadurch gelöst werden, dass ein möglichst umfangreiches Ortsverzeichnis oder Ortsverzeichnisse aus mehreren Quellen verwendet werden.

Problem 2.1 : Kann nicht unmittelbar gelöst werden.

Problem 2.2 : Kann unter Umständen gelöst werden durch die Einbeziehung weiterer Felder oder durch genauere Analyse des Wertes. Beispielsweise könnten zunächst alle Wörter im Wert einzeln untersucht werden und im Ortsverzeichnis abgefragt werden. Danach werden alle Paare von Wörtern abgefragt und so weiter. Werden mehrere Treffer zurückgeliefert wird überprüft ob diese eine Hierarchische Beziehung zueinander aufweisen. Ist dies der Fall kann entschieden werden welches Toponym gewählt wird.

Beispiel Ablauf Hamburg, Deutschland

Problem 5 : Kann durch die Eliminierung von Satz- und Sonderzeichen gelöst werden.

Problem 6 : Kann teilweise durch die Verwendung von Ortsverzeichnissen in verschiedenen Sprachen gelöst werden.

Ein Ortsverzeichnis kann immer nur diejenigen Orte auflösen, die in ihm hinterlegt sind. Deshalb kann insbesondere Problem 4 nicht gelöst werden.

Durch die Eigenschaften und die vorgenannten Probleme ist der Wert ungeeignet für eine Abfrage auf ein Ortsverzeichnis.

4.2.2 Die Nutzer-Zeitzone als geografischer Indikator

Die Nutzer-Zeitzone ist ebenfalls ein unmittelbarer geografischer Indikator. Der Wert der Nutzer-Zeitzone ist Zuverlässig, Objektiv und nicht gesichert.

Zuverlässig Der Wert der Nutzer-Zeitzone stellt immer eine Zeitzone dar. Es ist dem Nutzer nicht möglich einen Wert einzugeben der nicht einer Zeitzone entspricht.

Objektivität Wenn zwei Nutzer die sich in derselben Zeitzone befinden diese angeben sind die Werte identisch. Dies ist genau genommen nicht in allen Fällen richtig. Twitter bietet für einige Zeitzone mehrere Werte an. Beispielsweise stehen für die Zeitzone GMT-7:00 folgende Werte zur Verfügung:

1. (GMT-7:00) Arizona
2. (GMT-7:00) Tijuana
3. (GMT-7:00) Pacific Time (US & Canada)

da aber alle diese Werte auf GMT-7:00 projiziert werden können stellt dies defakto kein Problem dar. Es kann sogar von Vorteil sein, da durch diesen Wert zusätzliche Informationen geleifert werden. Ein Nutzer aus Arizona wird den ersten Wert den anderen beiden vorziehen und gibt somit eine genauere Angabe seines Standortes.

Nicht gesichert Die Nutzer-Zeitzone wird vom Nutzer aus einer Liste fester Werte gewählt, der gewählte Wert wird allerdings nicht geprüft. Hieraus ergibt sich lediglich, dass ein Nutzer den Wert absichtlich falsch eingeben kann oder ihn nicht auswählt wodurch ein Standard-Wert gewählt wird.

Problem 7: Die Nutzer-Zeitzone entspricht nicht zwingend der tatsächlichen Zeitzone des Nutzers.

Fazit Durch die Eigenschaften der Nutzer-Zeitzone ergeben sich weniger Probleme als beim Nutzer-Standort. Allerdings beschreibt eine Zeitzone eine sehr große geografische Region und stimmt nicht mit Ländergrenzen überein. Eine Nutzer-Zeitzone kann somit nicht auf ein eindeutiges geografisches Objekt der geografischen Hierarchie aufgelöst werden. Somit kann allein aus der Nutzer-Zeitzone keine brauchbare Information zur Georeferenzierung abgeleitet werden.

Die Nutzer-Zeitzone kann allerdings als zusätzlicher Indikator einbezogen werden.

4.2.3 Schema zum einlernen der Georeferenz-Basis Struktur der Georeferenz-Basis

Anhand der vorgestellten Struktur und des Schemas soll sukzessive ein Verfahren entwickelt werden welches die oben genannten Probleme möglichst umfassend beseitigt. Die erarbeiteten Lösungen werden dabei den Verarbeitungsschritten des Schemas zugeordnet.

Struktur der Georeferenz-Basis Ein zentrales Element des Verfahrens ist die Georeferenz-Basis. Die grundsätzliche Idee besteht darin eine eigene Datenbasis mit Toponymen und zugehörigen Georeferenzen zu erstellen. Die Georeferenz-Basis kann, wie ein Ortsverzeichnis, als Wörterbuch für Toponyme angesehen werden. Im Gegensatz zu einem

herkömmlichen Ortsverzeichnis, soll die Georeferenz-Basis aber aus den Tweets selbst gelernt werden und stellt somit eine Art spezifisches Ortsverzeichnis für die untersuchte Domäne dar. Es können Toponyme abgefragt werden und es soll anhand der Abfrage möglich sein den Toponymen eine Georeferenz zuzuweisen. Es müssen also zumindest Toponyme und zugehörige Georeferenzen gespeichert werden.

Zu jedem solchen Tupel, bestehend aus einem Toponym und einer Georeferenz, soll ein Häufigkeitswert hinterlegt werden. Dieser Häufigkeitswert kann für weitere Analysen herangezogen werden und bildet bei der Georeferenzierung den zentralen Wert zur Bestimmung der Konfidenzen. Des weiteren wird so vermieden, das Duplikate in der Georeferenz-Basis existieren.

Die Struktur der Georeferenz-Basis beinhaltet folgende Felder:

1. Toponym
2. Georeferenz
3. Häufigkeit

Schema zum einlernen der Georeferenz-Basis Um die Georeferenz-Basis einlernen zu können wird zunächst eine umfangreiche Tweet-Sammlung benötigt. Jeder Tweet in dieser Sammlung muss den Nutzer-Standort und die Nutzer-Zeitzone sowie eine zugehörige Georeferenz enthalten. Die Georeferenz liegt dabei in Form von Längen- und Breitengrad vor.

Pro Tweet werden, entsprechend dem Ablauf aus Abbildung ??, folgende Verarbeitungsschritte ausgeführt:

1. Vorverarbeitung der Indikatoren
2. Vorverarbeitung der geografischen Koordinaten
3. Speichern der Daten in die Georeferenz-Basis

Der letzte Schritt, das Speichern der Daten in die Georeferenz-Basis, läuft dabei immer nach dem gleichen Prinzip ab und wird deshalb hier kurz erläutert.

Aus den vorhergehenden Schritten resultiert jeweils ein Tupel aus einem Toponym und einer Georeferenz. Ist exakt dieses Tupel in der Georeferenz-Basis vorhanden wird der

Häufigkeitswert um einen Zähler erhöht, ist das Paar nicht in der Georeferenz-Basis wird in diesem ein neuer Datensatz angelegt und der Häufigkeitswert mit 1 initialisiert.

4.2.4 Erster Ansatz zum einlernen der Georeferenz-Basis

Bei diesem ersten Ansatz werden bereits einige Probleme gelöst die in 4.2.1 angesprochen wurden. Zunächst soll auf die Verwendung des Nutzer-Standortes und der Nutzer-Zeitzone als Indikator eingegangen werden. Es sollen dabei die angewendeten Verfahren erläutert werden. Danach wird die Vorverarbeitung der geografischen Koordinaten betrachtet. Danach soll die Zum Schluss wird eine Übersicht nach dem Schema auf ref xyz gegeben in dem den Schritten des Schemas die Vorverarbeitungsschritte zugeordnet werden.

Verwendung des Nutzer-Standorts als Indikator

Es soll hier darauf eingegangen werden wie sich der Nutzer-Standort als geografischer Indikator verwenden lässt und welche Vorverarbeitungsschritte dazu notwendig sind.

Behandlung von Sonder- und Satzzeichen im Nutzer-Standort Oft werden im Nutzer-Standort Sonder- und Satzzeichen verwendet. Einige Nutzer haben ausschließlich Sonder- und Satzzeichen als Nutzer-Standort angegeben, andere benutzen diese um Emotionen auszudrücken oder als Dekoration. Beispiele hierfür sind “I ♥ New York“ oder “†~ Los Angeles~†“. Es konnte kein Hinweis darauf gefunden werden, dass Sonder- und Satzzeichen zusätzliche Informationen zum angegebenen Nutzer-Standort liefern. In den x Millionen verfügbaren Tweets befinden sich y Nutzer welche einen Nutzer-Standort angegeben haben der ausschließlich aus Sonder- oder Satzzeichen besteht. Es wurden lediglich einige Beispiele gefunden in denen Satzzeichen ein Bestandteil des Standortes bilden. Oft werden Kommas zur hierarchischen Trennung zwischen den Toponymen verwendet. “Karlsruhe, Deutschland“, “San Diego CA, USA“ oder “Mühlhausen, Thüringen“ sind Beispiele hierfür. Da die Verwendung allerdings nicht einheitlich erfolgt ist es schwierig daraus eine verlässliche Hierarchiebeziehung abzuleiten. Auch als Bestandteil eines

Auswertung
von Sonder
Satzzeichen
Datensätzen
in UL

Toponyms werden Satzzeichen verwendet. Ein Beispiel hierfür ist “Paris, 3. Arrondissement“. Entfernt man die Satzzeichen, liefern diese Werte allerdings immernoch ausreichende Informationen über den Standort und können als Toponym verwendet werden. In diesem Vorverarbeitungsschritt werden alle Sonder- und Satzzeichen entfernt. Dadurch wird gewährleistet, dass keine unnötigen Zeichen in den folgenden Schritten verarbeitet werden müssen.

Der Nutzer-Standort als Toponym Da es sich beim Nutzer-Standort um einen unmittelbaren geografischen Indikator handelt wird die Tatsache ignoriert, dass die Werte des Nutzer-Standortes nicht zwingend ein Toponym darstellen müssen. Es wird implizit angenommen, dass die Werte im Nutzer-Standort ein Toponym darstellen. Nach [HHSC11] ist diese Annahme in xyz Prozent der Fälle korrekt und stellt somit kein Problem dar. Auch nach den Untersuchungen im Zuge dieser Arbeit konnte festgestellt werden dass ca. xyz Prozent der eingegebenen Werte tatsächlich ein Toponym darstellen und die Annahme somit korrekt ist.² Die restlichen Fälle teilen sich in zwei Klassen auf. Zum ersten kann ein Wert zwar ein Toponym darstellen aber es konnte nicht festgestellt werden ob es sich um ein Toponym handelt oder nicht. Es ist in diesem Fall nicht zu entscheiden ob die Annahme richtig oder falsch ist. Sollte der Wert kein Toponym darstellen ist die Annahme falsch.

Durch diese Annahme wird zunächst kein Problem direkt gelöst. Es wird lediglich sichergestellt, dass keine potenziellen Toponyme in einer frühen Phase verworfen werden. Damit kann diese Annahme als vorbereitender Schritt gesehen werden um Problem 3 (Es können mehrere unterschiedliche Toponyme für dasselbe geografische Objekt existieren) und Problem 4 (Toponyme können in ihrer Verwendung gänzlich unbekannt sein und somit nicht als solche erkannt werden) in einem späteren Schritt zu lösen.

Verwendung der Zeitzone als geografischer Indikator

Wie bereits erwähnt wurde ist die Nutzer-Zeitzone als alleiniger Indikator aufgrund der relativ großen geografischen Region die sie umfasst nicht zu gebrauchen. Die Nutzer-Zeitzone kann allerdings als zusätzlicher Indikator herangezogen werden um die Angabe

² Hecht et al haben nur Nutzer-Standorte in englischer Sprache untersucht, wohingegen in den selbst durchgeführten Untersuchungen keine solche Einschränkung besteht

des Nutzer-Standortes zu präzisieren. Im speziellen kann dies von Vorteil sein wenn Doppeldeutigkeiten bezüglich eines Toponyms bestehen.

Als Beispiel können hier wieder die USA angeführt werden. Wird in einem Nutzer-Standort Hamburg angegeben, ist es schwer zu entscheiden ob Hamburg in Deutschland gemeint ist oder Hamburg in den USA. Bezieht man allerdings die Nutzer-Zeitzone mit ein kann diese einen Hinweis darauf geben welches Hamburg gemeint ist. Dieser Vorteil soll genutzt werden indem die Nutzer-Zeitzone als zusätzlicher Indikator berücksichtigt wird.

Verwendung der Georeferenz

Die in einem Tweet hinterlegte Georeferenz wird in Form eines Längen- und Breitengrades angegeben. Die meisten dieser Angaben werden mit GPS Modulen in mobilen Endgeräten erzeugt. Moderne GPS Module in Smartphones haben eine relativ hohe Genauigkeit, auch wenn diese Schwankungen unterliegen kann. Ein Problem, dass durch diese Genauigkeit entsteht ist, dass zwei Tweets nur sehr selten exakt den gleichen Wert für den Längen- und Breitengrad aufweisen werden.

Damit wird der Fall, dass ein Tupel aus Toponym und Georeferenz übereinstimmen extrem selten vorkommen. Wenn beispielsweise eine Präzision von lediglich 100 Quadratmetern erreicht wird ist es extrem unwahrscheinlich das zwei Tweets, welche im selben Kaufhaus abgesetzt wurden, dieselben Längen- und Breitengrade aufweisen. Im schlimmsten Fall wird für jedes vorkommen ein und desselben Toponyms ein neuer Datensatz in der Georeferenz-Basis erstellt obwohl die Positionen nur wenige hundert Meter auseinander liegen.

Es muss also ein Weg gefunden werden wie Tweets, die sich in geografischer Nähe zueinander befinden zusammengefasst werden können.

In Abschnitt 2 wurde bereits eine geografische Hierarchie vorgestellt. Die unterste Ebene, und somit die maximale Genauigkeit die mit dieser erreicht werden kann ist die der Städteebene. Auch die Georeferenzierung soll maximal auf Städteebene auflösen. Es wäre also sinnvoll jedem Tweet anhand des Längen- und Breitengrades eine Stadt zuzuweisen. Damit werden Tweets, die innerhalb einer Stadt gesendet werden dieser zugeordnet.

Eine einfache Möglichkeit dies umzusetzen besteht darin die nächstgelegene Stadt zu finden und diese dem Tweet zuzuordnen. Dies lässt sich mit Hilfe eines Nächste-Nachbarn-Algorithmus einfach umsetzen.

Dies macht auch in Bezug auf den Wert des Nutzer-Standortes Sinn. Hecht et al haben in [HHSC11] herausgefunden, dass die meisten Angaben eine Genauigkeit auf Städteebene aufweisen.

Hat der Nutzer aber lediglich das Land angegeben wird dem Wert trotzdem eine Stadt zugewiesen.

Dieses Problem später behandeln

Durch die Annahme, dass der Nutzer-Standort immer ein Toponym darstellt wird das Problem 1: "Der Wert des Nutzer-Standortes stellt nicht zwingend ein Toponym" zunächst ignoriert. Damit beinhaltet die Georeferenz-Basis Werte welche kein Toponym darstellen und trotzdem auf eine Georeferenz verweisen.

Um zu bestimmen ob es sich bei einem Wert tatsächlich um ein Toponym handelt kann nun der Häufigkeitswert einbezogen werden. Der Häufigkeitswert sagt aus wie oft ein Tupel aus Toponym und Georeferenz in der gesamten Verarbeitung vorkam.

Wir an einem Ort ein Toponym x besonders oft genutzt ist es wahrscheinlicher das dieses Toponym den Ort bezeichnet an dem er sich aufhält.

Um nun zu entscheiden ob es sich bei einem Toponym, welches in der Georeferenz-Basis gespeichert wurde tatsächlich um ein Toponym handelt kann der Häufigkeitswert herangezogen werden. Dieser Wert gibt an wie häufig die Kombination aus einem potenziellen Toponym und einer Georeferenz vorkam.

Vorläufiges Schema zum einlernen der Georeferenz-Basis

Damit lassen sich mehrere Probleme aus 4.2.1 lösen.

In 4.2.1 wurden die Eigenschaften des Nutzer-Standortes eingehend besprochen. Aus den Eigenschaften des Nutzer-Standortes kann geschlossen werden, dass es sehr schwierig ist zu entscheiden welche Werte Toponyme darstellen und welche nicht.

In 4.2.1 wurde der Nutzer-Standort schon eingehend untersucht.

Als Indikatoren werden der Nutzer-Standort und die Nutzer-Zeitzone verwendet.

Die Werte der beiden Indikatoren werden dabei direkt übernommen.

Bei diesem vorgehen entstehen

Die hinterlegten Toponyme in der Georeferenz-Basis sollen durch eine Vorverarbeitung der Indikatoren erzeugt werden. Zunächst wird angenommen, dass die Vorverarbeitung lediglich die

Durch die bereits erwähnten Probleme mit dem Nutzer-Standort ergeben sich besondere Anforderungen an die Struktur der Georeferenz-Basis.

Problem 1 besagt, dass der Nutzer-Standort kein Toponym darstellen muss. Zudem besagt Problem 4 dass ein Toponym gänzlich unbekannt sein kann. Diese beiden Probleme können in der Vorverarbeitung nicht direkt gelöst werden.

Da der Nutzer-Standort allerdings ein unmittelbarer geografischer Indikator ist, soll der Nutzer-Standort zunächst so behandelt werden als ob er ein Toponym darstellt. Somit wird kein Toponym verworfen, welches fälschlicherweise nicht als solches erkannt wird.

Vorverarbeitung der Indikatoren In der Vorverarbeitung sollen aus den Indikatoren weitere Informationen extrahiert werden.

Die Toponyme werden als potenziell bezeichnet da zunächst nicht entschieden werden kann ob es sich tatsächlich um Toponyme handelt oder nicht.

In der Vorverarbeitung sollen die Indikatoren analysiert werden und dadurch potenzielle Toponyme aus diesen extrahiert werden. Die potenziellen Toponyme werden, im Gegensatz zu einem Ortsverzeichnis, durch eine Vorverarbeitung aus einer Menge an Tweets erzeugt. Pro Tweet können mehrere potenzielle Toponyme durch die Vorverarbeitung erzeugt werden. Damit besteht zwischen einem Tweet und den Datensätzen in der Georeferenz-Basis eine 1-zu-n Beziehung, es können also aus den Indikatoren eines Tweets n Datensätze in der Georeferenz-Basis erzeugt werden. Für jedes potenzielle Toponym wird ein neuer Datensatz in der Georeferenz-Basis angelegt.

Zu jedem potenziellen Toponym, welches in der Georeferenz-Basis hinterlegt ist, ist eine Georeferenz gespeichert.

Jedem Datensatz wird zudem ein geografisches Objekt zugewiesen. Das geografische Objekt wird dabei aus den geografischen Koordinaten desjenigen Tweets erzeugt aus dem das potenzielle Toponym des Datensatzes abgeleitet wurde.

Bereits mit dieser Struktur der Georeferenz-Basis kann ein nachschlagen eines Indikators realisiert werden.

Der Häufigkeitswert gibt an wie häufig die Kombination von Toponym und geografischem Objekt vorkam. In Abbildung ?? wird ein Minimalbeispiel zur Erzeugung der sind 4 potenzielle Toponyme und ihre zugehörigen geografischen Objekte gelistet.

Toponym 1 und 3 stimmen sowohl im Wert des Toponyms als auch in der Georeferenz überein. Daraus resultiert Datensatz 1 in der Georeferenz-Basis. Toponym 3 stimmt zwar im Wert des Toponyms überein, aber das geografische Objekt ist ein anderes. Daraus resultiert Datensatz 2 in der Georeferenz-Basis. Bei Toponym 4 stimmt das geografische Objekt mit den anderen überein, aber der Wert des Toponyms stimmt nicht überein. Daraus resultiert Datensatz 3 in der Georeferenz-Basis.

Jeder Eintrag der Tabelle beinhaltet mehrere Felder und wird als Datensatz bezeichnet.

Da während der Georeferenzierung die Indikatoren nachgeschlagen werden sollen muss ein Feld vorhanden sein welches die verarbeiteten Indikatoren beinhaltet. Dieses Feld wird als Indikatorfeld bezeichnet.

Des weiteren muss ein Feld zur Georeferenzierung enthalten sein, um dem Indikator-Wert ein geografisches Objekt zuweisen zu können. Dieses Feld wird als Georeferenzfeld bezeichnet.

Des weiteren soll ein Feld vorhanden sein, welches angibt wie häufig die Kombination Indikator zu Georeferenz vorgekommen ist.

Auflösung der Georeferenz auf ein geografisches Objekt

Zuerst soll die Frage beantwortet werden wieso die geografischen Koordinaten auf einen diskreten Wert aufgelöst werden müssen. Im Teil ?? wird beschrieben, dass

Dieser Schritt ist notwendig um jedem potenziellen Toponym, welches aus den Indikatoren erzeugt wird eine Georeferenz zuzuweisen. Die Georeferenzen liegen in der Tweet-Sammlung als geografische Koordinaten vor und stellen deshalb kontinuierliche Werte dar. In einigen Arbeiten werden geografische Koordinaten verwendet um die Georeferenzen darzustellen.

In der vorliegenden Arbeit soll jedoch ein anderer Weg gegangen werden um weitere Vorteile aus den geografischen Daten zu ziehen.

Die geografischen Koordinaten sollen auf die unterste Ebene der geografischen Hierarchie abgebildet werden. Dies bedeutet, dass jeder geografischen Koordinate eine Stadt zugeordnet wird. Damit werden die Georeferenzen in eine diskrete Form gebracht. Diese Auflösung wird mit Hilfe einer Nächste-Nachbarn-Klassifikation vorgenommen. Somit wird jeder geografischen Koordinate die nächstgelegene Stadt zugewiesen und diese als Georeferenz gespeichert. In Abbildung ?? ist eine Auflösung verschiedener Punkte exemplarisch dargestellt. Dieses Vorgehen hat den Vorteil, dass man neben den Städten implizit auch die Administrationsebenen sowie das zugehörige Land gegeben hat.

Der Vorteil beim einlernen der Toponyme durch Tweets besteht darin, dass man zunächst alle Werte als potentielle Toponyme behandelt und diesen eine Georeferenz zuweist.

Nicht Toponyme und xyz Stellt sich für einzelne so eingelernte Werte heraus, dass diese keine Toponyme darstellen oder xyz werden die Toponyme entweder zu selten vorkommen oder aber auf der Welt verstreut sein.

man nicht auf die Vollständigkeit eines Ortsverzeichnisses angewiesen ist. Potentiell werden Werte eingelernt die in einem herkömmlichen Ortsverzeichnis nicht vorkommen.

Das einlernen aus den Tweets selbst bringt mehrere Vorteile. Man ist nicht auf die Vollständigkeit eines Ortsverzeichnisses angewiesen.

Hier sollen nun, ausgehend von der Struktur der Georeferenz-Basis, die einzelnen Schritte der Vorverarbeitung erläutert werden. Dieser Top-Down Ansatz wird gewählt, da

bedingt durch die Struktur der Georeferenz-Basis bestimmte Anforderungen an die Vorverarbeitung gestellt werden.

Im folgenden sollen die Anforderungen an die Struktur der Georeferenz-Basis sukzessive entwickelt werden. Zunächst soll durch die Georeferenz-Basis das Problem der Georeferenzierung gelöst werden. Dies bedeutet, zu den Indikatoren eines Tweets soll nach einer Suchanfrage, an die Georeferenz-Basis, eine Georeferenz geliefert werden. Es ist also notwendig in der Georeferenz-Basis Indikator-Werte und zugehörige Georeferenzen zu speichern.

Zunächst findet eine Vorverarbeitung der Indikatoren statt. Durch die Vorverarbeitung können mehrere Werte für einen Tweet und somit für ein Indikator-Paar entstehen. Das bedeutet die Vorverarbeitung erzeugt pro Tweet mehrere Datensätze in der Georeferenz-Basis.

Wie bereits im Abschnitt 4.1 erwähnt soll die Georeferenz-Basis zum Nachschlagen der Indikatoren dienen.

Die Idee besteht darin eine Datenbasis aufzubauen welche zum Nachschlagen der Indikatoren genutzt werden kann um diesen eine Georeferenz zuzuordnen. In dieser Hinsicht unterscheidet sich die hier vorgestellte Lösung nicht von der Georeferenzierung mit Hilfe eines Ortsverzeichnisses. In beiden Fällen werden die Werte der Indikatoren in einem Verzeichnis nachgeschlagen.

Die Georeferenz-Basis muss also potentielle Werte für die Indikatoren beinhalten. Im Gegensatz zum Ortsverzeichnis werden diese Werte jedoch mit Hilfe einer Tweet-Sammlung eingelernt. Diese Werte sollen als Indikator-Wert bezeichnet werden.

Des weiteren muss eine Georeferenz hinterlegt sein welche den Indikator-Werten ein geografisches Objekt zuordnet.

Die Indikator-Werte werden aus den Indikatoren in der Tweet-Sammlung generiert. Dabei können aus einem Tweet und dessen Indikatoren mehrere Einträge für die Indikator-Werte erzeugt werden. Diese

Das Feld in dem diese Werte zum nachschlagen hinterlegt sind wird Indikator-Wert genannt. Die Indikator-Werte werden durch die Vorverarbeitung erzeugt. Es ist also möglich, dass Werte mehrmals vorkommen. Diesem Umstand wird Rechnung getragen

indem ein Feld eingeführt wird welches das Vorkommen der jeweiligen Indikatoren zählt. Dieses Feld wird als Indikator-Anzahl bezeichnet.

Zu jedem Indikator-Wert wird die Anzahl

Des weiteren werden die Indikatoren einer Vorverarbeitung unterzogen um mehr Informationen aus ihnen extrahieren zu können.

Die hinterlegte Georeferenz entspricht immer einer Stadt, einer Administrationsebene zweiter Ordnung, einer Administrationsebene erster Ordnung und einem Land. Um dies aus zu erreichen muss jeder Tweet auf eine Stadt abgebildet werden.

Eliminierung von Satz- und Sonderzeichen

Tokenisierung

Das Verfahren macht es nötig die Wörter im Nutzer-Standort einzeln zu behandeln. Deshalb besteht der zweite Schritt des Verfahrens darin, den Nutzer-Standort zu zerlegen und jedes darin vorkommende Wort als einzelnen Token zu betrachten. Dabei wird die Reihenfolge der Wörter zunächst nicht verändert.

Um Tokens zu Kennzeichnen werden eckige Klammern verwendet. Mit [New] ist dann der Token New gemeint. "New York City" würde nach der Tokenisierung als [New][York][City] dargestellt werden.

Ablaufplan
Tokenizing

N-Gramme erstellen

Die Kernidee besteht darin den Nutzer-Standort in N-Gramme zu zerlegen.

Identifizierung von Toponymen innerhalb des Nutzer-Standortes

In diesem Schritt wird nun die Eigenschaft des unmittelbaren geografischen Indikators ausgenutzt. Die Idee besteht darin, Toponyme die aus zwei oder mehr Tokens bestehen zusammenfassen zu können und in den folgenden Schritten als zusammengehörig zu behandeln.

Als Beispiel kann hier der Nutzer-Standort [New][York][City][United][States][of][America] betrachtet werden.³ Nach einer Abfrage auf ein Ortsverzeichnis können [New][York][City] und [United][States][of][America] zusammengeführt werden, woraus sich folgende Tokens ergeben: [New York City][United States of America]

Dieser Schritt vereinfacht die künftige Verarbeitung, da im Beispiel statt 6 Tokens nur noch 2 betrachtet werden müssen, welche überdies als Toponym erkannt wurden. Dadurch werden in diesem Schritt zwar zusätzliche Informationen aus dem Nutzer-Standort gezogen, allerdings wird keine konkrete Georeferenz dem Nutzer-Standort zugeordnet. In diesem Schritt soll der Indikator nicht auf ein geografische Objekt aufgelöst werden. Die Abfrage dient lediglich dazu, zusammengehörige Token zusammenzuführen und diese in den folgenden Schritten als ein einzelner Token zu behandeln.

Ablaufplan
Toponyme
identifizieren

Alphanumerische Sortierung

In diesem Schritt werden die Token alphanumerisch sortiert. Der Vorteil ist, dass die Reihenfolge in der die Token angegeben wurden keine Rolle mehr spielt. Ist in einem Nutzer-Standort das Land und eine Stadt genannt, spielt es keine Rolle ob das Land oder die Stadt zuerst genannt wird.

Als Beispiel soll diesmal die Stadt San Diego im Bundesstaat Kalifornien (CA) in den Vereinigten Staaten von Amerika (USA) dienen. Zwei Nutzer geben ihre Standorte folgendermaßen an:

Nutzer 1 [San Diego][California][USA]

Nutzer 2 [USA][California][San Diego]

Direkt kann keine Übereinstimmung festgestellt werden. Es müsste kontrolliert werden ob alle Token übereinstimmen. Sortiert man die Tokens vorher, kann die Übereinstimmung direkt erkannt werden. In beiden Fällen würde die Sortierung [California][San Diego][USA] ergeben. Es werden also nicht zwei Datensätze mit denselben Token angelegt, sondern die beiden Eingaben werden gleich behandelt.

³Dies ist ein fiktives Extrembeispiel für einen Nutzer-Standort nach Eliminierung der Sonder- und Satzzeichen und nach der Tokenisierung

alphanumerische Sortierung der Tokens

URL Encoding

4.2.5 Encoding

Problematik unterschiedlicher Sprachen, url-encoding sinnvoll als Vorbereitung auf Webservice.

4.2.6 Die Zeitzone als geografischer Indikator

4.3 Einlernen der Georeferenz-Basis

4.3.1 Zuordnung der georeferenzierten Tweets zu geografischen Entitäten

4.3.2 Erzeugung von N-Grammen

einbauen als Beispiel für Ngrammisierung Beispiel wenn Karlsruhe Deutschland und Berlin Deutschland und Abstatt Deutschland dann kann durch die geografische Hierarchie und die NGramme Wissen über den Term Deutschland gezogen werden da auf Länderebene Deutschland immer dem gleichen geografischen Ding zugeordnet wird

Vorteil Toponym Identifizierung Verarbeitungsschritte: insbesondere bei der Erzeugung von N-Grammen im Schritt

Erzeugung von N-Grammen Aus den alphanumerisch sortierten Tokens der Vorverarbeitung werden in diesem Schritt N-Gramme erzeugt. Genauer werden N-Gramme der Ordnung 1, 2 und 3 erzeugt. Diese werden auch als Mono-, Bi- und Tri-Gramme bezeichnet.

Jedes dieser so entstandenen N-Gramme wird die Zeitzone angehängt. Das Ergebnis dieser Phase ist eine Datenbasis welche eine Reihe von Zeichenketten aus der Nutzer-Standort und der Nutzer-Zeitzone generiert haben. Jeder dieser Zeichenketten wird die Häufigkeit ihres Vorkommens und die nächste Stadt mit über 15.000 Einwohnern zugeordnet.

4.3.3 Matching auf N-Gramme und geografische Entität

Counting

1. Datenstruktur
2. Matching
3. Counting

4.4 Georeferenzierung

In der zweiten Phase kann mit Hilfe der Datenbasis die eigentliche Georeferenzierung von Twitter-Nutzern, mit unbekannter geografischer Position, durchgeführt werden. Es wird dem Anwender ermöglicht die Genauigkeit über die geografischen Hierarchien anzugeben und einen Konfidenzschwellwert zu bestimmen.

Bei der Georeferenzierung kann bestimmt werden wie genau die geografische Position oder die geografische Region bestimmt werden soll. Dabei kann zwischen den bereits in Kapitel 2.1 erläuterten Hierarchieebenen gewählt werden. Dies hat den Vorteil, dass die Genauigkeit der Georeferenzierung den jeweiligen Anforderungen angepasst werden kann. Des weiteren kann eine Konfidenz angegeben werden, desto höher die Konfidenzschwelle gewählt wird desto sicherer ist die Georeferenzierung.

4.5 Geolocation Mapping

4.5.1 nearest neighbour mapping

1. Wie genau kann gemappt werden? Fehler Durchschnitt.
2. Mapping auf cities 1000/1000/15000 mit Daten zu durchschnittl. Abstand
3. Hier ist noch Verbesserungspotenzial -> wenn Mapping Distanz zu weit entfernt
-> verwerfen!

Welches Fehlermaß kann für das mapping angewandt werden? auf Städteebene gut möglich mit geografischen Distanzen, admin2, admin1, Land schlecht möglich mit Distanzen

4.6 Verknüpfung von Indikatoren und geografischen Lokationen zur wiedergewinnung des erlernten Wissens

4.6.1 Generierung eines Wissendatensatzes

4.6.2 Verknüpfung mit Geodaten

4.6.3 Auflösen auf Administartionsebenen, Länder

4.7 Lokalisieren von Tweets ohne konkrete geografische Daten

4.7.1 Ablauf der Lokalisierung

4.7.2 Lokalisierungssicherheit durch Ausnutzung der geografischen Hierarchiebeziehungen

einbauen!!!

4.7.3 Geografische Grundbegriffe und Geografiedaten

Geografische Grundbegriffe

Geonames.org

4

⁴eventuell erst in Implemetierung darauf eingehen

4.7.4 ???

N-Gramme

1. N-Gramme allgemein, Verwendung, Beispiele.
2. Zusammenhang zwischen Länge/Grad eines N-Grammes und Wahrscheinlichkeiten. -> mathematische Herleitung?!

N-Gramme -> Nochmal genau prüfen, Zusammenhang zu Markov Modell und N-Gram Statistik herausstellen

4.8 Einbauen in dieses Kapitel

Die folgenden Vorverarbeitungsschritte werden durchgeführt.

1. Eliminierung von Sonderzeichen
2. ausschließlich Kleinschreibung
3. geografische Zuordnung von Teilworten
4. Tokenisierung
5. html Encoding
6. alphanumerische Sortierung

Bessere Umschreibung finden für Teilworte, es ist eig. eine Menge von Worten aus Nutzer-Standort

Diese Vorverarbeitung dient der Bereinigung und Vereinheitlichung des Nutzer-Standorts. Die geografische Zuordnung dient der

In den einzelnen Stufen der Vorverarbeitung werden Sonderzeichen entfernt, alle Zeichen in Kleinbuchstaben umgewandelt, in der Wortfolge werden nach geografischen Begriffen gesucht die zwei oder mehr Worte beinhalten, die Zeichen werden url-encoded und die einzelnen Wörter werden in Tokens zerlegt welche alphanumerisch sortiert werden. Im nächsten Schritt werden aus den Tokens Uni-Gramme, Bi-Gramme und Tri-Gramme erstellt.

In Bewertung einbauen Geocoding nach Ortsverzeichnis umbauen Legt man zugrunde, dass der Nutzer-Standort als ungesicherter, unmittelbarer geografischer Indikator angesehen werden kann, besteht eine Möglichkeit der Georeferenzierung darin, eine sogenannte Geocoding-API zu nutzen. Die Nutzer-Zeitzone wird in diesem Fall nicht als Indikator herangezogen, da diese von den Geocoding-API's nicht als zusätzliche Information verarbeitet wird. Eine Reihe von bekannten Firmen bietet eine API zur Georeferenzierung an. Die bekanntesten sind Google, Yahoo, Microsoft, Map Quest und Cloud Made. Teilweise sind die Anfragen, welche an die Geocoding-API's gesendet werden können, in ihrer Anzahl begrenzt. Auch die Antwortzeiten der Geocoding-APIs begrenzen die Anzahl möglicher Anfragen pro Zeiteinheit. In Tabelle ?? ist eine Auflistung der Anbieter mit den jeweiligen Begrenzungen dargestellt. Eine detaillierte Analyse der Antwortzeiten wurde im Zuge dieser Arbeit nicht durchgeführt. ⁵

Tabelle mit
Georef Api
Anbietern.

Link in foot-
note einfügen

Dieses vorgehen wird in einigen Arbeiten angewendet um den Nutzer-Standort zu bestimmen. Dabei wird, mit einer simplen Vorverarbeitung des Nutzer-Standortes, direkt in einer Geografie-Datenbank nach der eingegebenen Zeichenfolge gesucht.

Durch die Vorverarbeitung werden die eingegebenen Indikatoren genauer analysiert, zusätzliche Informationen extrahiert und in eine einheitliche Form gebracht. Pro Tweet können dadurch mehrere Werte aus den ursprünglichen Indikatoren abgeleitet werden. Beispielsweise könnte der Nutzer-Standort Wert "Karlsruhe, Deutschland" getrennt werden und "Karlsruhe" , "Deutschland" sowie "Karlsruhe, Deutschland" separat betrachtet werden. Danach wird, entsprechend des Längen- und Breitengrades aus dem Tweet, jedem dieser neuen Werte ein geografisches Objekt zugeordnet.

Exemplarisch ist dies für einen Tweet mit dem Nutzer-Standort "Karlsruhe, Deutschland" und einem Längen- und Breitengrad in Abbildung ?? dargestellt. Dabei wird der Indikator in drei neue Indikatoren aufgeteilt dem jeweils ein geografisches Objekt als konkrete Georeferenz zugeordnet wird.

Sind die Indikatoren eines Tweets derart verarbeitet liegt eine Menge neu erzeugter Indikatoren vor denen jeweils eine Stadt zugeordnet ist. Aus diesen wird dann die Georeferenz-Basis erstellt, dabei werden die neuen Daten in der Georeferenz-Basis gespeichert. Sollte die Kombination aus Indikator-Wert und geografischem Objekt bereits in der Georeferenz-Basis existieren wird in einem extra Feld ein Zähler inkrementiert.

⁵für eine Analyse Vergleiche

Dieser Wert gibt dann die Häufigkeit der Kombination Indikator-Wert und geografisches Objekt an. Die Georeferenz-Basis beinhaltet die verarbeiteten Indikatoren und das zuvor zugeordnete geografische Objekt.

sowie die Häufigkeit in der die Kombination Indikator/Stadt ermittelt wurde.

Das Ergebnis dieser Suche ist eine Menge an Datensätzen.

Jeder Datensatz besteht aus einem Indikator-Wert, einer Georeferenz auf eine Stadt und der Anzahl der vorkommen dieser Kombination. Aus diesen Datensätzen wird unter Berücksichtigung des angegebenen Konfidenzschwellwertes und der geografischen Hierarchie die endgültige Georeferenz als Ergebnis bestimmt.

5 Implementierung

Im Rahmen dieser Diplomarbeit ist eine Referenzimplementierung des vorgestellten Verfahrens entstanden. In Auszügen soll die Referenzimplementierung hier vorgestellt werden. Hierbei sollen insbesondere Probleme bei der Umsetzung betrachtet werden, und wie diese gelöst wurden. Damit soll die Möglichkeit gegeben werden, in eigenen Implementierungen die Probleme frühzeitig zu erkennen und zu vermeiden. Des weiteren soll ein Überblick über die genutzten Datensätze und API's gegeben werden.

Datensätze in Grundlagen?

5.1 Komponenten der Referenzimplementierung

5.1.1 Architektur

Allgemeine Architektur der Referenzimplementierung

5.1.2 Präprozessorverarbeitung - Erzeugung der N-Gramme

Warum Präprozessoren -> schnelleres ändern der Vorverarbeitung.

5.2 Datenbank

5.2.1

Eventuell was über die Geo Indexe in der Datenbank und die Nearest Neighbour Berechnungen.

5.3 Geografie Daten

in Implemen-
tierung ver-
schieben

5.4 Data Sample

Beschreibung wie Daten erzeugt wurden, Zeiträume, Analysen

5.5 geonames.org

Allgemeines zu geonames.org, was ist geonames.org.

1. Woher stammen die Daten?
2. Umfang und Informationen
3. Aktualität
4. Hierarchiebeziehungen im geonames.org Datensatz

6 Leistungsbewertung

7 Schlussfolgerungen, Ausblick und Fragen

8 Zusammenfassung

9 Ideen und Notizen

9.1 Stakeholder analyse

Welche potenziellen Stakeholder profitieren von der Arbeit? Was benötigt jeder dieser Stakeholder? Bedürfnisse analysieren und Begründen.

1. Marketing Professionals
2. Statistiker allgemein
3. Sozialwissenschaftler -> Analyse von Informationsströmen

9.2 Fragen an Matthias

9.2.1 Strukturell

1. Soll ich noch auf die Messung eines Informationsflusses eingehen? Wenn ich keine Informationsflüsse untersuche hängt dieses Thema ein wenig in der Luft.
2. ???

9.2.2 Inhalt

9.3 Ideen

1. Voraussetzungen zur Anwendung des Verfahrens

In Einleitung

- a) Lerndaten mit konkreten geografischen Angaben
 - b) Indikatoren in Lerndaten, welche auch in Datensätzen ohne konkrete geografische Angaben vorkommen (hier eventuelle Diskrepanzen zwischen geogetaggtten und nicht geogetaggtten tweets + Mentalität in bestimmten Ländern)
 - c) Indikatoren mit geografischem Bezug, oder hinreichendem geografischen Bezug, Mittelbar oder unmittelbar
2. Auf Jargon Namen für Städte eingehen, wie bspsw. the big apple -> New York City
 3. Landesgrenzen-Problematik wird durch meine Lösung obsolet -> auf stakeholder eingehen
 4. Wahrscheinlichkeiten für korrekte Lokalisierung kann angegeben und justiert werden
 5. Wenn Wahrscheinlichkeiten auf best. Ebene nicht hoch genug dann verschieben auf Admin2 -> Admin1 -> Länderebene
 6. mit vorherigem werden Unsicherheiten bei Lokalisierung abgebildet (Wichtig für Informationsflüsse)
 - 7.

Korrelation
zwischen Lo-
kalisierung-
ungssicher-
heit und tat-
sächlichem
Match berech-
nen

9.4 Formulierungen

9.4.1 unmittelbare ungesicherte geografische Indikatoren

Das "userlocation" Feld in einem Tweet kann durchaus eine konkrete Lokation beinhalten, jedoch wird auch oft irgendetwas eingetragen. [HHSC11] Es kann sich dabei um beliebige Wörter oder Sätze handeln, die einzige Limitierung ist die Anzahl zur Verfügung stehender Zeichen. Nichtsdestotrotz ist es das Ziel dieses Feldes seinen eigenen Standort anzugeben. Dabei kann allerdings nicht davon ausgegangen werden, dass der eingetragene Wert nicht doch in einem Zusammenhang mit einer geografischen Lokation steht. Bezeichnungen von Städten in Umgangssprache wie beispielsweise "The Big Apple" für New York City oder Motown für Detroit, sind für einige Personen nicht unmittelbar

zuzuordnen, geben allerdings eine konkrete Lokation an. Da die Masse an Bei bzw. Spitznamen für Städte nicht überschaubar ist und auch sprachliche Probleme bestehen ist es sinnvoll alle userlocation Einträge gleich zu behandeln und diese in erster Linie als Lokationsangaben zu behandeln. Durch die Einschränkung auf eine Geolocation werden einzelne gleich lautende Einträge, welche aber nicht auf einen konkreten Ort hinweisen in einzelnen Datensätzen abgelegt.

9.5 Datenbasis

1. Welche Datenbasis wurde genutzt
 - a) Streaming API
 - b) Is the Sample good enough (Morstatter et al 13)
 - c) When is it biased? (Morstatter et al)
 - d) How does the Data sampling Startegy Impact the Discovery of Information Diffusion in Social Media (De Choudhurry, 1)
2. Lerndatensatz
3. Kontrolldatensatz
4. Manuell getaggter Datensatz
5. Google Maps getaggter Datensatz

9.6 Vorteile neuer Ansatz bei Mapping auf Geografische Daten

Notwendigkeit/Vorteile von Hierarchiebeziehungen im Mapping auf Geograohie Daten

Literaturverzeichnis

- [BNJ12] David M Blei, Andrew Y Ng, and Michael I Jordan. Latent dirichlet allocation. *Journal of Machine Learning Research*, 3:993–1022, 2012.
- [CCL10] Zhiyuan Cheng, James Caverlee, and Kyumin Lee. You are where you tweet. In *Proceedings of the 19th ACM international conference on Information and knowledge management - CIKM '10*, page 759, 2010.
- [EOSX10] Jacob Eisenstein, Brendan O'Connor, Noah A. Smith, and Eric P. Xing. A latent variable model for geographic lexical variation. In *Proceedings of the 2010 Conference on Empirical Methods in Natural Language Processing*, pages 1277–1287, 2010.
- [FVMF13a] Emilio Ferrara, Onur Varol, Filippo Menczer, and Alessandro Flammini. Traveling trends: social butterflies or frequent fliers? ... *conference on On-line social ...*, 2013.
- [FVMF13b] Emilio Ferrara, Onur Varol, Filippo Menczer, and Alessandro Flammini. Traveling trends: Social butterflies or frequent fliers? *CoRR*, abs/1310.2671, 2013.
- [GGMQ14] R Garcia-Gavilanes, Y Mejova, and D Quercia. Twitter ain't without frontiers: Economic, social, and cultural boundaries in international communication. ... *cooperative work & social ...*, pages 1511–1522, 2014.
- [Gol08] Daniel W Goldberg. *A Geocoding Best Practices Guide*. North American Association of Central Cancer Registries (NAACCR), 2008.
- [HGG12] S Hale, D Gaffney, and M Graham. Where in the world are you? geolocation and language identification in twitter. *Proceedings of ICWSM'12*, (2013), 2012.

- [HHSC11] Brent Hecht, Lichan Hong, Bongwon Suh, and Ed H. Chi. Tweets from justin bieber’s heart: The dynamics of the location field in user profiles. In *Proceedings of the SIGCHI Conference on Human Factors in Computing Systems*, CHI ’11, pages 237–246, New York, NY, USA, 2011. ACM.
- [IAB] Interactive Advertising Bureau IAB. Social media ad metrics definitions. Internet.
- [JJ21] G. Jellinek and W. Jellinek. *Allgemeine Staatslehre*. J. Springer, 1921.
- [KA08] Balachander Krishnamurthy and Martin Arlitt. A few chirps about twitter. In *Proceedings of the first workshop on Online social networks (WOSP ’08)*, pages 19–24, 2008.
- [KCLC13] Krishna Y. Kamath, James Caverlee, Kyumin Lee, and Zhiyuan Cheng. Spatio-temporal dynamics of online memes: A study of geo-tagged tweets. In *Proceedings of the 22Nd International Conference on World Wide Web*, WWW ’13, pages 667–678, Republic and Canton of Geneva, Switzerland, 2013. International World Wide Web Conferences Steering Committee.
- [KLPM10] Haewoon Kwak, Changhyun Lee, Hosung Park, and Sue Moon. What is twitter , a social network or a news media? In *The International World Wide Web Conference Committee (IW3C2)*, pages 1–10, 2010.
- [MND12] Jalal Mahmud, Jeffrey Nichols, and Clemens Drews. Where is this tweet from? inferring home locations of twitter users. *ICWSM*, pages 511–514, 2012.
- [MPLC13] Fred Morstatter, J Pfeffer, H Liu, and KM Carley. Is the sample good enough? comparing data from twitter’s streaming api with twitter’s firehose. *Proceedings of ICWSM*, pages 400–408, 2013.
- [NP03] M E J Newman and Juyong Park. Why social networks are different from other types of networks. *Physical review. E, Statistical, nonlinear, and soft matter physics*, 68:036122, 2003.
- [PCV13] Reid Friedhorsky, Aron Culotta, and Sara Y. Del Valle. Inferring the origin locations of tweets with quantitative confidence. *CoRR*, abs/1305.3932, 2013.

- [POM⁺13] S. Petrovic, M. Osborne, R. Mccreadie, C. Macdonald, and I. Ounis. Can twitter replace newswire for breaking news? In *ICWSM - 13*, 2013.
- [SHP⁺13] Axel Schulz, Aristotelis Hadjakos, Heiko Paulheim, Johannes Nachtwey, and Max Mühlhäuser. A multi-indicator approach for geolocalization of tweets. *Seventh International AAAI Conference on Weblogs and Social Media*, pages 573–582, 2013.
- [SKD11] Martin Szomszor, Patty Kostkova, and Ed De Quincey. #swineflu: Twitter predicts swine flu outbreak in 2009. In *Lecture Notes of the Institute for Computer Sciences, Social-Informatics and Telecommunications Engineering*, volume 69 LNICST, pages 18–26, 2011.
- [SMvZ09] Pavel Serdyukov, Vanessa Murdock, and Roelof van Zwol. Placing flickr photos on a map. In *Proceedings of the 32nd international ACM SIGIR conference on Research and development in information retrieval - SIGIR '09*, page 484, 2009.
- [SOM10] Takeshi Sakaki, Makoto Okazaki, and Yutaka Matsuo. Earthquake shakes twitter users: real-time event detection by social sensors. *Proceedings of the 19th international conference on World wide web*, pages 851–860, 2010.
- [ti13] twitter inc. Final initial public offering(ipo) prospectus, 11 2013.
- [TSSW11] A. Tumasjan, T. O. Sprenger, P. G. Sandner, and I. M. Welp. Election forecasts with twitter: How 140 characters reflect the political landscape, 2011.