

## Erschließung von Crowd Data und Verknüpfung mit Befragungsdaten im Bereich Verkehr

Baur, Sebastian

Veröffentlichungsversion / Published Version

Zeitschriftenartikel / journal article

### Empfohlene Zitierung / Suggested Citation:

Baur, S. (2020). Erschließung von Crowd Data und Verknüpfung mit Befragungsdaten im Bereich Verkehr. *Stadtforschung und Statistik : Zeitschrift des Verbandes Deutscher Städtestatistiker*, 33(2), 30-35. <https://nbn-resolving.org/urn:nbn:de:0168-ssoar-69880-5>

### Nutzungsbedingungen:

Dieser Text wird unter einer CC BY-NC-ND Lizenz (Namensnennung-Nicht-kommerziell-Keine Bearbeitung) zur Verfügung gestellt. Nähere Auskünfte zu den CC-Lizenzen finden Sie hier:

<https://creativecommons.org/licenses/by-nc-nd/4.0/deed.de>

### Terms of use:

This document is made available under a CC BY-NC-ND Licence (Attribution-Non Commercial-NoDerivatives). For more information see:

<https://creativecommons.org/licenses/by-nc-nd/4.0>

Sebastian Baur

# Erschließung von Crowd Data und Verknüpfung mit Befragungsdaten im Bereich Verkehr

*Dieser Beitrag illustriert, wie durch die Verknüpfung von alternativen mit konventionellen Daten, wertvolle Erkenntnisse für die strategische Steuerung in Städten gewonnen werden können. Hierfür werden zuerst die Stärken und Limitierungen von OpenStreetMap-Daten als alternative Datenquelle, insbesondere in Bezug auf Radwege, diskutiert. Anschließend wird auf die konkrete Erschließung und Berechnung der Radwegenetze über OpenStreetMap eingegangen. Diese Daten werden mit Befragungsdaten verknüpft und mittels logistischer Regression analysiert. Im Mittelpunkt steht dabei die Forschungsfrage welche Faktoren die Wahl des bevorzugten Verkehrsmittels von Bürgerinnen und Bürgern, im konkreten Fall das Fahrrad, beeinflussen.*

## Einleitung


Viele Städte wollen den Radverkehr attraktiver gestalten und fördern. Dabei stellt sich die Frage, welche Gegebenheiten Bürgerinnen und Bürger dazu bewegen, das Fahrrad als Verkehrsmittel stärker in Betracht zu ziehen. Hierbei spielen sicherlich viele Faktoren eine Rolle, wie etwa die Existenz von Fahrradverleihsystemen, die städtische Topographie, die qualitative Beschaffenheit der Radwege oder die geographische Abdeckung/Reichweite des Radwegenetzes. Der Einfluss von letzterem steht im Mittelpunkt der Analysen dieses Beitrags. Dabei stellt der Prozess einer validen Datenerhebung des Radwegenetzes in Hinblick auf einen interstädtischen Vergleich eine besondere Herausforderung dar. Als vielversprechende Lösung bietet sich hier die Verwendung von Crowd-Data an. Die KOSIS-Gemeinschaft Urban Audit hat bereits 2017 die Verwendung von alternativen Datenquellen in Form von OpenStreetMap zur Berechnung der Länge städtischer Radwegenetze prüfen lassen (Schmidt 2017). Das Fazit der Untersuchung war dabei durchweg positiv. Zusätzlich werden im Rahmen der Analyse dieses Beitrags die Ergebnisse der koordinierten Befragung zur Lebensqualität herangezogen, die von der AG Umfragen des VDSt parallel zur EU-Erhebung des Perception Surveys durchgeführt wird. Durch die Verknüpfung beider Datenquellen lässt sich das Verkehrsverhalten von Bürgerinnen und Bürgern untersuchen.

## OpenStreetMap als alternative Datenquelle

Seit 2018 wird die Länge der Radwegenetze deutscher Städte für das europäische City Statistics-Projekt in Mannheim standardisiert über OpenStreetMap erhoben. Dadurch können viele Probleme einer direkten Abfrage der Radwegedaten bei Städten, wie etwa in Bezug auf die einheitliche Verfügbarkeit und Aktualität der Daten sowie unterschiedliche Definitionen von Radwegenetzen, gelöst werden. OpenStreetMap bietet den Vorteil einer einheitlichen Selektion mittels des verwendeten Systems von Attributen (tags), die über alle Städte hinweg die Berechnung und einbezogenen Wege nachvollziehbar machen (Schmidt 2017). Somit ist eine valide Vergleichbarkeit der Daten gewährleistet, da die Definition eines Radwegenetzes auf jede Stadt in gleicher Weise angewendet wird. Hinzu kommt die umfassende Verfügbarkeit der OpenStreetMap-Daten, die jederzeit ergänzt und auf den neuesten Stand ge-

### Sebastian Baur

Mitarbeiter im Sachgebiet Statistik und Stadtforschung der Stadt Mannheim

 sebastian.baur@mannheim.de

### Schlüsselwörter:

Befragung – Crowd-Data – Lebensqualität – OpenStreetMap – Radwegenetz – Urban Audit – Verkehr

bracht werden. Es gibt empirische Befunde, dass alle Straßen, zumindest für Deutschland, in OpenStreetMap eingezeichnet sind (vgl. Neis et al. 2012). Zusätzlich ist dabei auch deren Typisierung weitestgehend verfügbar. Dies ist besonders für städtestatistische Fragestellungen, wie etwa im Bereich Verkehr oder für verschiedene Erreichbarkeitsanalysen, vielversprechend.

Neben den umfassenden Vorteilen von OpenStreetMap-Daten, müssen auch bestimmte Limitierungen betrachtet werden. Beispielsweise bestehen regionale Divergenzen bezüglich der Datendichte (Zielstra & Zipf 2010). Besonders im städtischen Raum besteht neben der höheren Verfügbarkeit an Daten auch eine höhere Datenqualität als im ländlichen Raum, was in Bezug auf einen interstädtischen Vergleich allerdings eher unproblematisch ist (Haklay 2010). Zuletzt ergibt sich auch eine potentielle Problematik durch das Free-Tagging-System von OpenStreetMap. Hierbei gibt es wenige Limitierungen, sodass theoretisch einem Objekt unendlich viele Attribute zugewiesen werden können. Einerseits verbessert das die potentielle Genauigkeit der Metadaten, kann andererseits aber auch zu einer Verkomplizierung in der Datenabfrage führen. Zwar gibt es informelle Standards bezüglich der Vergabe von Attributen, dennoch bestehen häufig mehrere Möglichkeiten, ein Objekt zu beschreiben. Dies führt zu potenziellen Unschärfen bzw. zur Nichtberücksichtigung von relevanten Objekten. Im Grunde sind das jedoch weitestgehend Limitierungen, die sich auf die generelle Datenqualität von Crowdsourcing beziehen, was weniger relevant in Hinblick auf die Vergleichbarkeit der OpenStreetMap-Daten zwischen den Städten ist.

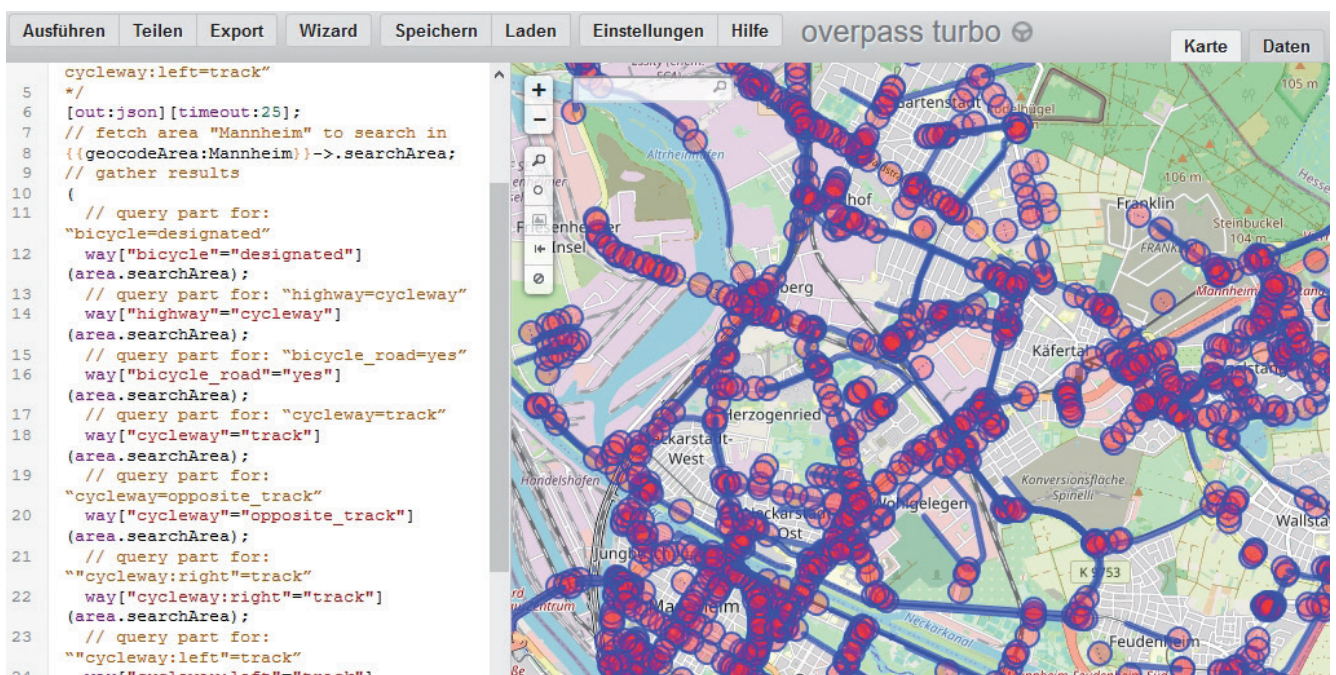
## Berechnung der Radwegenetzlänge

Die Erschließung der Radwegedaten erfolgt über die Overpass API. Hierüber werden die Daten aus OpenStreetMap mittels benutzerdefinierter Abfragen bereitgestellt. Im Grunde funktioniert diese Overpass API als Datenbank über das Internet: Der Anwender sendet eine Anfrage an die API und erhält den Datensatz, der der Anfrage entspricht, aus der OpenStreetMap-Hauptdatenbank zurück.

Eine Möglichkeit der Datenabfrage, die kostenlos jedem Benutzer zur Verfügung steht, bietet Overpass Turbo (<http://overpass-turbo.eu>). Mithilfe dieser Webanwendung lassen sich schnell und unkompliziert Abfragen über die Overpass API durchführen. Dabei werden die angefragten Daten anhand einer interaktiven Karte visualisiert (vgl. Abbildung 1).

Im Anschluss kann mit der Kalkulation der Länge der Radwegenetze begonnen werden. Zuerst müssen dazu die OpenStreetMap-Daten über Overpass Turbo im GeoJSON-Format exportiert werden. Diese Daten können dann in QGIS geladen und bearbeitet werden. Natürlich können hierfür auch proprietäre Programme wie ESRI ArcGIS herangezogen werden. Nachdem die Daten eingelesen sind, erfolgt das Zuschneiden gemäß des Untersuchungsgebiets. Geht es dabei um die Berechnung gesamtstädtischer Radwegenetze, werden die entsprechenden Shapes der Kreis- bzw. Gemeindegrenzen benötigt. Anschließend sind nun die als einzelne Objekte vorliegenden Radwege über die Funktion Dissolve zu einer Multi geometrie zusammenzuführen. In einem letzten Schritt kann nun die Gesamtlänge des Radwegenetzes – im Fall von QGIS mithilfe des Feldrechners und der Funktion „\$length“ – berechnet werden.

Abbildung 1: Abfrage des Mannheimer Radwegenetzes über Overpass Turbo



All diese Schritte der Datenerschließung werden im Rahmen des europäischen City Statistics-Projekt in Mannheim automatisiert unter Verwendung eines Python-Skripts durchgeführt (Link 2019). Dafür sind folgende Pakete für Python notwendig: Pandas, Overpy, Fiona, Geopandas und Earthpy. Das Skript benötigt dabei ca. 1 ½ Stunden für das Auslesen sowie die Berechnung der Radwegenetze für 127 deutsche Städte. Am Ende dieses Prozesses stehen die Daten in Form einer aufbereiteten CSV-Datei zur Verfügung. Natürlich kann solch eine Automatisierung auch mithilfe anderer Programmiersprachen, wie etwa R, eingerichtet werden.

### Verknüpfung der OpenStreetMap-Daten mit Befragungsdaten

Um eine aussagekräftige Vergleichbarkeit der geographischen Abdeckung des Radwegenetzes zwischen Städten zu ermöglichen, werden in diesem Beitrag die Radwege in das Verhältnis zur amtlichen Einwohnerzahl gesetzt (vgl. Baur 2019). In einem nächsten Schritt werden diese mit den Ergebnissen der koordinierten Befragung zur Lebensqualität verknüpft, an der sich 15.716 Bürgerinnen und Bürger aus 24 deutschen Städten beteiligt haben. Aus dieser Umfrage geht hervor, welches Verkehrsmittel am häufigsten benutzt wird. Darüber hinaus beinhaltet die Befragung weitere wichtige Faktoren, welche mit dem Verkehrsverhalten der Bürgerinnen und Bürger in Zusammenhang stehen könnten, wodurch mögliche interstädtische Unterschiede kontrolliert werden können.

Als mögliche Erklärungsfaktoren für die Nennung des Fahrrades als häufigstes Verkehrsmittel an einem normalen Tag werden folgende Variablen herangezogen:

- Radwegenetz in Kilometern je 1.000 Einwohner
- Berufliche Situation
- Geschlecht
- Alter
- Staatsangehörigkeit
- Luftqualität
- Lärmpegel
- Zustand von Straßen
- Sicherheit in der Stadt
- Sicherheit in der Wohngegend

Eine genauere Beschreibung der Variablen können dem Anhang entnommen werden (vgl. Tabelle 3).

Als Analyse-Methode wird eine logistische Regression verwendet. Dieses Modell eignet sich, wenn – wie in diesem Fall (1 = das Fahrrad wurde als häufigstes Verkehrsmittel genannt, 0 = ein anderes Verkehrsmittel wurde als häufigstes Verkehrsmittel genannt) – der theoretisch postulierte Einfluss von Faktoren auf eine dichotome abhängige Variable analysiert werden soll. Die Daten bieten sich generell auch für eine Mehrebenenanalyse an. Aufgrund der Beschaffenheit der unabhängigen Variable des Radwegenetzes sowie einem niedrigen Intra-class-correlation (ICC)-Wert von 0,077 ist dies aber nicht sinnvoll.

### Ergebnisse

Die Länge des Radwegenetzes wurde für alle 127 Urban Audit Städte erhoben. Daten aus dem Perception Survey standen zum Zeitpunkt der Analyse nur für die 24 deutschen Städte, die sich der EU-Befragung angeschlossen hatten (sogenannte koordinierte Bürgerbefragung), zur Verfügung.

Für einen ersten deskriptiven Überblick ist in Tabelle 1 die Länge des Radwegenetzes (absolut und im Verhältnis zur Einwohnerzahl) sowie der Anteil der Bürgerinnen und Bürger, die angegeben haben das Fahrrad als primäres Verkehrsmittel zu verwenden (Fahrradfahrer), in den Städten abgetragen. Hierbei lassen sich große Unterschiede zwischen den Städten erkennen. Den höchsten Wert weist Freiburg mit einem Anteil von 44,4 Prozent auf, den niedrigsten Zwickau (11,4 %). Eine hohe Varianz gibt es wenig überraschend auch in Hinblick auf die Länge des Radwegenetzes. Betrachtet man die absoluten Zahlen, hat Köln das längste Radwegenetz mit 792 Kilometern und liegt damit deutlich über dem Durchschnitt der 24 Städte von 235 Kilometern. Mit 51 Kilometern weist Zwickau den niedrigsten Wert auf. Bei Betrachtung des Radwegenetzes in Relation zur Einwohnerzahl weist dagegen Ingolstadt den

Tabelle 1: Radwegenetz und Fahrradfahreranteil in 24 deutschen Städten

Stadt	Radweg (km)	Radweg (km/1.000 Einw.)	Fahrradfahrer
Stuttgart	204	0,32	14,4 %
Saarbrücken	60	0,33	14,2 %
Dresden	271	0,49	22,0 %
Fürth	68	0,54	22,4 %
Koblenz	62	0,54	19,1 %
Zwickau	51	0,57	11,4 %
Kassel	123	0,61	17,8 %
Frankfurt am Main	459	0,61	23,2 %
Würzburg	81	0,64	20,4 %
Nürnberg	365	0,71	25,8 %
Köln	792	0,73	27,5 %
Düsseldorf	472	0,76	22,3 %
Aachen	201	0,82	22,7 %
Karlsruhe	293	0,94	40,6 %
Freiburg	217	0,94	44,4 %
Recklinghausen	108	0,95	22,4 %
Augsburg	292	1,00	33,9 %
Konstanz	85	1,01	46,8 %
Mannheim	315	1,02	26,8 %
Darmstadt	171	1,08	38,0 %
Osnabrück	201	1,22	40,2 %
Braunschweig	318	1,28	36,8 %
Wolfsburg	189	1,53	27,3 %
Ingolstadt	238	1,76	40,1 %
Gesamt-Ø	235	0,85	27,5 %



höchsten Wert mit 1,76 Kilometern Radwegenetz je 1.000 Einwohnern auf und Stuttgart den niedrigsten Wert mit 0,32 Kilometern je 1.000 Einwohner.

Analysiert man diese Werte auf der Makro-Ebene, lässt sich ein klarer Zusammenhang erkennen: Je größer das Radwegenetz in Relation zu den Einwohnern, desto größer der Anteil an Bürgerinnen und Bürgern die das Fahrrad als häufigstes Verkehrsmittel nennen. Dies sind selbstverständlich nur deskriptive Zusammenhänge, im nächsten Schritt soll die Analyse zeigen, ob ein positiver Zusammenhang auch unter Kontrolle verschiedener Merkmale auf der Individualebene bestehen bleibt.

In Tabelle 2 sind die Ergebnisse der logistischen Regression unter Berücksichtigung aller Variablen zu sehen. Abgetragen sind die so genannten Log-Odds (logarithmierte Chancenverhältnisse); positive Werte geben eine höhere Wahrscheinlichkeit, negative Werte eine geringere Wahrscheinlichkeit für das Auftreten der betrachteten Merkmalsausprägung der abhängigen Variable – hier des Fahrrades als am häufigsten genutztes Verkehrsmittel – an. Zur leichteren Interpretation sind zusätzlich die signifikanten Effekte als Veränderung in Prozent angegeben.<sup>1</sup>

Wie das finale Modell deutlich macht, bestätigt sich der positive Zusammenhang zwischen dem Radwegenetz und dem Fahrrad als präferiertem Verkehrsmittel unter Kontrolle anderer Merkmale. Verlängert man das Radwegenetz je 1000 Einwohner um einen Kilometer, erhöht sich das Verhältnis der Odds, dass das Fahrrad als häufigstes Verkehrsmittel gewählt wird, um 357,7 Prozent.

Die berufliche Situation weist zwei signifikante Ausprägungen auf: Im Vergleich zu Erwerbstätigen wählen Schüler\*innen/Studierende mit einer höheren Wahrscheinlichkeit das Fahrrad als Verkehrsmittel, während arbeitsunfähige Personen weniger wahrscheinlich Fahrrad fahren.

Das Geschlecht hat dagegen keinen signifikanten Einfluss.

Bezüglich des Alters gibt es sowohl einen signifikanten linearen als auch quadratischen Effekt: Mit zunehmenden Alter steigt die Wahrscheinlichkeit des Fahrrads als häufigste Verkehrsmittelwahl zunächst, ab einem gewissen Alter sinkt die Wahrscheinlichkeit dann wieder. Zusätzlich kann ein signifikanter Interaktionseffekt zwischen der Länge des Radwegenetzes in Kilometern pro 1.000 Einwohnern und dem Alter beobachtet werden, und zwar erneut linear und quadratisch: Das Ausmaß des positiven Effekts des Radwegenetzes auf die Wahrscheinlichkeit Fahrrad zu fahren sinkt mit steigendem Alter und gewinnt ab einem gewissen Punkt wieder an Bedeutung. Dies spricht für eine höhere Relevanz der Länge des Radwegenetzes auf die Wahl des Verkehrsmittels für sehr junge und alte Menschen.

Personen mit einer Staatsangehörigkeit zusätzlich zur deutschen wählen signifikant weniger wahrscheinlich das Fahrrad als häufigstes Verkehrsmittel als Deutsche ohne weitere Staatsangehörigkeit. Der Effekt ist für Personen ohne deutsche Staatsangehörigkeit noch größer, aufgrund der geringen Fallzahl jedoch nicht signifikant.

Je höher der wahrgenommene Lärmpegel, desto größer ist die Wahrscheinlichkeit der Verkehrsmittelwahl Fahrrad. Gleiches gilt für die Luftqualität. Dieser auf den ersten Blick überraschende Befund könnte folgende Erklärungen haben:

**Tabelle 2:** Logistische Regression zur Analyse des bevorzugten Verkehrsmittels

Häufigstes Verkehrsmittel: Fahrrad		
	Log-Odds (Std. Fehler)	Δ %
<b>Radwegenetz</b>	1.521 (.455)***	357.7 %
<b>Berufliche Situation (Referenz = Erwerbstätig)</b>		
• Arbeitslos	.153 (.120)	
• Ruhestand/Rente	-.121 (.072)	
• Arbeitsunfähig aus gesundheitlichen Gründen	-.535 (.229)*	- 41.4 %
• Schüler*in/Student*in	.525 (.113)***	69.0 %
• Hausfrau/Hausmann	-.159 (.115)	
• Freiwilligendienst	.930 (.607)	
• Anderes	.176 (.145)	
<b>Frauen</b>	.049 (.040)	
<b>Alter</b>	.107 (.018)***	11.3 %
<b>Alter<sup>2</sup></b>	-.001 (.000)***	- 0.1 %
<b>Luftqualität (Referenz = Sehr zufrieden)</b>		
• Eher zufrieden	.177 (.056)**	19.4 %
• Eher unzufrieden	.375 (.066)***	45.5 %
• Überhaupt nicht zufrieden	.389 (.100)***	47.6 %
<b>Lärmpegel (Referenz = Sehr zufrieden)</b>		
• Eher zufrieden	.047 (.055)	
• Eher unzufrieden	.168 (.066)*	18.3 %
• Überhaupt nicht zufrieden	.263 (.097)**	30.1 %
<b>Zustand von Straßen (Referenz = Sehr zufrieden)</b>		
• Eher zufrieden	-.039 (.145)	
• Eher unzufrieden	-.214 (.163)	
• Überhaupt nicht zufrieden	-.321 (.246)	
<b>Sicherheit in Stadt (Referenz = Stimme sehr zu)</b>		
• Stimme eher zu	-.110 (.061)	
• Stimme eher nicht zu	-.378 (.074)***	- 31.5 %
• Stimme überhaupt nicht zu	-.625 (.102)***	- 46.5 %
<b>Sicherheit in Wohngegend (Referenz = Stimme sehr zu)</b>		
• Stimme eher zu	-.070 (.054)	
• Stimme eher nicht zu	-.267 (.076)***	- 23.4 %
• Stimme überhaupt nicht zu	-.550 (.126)***	- 42.3 %
<b>Staatsangehörigkeit (Referenz = Deutsch)</b>		
• Deutsch und andere Staatsangehörigkeit	-.392 (.060)***	- 32.4 %
• Nur andere Staatsangehörigkeit	-.427 (.473)	
<b>Radwegenetz X Alter</b>	-.039 (.018)*	- 3.8 %
<b>Radwegenetz X Alter<sup>2</sup></b>	.001 (.000)**	0.1 %
<b>Radwegenetz X Zustand Straßen (Referenz = Sehr zufrieden)</b>		
• Eher zufrieden	.087 (.150)	
• Eher unzufrieden	.339 (.170)*	40.4 %
• Überhaupt nicht zufrieden	.448 (.261)	
<b>Konstante</b>	- 3.886 (.453)***	

\* p < .05  
 \*\* p < .01;  
 \*\*\* p < .001

N = 14497

Zum einen könnte eher Fahrrad gefahren werden, je höher Luftverschmutzung und Lärmpegel sind, zum anderen könnten Fahrradfahrer die Luft- und Lärmsituation negativer beurteilen als andere Verkehrsteilnehmer. Betrachtet man sich die Korrelation auf Makro-Ebene klärt sich der Zusammenhang. Es gibt eine positive Korrelation zwischen dem Anteil der Fahrradfahrer und der Bewertung der Luftqualität und des Lärmpegels, die zwar nicht signifikant ist, aber in der Tendenz gegen die erste oben genannte Erklärung spricht: In Städten in denen Bürger zu einem höheren Anteil das Fahrrad als Hauptverkehrsmittel präferieren, wird die Luftqualität und der Lärmpegel positiver bewertet. Somit trifft eher die letztere Erklärung auf Mikro-Ebene zu, dass Fahrradfahrer die Luft- und Lärmsituation kritischer beurteilen.

Der Zustand der Straßen hat keinen direkten Einfluss, jedoch gibt es einen Interaktionseffekt mit dem Radwegenetz: Je schlechter der Zustand von Straßen, desto stärker ist der positive Effekt des Radwegenetzes auf die Wahrscheinlichkeit das Fahrrad zu präferieren.

Das Empfinden von Sicherheit sowohl in der Stadt als auch in der eigenen Wohngegend steht in signifikanter Wechselwirkung mit der Präferenz, das Fahrrad als primäres Verkehrsmittel zu verwenden. Personen, die der Aussage „Ich fühle mich sicher, wenn ich nachts alleine durch meine Stadt“ bzw. „Ich fühle mich sicher, wenn ich nachts alleine durch meine Wohngegend gehe“, „eher nicht“ bzw. „überhaupt nicht“ zustimmen, präferieren signifikant seltener das Fahrrad als Verkehrsmittel.

## Ausblick

Der Beitrag hat einerseits gezeigt, welches Nutzungspotential in Crowd-Data als alternative Datenquelle steckt. Insbesondere der barrierefreie kostenlose Zugang, das breite Spektrum an Informationen sowie die globale Abdeckung können für eine Vielzahl von städtestatistischen Fragestellungen von großer Bedeutung sein. So kann durch die Nutzung von OpenStreetMap-Daten für die europäische Datensammlung ein Merkmal in höherer Datenqualität und Vollständigkeit geliefert werden.

Andererseits illustriert dieser Beitrag, durch die sinnvolle Verknüpfung und Analyse von Crowd-Data und Befragungsdaten, dass Big Data nicht als verbesserter Nachfolger konventioneller Instrumente verstanden werden sollte. Sowohl neue Methoden im Bereich Big Data, als auch herkömmliche Methoden, wie zum Beispiel die Befragung, dienen der systematischen Erfassung und Verarbeitung von Informationen. Dabei unterscheiden sich beide Ansätze in Bezug auf Stärken, Limitierungen und Anwendungsfelder und man sollte das Potential von beiden Welten voll ausschöpfen.

- 1 Es ist zu beachten, dass sich die Effekte lediglich auf das Verhältnis von Odds bzw. Wahrscheinlichkeitsverhältnissen beziehen. Somit lassen sich Effektrichtungen sehr gut interpretieren, jedoch können keine exakten Rückschlüsse auf absolute Wahrscheinlichkeiten in Gruppen oder Wahrscheinlichkeitsverhältnisse zwischen Gruppen getroffen werden (vgl. bspw. <https://www.statworx.com/blog/stolperfalle-logistische-regressionskoeffizienten-und-odds-ratios/>).

## Literatur

Baur, Sebastian (2019): Ausgewählte deutsche Städte: Verknüpfung von Crowd Data und Befragungsdaten im Bereich Verkehr. In: KOSIS-Gemeinschaft Urban Audit (Hrsg.): Lebensqualität: Erschließung neuer Datenquellen. Mannheim, S. 27–33. (im Internet: [www.staedtestatistik.de/fileadmin/media/Kosis/Urban\\_Audit/PDF/Broschueren/UA\\_Broschuer\\_2019.pdf](http://www.staedtestatistik.de/fileadmin/media/Kosis/Urban_Audit/PDF/Broschueren/UA_Broschuer_2019.pdf))

Haklay, Mordechai (2010): How good is volunteered geographical information? A comparative study of OpenStreetMap and Ordnance Survey Datasets. In: *Environment and Planning B: Planning and Design*, 37/4, S. 682–703.

Link, Tobias (2019): Urban Audit: Nutzung von Crowd Data für die Berechnung der Länge

des Radwegenetzes in deutschen Städten. In: KOSIS-Gemeinschaft Urban Audit (Hrsg.): Lebensqualität: Erschließung neuer Datenquellen. Mannheim, S. 23–26. (im Internet: [www.staedtestatistik.de/fileadmin/media/Kosis/Urban\\_Audit/PDF/Broschueren/UA\\_Broschuer\\_2019.pdf](http://www.staedtestatistik.de/fileadmin/media/Kosis/Urban_Audit/PDF/Broschueren/UA_Broschuer_2019.pdf))

Neis, Pascal; Zielstra, Dennis; Zipf, Alexander (2012): The Street Network Evolution of Crowdsourced Maps. *OpenStreetMap in Germany 2007-2011*. In: *Future Internet*, 4/1, S. 1–21.

Schmidt, Sebastian (2017): Messung der Gesamtlänge des Radwegenetzes in Urban Audit-Städten auf Basis von OpenStreetMap-Daten. In: KOSIS-Gemeinschaft Urban Audit

(Hrsg.): Lebensqualität in Stadt und Umland. Mannheim, S. 34–56. (im Internet: [www.staedtestatistik.de/fileadmin/media/Kosis/Urban\\_Audit/PDF/Broschueren/UA\\_Broschuer\\_2017\\_Web.pdf](http://www.staedtestatistik.de/fileadmin/media/Kosis/Urban_Audit/PDF/Broschueren/UA_Broschuer_2017_Web.pdf))

Schmidt, Sebastian (2018): Open Source-Daten als Chance – Messung der Radwegenetzlänge auf- Basis von OpenStreetMap-Daten. In: *Stadtforschung und Statistik*, 2/2018, S. 74–78.

Zielstra, Dennis; Zipf, Alexander (2010): Quantitative Studies on the Data Quality of OpenStreetMap in Germany. In: *Sixth International Conference on Geographic Information Science*, Zürich, Schweiz, S. 1–8.

## Anhang

Tabelle 3: Ausgewählte Erhebungsmerkmale aus der koordinierten Befragung zur Lebensqualität

Variable	Fragestellung	Ausprägungen
Häufigstes Verkehrsmittel	Welche Art(en) von Verkehrsmittel(n) benutzen Sie an einem normalen Tag am häufigsten?	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Auto</li> <li>2. Motorrad</li> <li>3. Zug</li> <li>4. Schiff oder Boot</li> <li>5. Städtische öffentliche Verkehrsmittel</li> <li>6. Fahrrad</li> <li>7. Ich gehe zu Fuß</li> </ol>
Berufliche Situation	Welche der folgenden Aussagen beschreibt Ihre derzeitige berufliche Situation am besten?	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. erwerbstätig</li> <li>2. arbeitslos</li> <li>3. im Ruhestand/ in Rente</li> <li>4. aufgrund anhaltender gesundheitlicher Probleme nicht in der Lage zu arbeiten</li> <li>5. Schüler/in, Student/in</li> <li>6. Hausfrau/ Hausmann</li> <li>8. Freiwilligendienst</li> <li>9. Anderes</li> </ol>
Geschlecht	Nennen Sie mir bitte Ihr Geschlecht?	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. männlich</li> <li>2. weiblich</li> </ol>
Alter	In welchem Jahr sind Sie geboren?	
Staatsangehörigkeit	Welche Staatsangehörigkeit haben Sie?	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Ausschließlich Deutsch</li> <li>2. Deutsch und andere Staatsangehörigkeit</li> <li>3. Nur andere Staatsangehörigkeit</li> </ol>
	Einmal ganz allgemein gesprochen, sagen Sie mir bitte, ob Sie mit den folgenden Bereichen in [Stadt] sehr zufrieden, eher zufrieden, eher unzufrieden oder überhaupt nicht zufrieden sind ...	
Luftqualität	... Der Luftqualität	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. sehr zufrieden</li> <li>2. eher zufrieden</li> <li>3. eher unzufrieden</li> <li>4. überhaupt nicht zufrieden</li> </ol>
Lärmpegel	... Dem Lärmpegel	
Zustand von Straßen	... Zustand von Straßen	
	Nun werde ich Ihnen einige Aussagen vorlesen. Bitte sagen Sie mir jeweils, ob Sie der Aussage sehr zustimmen, eher zustimmen, eher nicht zustimmen oder überhaupt nicht zustimmen ...	
Sicherheit in der Stadt	... Ich fühle mich sicher, wenn ich nachts alleine durch meine Stadt gehe.	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. stimme sehr zu</li> <li>2. stimme eher zu</li> <li>3. stimme eher nicht zu</li> <li>4. stimme überhaupt nicht zu</li> </ol>
Sicherheit in der Wohngegend	... Ich fühle mich sicher, wenn ich nachts alleine durch meine Wohngegend gehe.	