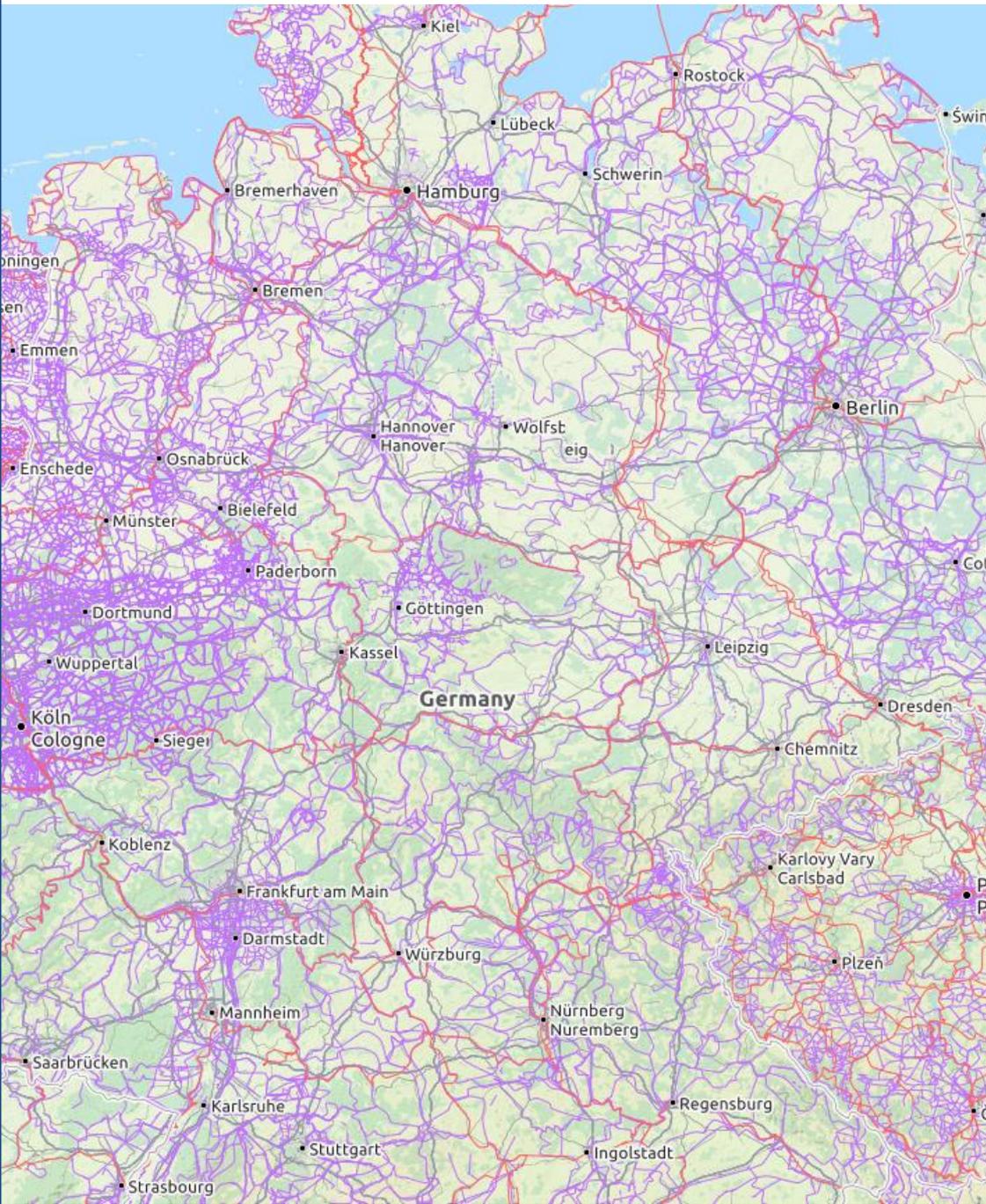


Das deutsche Urban Audit



Lebensqualität: Erschließung neuer Datenquellen



Impressum



Titel

Lebensqualität: Erschließung neuer Datenquellen

Herausgeber

KOSIS-Gemeinschaft Urban Audit
c/o Stadt Mannheim, Kommunale Statistikstelle
Postfach 101832
68018 Mannheim

November 2019

Konzeption, Redaktion und Gestaltung

Ricarda Buff, Tobias Link und Ellen Schneider, KOSIS-Gemeinschaft Urban Audit

Herstellung

Stadt Mannheim, Hausdruckerei

Finanziert aus Fördermitteln der Europäischen Union

Auflage und Bezug

Druckausgabe (150 Stück), PDF-Version (deutsch oder englisch):
Kostenlose Anforderung über urbanaudit@mannheim.de

Umschlag

Illustration: © OpenStreetMap/OpenCycleMap

Auf der Rückseite sind alle Urban Audit-Städte der Förderperiode 2018/2019 gelistet.

© Wiedergabe, auch auszugsweise, mit Quellenangabe gestattet.

ISBN 978-3-00-064324-8

Inhaltsverzeichnis

Inhaltsverzeichnis	3
Einleitung	5
I Neue Datenquellen für Städte	8
1. Big Data und Crowd Data	9
2. EUROSTAT: Nutzung von Big Data in der Tourismus- statistik	18
3. Urban Audit: Nutzung von Crowd Data für die Berechnung der Länge des Radwegenetzes in deutschen Städten	23
4. Ausgewählte deutsche Städte: Verknüpfung von Crowd Data und Befragungsdaten im Bereich Verkehr	27
5. Wissenschaftsstadt Darmstadt: Neue Verkehrsanalysen mit Mobilfunkdaten – ein Zwischenbericht	34
6. Universitätsstadt Mannheim: Einsatz von Crowd Data für stadtklimatische Fragestellungen	51
II Urban Audit – Datennutzung leicht gemacht	54
1. Das Urban Audit-Informationsportal	55
2. Der Urban Audit Perception Survey Atlas	56
Anhang	59
Ansprechpartner, Zuständigkeiten und Kontaktdaten	59
Veröffentlichungen	61
Notizen	62

Einleitung

Der Begriff Big Data ist mittlerweile nicht mehr neu, aber nach wie vor in aller Munde – selbstverständlich auch bei allen, die zur europäischen städtevergleichenden Datensammlung City Statistics bzw. Urban Audit beitragen. Das Statistische Amt der Europäischen Union fördert die Evaluierung neuer und alternativer Datenquellen und Methoden zur Erfassung und Beobachtung städtischer Lebensqualität im Rahmen des City Statistics-Projektes und auch das deutsche Urban Audit-Projekt hat den Anspruch innovative Datenquellen zur Unterstützung des europäischen Städtevergleichs zu nutzen. Big Data verspricht dabei die Verfügbarkeit riesiger Datenmengen nahezu in Echtzeit. Wie so häufig bei vielversprechenden Begriffen wie Big Data besteht trotz ihrer Allgegenwärtigkeit allerdings Bedarf zur Klärung von Definition und Nutzungspotenzial.

In Städten kumulieren sich Veränderungsprozesse und sind von dort aus oft auch leichter zu steuern. Diese Broschüre versucht insbesondere im ersten Teil diese Herausforderung neuer und alternativer Datenquellen für Städte anzunehmen. Zunächst werden in einem Übersichtsartikel zu Big Data und Crowd Data in der Stadtentwicklungsplanung die beiden Begriffe definiert. Die Typisierung in nutzergenerierte, transaktionsgenerierte und sensorgenerierte Daten wird genutzt, um beispielhaft Modellprojekte aus der Urban Audit-Datensammlung bzw. verschiedenen Städten vorzustellen.

Dass sich das Statistische Amt der Europäischen Union (Eurostat) stets auf der Suche nach neuen Datenquellen befindet, wird insbesondere im Bereich Tourismus deutlich. Hier versprechen sowohl nutzergenerierte, transaktionsgenerierte als auch sensorgenerierte Daten neue Erkenntnisse.

Bereits in der letzten Broschüre wurde getestet, ob nutzergenerierte Crowd Data für die Messung des Merkmals „Länge des Radwegenetzes in Kilometern“ genutzt werden können. Nach positiver Prüfung einer ausreichenden Datendichte und -qualität widmet sich ein Artikel der aktuellen Broschüre nun der Automatisierung dieser Berechnung und der Darstellung der zum Stichtag 31.12.2018 aus OpenStreetMap abgefragten Daten, die in dieser Form dauerhaft in die europäische Städtedatensammlung einfließen werden.

Umfragen gehören per Definition zwar nicht zu Big Data, sind selbstverständlich aber dennoch eine wichtige Ergänzung, gerade



auch der auf Sekundärstatistik basierenden Daten der Urban Audit-Datensammlung. Im vergangenen Jahr fand erneut die EU-weite städtische Umfrage zur Lebensqualität – der sogenannte Perception Survey – statt, der sich auch diesmal weitere deutsche Städte anschlossen. Erste Ergebnisse – zumindest für die deutschen Städte, die sich der Umfrage angeschlossen haben – können in dieser Broschüre bereits vorgestellt werden. Passend zu den weiteren Beiträgen wird der Schwerpunkt auf dem Thema Verkehr liegen und die über Crowd Data gewonnene Radwegnetzlänge mit einbeziehen.

Sensoren sammeln in (Nah-)Echtzeit eine erhebliche Menge an Daten. Ihr enormes Nutzungspotenzial wird nicht nur im Rahmen der Verkehrsanalysen mit Mobilfunkdaten in der Wissenschaftsstadt Darmstadt sondern auch in einem Artikel zu stadtklimatischen Fragestellungen in Mannheim deutlich.

Neben der Erschließung neuer Datenquellen ist es natürlich auch vorrangiges Ziel der KOSIS-Gemeinschaft Urban Audit die Daten einer breiten Öffentlichkeit zur Verfügung zu stellen und nutzbar zu machen. Im weiteren Verlauf der Broschüre werden daher das Informationsportal sowie der Perception Survey Atlas vorgestellt und regen hoffentlich zur Nutzung an.

Ich wünsche Ihnen viel Vergnügen bei der Lektüre dieser Urban Audit-Broschüre!



Dr. Ellen Schneider
Stadt Mannheim
Leitung Kommunale Statistikstelle

Mannheim, 8. November 2019

Kapitelüberblick

Der Übersichtsartikel von Thorsten Tonndorf, dem Leiter der Berliner Stadtentwicklungsplanung, verdeutlicht, welche Möglichkeiten Big Data und Crowd Data für die strategische Stadtplanung bieten. Die Unterscheidung in nutzergenerierte, transaktionsgenerierte und sensorgenerierte Daten wird genutzt, um beispielhaft Modellprojekte aus der Urban Audit-Datensammlung bzw. verschiedenen Städten vorzustellen. Die insbesondere auch durch die Digitalisierung vorhandenen neuen Datenquellen ermöglichen eine enorme Anzahl stadtraumbezogener Aussagen; gleichzeitig wird überdeutlich, wieviel mehr offenes Auswertungspotenzial noch besteht.

Gerade der Bereich Tourismus kann zukünftig vielfältig von Big Data profitieren, wie der Beitrag von Christophe Demunter von Eurostat deutlich macht. Hier versprechen sowohl nutzergenerierte, transaktionsgenerierte als auch sensorgenerierte Daten neue Erkenntnisse.

Die Berechnung der Länge des städtischen Radwegenetzes aus OpenStreetMap-Daten ist ein Beispiel für die Verwendung von dezentral durch Freiwillige nach informellen Regeln erarbeitete Daten. Mit der Umstellung auf diese Datenquelle haben sich die Datenqualität und die Datenverfügbarkeit dieses Merkmals deutlich verbessert. Sebastian Baur macht in seinem Artikel deutlich, welche strategischen Erkenntnisse sich aus der Verknüpfung dieser neu gewonnenen Daten zur Radwegenetzlänge mit Befragungsdaten ergeben.

Mobilfunkdaten sind ein Beispiel für sensorgenerierte Daten. Sie ermöglichen das Aufzeichnen von Personendaten und Orten von Mobilfunkaktivitäten. Die Wissenschaftsstadt Darmstadt ist Vorreiterin bei der Nutzung von Mobilfunkdaten für Verkehrsanalysen. Günther Bachmann macht in seinem spannenden Zwischenbericht deutlich, wie Mobilfunkdaten bestehende Datenquellen ergänzen können und detaillierte Aussagen zum Mobilitätsverhalten von Pendlern, aber auch Besuchern und Touristen ermöglichen.

Auch im Bereich Umwelt können Big Data und insbesondere Crowd Data bestehende Datenquellen ergänzen und vorhandene Datenlücken schließen, wie der Artikel von Christopher Barron zu stadtklimatischen Fragestellungen abschließend verdeutlicht.

1. Big Data und Crowd Data¹

Thorsten Tonndorf

Im Zeitalter der Digitalisierung scheinen Daten überall gegenwärtig und unendlich verfügbar zu sein: Digitalisierung produziert Daten, das „Öl des 21. Jahrhunderts“, in ungeahntem Ausmaß. Welche Bedeutung hat Big Data für Gesellschaft, Politik und Verwaltung?

Big Data hat mit rasanter Geschwindigkeit vieles in Bewegung gesetzt und Erwartungen geweckt, Art und Ausmaß konkreter Veränderungen sind jedoch noch nicht abzusehen. Auch die Möglichkeiten, Potenziale und Herausforderungen einer künftigen Nutzung von Big Data in der Berliner Stadtentwicklungsplanung können bisher kaum abgeschätzt werden.

Ziel des Referats Stadtentwicklungsplanung ist es, für die Arbeiten an den Stadtentwicklungsplänen vorhandene und neue Daten und Erkenntnisse zu nutzen. In diesem Sinne zielt die Arbeit darauf, durch den Nutzen von Big Data und Crowd Data Innovationen für die strategische Planung zu generieren.

Es ist davon auszugehen, dass sich Big Data rasant weiter entwickeln wird, mit wachsenden Datenmengen sowie verbesserten Analysemethoden und Know-how in der Datenauswertung. Die Betrachtung der Nutzungsmöglichkeiten in der Stadtentwicklungsplanung steht dabei im Kontext eines größeren gesellschaftlichen Diskurses um Datennutzung, Datenschutz und Privatsphäre.

1.1 Big Data

Der Begriff „Big Data“ wird in vielfältigen Zusammenhängen mit unterschiedlichen Definitionen und Beschreibungen genutzt. Eine allgemeingültige Definition existiert nicht².

In der Literatur werden zur Charakterisierung von Big Data aber häufig vier Vs verwendet (etwa BITKOM 2014). In dieser Lesart zeichnen sich Big Data durch die spezielle Ausprägung von mindestens einem der Vs oder von einer Kombination von Vs aus:

- **Volume:** Große Datenmengen

Keine allgemeingültige Definition

Charakterisierung durch vier Vs

¹ Der hier vorliegende Beitrag ist eine stark gekürzte Fassung einer Veröffentlichung der Berliner Senatsverwaltung für Stadtentwicklung und Wohnen unter Projektleitung von Paul Hebes, Elke Plate und Thorsten Tonndorf und Projektbearbeitung von EBP: Big Data und Crowd Data für die Berliner Stadtentwicklungsplanung. Zürich / Berlin 27.04.2017.

Abrufbar unter

https://www.stadtentwicklung.berlin.de/planen/basisdaten_stadtentwicklung/big-data/downloads/big-data_crowd-data_berlin.pdf.

² Ward J., Barker A. (2013): Undefined By Data: A Survey of Big Data Definitions. School of Computer Science. University of St Andrews, UK.

- **Variety:** Vielfalt an unterschiedlichen Datenquellen, -formaten und -modellen und unstrukturierte Daten
- **Velocity:** Hohe Geschwindigkeit der Datengenerierung und -auswertung, nicht selten in Echtzeit
- **Veracity:** A priori unsichere Wahrhaftigkeit von Daten

Teilweise werden noch weitere Eigenschaften ergänzt, wie etwa „Value“.

Im Rahmen dieser Studie wird Big Data definiert als „große, sehr vielfältige, sich dynamisch verändernde und oft unstrukturierte private und öffentliche Datenströme“³.

Die Studie gliedert Big Data in drei Typen (gemäß UNECE 2013), die sich hinsichtlich der Art der Datengenerierung unterscheiden:

- **Nutzergenerierte Daten:** Die nutzergenerierten Daten entstehen durch Aktivitäten und oft insbesondere durch die Interaktion von Personen. Beispiele dieses Typs von Big Data sind Daten von klassischen sozialen Medien bzw. sozialen Netzwerken wie Facebook und Twitter, Daten von Fotosharing-Diensten wie Flickr und Daten von Wiki-Plattformen.
- **Transaktionsgenerierte Daten:** Dieser Typ von Daten entsteht quasi als Nebenprodukt im Rahmen von ökonomischen Transaktionen. Klassische Beispiele sind Unternehmensdaten über Kunden und Umsätze, Daten von Tausch-, Immobilien- und Mobilitätsplattformen oder Daten aus dem Onlinehandel.
- **Sensorgenerierte Daten:** Diese Daten entstehen nicht direkt durch Aktivitäten natürlicher oder juristischer Personen, sondern sie werden durch verschiedenartige Sensoren oder Sensornetzwerke erzeugt. Beispiele von sensorgenerierten Daten sind anhand von Induktionsschleifen und Seitenradaren erzeugte Verkehrsdaten, Daten aus Überwachungskamera-Systemen oder Mobilfunkdaten.

Die drei Typen von Daten sind nicht trennscharf. Nicht alle Daten lassen sich zweifelsfrei und ausschließlich nur einer Kategorie eingliedern.

³ Weitere Definitionen schließen etwa die Datenanalyse bzw. deren Nutzung ebenfalls ein, beispielsweise BITKOM (2014): „Big Data [ist der] Einsatz großer Datenmengen aus vielfältigen Quellen mit einer hohen Verarbeitungsgeschwindigkeit zur Erzeugung wirtschaftlichen Nutzens“.

Quelle: Bundesverband Informationswirtschaft, Telekommunikation und neue Medien e. V. (BITKOM): (2014): Big-Data-Technologien – Wissen für Entscheider. Leitfaden. Berlin.

1.2 Crowd Data

Der Begriff „Crowd Data“ verfügt über keine eindeutige Definition. Seine Bedeutung überlappt sich mit derjenigen verwandter Begriffe, die in der Literatur (zum Teil synonym) verwendet werden, zum Beispiel: User-Generated Content (UGC), Volunteered Geographic Information (VGI), Web 2.0, Mitmachweb, partizipatives Web, Produsage bzw. Produser.

Keine allgemeingültige Definition vorhanden

Der Begriff „Crowd Data“ bezeichnet Daten, die aus Crowdsourcing stammen. Crowdsourcing ist das Auslagern einer Tätigkeit an eine oft sehr große Gruppe von Personen („Crowd“) (vgl. zum Beispiel Jeff Howe, 2006). Crowd Data sind folglich Daten, die von einer Gruppe von Personen oftmals dezentral und nach relativ informellen Regeln erarbeitet werden. Die wahrscheinlich bekanntesten Beispiele von Crowdsourcing sind Wikipedia, OpenStreetMap (OSM) und Amazon Mechanical Turk. Die Arbeit in einem Crowdsourcing-Projekt erfolgt in der Regel ohne Kompensation und freiwillig. Es sind aber auch monetäre oder nicht-monetäre Anreize denkbar, beispielsweise der Status in der Community mittels Ranking der fleißigsten Teilnehmer*innen.

Definition über die spezifische Art der Datenproduktion

Unter dem Begriff „Citizen Science“ (Bürger*innen-Wissenschaft) wird eine Form der offenen Wissenschaft verstanden. Im Gegensatz zum Crowdsourcing werden Daten bei Citizen-Science-Projekten allerdings mithilfe von oder komplett von interessierten Laien gesammelt, beobachtet und/oder ausgewertet. Das Alleinstellungsmerkmal von Citizen-Science-Projekten gegenüber Crowdsourcing-Projekten im engeren Sinn besteht in stärkerer Formalisierung des Vorgehens, besserem Knowhow der involvierten Personen und einem engeren Bezug der Personen zur Thematik.

Citizen-Science-Daten

Crowd Data zeichnen sich also durch eine spezifische Art der Datensammlung aus. Aufgrund ihrer Entstehungsmechanismen sind bei Crowd Data in der Regel alle vier für Big Data charakteristischen Vs (Volume, Variety, Velocity, Veracity) ausgeprägt.

Crowd Data sind Big Data

1.3 Datenquellen

Innerhalb der drei Typen von Daten – nutzergenerierte Daten, transaktionsgenerierte Daten und sensorgenerierte Daten – unterscheiden wir die folgenden Kategorien von Datenquellen (vgl. die Tabelle auf der nachfolgenden Seite).

Abgrenzungsfragen ergeben sich bei dieser Gliederung von Datentypen und Datenquellen-Kategorien insbesondere dort, wo Transaktionen über Plattformen abgewickelt werden (Unterkünfte,

Wohnungen). Die resultierenden Daten erachten wir als eine Subkategorie der transaktionsgenerierten Daten, da die Daten im Rahmen einer Transaktion entstehen (z. B. Buchungs-, Reservierungsprozesse). Dies auch wenn manche dieser Plattformen Komponenten von sozialen Netzwerken aufweisen und die Transaktionen sich oftmals zwischen Nutzer*innen abspielen, nicht nur zwischen Unternehmen.

Beschreibung von Datenquellen

Kategorie	Beschreibung	Stadttraumbezogene Aussagen
1) Nutzergenerierte Daten		
Fotoplattformen	Upload, Teilen und Kommentieren von Fotos	Ort der Aufnahmen gibt Hinweise auf Aufenthalte; Zeitpunkt der Aufnahmen gibt Hinweise zu zeitlichen Mustern (Tageszeiten, Wochentage etc.); Dichte von Aufnahmen gibt Hinweis auf Ausstrahlungskraft von Orten; Tagging der Fotos ermöglicht Suche nach Begriffen; Charakterisierung der Nutzer*innen aufgrund seiner Uploads (Touristen / Einheimische); Trajektorien zeigen Bewegung durch Stadt
Ratingplattformen	Bewertung von Orten, Dienstleistungen und Aktivitäten (Restaurants, Unterkünfte, Kaffees, Attraktionen, Museen etc.)	Ort der Bewertung gibt Hinweise auf Aufenthalte; Dichte von Bewertungen gibt Hinweis auf Ausstrahlungskraft; Kategorie der Bewertung gibt Hinweis auf Attraktivität; Zeitpunkt der Bewertung gibt Hinweise auf zeitliche Muster (Jahreszeiten), Charakterisierung der Nutzer*innen (Gliederung in Typen, z. B. nach Haushaltstyp oder Alter)
Kartenportale	Abrufen von Informationen zum Raum (Points of Interest)	Extraktion von Points of Interest (POI)
Social Media	Kommunikation online; Austausch von Nachrichten, Bildern, Filmen, Texten, Events etc.	Nennung bzw. Anzahl von Begriffen (z. B. Hashtags, Likes) gibt Hinweise auf aktuelle Entwicklungen / Trends / Aufmerksamkeit; Falls georeferenziert gibt der Ort Hinweise auf Aufenthalte; Häufigkeit und Art der Nutzung gibt Hinweise auf Nutzende
GPS-Tracking	Aufzeichnen von Sportstrecken für Radfahrer*innen, Jogger*innen, Schwimmer*innen etc.	Strecken geben Hinweise auf Attraktivität von öffentlichem Raum / Straßen (für spezifische Nutzungen); Charakterisierung des Users aufgrund seiner Uploads (spezifische Profile); Erkennen von zeitl. Mustern (Tageszeit, Woche, saisonal)
Suchportale	Suchen nach Informationen aller Art	Nennung bzw. Anzahl von Begriffen gibt Hinweise auf aktuelle Entwicklungen / Trends / Aufmerksamkeit;

		Falls georeferenziert gibt der Ort Hinweise auf Aufenthalte bzw. bei Nutzerprofilen auch Charakterisierung der Nutzenden
Wikis	Sammeln und Austauschen von Wissen in Online-Enzyklopädien oder enzyklopädie-ähnlichen Nachschlagewerken	Extraktion von Points of Interest (POI)
Datingportale	Suchen und Finden von Partner*innen / Beziehungen basierend auf verschiedenen Bedürfnissen	Anzahl und Georeferenzierung von Nutzer*innen gibt räumliche Hinweise auf Haushaltsstrukturen und Lebensstile
Businessnetzwerke	Knüpfen von geschäftlichen Kontakten und bilden von Netzwerken; Teilen von Beiträgen und Kommunikation	Lebensläufe geben Hinweise auf Herkunft / räumliche Wanderungsbewegungen / Ausbildungsniveau / Lebensabschnitte; Vernetzungen geben Hinweise auf Wirtschafts- und Beziehungsnetzwerke; Geteilte Information / Begriffe geben Hinweise auf aktuelle Entwicklungen / Trends

2) Transaktionsgenerierte Daten

Mobilitätsplattformen	Suchen und Finden von Mobilitäts- / Transportangeboten des ÖV und des privaten MIV	Anzahl der Nutzer*innen der Angebote bzw. Anzahl Nutzungen gibt Hinweise auf Lebensstile; Standorte von Angeboten geben Hinweise auf räumliche Differenzierung; zeitliche Muster (wann, wie lange); Charakterisierung der Anbieter; Charakterisierung der Nutzer*innen (Nutzerprofile: Häufigkeit, Orte, Zeiten)
Immobilienplattformen	Suchen und Anbieten von Wohnungen, Gewerbeflächen, Gebäuden, Grundstücken zum Verkauf oder zur Miete / Pacht	Anzahl der Inserate (Verfügbarkeit) und Art der angebotenen Wohnungen / Gewerbeflächen (Kategorien) geben Hinweise auf Wohnraum- und Gewerbeflächenentwicklung; Spezifische Suchprofile (Kategorien) geben Hinweise auf Bedürfnisse / Nachfrage; Insertionsdauer gibt Hinweise auf Verhältnis Angebot / Nachfrage
Unterkünfte	Suchen und Buchen von Übernachtungen / Unterkünften	Angebote: Orte, Anzahl und Preise; Suche: Bevorzugte Suchräume und Suchkriterien; Buchung: Anzahl der Buchungen gibt Hinweise auf Aufenthalte (Zeitpunkt, Dauer, Häufigkeit, Auslastung); Bewertung: gibt Hinweise auf Lagequalitäten (Lage, Erreichbarkeit, Lärm etc.); Charakterisierung der Nutzenden, in bestimmten Fällen Hinweise auf Zweckentfremdung von Wohnraum zu touristisch-kommerziellen Zwecken

Ausschreibungsplattformen	Suchen und Anbieten von Aufträgen zur Erbringung von Bau- und Dienstleistungen	Anzahl der Ausschreibungen geben Hinweise auf (branchenspezifische) konjunkturelle Entwicklung; Nachfrage gibt Hinweise auf Konkurrenzsituation
Tauschplattformen	Tauschen und Teilen von Gegenständen und Dienstleistungen aller Art (exklusive Mobilität und Immobilien).	Ort, Zeitpunkt, und Art der angebotenen und genutzten Gegenstände gibt Hinweise auf aktuelle Nachfrage / Bedürfnisse. Gegebenenfalls Rückschlüsse auf die Nutzenden (Lebensstil)
Jobbörsen	Suchen und Veröffentlichungen von Stellenausschreibungen	Anzahl der angebotenen Jobs und Nachfragen geben Hinweise auf konjunkturelle Entwicklung; Spezifische Suchprofile (Kategorien) geben Hinweise auf Nachfrage; Insertionsdauer gibt Hinweise auf Verhältnis Angebot / Nachfrage; Angebotene Jobs (Kategorien) geben Hinweise auf Entwicklung von Branchen und Anforderungsprofilen
Online-Handel	Suchen und Anbieten von neuen und gebrauchten Produkten durch Privatpersonen und Unternehmen	Art und Umfang der angebotenen / gekauften Artikel ermöglicht Rückschlüsse auf Nachfrage und Kaufkraft
Unternehmensdaten	Unternehmensspezifisches Aufzeichnen von Daten zu Umsätzen, Kundenstruktur etc.	Aussagemöglichkeiten abhängig von unternehmensspezifischen Daten
Mobilitätsdaten	Aufzeichnen von Fahrgastinformationen (Strecken, Umsätze, Kunden etc.)	Nutzungen geben Hinweise auf Bewegungsmuster

3) *Sensorgenerierte Daten*

Navigationssysteme	Aufzeichnen von Fahrten mit Navigationssystemen	Die aufgezeichneten Fahrten zeigen Belastung von Straßen / Orten und ermöglichen Rückschlüsse auf Stau sowie Luft- und Lärmbelastung; Über situative zeitliche Muster (Tageszeit, Woche, Saisonal) können zur Steuerung im Verkehr und des öffentlichen Raumes genutzt werden; Entwicklungen / Auswirkungen von Infrastrukturplanungen können nachträglich gemessen werden
Mobilfunkdaten	Aufzeichnen von Personendaten, Orten von Mobilfunkaktivitäten von Telekomfirmen	Orts- und Bewegungsdaten zeigen Personendichte, Aufenthaltsorte, zeitliche Muster (Zeitpunkt, Zeitdauer). Pendlerströme, Fußgängerbewegungen, Verkehrsverhalten
Überwachungssysteme	Aufzeichnen von Filmmaterial zu verschiedenen Orten aus spezifischen Blickwin-	Situative Informationen zu Personen- und Verkehrsdichte und -verhalten; Nutzung des öffentlichen Raumes

	keln	
Gebäudedaten	Aufzeichnen von Leistungen / Aktivitäten aus Energieverbrauch, Ver- und Entsorgung, Emissionen	„Verhalten“ der Gebäude bietet Auskunft über räumliche Infrastruktur sowie Umwelt- und Klimasituation; Daten ermöglichen Rückschlüsse auf Nutzer bzw. Nutzergruppen; Grundlage für städtebauliche Energie-, Nachhaltigkeits- und Effizienzprojekte
Biometrische Daten	Speicherung von Körpermerkmalen und Verhaltensweisen (Stimme, Gewicht, Fingerabdruck etc.)	Erlauben über die Erfassung von „Gesundheitsparametern“ im weitesten Sinne Aussagen zum Gesundheitszustand von Personen bzw. -gruppen

Die Auflistung der Kategorien ist nicht abschließend. Es wurde versucht, die Auswahl und Beschreibung bereits mit einer „Stadtentwicklungsbrille“ vorzunehmen. Ein wesentlicher Fokus lag dabei in allen Typen von Daten auf den plattformgestützten Datenquellen. Dies geschah in der Annahme, dass die Daten einfacher zugänglich sind als sonstige unternehmensinternen Transaktionsdaten.

1.4 Bezugskanäle

Im Folgenden werden die fünf hauptsächlichen Bezugskanäle für Big Data näher erläutert.

- **Programmierschnittstellen bzw. Application Programming Interfaces (APIs):** Manche Datenproduzenten bieten APIs zur Programmierung von Apps für ihre Plattform an. Die Datenproduzenten werden so auch zu Anbietern ihrer eigenen Daten: Via publizierte APIs können Dritte auf Daten und Informationen zugreifen bzw. diese abfragen. Beispiele von Datenquellen mit APIs sind Twitter, Flickr und OpenStreetMap.
- **Webscraping:** Webscraping bezeichnet die Extraktion von Daten aus Webseiten. Webscraping macht sich die Struktur von Webseiten zu Nutze, um gezielt interessante Seiteninhalte zu finden und zu speichern. Dazu wird oft das Verhalten menschlicher Nutzer*innen simuliert (z. B. Klicken von Links, Ausfüllen und Absenden von Formularen, Scrollen).
- **Einkauf bei der Datenquelle:** Der Betreiber einer Datenquelle kann ein Interesse haben, die auf der eigenen Plattform erfassten Daten abzugeben. Dies kann kommerziell

motiviert sein oder auch der Imagepflege und der Etablierung als seriöse Organisation dienen⁴.

- **Datenbroker:** Manche Datenquellen erlauben Datenbrokern, ihre Daten Dritten zugänglich zu machen. Das Angebot eines Datenbrokers kann auch neben der Verfügbarkeit einer API stehen (Beispiele von Datenbrokern sind AirDNA (für Airbnb), Gnip (Twitter und diverse weitere Datenquellen für nutzergenerierte Daten) und Quintly).
- **Community:** Im Umfeld von Big Data und Crowd Data gibt es eine Community von Berufstätigen aber auch Enthusiasten und „Hobbyisten“, die unregelmäßig veredelte Daten aus offenen Datenquellen bereitstellen. Zu der Community zählen beispielsweise Datenjournalist*innen, Forschende, Hackathon-Teilnehmende, das Startup-Ökosystem und die „Open“-Community. Die Community-Mitglieder bedienen sich bei ihren Aktivitäten typischerweise eines der anderen vier Bezugskanäle.

Die Qualität der über die diversen Bezugskanäle erhältlichen Daten gilt es kritisch zu beurteilen. Die relevanten Qualitätskriterien dazu sind:

- **Objektivität:** Sind die zu generierenden Informationen repräsentativ (genug)? Bestehen Verzerrungen bspw. in der Gruppe der Nutzer*innen? Hier muss angemerkt werden, dass das Interesse an „Verzerrungen“ manchmal genau Anlass sein können bspw. nutzergenerierte Daten zu untersuchen (bspw. Untersuchung von Instagram oder Foursquare, um die Aktivitäten vergleichsweise junger Personen charakterisieren zu können).
- **Längsschnittfähigkeit** (Nachhaltigkeit)
- **Qualitätssicherung:** Nennt der Datenlieferant bspw. explizit unternommene Schritte zur Qualitätssicherung?

1.5 Zusammenfassende Einschätzungen und Ausblick

Die Nutzung von Big Data und Crowd Data bietet das Potenzial einer schnelleren und kostengünstigeren Verfügbarkeit von zusätzlichen Daten und Informationen. Neuartige bzw. verbesserte Erkenntnisse sollen letztlich zu einer besseren Planung beitragen.

⁴ Beispielsweise wurde die Entscheidung von Uber, aggregierte hauseigene Daten Städten verfügbar zu machen, verschiedentlich als ein politisches Manöver interpretiert, das dazu dienen soll, die Legitimität von Uber zu stärken und Regulierung vorzubeugen; vgl. z. B. <http://citiscopes.org/story/2017/uber-shares-mobility-data-urban-planners>.

Die grundsätzlichen Potenziale und Chancen werden jedoch (noch) durch verschiedene „Aber“ relativiert.

Aus Sicht der Stadtentwicklungsplanung sind Zeitreihen von besonderem Interesse, weil damit Entwicklungsverläufe abgebildet werden könnten. Angesichts der Kurzlebigkeit und der ständigen Weiterentwicklung vieler Datenquellen, der damit implizit vorhandenen Abhängigkeit einer kontinuierlichen Datenverfügbarkeit zur Beschreibung bestimmter Phänomene, und aus bereits vorhandenen Erfahrungen ergibt sich, dass dieses Merkmal als ein besonders relevanter und kritischer Faktor einzuordnen ist. Abhängig von den jeweiligen Frage-/Themenstellungen ist einzuschätzen, ob daher eine Eignung für die Stadtentwicklungsplanung jenseits von „Moment-Aufnahmen“ zu stadtentwicklungsplanerisch relevanten Themen gegeben ist.

Nutzergenerierte Daten vermitteln den Eindruck, dass damit „reale“ Verhaltensweisen und Präferenzen ablesbar sind. Die Informationen erfordern jedoch eine Interpretation von Motivlagen, was die Gefahr von Fehl- oder Überinterpretation mit sich bringt. Verschiedene Hürden erschweren zudem heute noch eine verstärkte Nutzung der Daten. Die Nutzung von *transaktionsgenerierten Daten* ist abhängig vom Geschäftsmodell der jeweiligen Anbieter. Sensorgenerierte Daten besitzen angesichts großer und immer weiter steigender Datenmengen sowie aufgrund ihrer Validität ein beträchtliches Potenzial. Ihre Analyse und Nutzung erfordert jedoch umfassende Kompetenzen und Ressourcen. *Crowd Data* bzw. *Crowdsourcing* bieten eine neue bzw. ergänzende Möglichkeit einer gezielten und unmittelbaren Interaktion mit der Stadtbevölkerung.

Angesichts der rasanten Entwicklung der Thematik sind Fragen hinsichtlich der konkreten Nutzungsmöglichkeiten, der dazu erforderlichen Kompetenzen und Ressourcen innerhalb der Verwaltung, zu Datenschutz und Privatsphäre sowie bezüglich (planungs-)rechtlicher Einschränkungen noch weitgehend offen. Es ist davon auszugehen, dass sich Big Data rasant weiter entwickeln wird. Entsprechend erscheint eine vertiefte Auseinandersetzung mit Big Data und Crowd Data lohnenswert.

Möglichkeit von
Zeitreihen als kritischer Faktor für die
Stadtentwicklungsplanung

Nutzungspotenzial
der drei Typen von
Big Data

Thorsten Tonndorf
ist Leiter des Referats
Stadtentwicklungsplanung
der Berliner Senatsverwaltung für Stadtentwicklung und Wohnen

2 EUROSTAT: Nutzung von Big Data in der Tourismusstatistik⁵

von *Christophe Demunter, EUROSTAT*

Big Data in der amtlichen Statistik der Europäischen Union

Die strategische Bedeutung von Big Data für das Europäische Statistische System (ESS) wurde vom ESS-Ausschuss (ESSC) im September 2013 mit der Annahme des Scheveningen Memorandums (ESSC (2013)) anerkannt, in dem gefordert wird, dass ein Aktionsplan für Big Data und amtliche Statistiken gemeinsam vom ESS behandelt wird. Im Anschluss daran richtete Eurostat eine interne Task Force für Big Data und eine ESS-Task Force ein. In letzterem Gremium kommen Mitglieder der nationalen Statistikbehörden, der UN-Organisationen, anderer Dienststellen der Europäischen Kommission und wissenschaftliche Berater zusammen. Der Big Data-Aktionsplan und die Roadmap (ESSC (2014)) wurden 2014 vom ESSC verabschiedet.

Das ESSnet Big Data wurde im März 2016 eingeführt und läuft bis Mitte 2018. Im Mittelpunkt steht eine Reihe von Pilotprojekten, die von nationalen statistischen Ämtern durchgeführt werden. Ihr Ziel ist es, das Potenzial ausgewählter großer Datenquellen zu erforschen, um offizielle Statistiken zu erstellen und die Ergebnisse auf bestimmte statistische Bereiche anzuwenden. Zu diesen quellenorientierten Pilotprojekten gehören Web Scraping (für Unternehmensmerkmale und Stellenangebote), Smart Meter, Mobilfunkdaten und AIS-Daten (automatisierte Schiffsverfolgung).

Eurostat hat auch eine Studie zu Ethik, Kommunikation, rechtlichem Umfeld und Kompetenzen gestartet (erwartet Ende 2017). Seit 2016 umfasst das Europäische Statistische Ausbildungsprogramm (ESTP) fünf 3- bis 4-tägige Kurse zu Big Data. Sie umfassen eine Einführung in Big Data und die dazugehörigen Werkzeuge, zusammen mit einem praktischen Einblick in Big Data Tools, Big Data Quellen (Web, Social Media und Text Analytics), automatisierte Sammlung von online verfügbaren Preisen und fortschrittliche Big Data Quellen (Handy und andere Sensoren).

Schließlich hat Eurostat eine Reihe von internen großen Datenpilotprojekten gestartet, um internes technisches Fachwissen aufzubauen und aus eigener Erfahrung heraus die Auswirkungen auf

⁵ Der hier vorliegende Beitrag ist eine stark gekürzte, teils wörtlich, teils sinngemäß übersetzte Fassung einer Veröffentlichung von EUROSTAT (Demunter, DG EUROSTAT, 2017: Tourism statistics: Early adopters of big data? <https://ec.europa.eu/eurostat/documents/3888793/8234206/KS-TC-17-004-EN-N.pdf/a691f7db-d0c8-4832-ae01-4c3e38067c54>; bearbeitet von Tobias Link).

strategischer Ebene auf die amtliche Statistik im Allgemeinen, auf das ESS sowie auf Eurostat und die Europäische Kommission abzuleiten.

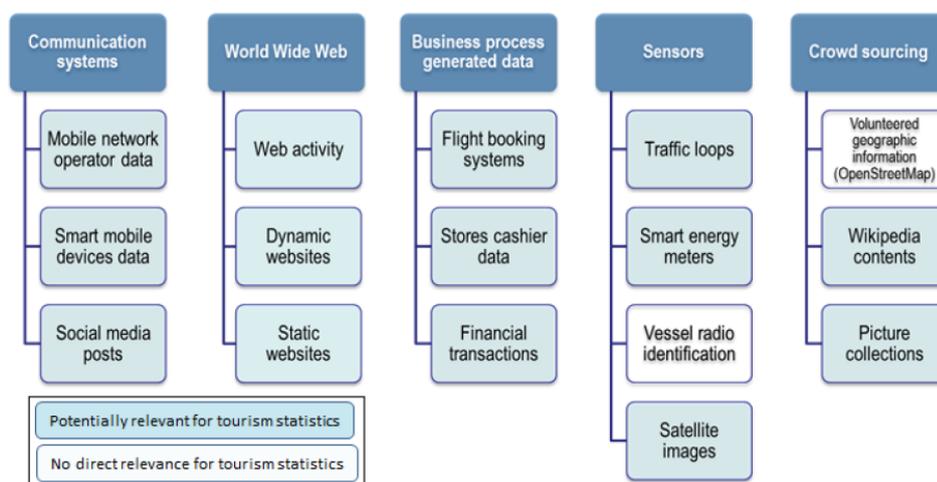
Das Hauptziel all dieser Aktivitäten besteht darin, den Weg für die Einbeziehung großer Datenquellen in den regulären Produktionsprozess der amtlichen Statistik zu ebnen.

Angesichts des grenzenlosen Charakters dieser neuen Datenquellen war die internationale Zusammenarbeit im Bereich der Statistik noch nie so wichtig. Es kann von der Entwicklung von Strategien für den Datenzugriff und die Datenverarbeitung über die Fehlerbehebung bei methodischen Problemen bis hin zur Verbreitung vertrauenswürdiger Statistiken reichen.

Die vielen Facetten von Big Data: Quellen mit Potenzial zur Messung des Tourismus

Viele große Datenquellen messen die menschliche Aktivität oder Mobilität – mit anderen Worten, die Menschenströme oder die Transaktionen, die sie durchführen. Bei der primären Tourismusstatistik, die die physischen Ströme (und die entsprechenden Geldströme) der Menschen misst, ist es nicht verwunderlich, dass die Tourismusstatistik an der Spitze Big Data bezogener Innovationen bei statistischen Quellen und Methoden stand.

Das nachfolgende Diagramm zeigt die am häufigsten diskutierten Quellen für große Datenmengen.



Klassifikation großer Datenquellen

Wie jede andere Klassifizierung können auch einzelne Positionen je nach Betrachtungswinkel unterschiedlichen Gruppen zugeordnet werden. Das Gleiche gilt für diese Taxonomie, da die Quellen miteinander verbunden und vielfältig sind. So können beispielsweise Social Media-Posts sowohl unter "Kommunikationssysteme"

als auch unter "World Wide Web" abgelegt werden; Wikipedia ist webbasiert, aber auch crowd-sourced.

Viele der aufgeführten Quellen sind in der (offiziellen) Statistik nicht neu: Satellitenbilder, Scannerdaten und Verkehrskreisläufe werden seit langem zur Versorgung von Geoinformationssystemen, Preis- und Verkehrsstatistiken verwendet. Neu ist, wie die statistischen Systeme auf eine groß angelegte, flächendeckende und integrierte Nutzung dieser neuen (und nicht so neuen) Informationsquellen vorbereitet werden können – ungeachtet der Erfahrungen vieler Länder mit der Verwendung von Verwaltungsdaten.

Der Einfluss von Big Data auf das statistische System Tourismus

In den kommenden Jahren können wir das Aufkommen von drei Phasen erwarten:

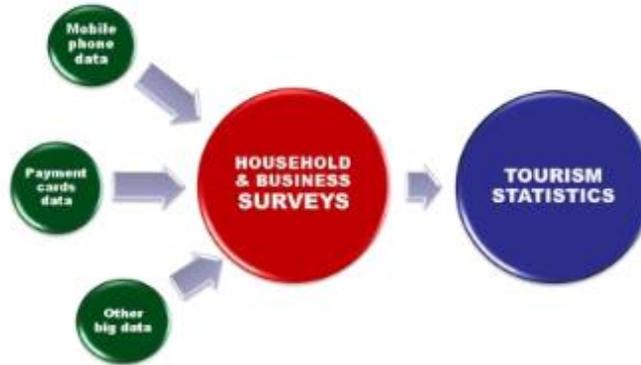
Kurzfristig werden traditionelle Umfragen (Haushaltebefragungen, Unternehmensbefragungen für den Bereich Übernachtungsmöglichkeiten) die Hauptquelle für primäre Tourismusstatistik sein, aber Big Data wird langsam eine wichtige Quelle für Hilfsinformationen werden (siehe Szenario a in der nachfolgenden Abbildung).

Mittelfristig wird der Einfluss von Umfragen zugunsten von Big Data sinken. Gleichzeitig wird der Einfluss neuer Quellen in einem integrierten System steigen (vgl. Szenario b in der nachfolgenden Abbildung).

Langfristig werden Umfragen graduell (teilweise) durch neue Quellen ersetzt (vgl. Szenario c in der nachfolgenden Abbildung). Trotz der Datenflut kann Big Data momentan nicht alle Aspekte der Tourismusinformationen abdecken. Neue Quellen werden Einblicke in Touristenströme (und -ausgaben?) mit einer geradezu revolutionären zeitlichen und geographischen Genauigkeit geben, aber diese Information wird ergänzt durch mittels weniger umfangreicher Umfragen gesammelten Daten. Tatsächlich ist es schwierig Informationen über soziodemographische Merkmale, den Grund der Reise, die Wahl der Unterkunft, etc. über Big Data zu erhalten. Diese Phase wird uns Tourismusstatistikern voraussichtlich zeitnähere und kosteneffizientere Daten ermöglichen. Darüber hinaus werden aktuelle Daten um bislang nicht vorhandene Indikatoren bereichert werden.

**Entwicklung in den
nächsten Jahren**

a. short-term scenario



b. medium-term scenario



c. longer-term scenario



Wie das statistische System Tourismus entstehen wird

Das letztendliche Ziel ist es, das statistische System Tourismus (oder Statistik im Allgemeinen) in eine Datenfabrik zu transformieren, die viele Quellen heranzieht um verschiedene Bedarfe gleichzeitig zu befriedigen.

Die Daten von Mobilfunkbetreibern sind eine offensichtliche Quelle, um Touristenströme zu messen. Im Bereich Ausgaben ist die Nutzung von Daten über bargeldlose Zahlungen eine naheliegende Quelle.

Zusammenfassung

Die neuen Quellen sind da und werden bleiben. Sollte die amtliche Statistik diese Chance verpassen, werden andere die Bedürfnisse von Nutzern erfüllen, die amtliche Statistiker nicht oder nicht län-

Ziel: regelmäßige Produktion amtlicher Statistik aus einem Quellen-Mix

ger mit derselben Genauigkeit und Zeitnähe bedienen können. Das Zeitalter des Monopols amtlicher Statistik ist vorbei. In einer demokratischen Gesellschaft sind objektive und unabhängige Daten allerdings ein wichtiges öffentliches Gut.

Der Überfluss an Big Data-Quellen, die in der Lage sind touristische Phänomene zu erfassen, macht deutlich, dass der Tourismusstatistiker in 2017 und den kommenden Jahrzehnten in der ersten Reihe einer aufregenden und gleichzeitig herausfordernden Datenrevolution stehen wird.

Christophe Demunter
ist Mitarbeiter bei
EUROSTAT

3. Urban Audit: Nutzung von Crowd Data für die Berechnung der Länge des Radwegenetzes in deutschen Städten

von Tobias Link

Die KOSIS-Gemeinschaft Urban Audit hat bereits 2017 die Verwendung von alternativen Datenquellen in Form von OpenStreetMap (OSM) zur Berechnung der Variable „Länge des gewidmeten Radwegenetzes“ prüfen lassen.⁶ Das Fazit der Untersuchung war durchweg positiv und konnte einige der Herausforderungen mit dem bisherigen Verfahren der direkten Datenabfrage bei den Städten bestätigen. So sind die Abweichungen der berechneten Werte auf Grundlage von OpenStreetMap zu den bei den Städten abgefragten Daten sehr heterogen und legen die Vermutung nahe, dass die bei den einzelnen Städten herangezogenen Definitionen des (gewidmeten) Radwegenetzes voneinander abweichen. Hier bietet OpenStreetMap den Vorteil einer einheitlichen Selektion mittels des verwendeten Systems von Attributen (Tags), die über alle Städte hinweg die Berechnung und einbezogenen Wege nachvollziehbar machen. Hinzu kommt die Aktualität der OpenStreetMap-Daten, die jederzeit ergänzt und auf den neuesten Stand gebracht werden.

Aus Sicht der KOSIS-Gemeinschaft Urban Audit überwiegen diese Vorteile die durchaus auch vorhandenen Nachteile, wie die Tatsache, dass die freie Vergabe von Attributen zu einer Variabilität führt, die es erschwert, eine einheitliche Selektion zu treffen. Es kann also zu ungewollten Auslassungen und Einbezügen kommen, was zu potentiellen Ungenauigkeiten führen kann. Dieser Fehler sollte jedoch zufällig verteilt sein und alle Städte in ähnlichem Umfang betreffen. Da lediglich urbane Räume betrachtet werden, kann außerdem davon ausgegangen werden, dass die Datenqualität sich zwischen den Städten nicht wesentlich unterscheidet. Dies wäre nicht unbedingt gegeben, wenn stark ländliche Gebiete betrachtet werden würden, da für diese die Datendichte in OpenStreetMap nicht in vergleichbarem Umfang zu den Städten gegeben ist.

⁶ Die Ergebnisse hat Sebastian Schmidt in seinem Beitrag in der Urban Audit-Broschüre „Lebensqualität in Stadt und Umland“ von 2017 festgehalten. Abrufbar unter https://www.staedtestatistik.de/fileadmin/media/Kosis/Urban_Audit/PDF/UA_Broschuere_2017_de.pdf

Vorgehensweise bei der Berechnung

Auf Grundlage dieses positiven Fazits hat sich die KOSIS-Gemeinschaft entschieden, die Variable „Länge des gewidmeten Radwegenetzes“ zukünftig mit OpenStreetMap-Daten zu berechnen. Die für alle Urban Audit-Städte automatisierte und nachvollziehbare Berechnung erfolgt in Form eines Skriptes in der Programmiersprache Python und der zusätzlichen Verwendung der Python-Module Pandas, Overpy, Fiona, Geopandas und Earthpy, die vor der Verwendung des Skripts installiert werden müssen. Das Modul Overpy ermöglicht hierbei die Abfrage der OpenStreetMap-Daten über die Overpass API, welche eine Schnittstelle bereitstellt um mittels des Attribute-Systems Datenabfragen bei OpenStreetMap umzusetzen. Die im Skript umgesetzte Abfrage beinhaltet folgende Attribute als Schlüssel-Werte-Paare:

- bicycle = designated
- highway = cycleway
- bicycle_road = yes
- cycleway = track
- cycleway = opposite_track
- cycleway:left = track / cycleway:right = track
- cycleway = lane
- cycleway:left = lane / cycleway:right = lane / cycleway:both = lane
- cycleway = opposite_lane
- cycleway:left = opposite_lane / cycleway:right = opposite_lane

Zum Ausführen des Skripts müssen folgende Übergabewerte angegeben werden:

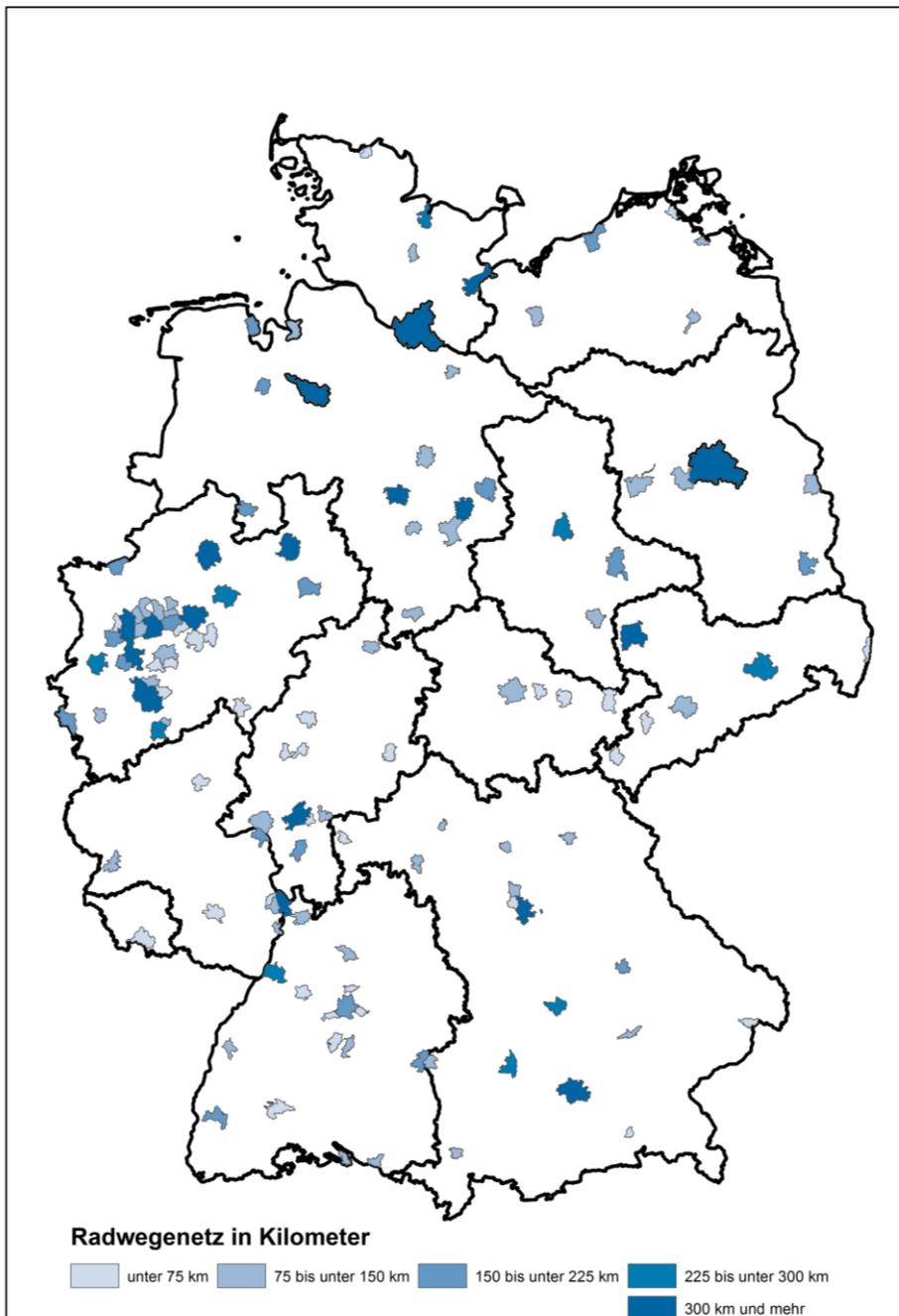
- Der Pfad zum Ausgabeordner, der auch eine Shape-Datei mit allen administrativen Flächen enthält.
- Der Pfad zu einer Textdatei im CSV (Semikolon)-Format, die die Namen der Urban-Audit-Städte in der Spalte „UA-Stadt“ enthält.
- Das Datum des Datenstandes, für den Informationen aus OpenStreetMap ausgelesen werden sollen, im Format „Jahr-Monat-Tag“.

Für jede Stadt werden die über die Schlüssel-Werte-Paare ausgelesenen Linienzüge der Radwege als Shape-Datei abgespeichert und mit der offiziellen administrativen Fläche der Stadt aus der im Ausgabeordner hinterlegten Shape-Datei verschnitten. Abschließend werden die Geometrien in den abgelegten Shape-Dateien

der Städte in eine längentreue Projektion umprojiziert, auf deren Basis die Länge berechnet werden kann. Die Ergebnisse gibt das Skript nach einem kompletten Durchlauf als CSV-Datei aus.

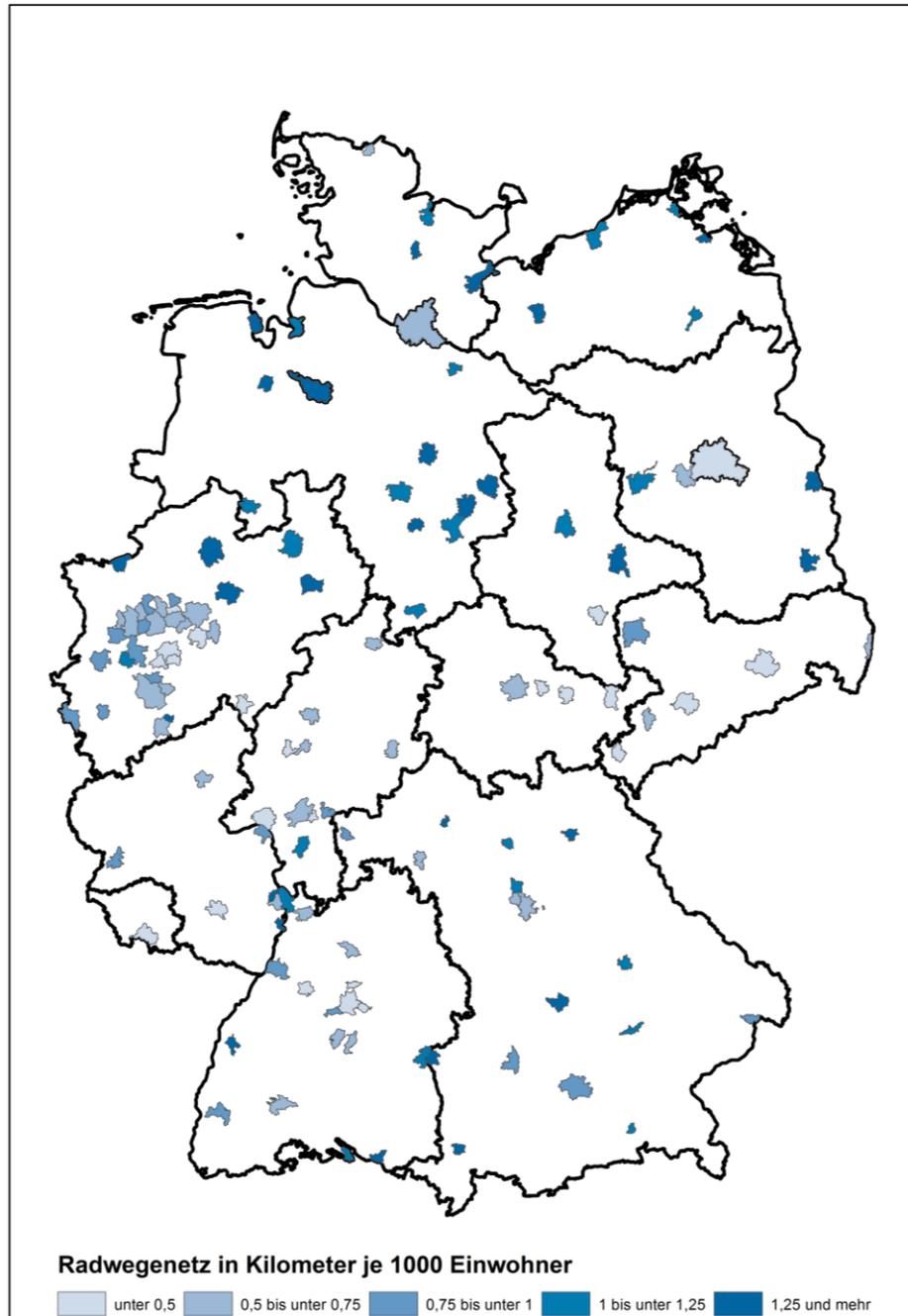
Ergebnisse und Ausblick

In der nachfolgenden Karte ist die nach obiger Vorgehensweise gewonnene Länge des Radwegenetzes in Kilometern in den Urban Audit-Städten zum Datenstand 31.12.2018 abgebildet. Am längsten ist das Radwegenetz in Köln (792 km), durchschnittlich beträgt es 235 Kilometer in den betrachteten Städten.



Länge des Radwegenetzes in Kilometern in den deutschen Urban Audit-Städten 2018

Die zweite Karte zeigt das Radwegenetz in km je 1.000 Einwohner. Hier weist Ingolstadt mit 1,76 km Radwegenetzlänge pro 1.000 Einwohnern die größte relative Radwegenetzlänge auf.



Länge des Radwegenetzes in Kilometern pro 1.000 Einwohnern in den deutschen Urban Audit-Städten 2018

Tobias Link ist nationaler Koordinator des Projekts Urban Audit für Deutschland (urbanaudit@mannheim.de)

Die KOSIS-Gemeinschaft Urban Audit wird zukünftig die Radwegenetzlänge für die einzelnen Städte auf die oben dargestellte Weise berechnen. Die mit Hilfe des Skriptes berechneten Werte zum Stand 31.12.2017 und 31.12.2018 sollen Ende 2019 noch an die EU übermittelt werden und anschließend auf den Datenbereitstellungsseiten der KOSIS-Gemeinschaft Urban Audit veröffentlicht werden. Interessenten an der technischen Umsetzung können sich gerne an das Team der Betreuenden Stelle wenden.

4. Ausgewählte deutsche Städte: Verknüpfung von Crowd Data und Befragungsdaten im Bereich Verkehr

von Sebastian Baur

Folgender Beitrag soll illustrieren, wie durch die Verknüpfung von alternativen mit konventionellen Daten, wertvolle Erkenntnisse gewonnen werden können. Dabei wird mithilfe von OSM-Daten zu Radwegenetzen und der koordinierten Befragung zur Lebensqualität analysiert, welche Faktoren das bevorzugte Verkehrsmittel von Bürgern, im konkreten Fall das Fahrrad, beeinflussen.

Theorie und Methodik

Viele Städte wollen den Radverkehr attraktiver gestalten und fördern. Dabei stellt sich die Frage welche Faktoren 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 sowie die geographische Abdeckung/Reichweite des Radwegenetzes. Der Einfluss von letzterem steht im Mittelpunkt der Analysen dieses Beitrags.

Wie im vorherigen Kapitel erläutert wurde, wird die Länge der Radwegenetze deutscher Städte für das europäische City Statistics-Projekt seit 2018 standardisiert mithilfe von Python über OSM erhoben. Um eine aussagekräftige Vergleichbarkeit zwischen den Städten zu ermöglichen, werden in diesem Beitrag die Radwege in das Verhältnis zur Einwohnerzahl gesetzt. Diese Daten werden in einem nächsten Schritt mit den Ergebnissen der koordinierten Befragung zur Lebensqualität verknüpft, bei 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 der Survey weitere wichtige Faktoren, welche mit dem Verkehrsverhalten der Bürgerinnen und Bürger in Zusammenhang stehen könnten, wodurch für mögliche inter-städtische Unterschiede kontrolliert werden kann.

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

Als Analyse-Methode wird eine logistische Regression verwendet. Dieses Modell eignet sich, wenn – wie in diesem Fall – der Einfluss von Faktoren auf eine dichotome abhängige Variable analysiert werden soll.⁷

Ergebnisse

Die Länge des Radwegenetzes wurde für alle 127 Urban Audit-Städte erhoben. Daten aus dem Perception Survey stehen aktuell nur für die 24 deutschen Städte, die sich der EU-Befragung angeschlossen haben (sogenannte koordinierte Befragung), zur Verfügung.⁸

Die nachfolgende Tabelle gibt einen deskriptiven Überblick über die Länge des Radwegenetzes (absolut und im Verhältnis zur Einwohnerzahl) sowie zum Anteil der Fahrradfahrer in diesen Städten. In den Städten gibt es große Unterschiede bezüglich dem Anteil an Bürgerinnen und Bürgern, die das Fahrrad als Verkehrsmittel präferieren. 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 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.

⁷ Die Regressoren (unabhängige bzw. Kontrollvariablen) können dabei jedes beliebige Skalenniveau aufweisen, wobei diskrete/kategoriale Variablen in binäre Dummies zu rekodieren sind.

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, in der Wissenschaft wird empfohlen Multilevel-Analysen ab einem Wert von 0,1 in Betracht zu ziehen.

⁸ Die Ergebnisse der europaweiten Befragung stehen voraussichtlich Ende 2019 zur Verfügung.

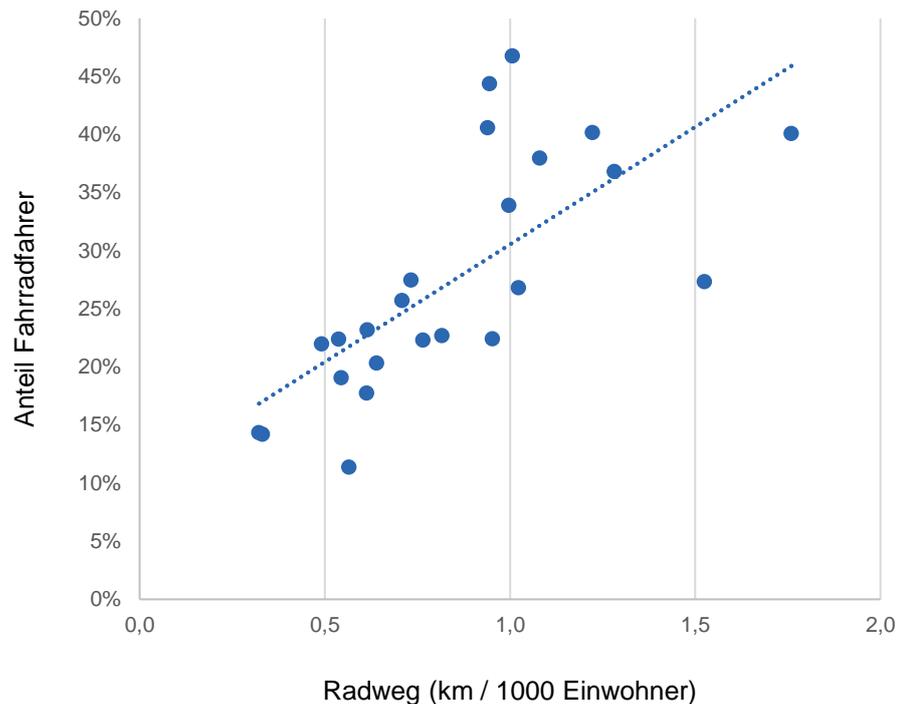
Stadt	Radweg (km)	Radweg (km / 1.000 Einwohner)	Anteil Fahrradfahrer
Aachen	201	0,82	22,7%
Augsburg	292	1,00	33,9%
Braunschweig	318	1,28	36,8%
Darmstadt	171	1,08	38,0%
Dresden	271	0,49	22,0%
Düsseldorf	472	0,76	22,3%
Frankfurt am Main	459	0,61	23,2%
Freiburg	217	0,94	44,4%
Fürth	68	0,54	22,4%
Ingolstadt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

**Radwegenetz und
Fahrradfahreranteil
in 24 deutschen Städten**

In der nachfolgenden Grafik lässt sich eine deutliche Korrelation auf der Makro-Ebene 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 bei Kontrolle verschiedener Merkmale auf der Individualebene bestehen bleibt.

Zusammenhang zwischen der relativen Länge des Radwegenetzes und dem Fahrradfahreranteil in 24 deutschen Städten



Auf der nächsten Seite ist das finale Modell der logistischen Regression abgebildet. 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 an. Zur leichteren Interpretation sind zusätzlich die Effekte als Veränderung in Prozent angegeben.⁹

Positiver Zusammenhang zwischen dem Radwegenetz und dem Fahrradfahreranteil bestätigt sich

Wie die Tabelle 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 die Chance, dass das Fahrrad als häufigstes Verkehrsmittel gewählt wird um 357,7 Prozent. Dies ist gleichzeitig der Faktor mit der höchsten Effektstärke im Modell.

Einfluss der beruflichen Situation signifikant

Die berufliche Situation weist zwei signifikante Ausprägungen auf: Im Vergleich zu Erwerbstätigen wählen Schüler*innen/ Studierende mit einer höheren Wahrscheinlichkeit das Rad als

⁹ Dabei ist zu beachten, dass sich die Effekte lediglich auf das Verhältnis von Odds bzw. Wahrscheinlichkeitsverhältnissen beziehen. Somit lassen sich Effektstärken und Effektrichtungen sehr gut interpretieren, jedoch können keine exakten Rückschlüsse auf absolute Wahrscheinlichkeiten getroffen werden (vgl. bspw. <https://www.statworx.com/blog/stolperfalle-logistische-regressionskoeffizienten-und-odds-ratios/>).

Verkehrsmittel, während arbeitsunfähige Personen weniger wahrscheinlich Fahrrad fahren.

	Häufigstes Verkehrsmittel: Fahrrad	
	Log-Odds (Std. Fehler)	Δ%
Radwegenetz	1.521 (.455)***	357.7%
Berufliche Situation (Ref. = Erwerbstätig)		
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)	
Frauen	.049 (.040)	
Alter	.107 (.018)***	11.3%
Alter²	-.001 (.000)***	-0.1%
Luftqualität (Ref. = Sehr zufrieden)		
Eher zufrieden	.177 (.056)**	19.4%
Eher unzufrieden	.375 (.066)***	45.5%
Überhaupt nicht zufrieden	.389 (.100)***	47.6%
Lärmpegel (Ref. = Sehr zufrieden)		
Eher zufrieden	.047 (.055)	
Eher unzufrieden	.168 (.066)*	18.3%
Überhaupt nicht zufrieden	.263 (.097)**	30.1%
Zustand von Straßen (Ref. = Sehr zufrieden)		
Eher zufrieden	-.039 (.145)	
Eher unzufrieden	-.214 (.163)	
Überhaupt nicht zufrieden	-.321 (.246)	
Sicherheit in Stadt (Ref. = Stimme zu)		
Stimme eher zu	-.110 (.061)	
Stimme eher nicht zu	-.378 (.074)***	-31.5%
Stimme überhaupt nicht zu	-.625 (.102)***	-46.5%
Sicherheit in Wohngegend (Ref. = Stimme zu)		
Stimme eher zu	-.070 (.054)	
Stimme eher nicht zu	-.267 (.076)***	-23.4%
Stimme überhaupt nicht zu	-.550 (.126)***	-42.3%
Staatsangehörigkeit (Ref. = Deutsch)		
Deutsch und andere Staatsangehörigkeit	-.392 (.060)***	-32.4%
Nur andere Staatsangehörigkeit	-.427 (.473)	
Radwegenetz X Alter	-.039 (.018)*	-3.8%
Radwegenetz X Alter²	.001 (.000)**	0.1%
Radwegenetz X Zustand Straßen (Ref. = Sehr zufrieden)		
Eher zufrieden	.087 (.150)	
Eher unzufrieden	.339 (.170)*	40.4%
Überhaupt nicht zufrieden	.448 (.261)	
Konstante	-3.886 (.453)***	

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

Das Geschlecht hat dagegen keinen signifikanten Einfluss.

Alter

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.

Staatsangehörigkeit

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.

Lärmpegel und Luftqualität

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: 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.

Korrelation Fahrradfahreranteil mit Luftqualität und Lärmpegel

Korrelation auf Ebene der Städte		
	Zufriedenheit: Luftqualität	Zufriedenheit: Lärm
Häufigstes Verkehrsmittel: Fahrrad	0,11	0,07

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, Fahrradfahrer beurteilen die Luft- und Lärmsituation kritischer.

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.

Zustand von Straßen

Das Empfinden von Sicherheit sowohl in der Stadt als auch in der eigenen Wohngegend weist einen signifikanten Effekt auf das Fahrrad als präferiertes Verkehrsmittel auf. 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.

Sicherheitsempfinden

Ausblick

Der Beitrag hat gezeigt, wie durch Verknüpfung von alternativen mit konventionellen Daten Erkenntnisse für die strategische Steuerung in Städten gewonnen werden können. Dabei sollte Big Data nicht als verbesserter Nachfolger konventioneller Instrumente verstanden werden. 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.

Durch Nutzung von OSM-Daten kann für die europäische Datensammlung ein Merkmal in höherer Datenqualität und Vollständigkeit geliefert werden. Gleichzeitig wird deutlich, dass dieses Merkmal der Radwegenetzlänge einen enormen Einfluss auf die Attraktivität des Fahrrads als Verkehrsmittel hat.

Sebastian Baur
ist Mitarbeiter im Sachgebiet Statistik und Stadtforschung der Stadt Mannheim (sebastian.baur@mannheim.de)

5. Wissenschaftsstadt Darmstadt: Neue Verkehrsanalysen mit Mobilfunkdaten – ein Zwischenbericht

von Günther Bachmann¹⁰

Mobilität zu ermöglichen ist eine der wesentlichen Herausforderung von Städten. Mobilität umfasst viele räumliche und soziale Dimensionen. Im 21. Jahrhundert zeichnet sich jedoch eine Wende bei der bislang vorherrschenden Art der Mobilität ab, da der motorisierte Individualverkehr in den Städten zunehmend zu erheblichen Problemen in den Städten beiträgt. So war die PKW-Nutzung seit Mitte des letzten Jahrhunderts das große Versprechen der Mobilität für alle, die Stadtentwicklung setzte auf die Erreichbarkeit aller Orte – zum Leben, zum Arbeiten und zum Einkaufen – auf den individualisierten Autoverkehr.

Dieses Modell der Stadt ist – nicht erst in den letzten Jahren – an seine Grenzen gekommen, da mit der zunehmenden Verkehrsbelastung Konflikte zwischen Verkehrsteilnehmern, die drastische Erhöhung der Luftschadstoffe, der verkehrsbedingte Lärm und die zeitraubende Parkplatzsuche zugenommen haben. Neue Strategien für eine angemessene Mobilitätsinfrastruktur sind deshalb in vielen deutschen Städten „Top 1“ auf der politischen und gesellschaftlichen Tagesordnung.¹¹

Differenzierte und detaillierte Untersuchungen des Mobilitätsverhaltens in deutschen Städten sind mit hohen Kosten und aufwendigen Erhebungen verbunden, die eine häufige und zeitnahe Erfassung erschweren. Vor allem kleinräumige Mobilität, die sich zudem dynamisch nach dem Neubau von Straßen oder Radwegen in kurzen Zeiträumen verändert, ist mit den vorhandenen Mobilitätsenerhebungen nicht oder nur begrenzt abbildbar. So wurde z. B. die umfangreiche Untersuchung zur Mobilität in Deutschland nur in 2002, 2008 und 2017 durchgeführt.¹²

¹⁰ Mein Dank gilt dem Hessischen Statistischen Landesamt für den Erfahrungsaustausch „Daten aus Mobilfunknetzwerken“ am Dienstag, den 23. Juli 2019 im Hessisches Statistisches Landesamt, Wiesbaden, insbesondere den Kollegen Tobias Gramlich und Patrick Vollmer. Ferner danke ich den Kolleginnen Sandra Hadam und Natalie Rosenski vom Statistischen Bundesamt für die fruchtbaren Diskussionen und den anderen, am Workshop teilnehmenden Kolleginnen und Kollegen. Besonders gilt mein Dank Herrn Norbert Weber und seinen Kolleginnen und Kollegen von der Firma Motionlogic für die Bereitstellung der Daten und die anregenden Diskussionen bei der Datenanalyse.

¹¹ Vgl. Günther Bachmann, Umweltqualität und Umweltgerechtigkeit – Zur Kombination von Internetdaten und Statistikinformationen am Beispiel der Wissenschaftsstadt Darmstadt, Stadtforschung und Statistik, Heft 1/2016, Stuttgart 2016.

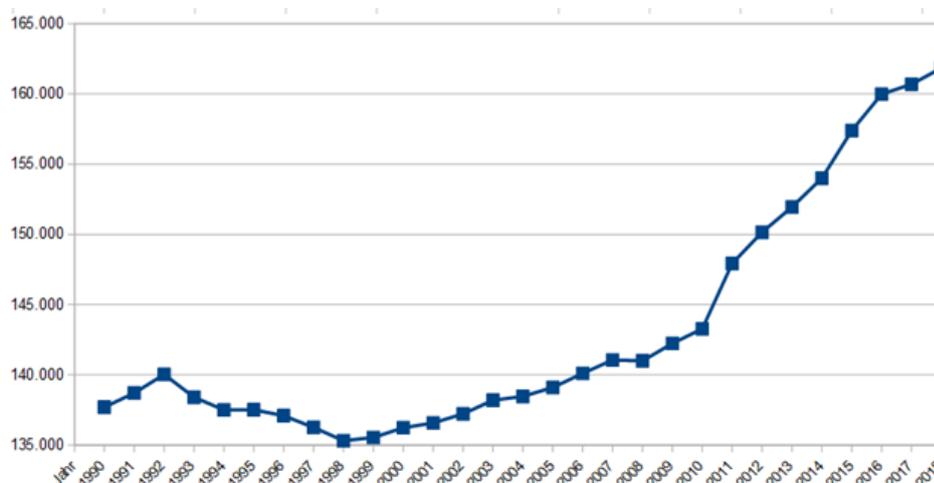
¹² Vgl. BMVI 2018: Bundesministerium für Verkehr und digitale Infrastruktur, Mobilität in Deutschland (MiD), letzte Aktualisierung: 26. August 2019, siehe

Vor diesem Hintergrund ist die Möglichkeit, vorhandenes und verändertes Mobilitätsverhalten in deutschen Städten mittels der Auswertung von Mobilfunkdaten zeitnah zu analysieren, ein im 21. Jahrhundert attraktives Ziel für Stadtentwicklung, Stadtplanung und Verkehrsplanung. Auf Basis erster Analysen zum Mobilitätsverhalten in einer Stadt soll der folgende Beitrag eine Übersicht über Möglichkeiten und Grenzen bieten.

Kurzinformation zur Darmstädter Situation

Darmstadt ist eine mittelgroße Großstadt und liegt südlich der Metropolregion Frankfurt/Rhein-Main. Seit 1998 ist die Einwohnerzahl von 135.315 Einwohnern auf 161.843 Personen angewachsen.

Seit 1998: Starker Anstieg der Einwohner, Studierenden und Beschäftigten



Bevölkerungsentwicklung
in Darmstadt von
1990 bis 2018

Der Zuwachs um Einwohner mit einer Quote von rund 20 Prozent hat seine Gründe vor allem in der hohen Zahl moderner Arbeitsplätze und der stark gewachsenen Anzahl Studierender und junger Beschäftigter. So liegt die Zahl der Erwerbstätigen in 2016 bei über 131.000 Personen, in 1998 bei 115.800, und die Zahl der sozialversicherungspflichtig Beschäftigten ist von rund 85.000 in 1998 auf 103.242 Personen in 2017 gewachsen, die Zahl der Studierenden hat auf rund 45.000 zugenommen. Besonders auffällig ist die hohe Zahl der sozialversicherungspflichtig Beschäftigten mit (mindestens) Hochschulabschluss, die ein Drittel aller Beschäftigten ausmacht und damit neben Jena und Erlangen den höchsten Wert in Deutschland darstellt.¹³

<https://www.bmvi.de/SharedDocs/DE/Artikel/G/mobilitaet-in-deutschland.html>,
abgerufen am 2.10.2019.

¹³ Vgl. folgende Publikationen:

Magistrat der Wissenschaftsstadt Darmstadt, Studierende in der Wissenschaftsstadt Darmstadt, Statistische Berichte 1. Halbjahr 2014, Darmstadt 2014.
Magistrat der Wissenschaftsstadt Darmstadt, Geringfügig Beschäftigte in der Wissenschaftsstadt Darmstadt, Statistische Berichte 1. Halbjahr 2015, Darmstadt 2015.

Grundlage für diese hohe Zahl der Beschäftigten mit hoher Qualifikation sind die modernen Dienstleistungsbereiche, aber auch der industrielle Kern der Firmen, die weltweit aktive Cluster im Bereich Chemie, Pharmazie und mechatronische Unternehmen bilden. Ferner trägt der exzellente Cluster von IT- und Software-Unternehmen und der große Cluster wissenschaftlicher Institutionen mit Weltraummissionen (ESA/ESOC), Wettersatelliten (EUMETSAT), Hochenergiephysik (Gesellschaft für Schwerionenforschung GSI), mit IT u. a. zu diesem Profil der Wissenschaftsstadt Darmstadt bei. Im Bereich der Forschung sind die Fraunhofer-Institute ebenso bedeutsam wie die drei Universitäten mit Technischer Universität, Hochschule und Evangelischer Hochschule.

Folgekosten des demografischen und Beschäftigtenwachstums

Diese außerordentliche Erfolgsgeschichte Darmstadts in den letzten 20 Jahren hat jedoch ihren Preis: eine – im Vergleich zu anderen bundesdeutschen Städten – sehr hohe Anzahl von Pendlern fährt jeden Tag in die Stadt zum Arbeitsplatz oder zur Ausbildungsstätte und am Abend wieder zurück in die umliegenden Städte und Gemeinden und trägt damit zu einer hohen Verkehrsbelastung bei.

Deutlich mehr Ein- als Auspendler

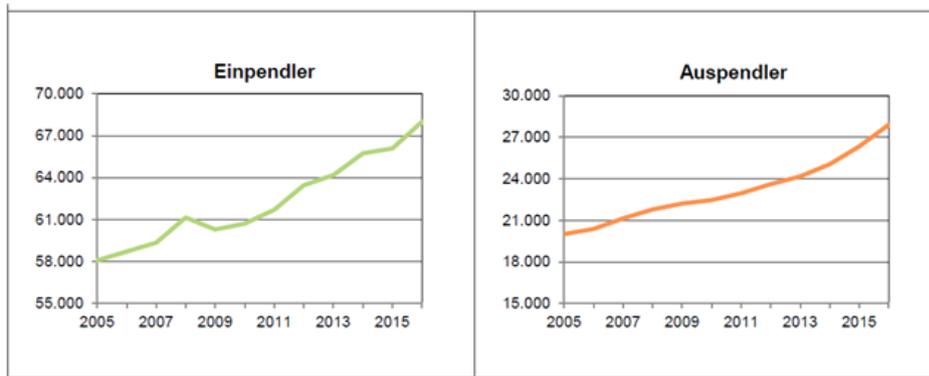
So beträgt die Zahl der Einpendlerinnen und Einpendler, die sozialversicherungspflichtig beschäftigt sind, derzeit knapp 70.000 Personen, die Zahl der Auspendler knapp 30.000.

Zur Zahl der beschäftigten Einpendler kommt noch die Zahl der Studierenden mit rund 20.000 Personen, die Selbständigen, Beamte und mithelfende Angehörige, Schülerinnen und Schüler sowie Auszubildende und Einkaufende sowie Touristen. Ferner trägt die Zahl der PKW und LKW im Rahmen des Lieferverkehrs in die und innerhalb der Stadt weiter zu den hohen Verkehrsbelastungen bei.

Magistrat der Wissenschaftsstadt Darmstadt, Demografiebericht 3, Darmstadt 2017.

Magistrat der Wissenschaftsstadt Darmstadt, Datenreport 2018, Darmstadt 2018 (fortlaufend).

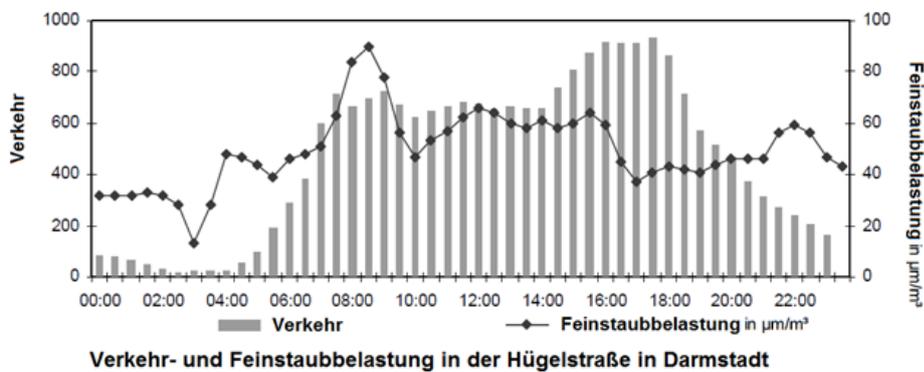
Magistrat der Wissenschaftsstadt Darmstadt, Sozialversicherungspflichtig Beschäftigte in Darmstadt, Statistische Berichte 1. Halbjahr 2018, Darmstadt 2018.



Quelle: Bundesagentur für Arbeit

Zahl der Ein- und Auspendler in Darmstadt seit 2005

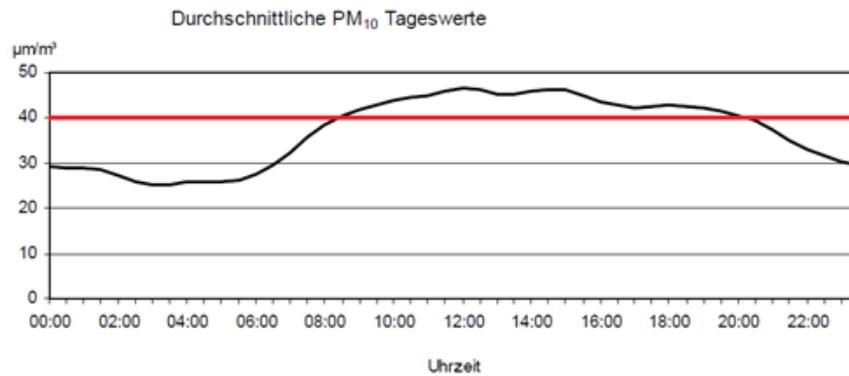
Die hohen Mobilitätslasten zeigen sich zum Beispiel in der hohen Feinstaubbelastung in der Stadtmitte (siehe nachfolgende Grafik zur stark belasteten Hängelstraße), im mobilitätsverursachten Lärm und durch anderen Folgekosten.¹⁴ Dies bringt die Mobilitätsinfrastruktur täglich an ihre Grenzen, die sich in unerwünschten Staus im und am Rande des Stadtgebietes und in Konflikten der Verkehrsteilnehmer untereinander zeigen. Darmstadt zählt zu den zehn mit Feinstaub am stärksten belasteten Städten in Deutschland und der EU-Grenzwert von 40 Mikrometern pro Kubikmeter Luft, zum Beispiel in der Hängelstraße, wird regelmäßig überschritten (EU-Richtlinie 99/30/EG von 1999, gültig seit 1. Januar 2005). Mit diesen Belastungen sehen sich viele Städte in Deutschland und Europa konfrontiert.



Belastung durch Verkehr und Feinstaub in der Hängelstraße in Darmstadt im Tagesverlauf

¹⁴ Auffällig ist, dass es – anders als am Vormittag – keine lineare Korrelation zwischen Verkehrsaufkommen und Feinstaubmessung am Nachmittag (Wind nach Osten) gibt.

**Durchschnittliche
Feinstaubbelastung
im Tagesverlauf
in Darmstadt**



Deshalb ist eine moderne Mobilitätsanalyse, die hohe räumliche und zeitliche Auflösung über die Verkehrsströme in der Stadt und in die Stadt bietet, eine wichtige Grundlage der Stadtentwicklung, der Stadt- und Verkehrsplanung – nicht nur in Darmstadt.

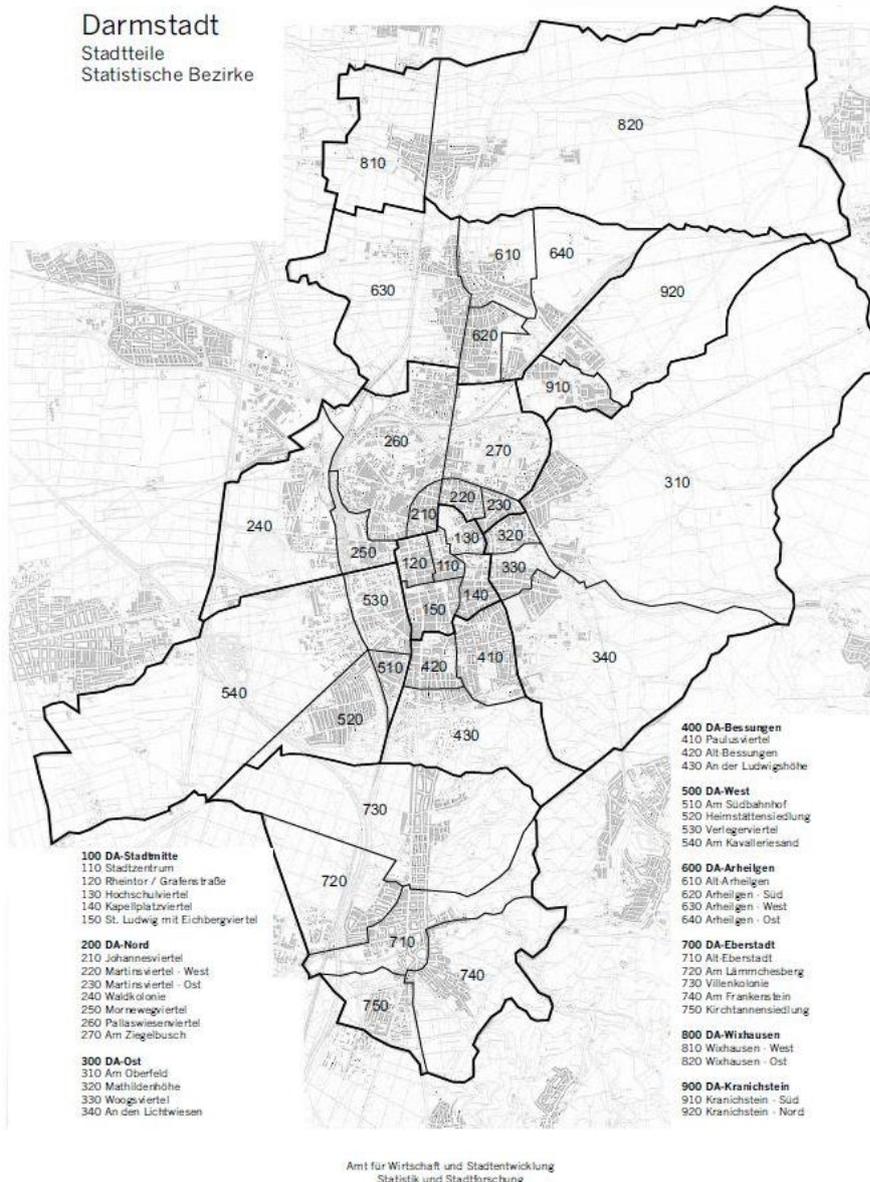
**Mobilfunkdaten der
Telekom-Tochter
Motionlogic**

Grundlagen der Mobilitätsanalyse mittels Mobilfunkdaten

Mit dem Erringen des ersten Platzes beim bitkom-Wettbewerb „Digitalstadt Deutschland“ im Juni 2017 war auch die kostenlose Überlassung von Mobilfunkdaten der Telekom-Tochter Motionlogic verbunden. In zwei Tranchen erfolgte die Überlassung der Daten zur Auswertung in der abgeschotteten Statistikstelle der Wissenschaftsstadt, im Januar 2019 und eine verbesserte Version im Juni 2019. Im Folgenden wird nur auf die Daten und Analysen der zweiten, deutlich verbesserten Lieferung Bezug genommen, da die Firma Motionlogic erhebliche Anstrengungen unternommen hat, die Auswertung der Mobilfunkdaten zu optimieren. Dem voraus gegangen war eine kritische Bestandsaufnahme der gelieferten Daten vom Januar 2019 und Hinweise zu Inkonsistenzen durch den Autor.

Die gelieferten Daten weisen eine extrem hohe zeitliche und räumliche Auflösung auf, die neue Möglichkeiten der Mobilitätsanalyse für Darmstadt zulassen. Die Daten sind ausschließlich auf den Start- und Zielort der SIM-Karte bezogen und eine Übermittlung der Route wird nicht vorgenommen. Selbstverständlich wurde von Motionlogic die Datenlieferung so aggregiert, dass ein Rückschluss auf individuelles Mobilitätsverhalten absolut ausgeschlossen ist und die Anonymität der Nutzer strikt gewahrt bleibt. Die Datenlieferung wurde nach vorgegebenen Standards vom bundesdeutschen Datenschutzbeauftragten genehmigt.

Darmstadt
Stadtteile
Statistische Bezirke



Statistische Bezirke
in Darmstadt

Die gelieferten Daten haben folgende Struktur:

Verkehrszellen: Die Daten wurden als CSV-Datei zur Verfügung gestellt, ferner wurden die Motionlogic-Verkehrszellen als Shape-Datei geliefert. Zu bemerken ist, dass die Motionlogic-Verkehrszellen nicht den Telekom-Funkzellen entsprechen, sondern auf einem höheren Niveau aggregiert sind. Die Verkehrszellen sind in ländlichen Räumen, zum Beispiel im Landkreis Darmstadt-Dieburg deutlich größer als in der Innenstadt von Darmstadt. Für die Stadt Darmstadt sind 49 Verkehrszellen definiert, die damit über der Zahl der Statistischen Bezirke als kleinräumiger Einheit (37 Statistische Bezirke) liegt.

Für Darmstadt wurden die per Shape-File gelieferten Verkehrszellen mittels der Software QGIS analysiert und mit den Grenzen der Statistischen Bezirke abgeglichen. Die folgende Grafik zeigt das Stadtgebiet mit der grau gehaltenen Bebauung und die Motionlogic-Verkehrszellen. Für die weitere Analyse konnten die Grenzen des Landkreises Darmstadt-Dieburg sowie weiterer Gebietskörperschaften mittels der Shape-Dateien des Bundesamtes für Kartografie und Geodäsie¹⁵ mit den Motionlogic-Verkehrszellen in QGIS kombiniert werden: damit war eine meist eindeutige Zuordnung der Verkehrszellen zu den Gebietskörperschaften möglich.



Motionlogic-Verkehrszellen
 mit Darmstadt und umliegenden Gebieten
 und grau gefärbter
 Bebauungsstruktur

Zwar sind die Statistischen Bezirke in Darmstadt vorläufig nicht kompatibel mit den Motionlogic-Verkehrszellen, die Unternehmensstandorte sind jedoch in den Verkehrszellen eindeutig identifizierbar. Ferner sind durch Befragungen der Unternehmen und Auswertung von Geschäftsberichten sowie durch das „klassische“ Unternehmensregister, das das Hessische Statistische Landesamt jährlich zur Verfügung stellt, die zur Plausibilisierung der Beschäftigten an den Unternehmensstandorten notwendigen Angaben verfügbar. Damit ist eine drastische Verbesserung der amtli-

¹⁵ Bundesamt für Kartografie und Geodäsie, Regionalkarten, unter <https://www.bkg.bund.de/DE/Produkte-und-Services/Shop-und-Downloads/Landkarten/Karten-Downloads/Regionalkarten/regionalkarten.html>

chen Statistik durch neue, volatile Mobilfunkdaten zur Verkehrsanalyse möglich, die bislang undenkbar war.

Jedoch sind nicht alle Verkehrszellen einer Gemeinde oder Stadt eindeutig zuordenbar: hier ist eine genaue Analyse der Überschneidung der Flächen notwendig; Patrick Vollmer vom Hessischen Statistischen Landesamt hat in einer Arbeitsgruppensitzung in Wiesbaden deshalb eine möglichst bundesweit gültige Vereinbarung über die Zuordnungskriterien empfohlen (z. B. die Zentroid-Analyse). Für bundesdeutsche Städte ist der Ansatz von Kollegin Sandra Hadam vom Statistischen Bundesamt methodisch interessant: sie hat erfolgreich mittels der Methode der Small Area Estimation die Erwerbslosenquote mittels Mobilfunkdaten als Hilfsinformationen auf andere, statistisch interessante räumliche Einheiten geschätzt und entsprechende Maßzahlen zur Genauigkeit der Quoten angegeben (Hadam 2019: Vortrag anlässlich der Statistischen Woche 2019 in Trier).

CSV-Datei mit Verkehrsdaten: Neben den gelieferten Shape-Files sind die eigentlichen Mobilfunkdaten in der CSV-Datei `odm_darmstadt_mtc_hour.csv` gespeichert. Schnell zeigt sich, dass diese Datei angesichts ihrer 146.282 Datensätze mit sechs Angaben pro Datensatz eine „Big Data-Herausforderung“ für die Analyse darstellt. In den beiden Grafiken auf der nächsten Seite wird die Datenstruktur wiedergegeben sowie ein Lesebeispiel gegeben, wie die Daten zu analysieren sind.

Zur Datenanalyse empfiehlt sich prinzipiell jede Statistiksoftware wie z. B. SPSS oder R; für Darmstadt wurde die Programmiersprache Java zur Auswertung genutzt. Java hat, neben dem einfachen Import von CSV-Dateien zur Verarbeitung, den Vorteil, dass sehr schnell viele Varianten der Datenanalyse erstellt werden können, die wiederum als CSV-Dateien abgespeichert und ausgewertet werden können. Für andere Städte hingegen, die ebenfalls diese Mobilfunkdaten beziehen, empfiehlt sich die Verwendung „klassischer“ Statistiksoftware mit Algorithmen, die hier vorgestellt werden.

- Berechnet pro Kachel
- Bedingung: $k \geq 30$

Merkmal	ID	Inhalt
Quelle	origin	<ul style="list-style-type: none"> • Quelle einer Fahrt; Kachelidentifizier im MTC Grid • Bedingung: vorherige Aufenthaltsdauer von ca. 12min oder starker Richtungswechsel
Ziel	destination	<ul style="list-style-type: none"> • Ziel einer Fahrt; Kachelidentifizier im MTC Grid • Bedingung: nachfolgende Aufenthaltsdauer von ca. 12min oder starker Richtungswechsel
Abfahrtszeit	time_origin	<ul style="list-style-type: none"> • Stunde, zu der die Fahrt begonnen wurde
Ankunftszeit	time_destination	<ul style="list-style-type: none"> • Stunde, in der die Fahrt beendet wurde
Wochentagstyp	wday	<ul style="list-style-type: none"> • Montag – Freitag (workday), Samstag (SAT), Sonntag (SUN)
Zahlwert	count	<ul style="list-style-type: none"> • Durchschnittswert basierend auf den Mobilfunkzählungen • Hochgerechnet auf die Gesamtbevölkerung

Erläuterung der Tabellenstruktur der von Motionlogic zur Verfügung gestellten Daten

Lesebeispiel
"An einem durchschnittlichen Samstag fahren 9 Personen zu der Uhrzeit 16 Uhr ECT aus der Zelle 12668 nach Zelle 12735"

LESEBEISPIEL

Wochentag Quell-ID Ziel-ID Abfahrtszeit ECT Ankunftszeit ECT Durchschnittswert

wday	origin	destination	time_origin	time_destination	count
saturday	12668	12735	16	16	9
saturday	12668	12735	17	17	9
saturday	12668	12735	18	18	8
saturday	12668	12735	19	19	11
saturday	12669	12737	9	9	9
saturday	12669	12737	19	19	8
saturday	12669	12737	21	21	9
saturday	12669	12737	22	22	8
saturday	12702	12735	14	14	8
saturday	12702	12735	15	15	7
saturday	12702	12735	16	16	9
saturday	12702	12735	17	17	8
saturday	12702	12735	20	20	7

T Systems

Lesebeispiel der CSV-Datei der von Motionlogic zur Verfügung gestellten Daten

Auswertung von Mobilfunkdaten für die Verkehrsanalyse

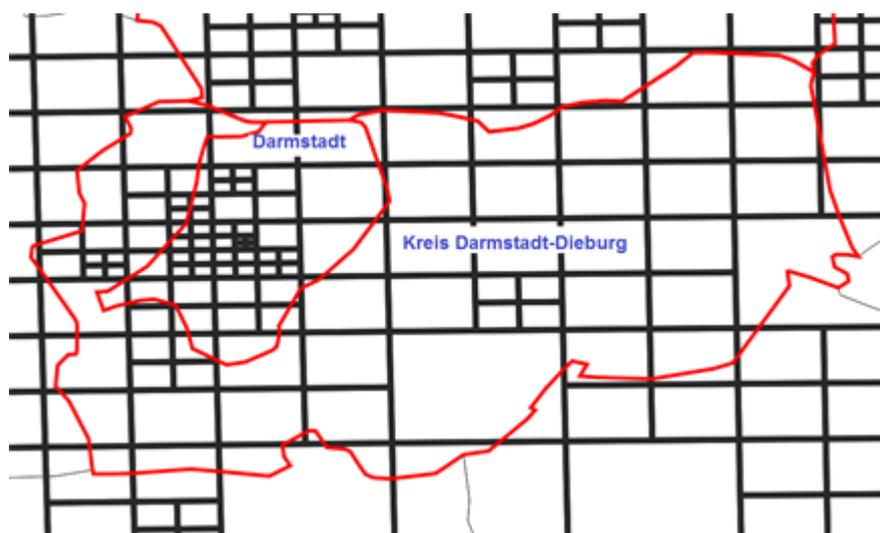
Entscheidend für die Auswertung der Mobilfunkdaten für die Verkehrsanalyse ist vorab die Definition der Ziele: welche Erkenntnisse sollen gewonnen werden, welche Daten sollen ausgewertet werden. Angesichts der enormen Vielfalt der Daten und der Auswertungsmöglichkeiten ist nur durch eine klare Zieldefinition gewährleistet, die Daten für Aussagen zur Verkehrsanalyse sinnvoll zu verwenden.

Für Darmstadt standen für die Analyse u.a. folgende Ziele im Vordergrund:

- Mobilitätsanalyse von Einpendlern aus speziellen umliegenden Gemeinden und Städten in kleinräumige Bereiche in Darmstadt mit hoher räumlicher und zeitlicher Auflösung.

- Mobilitätsanalyse von innerstädtischen Pendlern und Einpendlern aus umliegenden Gemeinden und Städten an wichtige Firmen- und Hochschulstandorte in Darmstadt mit hoher räumlicher und zeitlicher Auflösung.
- Mobilitätsanalyse von Besuchern und Touristen auf der Mathildenhöhe anlässlich der vorliegenden Bewerbung des Jugendstilensembles Mathildenhöhe als Weltkulturerbe.

Die Motivation zur Analyse der Pendlerbewegungen in Bereiche von Darmstadt besteht vor allem darin, die Verkehrsplanung mit aussagekräftigen Daten zu wichtigen kleinräumigen Standorten mit stark verkehrsbelasteten Zielen zu unterstützen. Zwar sind derzeit ausreichend Daten über Einpendler nach Darmstadt im Rahmen der sozialversicherungspflichtigen Einpendler von der Bundesagentur für Arbeit vorhanden; diese decken jedoch nur rund 70 Prozent der berufsbedingten Einpendler ab (siehe Veröffentlichungen Magistrat der Wissenschaftsstadt Darmstadt) und sind, da nur jährlich verfügbar, für die Verkehrsanalyse in kleinräumige Bereiche mit hoher räumlicher und zeitlicher Auflösung nur begrenzt nutzbar.¹⁶



Motionlogic-Verkehrszellen
für das Stadtgebiet Darmstadt sowie den umgebenden Landkreis Darmstadt-Dieburg (rote Begrenzungslinien)

Eine Analyse der Einpendler aus Darmstadts Osten, vor allem den Gemeinden Roßdorf und Groß-Zimmern, könnte die Debatte zum Bau einer Straßenbahn in diese Gemeinden mit wichtigen Grunddaten bereichern. Auch dies wäre eine wichtige neue Erkenntnis über Verkehrsströme in die Stadt, die bisher in dieser Art nur unvollkommen vorliegt.

¹⁶ Vgl. folgende Publikationen:

Magistrat der Wissenschaftsstadt Darmstadt, Darmstadts Ein- und Auspendler, Statistische Berichte 2. Halbjahr 2017, Darmstadt 2017.

Magistrat der Wissenschaftsstadt Darmstadt, Sozialversicherungspflichtig Beschäftigte in Darmstadt, Statistische Berichte 1. Halbjahr 2018, Darmstadt 2018.

Datengrundlagen und Analysealgorithmen

Der Datenlieferung von Motionlogic inklusive der Verkehrszellen als Shape-File, die eine Kombination von Verkehrszellen und GIS-Daten ermöglichen, liegt die sogenannte ODM-Matrix zugrunde, wie sie sich aus der oben dargestellten Tabellenstruktur ergibt.

Am Beispiel der Auswertung der Einpendlerdaten aus den benachbarten Kreisgemeinden Roßdorf und Groß-Zimmern in die kleinräumig definierten Verkehrszellen, insbesondere Unternehmens- und Ausbildungsstandorte, soll hier der Analysealgorithmus für diese spezielle Fragestellung vorgestellt werden.

Das Java-Analyseprogramm zur Auswertung der ODM-Matrix hat folgende Grundlagen:

- öffne die CSV-Datei
- lese die Daten zu den Werktagen ein (Wochentagstyp „work-day“ = Werktag)
- definiere die besonders interessanten Verkehrszellen im Stadtgebiet Darmstadt („destination“)
- definiere die Verkehrszellen der zu untersuchenden Einpendlerorte („origin“)
- definiere die Ankunftszeit am Zielort („time-destination“)
- bilde die Summe(n) der Anzahl der Mobilfunkteilnehmer („count“) über Analyse-Zeit und Ziel-Verkehrszelle
- schreibe Ergebnisse in eine CSV-Datei.

Neben den vorgestellten Ergebnissen (siehe nächsten Abschnitt) wurden die Pendler aus allen Darmstädter Verkehrszellen an die Unternehmensstandorte analysiert; dies ist eine Analyse, die die innerstädtischen Pendler berücksichtigt oder z. B. auch getrennt analysiert.

Ergebnisse der Pendleranalyse mittels Mobilfunkdaten

Bei der Analyse der Pendlerdaten ist es von Vorteil, andere statistische Daten zur Kalibrierung und Plausibilisierung der gewonnenen Erkenntnisse zu haben. Prinzipiell unterscheiden die gegebenen Mobilfunkdaten nicht zwischen sozialversicherungspflichtig Beschäftigten, Studierenden, Selbständigen, Beamten, Schüler/innen und in die Stadt kommenden Einkaufenden oder Touristen. Ferner wird auch der Lieferverkehr an die Unternehmensstandorte mit abgebildet, sei er innerstädtisch oder von außerhalb des Stadtgebietes. Unter der Fragestellung des innerstädtischen Verkehrsaufkommens sind diese wünschenswerten Differenzierungen mit den gelieferten Mobilfunkdaten derzeit nicht abbildbar. Insofern sind die Mobilfunkdaten jedoch eine deutliche Verbesse-

zung der Daten, die zu einem tieferen Verständnis des Verkehrsaufkommens in die ausgesuchten Verkehrszellen führen. An einem Beispiel sollen die Ergebnisse einer Auswertung der Mobilfunkdaten vorgestellt werden.

Für die geplante Straßenbahn in die im Osten der Stadt gelegenen Städte des Landkreises Darmstadt-Dieburg, Roßdorf und Groß-Zimmern, soll eine Pendleranalyse durchgeführt werden. Dabei soll eine möglichst hochdifferenzierte Auswertung in räumlicher und zeitlicher Auflösung erfolgen. Die Fragestellung ist insbesondere, wie viele Einpendler aus den beiden Nachbarstädten in welche kleinräumigen Verkehrszellen Darmstadts an Werktagen kommen, welche Unternehmensstandorte ein Ziel sind und wie sich die Einpendlerdaten an Werktagen darstellen.

Somit sind die Grundlagen für die Abfrage bekannt:

Quelle: die Städte Roßdorf und Groß-Zimmern, Verkehrszellen 10836,10893,10956

Ziel: alle Verkehrszellen Darmstadts, besonders interessant sind u. a. die Firmenstandorte Fa. Merck (Pharma- und Chemiefirma mit rund 9.000 Beschäftigten) sowie der Campus Lichtwiese der TU Darmstadt. Verkehrszellen sind alle Darmstädter Verkehrszellen und besonders die Verkehrszellen 6894 Merck und 10773 An den Lichtwiesen

Ankunftszeit: von 0 Uhr bis 24 Uhr

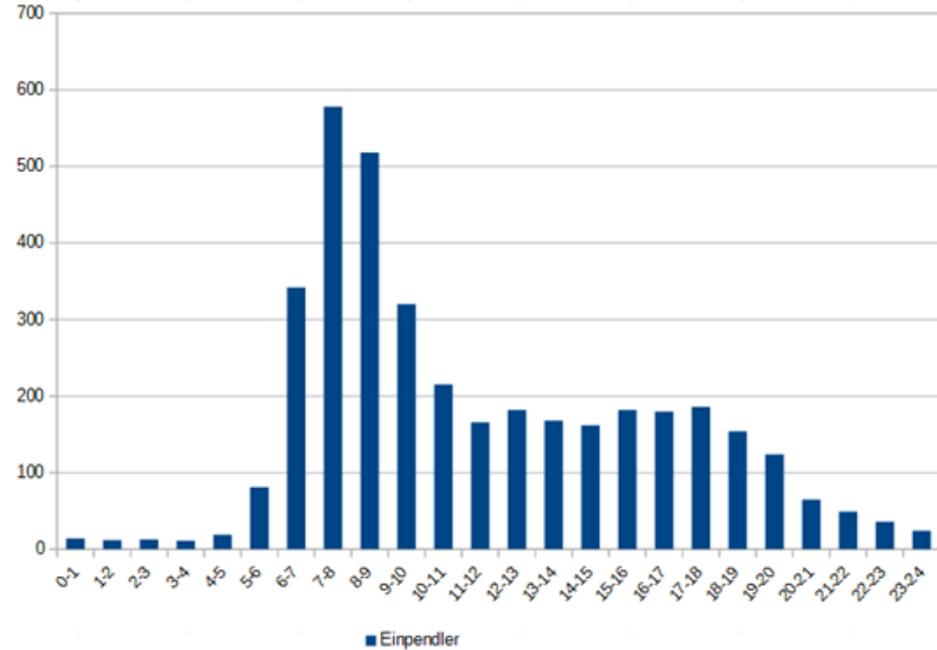
Anzahl: Summen der Einpendler, bezogen auf die Ankunftszeit

Tage: werktags

Aus nachfolgender Grafik ergibt sich die Stundenverteilung von 0 Uhr bis 24 Uhr bezüglich der gesamten Zahl der Einpendlerinnen und Einpendler aus den beiden Gemeinden Roßdorf und Groß-Zimmern nach Darmstadt. Insgesamt pendeln 3.801 Personen im genannten Zeitraum ein, davon in der Spitze 578 Personen zwischen 7 und 8 Uhr. Deutlich zu erkennen ist die Abnahme der Pendlerzahlen nach 10 Uhr.

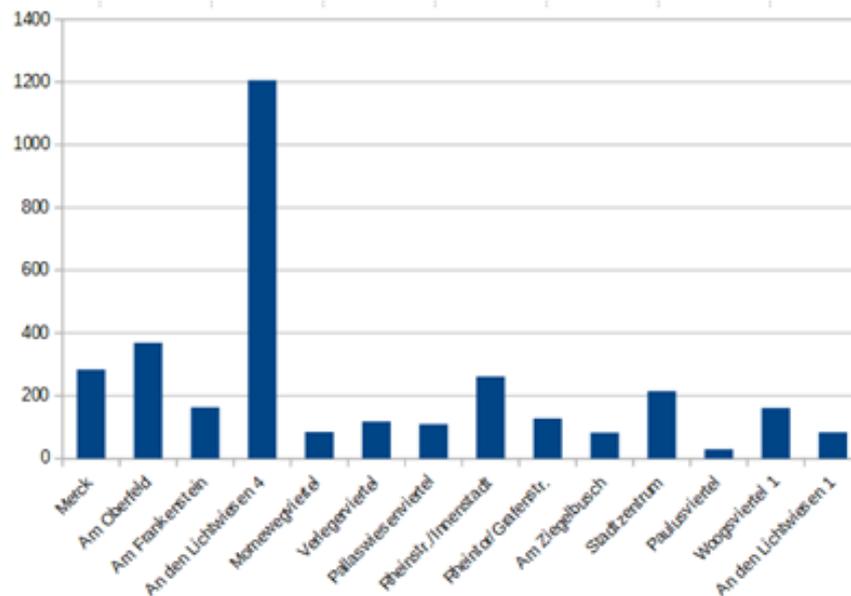
Auswertungsbeispiel

Pendlerbewegungen insgesamt
aus dem Ostkreis
(Roßdorf und Groß-
Zimmern) in alle Ver-
kehrszellen der Wis-
senschaftsstadt Darm-
stadt an einem Werktag
(0 – 24 Uhr)



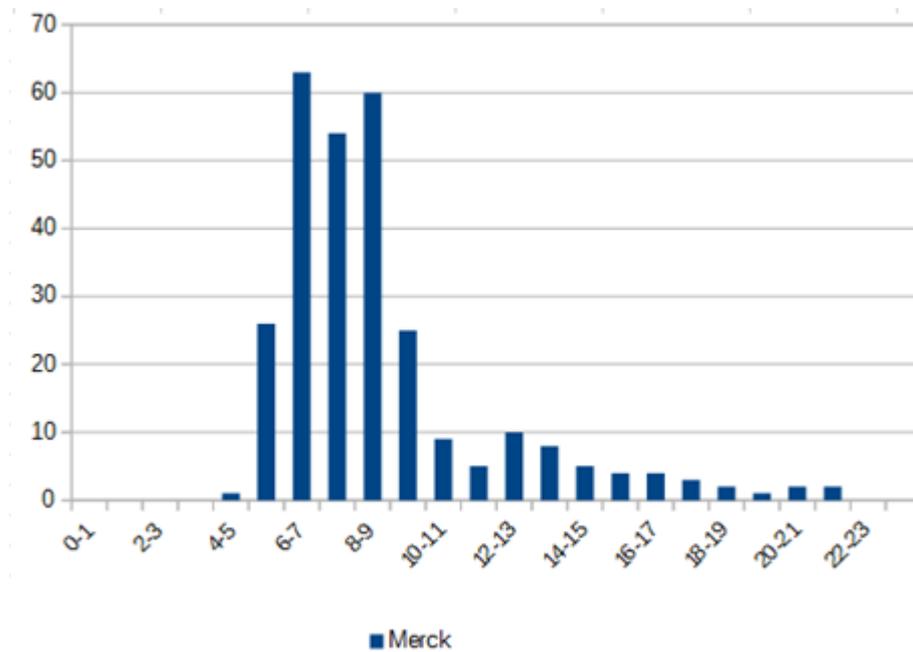
Bei der Gesamtbetrachtung der Einpendler aus den beiden Ge-
meinden in die verschiedenen Verkehrszellen Darmstadts, die aus
oberer Grafik ersichtlich sind, ist der TU-Campus Lichtwiese am
auffälligsten, gefolgt vom Oberfeld, der Fa. Merck, der Rheinstra-
ße/Innenstadt und dem Stadtzentrum. Hier zeigen sich bereits
Grenzen der Pendleranalyse mit Mobilfunkdaten, da die Verkehrs-
zelle Oberfeld nur den morgendlichen Stau an PKW und LKW in
die Stadt wiedergibt, die sich an der Einfallstraße (B26) länger
aufhalten. Die anderen Einpendlerdaten sind jedoch recht plausi-
bel.

**Einpendler aus Roß-
dorf und Groß-
Zimmern**
in besonders hoch fre-
quentierte Verkehrszel-
len



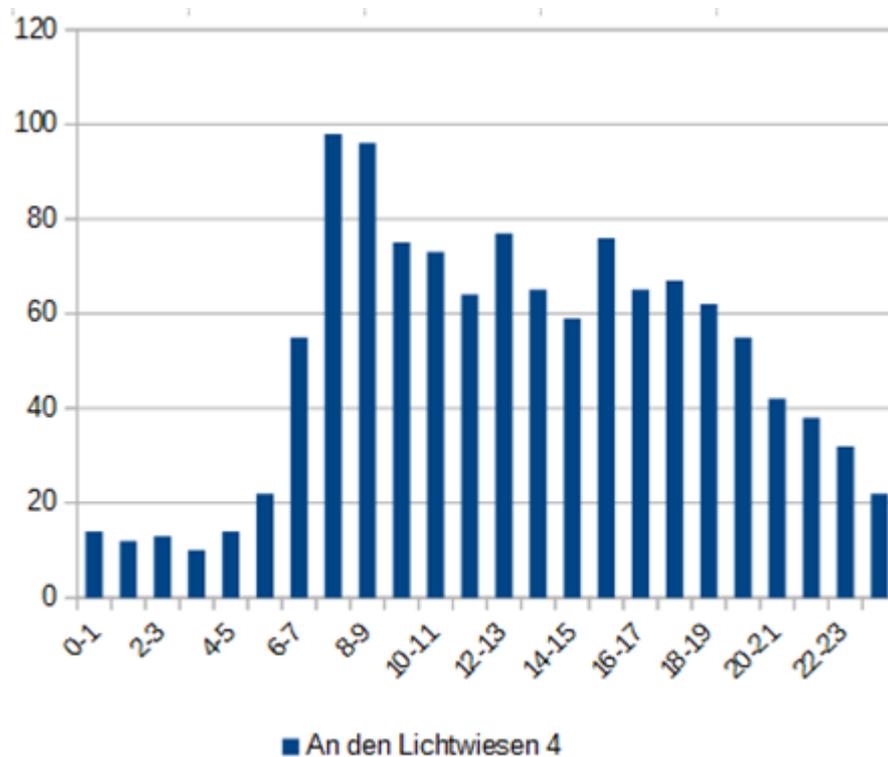
Die Einpendler zur Firma Merck an einem Werktag werden durch
die nachfolgende Grafik gut abgebildet; die Spitzen zwischen 6

und 10 Uhr deuten klar auf die Beschäftigten hin, die zu ihrem Arbeitsplatz fahren.



Einpendler aus Roßdorf und Groß-Zimmern
zur Verkehrszelle, in der die Firma Merck liegt

Ein ganz anderes Profil zeigen die Daten, die sich für den TU-Campus an der Lichtwiese ergeben, wie die nachfolgende Grafik zeigt.



Einpendler aus Roßdorf und Groß-Zimmern
an den Campus der TU Lichtwiese

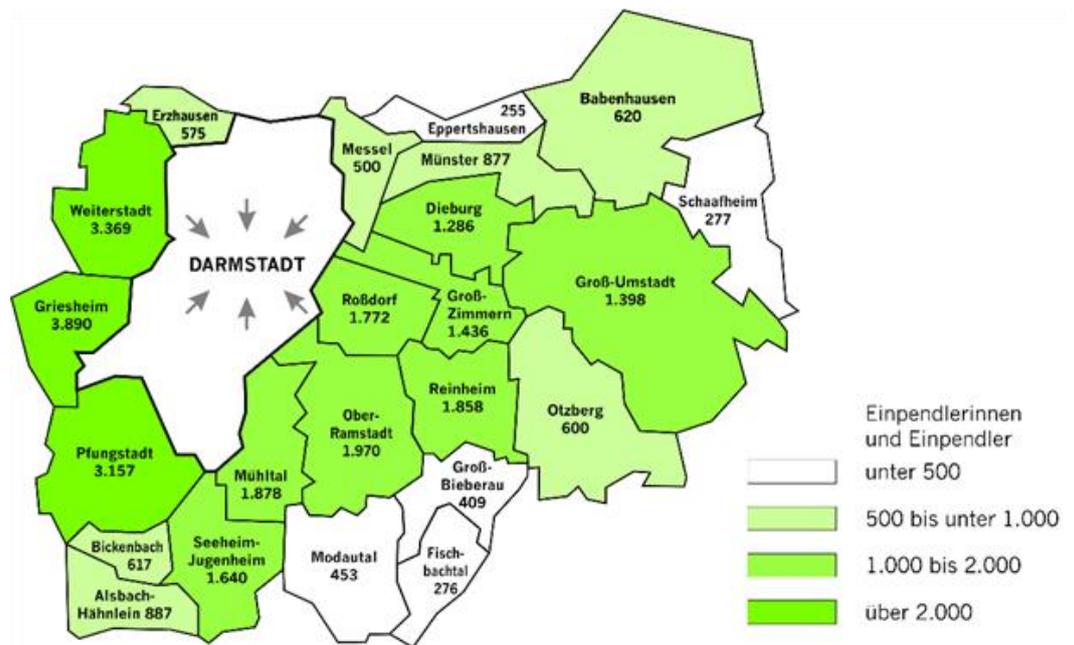
Die vielen Studierenden, die bekanntlich in den beiden Gemeinden wohnen, suchen zu anderen Zeiten die TU auf, als dies bei den Beschäftigten z. B. der Firma Merck der Fall ist. Zwar liegt die

Spitze der einpendelnden Studierenden hier auch in den Zeiten zwischen 7 und 10 Uhr, durch die verschiedenen Vorlesungszeiten sinkt die Zahl der Einpendelnden jedoch auch nach 10 Uhr nicht so deutlich ab wie an anderen Standorten.

Diese Beispiele zeigen, dass es möglich ist, die Zahl der Einpendler aus dem Ostkreis (Roßdorf und Groß-Zimmern) in die Wissenschaftsstadt in zeitlicher Auflösung nach Stunden in verschiedene kleinräumige Verkehrszellen darzustellen.

Als eine Möglichkeit zur Plausibilisierung der Ergebnisse sollen die ermittelten Zahlen mit den beschäftigten Einpendlern verglichen werden. Die Zahl der sozialversicherungspflichtig Beschäftigten Einpendler aus den beiden Gemeinden nach Darmstadt beträgt 3.208 Personen (siehe folgende Grafik), die obige Analyse hat mit den Daten von Motionlogic die Zahl von 3.801 Einpendlern ergeben.

Sozialversicherungspflichtig beschäftigte Einpendler nach Darmstadt aus den Umlandgemeinden



Bekanntlich umfasst die Zahl der sozialversicherungspflichtigen Einpendler nur die von der Bundesagentur für Arbeit erfassten Zahlen der sozialversicherungspflichtig Beschäftigten, nicht jedoch die Studierenden, die einpendelnden Selbständige und Beamten u.a. wie die Schüler/innen oder Einkaufenden. Insofern sind die etwas höheren Daten der Motionlogic-Auswertung eine gute Annäherung an die Realität der Einpendlerströme, wenn auch verständlicherweise kein exaktes Abbild. Auffällig ist, dass die Darmstädter Firmenstandorte, die von Pendlern angefahren werden, gut abgebildet werden.

Durch die Pendleranalyse mittels Mobilfunkdaten ergeben sich neue Möglichkeiten für die Wissenschaftsstadt Darmstadt:

eine Verbesserung der Lebensqualität durch

- Reduktion von Feinstaub- und NOx-Belastung dank besserer Verkehrslenkung
- Verminderung des Lärmeintrages in städtischen Bezirken
- Konzepte für eine bessere und „smartere“ Mobilität in die und in der Stadt durch neue Daten
- mögliche Verbesserung des ÖPNV-Angebotes, insbesondere durch Ausbau vorhandener Straßenbahnlinien und ggf. höhere Taktung zu spezifischen Zeiten mit hohem Pendleraufkommen
- neue Grunddaten für den geplanten Neubau der Straßenbahnlinie „Lichtwiesenbahn“ (Verbindung Hauptbahnhof – Uni-Campus Lichtwiese)
- neue Datengrundlage für die geplante Verbesserung der Straßenbahn- und Zugangebote in den Landkreis Darmstadt-Dieburg mit ggf. erheblicher Reduzierung des individualmotorisierten Einpendlerverkehrs

Zum ersten Mal können mithilfe der Mobilitätsdaten Pendlerbewegungen in die kleinräumigen Bereiche bzw. Verkehrszellen Darmstadts abgebildet werden. Mit den neuen Daten sind kleinräumige Start- und Zielorte, stündliche Intervalle für spezielle Auswertungen möglich.

Methodische Grundlagen und Fehleranalyse

Das Beispiel zeigt die Möglichkeiten, die sich aus der Analyse der Mobilfunkdaten für die Pendlerbewegungen in deutschen Städten ergeben. Die Herausforderung bleibt jedoch, die Mobilfunkdaten genau zu analysieren – so sind in wenigen bestimmten Verkehrszellen die Pendler entlang der Autobahn oder der nach Darmstadt führenden Bundesstraße aus dem Osten mit erfasst. Nur eine gute Kenntnis der örtlichen Gegebenheiten sowie eine geschickte Auswahl der Verkehrszellen vermeidet Fehlinterpretationen, z. B. falsche, zu hohe Gesamtsummen der Pendler etc.. Derzeit liegen nur unvollständige Daten der Pendlerbewegungen vor, da aktuell nur ein Anbieter die Daten zur Verfügung stellt. Zudem ist die Hochrechnung zu den Mobilfunkteilnehmern, die der Anbieter vornimmt, nicht unabhängig überprüfbar. Eine Überprüfung auf Repräsentativität und Selektivitäten ist derzeit nur möglich, wenn die Analyse der Mobilfunkdaten in Kombination mit z. B. dem kommunalen Verkehrsmodell vorgenommen wird, um eine „Kalibrierung“ und Plausibilisierung der Daten zu ermöglichen.

Ausblick

Ein wichtiges Ziel der Wissenschaftsstadt Darmstadt ist die Verbesserung der Lebensqualität durch die Reduktion von Feinstaub- und NOx-Belastung, der überwiegend durch den individualisierten Autoverkehr erzeugt wird. Ferner sind Ziele wie die Verminderung des Lärmeintrages in städtischen Bezirken nur durch eine bessere und „smartere“ Mobilität in die Stadt und in der Stadt möglich. Mit der Bereitstellung der Mobilfunkdaten durch die Firma Motionlogic ist es möglich neuartige Pendleranalysen vorzunehmen, die die Verkehrsströme in die Stadt und in der Stadt abbilden. Dies stellt jedoch deutliche Herausforderungen für die Stadtentwicklung und Statistik dar, da „Big Data“-Analysen erforderlich sind. Durch neue Mobilfunkdaten über Pendlerbewegungen ist prinzipiell eine Verbesserung der amtlichen Statistik durch neue, volatile Daten möglich, die die Stadtentwicklung, die Stadt- und Verkehrsplanung unterstützt und ein besseres Verständnis der Verkehrsströme ermöglicht.

Hier wurde nur ein Beispiel der Auswertung der übermittelten Mobilfunkdaten von Motionlogic vorgestellt. Weitere Auswertungen zu innerstädtischen Verkehrsströmen, zu Pendlerbewegungen mit Wiesbaden und Frankfurt am Main mit entsprechenden Plausibilisierungen konnten bereits ebenfalls vorgenommen werden.

Weiterhin sind methodische und analytische Anstrengungen zum besseren Verständnis der Mobilfunkdaten und ihrer Aussagefähigkeit notwendig, die die Statistikabteilungen anderer Städte und Forschungseinrichtungen einbezieht. Für die Metropolregion Frankfurt/Rhein-Main könnte ein gemeinsames Projekt der Wissenschaftsstadt Darmstadt, anderer Statistischer Ämter, der hessischen und rheinland-pfälzischen Landesstatistik und Bundesstatistik zu einer Analyse der Pendlerbewegungen im Rhein-Main-Gebiet eine deutliche Verbesserung der Datenlage für Pendleranalysen in Frankfurt-Rhein-Main ergeben und damit neue Daten und Argumente für eine bessere Mobilitätsversorgung und einen modernen ÖPNV liefern. Diese Erkenntnis gilt generell für die deutschen Metropolregionen. Denn „Ideen können nur nützen, wenn sie in vielen Köpfen lebendig werden.“ - Alexander von Humboldt

Günther Bachmann war
Leiter der Abteilung Sta-
tistik und Stadtforschung
der Wissenschaftsstadt
Darmstadt

6. Universitätsstadt Mannheim: Einsatz von Crowd Data für stadtklimatische Fragestellungen

von Christopher Barron

Die Stadt Mannheim kann mittlerweile auf eine mehr als 40 Jahre lange Tradition bei der Gewinnung und Bereitstellung klimaökologischer Daten blicken und zählt somit zu Recht zu den deutschen „Stadtklimapionieren“. So sei z.B. an die erste Mannheimer Isothermenkarte erinnert, die bereits 1975 im Fachbereich Stadtplanung – zusammen mit der Universität Heidelberg – erarbeitet wurde und erstmals ein flächendeckendes Bild der Temperaturverhältnisse in Mannheim gezeigt hat.

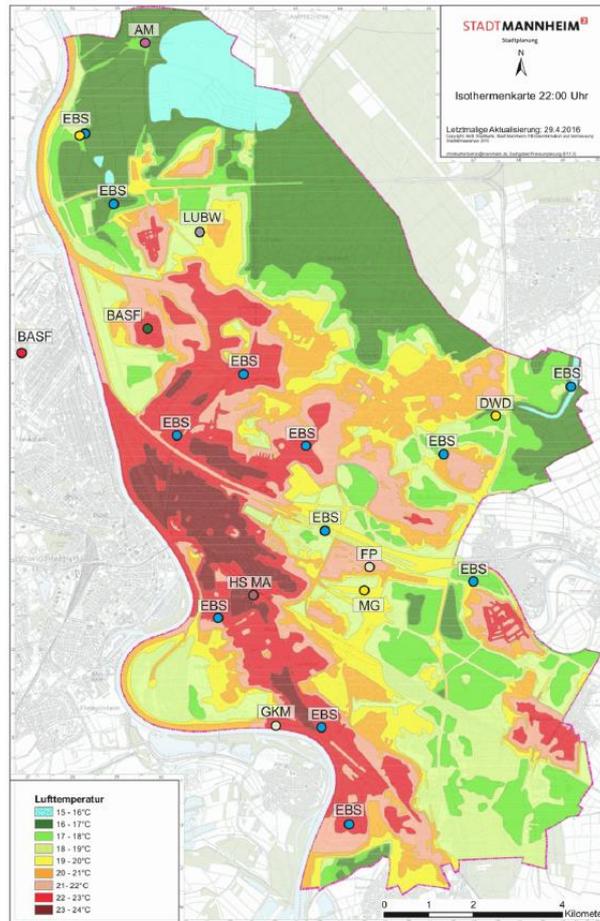
Darauf aufbauend entstanden in den darauffolgenden Jahren und Jahrzehnten hunderte weiterer Datensätze zum Mannheimer Stadtklima sowohl auf der gesamtstädtischen als auch auf Stadtteilebene. Dabei wurde stets versucht, neue technologische Entwicklungen wie die IR-Thermografie, Rauchpatronenversuche (vgl. folgende Abbildung) oder Ballonsondenaufstiege aufzugreifen und für die Beantwortung klimaökologischer Fragestellungen zu nutzen.



Crowd Data

Kaltluftabfluss, markiert durch Rauchnebel
<https://www.staedtebauliche-klimafibel.de/?p=34&p2=4.1.3>

Die zunehmende Verfügbarkeit hochwertiger Geofachdaten bei der Stadt Mannheim (u.a. Laserscannbefliegung, flächenscharfe Versiegelungsdaten, Grünvolumen) ist ausschlaggebend dafür, dass die Stadtklimaanalyse Mannheim 2020 auf Grundlage des mesoskaligen Modells „FITNAH 3D“ berechnet wird. Die Validierung der Messergebnisse erfolgt dabei auf zweierlei Art und Weise: zum einen mit Hilfe einer begleitend durchgeführten Temperaturmessfahrt im Stadtgebiet und zum anderen durch langjährige Messreihen der Wetterstation des Deutschen Wetterdienstes (DWD) im Grünzug Nordost. Wie die Abbildung auf der nächsten Seite zeigt, liegt letztere – aufgrund der Anforderung des DWD – außerhalb der innerstädtischen Hitzeinsel und weist daher ein wesentlich höheres Kaltluftproduktionsvermögen auf. Zertifizierte Messstationen innerhalb der innerstädtischen Hitzeinsel sind in Mannheim nicht vorhanden.



Standorte und Messparameter externer Messnetzbetreiber

- Messprogramm WG/WR, TF, RR, SD/GS
- Messprogramm WG/WR, TF, RR
- Messprogramm WG/WR, TF
- Messprogramm WG/WR
- Messprogramm TF/RR
- Messprogramm RR

Legende Messparameter:

- WG - Windgeschwindigkeit
- WR - Windrichtung
- TF - Lufttemperatur/Luftfeuchte
- RR - Niederschlag
- SD - Sonnenscheindauer
- GS - Globalstrahlung

Legende Abkürzungen Messnetzbetreiber:

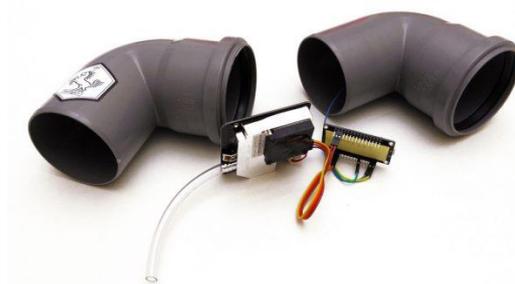
- DWD - Deutscher Wetterdienst
- EBS - Eigenbetrieb Stadtentwässerung Mannheim
- AM - Agrarmeteorologie Baden-Württemberg
- LUBW - Landesanstalt für Umwelt Baden-Württemberg
- FP - Flugplatz Mannheim
- MG - MeteoGroup AG
- HSMA - Hochschule Mannheim
- GKM - Großkraftwerk Mannheim

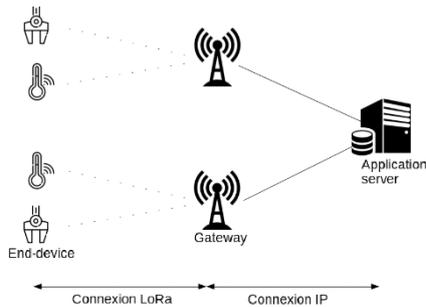
Standorte und Messparameter externer Messnetzbetreiber in Mannheim vor dem Hintergrund der Isothermenkarte

An dieser Stelle könnten Klimasensoren bzw. Crowd Data eine Lücke schließen. In Kommunen sind verschiedene Systeme denkbar:

- Klassische Citizen-Science Projekte, wie luftdaten.info (vgl. untere Abbildung).
- Sensornetzwerke inkl. Infrastruktur, Datenmanagement und Support. Die Abbildung auf der folgenden Seite visualisiert dies schematisch anhand von LoRaWAN, einer Signalübertragungstechnik ausgelegt für die Vernetzung batteriebetriebener Geräte und Sensoren im Internet of Things (IoT).
- Systeme zur Immisionsberechnung bei Schadensereignissen, wie sie oftmals bei der Feuerwehr zum Einsatz kommen.

Low-cost Sensor des luftdaten.info-Projekts <https://luftdaten.info>





Long Range Wide Area Network (LoRaWAN)

Quelle: https://de.wikipedia.org/wiki/Long_Range_Wide_Area_Network#/media/Datei:Architecture_lorawan.png

Entscheidend für die Auswahl eines Systems sind Einsatzzweck und daraus resultierende Rahmenbedingungen: Welche Daten sollen erfasst werden? Temperatur, Luftfeuchte, Starkregen, etc. haben jeweils unterschiedliche Anforderungen an Sensorik und Standort. Welche Datenqualität wird erwartet? Relevant sind auch die räumliche und zeitliche Auflösung, flächendeckende Messung vs. Stadtstrukturtypen oder die Anzahl der Messintervalle. Müssen die Sensordaten vergleichbar sein mit bestehen Messdaten?

Hieraus ergeben sich wiederum Herausforderungen, die zuvor ausreichend durchdacht werden müssen:

- Finanzierung (Anschaffung und laufende Kosten).
- Wo liegt die Zuständigkeit (Umweltamt, IT, Klimaschutzleitstelle, Stadtplanung, ...)?
- Integration in das Stadtbild; Schutz vor Vandalismus.
- Strom/Internetverbindung notwendig?
- OpenSource-Lösung vs. proprietäre Systeme.

Im Anschluss an eine Ausgangsanalyse wurde von der Stadt Mannheim ein Gutachten beauftragt, das geeignete Standorte für ein Messnetz für Wetter-, Klima- und Lufthygienedaten identifiziert. Des Weiteren werden in Abhängigkeit der Standorte Empfehlungen in Bezug auf Messtechnik und Messnetzdichte gegeben, um die Integration in bestehende Messnetze zu gewährleisten. Mittelfristiges Ziel sind dauerhafte, sensorbasierte Stadtklimamessungen innerhalb der innerstädtischen Hitzeinsel, um Fragen des Stadtklimas bzw. der Klimafolgenanpassung planerisch besser beantworten zu können.

Christopher Barron
ist Mitarbeiter in der Freiraumplanung der Stadt Mannheim (christopher.barron@mannheim.de).

Kapitelüberblick

Die im Rahmen von Urban Audit gesammelten und aufbereiteten Daten sind für alle interessierten Nutzer im Internet frei verfügbar. Je nach Verwendungszweck stehen unterschiedliche Abrufmöglichkeiten zur Verfügung. Das Angebot der KOSIS-Gemeinschaft Urban Audit umfasst für alle deutschen Urban Audit-Gebiets-einheiten ein **Informationsportal** und einen **dynamischen Bericht** (Urban Audit Strukturdatenatlas) sowie einen weiteren dynamischen Bericht, der ergänzend die Ergebnisse aus der Umfrage zur Lebensqualität in europäischen Städten enthält. Das Statistische Amt der Europäischen Union, **Eurostat**¹⁷, hält in einer Datenbank alle Daten zum Abruf bereit.

Strukturdatenatlas

Der Urban Audit-Strukturdatenatlas

Der **Strukturdatenatlas**¹⁸ lässt sich auf www.urbanaudit.de unter dem Menüpunkt „Daten und Auswertungen“ aufrufen. Als dynamische Berichtsergänzung zum Informationsportal ermöglicht er interaktiv das Erstellen eigener Datentabellen, Diagramme und Karten für ausgewählte Basisdaten und Indikatoren für verschiedene deutsche Urban Audit-Gebietsebenen (Stadtebene, funktionale Verflechtungsgebiete (LUZ) und Stadtteilebene - SCDs¹⁹) und Berichtsjahre. Für die Funktionalitäten des Strukturdatenatlas sei an dieser Stelle auf die Broschüre „Das deutsche Urban Audit“²⁰ und die im Internet hinterlegte „Anwendungshilfe zum Urban Audit Strukturdatenatlas“²¹ verwiesen.

¹⁷ ec.europa.eu/eurostat/de/web/cities/data/database.

¹⁸ Direktlink: apps.mannheim.de/statistikatlas/ua/strukturdatenatlas/

¹⁹ Vgl. auch Beitrag 1 in Kapitel IV.

²⁰ KOSIS-Gemeinschaft Urban Audit (2013) (Hg.): Das deutsche Urban Audit – Städtevergleich im Europäischen Statistischen System (www.staedtestatistik.de/fileadmin/urban-audit/UA_Broschuere_2013.pdf).

²¹ apps.mannheim.de/statistikatlas/ua/strukturdatenatlas/pdf/Anwendungshilfe%20zum%20Urban%20Audit%20Strukturdatenatlas.pdf.

1. Das Urban Audit-Informationsportal

von Ricarda Buff

Das auf DUVA basierende Urban Audit-Informationsportal²² enthält alle Daten, die in Deutschland im Rahmen des Urban Audit über die letzten Jahre erhoben wurden. Aktuell umfasst die Urban Audit-Datensammlung 127 deutsche Städte. Neben den Städtedaten selbst, werden auch Daten zu den funktionalen Verflechtungsgebieten der deutschen Urban Audit-Städte, sogenannten Functional Urban Areas (FUAs), sowie auch Daten auf Stadtteilebene, den Sub-city districts (SCDs), über das Informationsportal der Öffentlichkeit zur Verfügung gestellt. Es wird fortlaufend ergänzt und aktualisiert.

Auf der Website www.urbanaudit.de lässt sich das Informationsportal unter dem Menüpunkt „Daten und Auswertungen“ aufrufen. Es erlaubt das individuelle Filtern und Selektieren aller verfügbaren Daten nach unterschiedlichen Gebietseinheiten, Jahreszahlen, Variablenmerkmalen oder Merkmalsgruppen sowie das kostenlose Herunterladen der ausgewählten Daten.

Für viele Merkmale stehen neben den Basisdaten auch ergänzend Indikatoren zur Verfügung. Abgerundet wird das Angebot durch die kartografische Darstellung mit dem DUVA-Kartentool und der Möglichkeit des Direktzugriffs auf die Auswertungs- und Darstellungsmöglichkeiten des Strukturdatenatlas.

Seit 2017 wird sukzessive der DUVA-Auswertungsassistent für die tabellarische und grafische Bereitstellung der Daten verwendet. Als größte Neuerung lassen sich damit vor allem dynamische Grafiken erzeugen, die der Nutzer interaktiv an seine Wünsche anpassen kann.

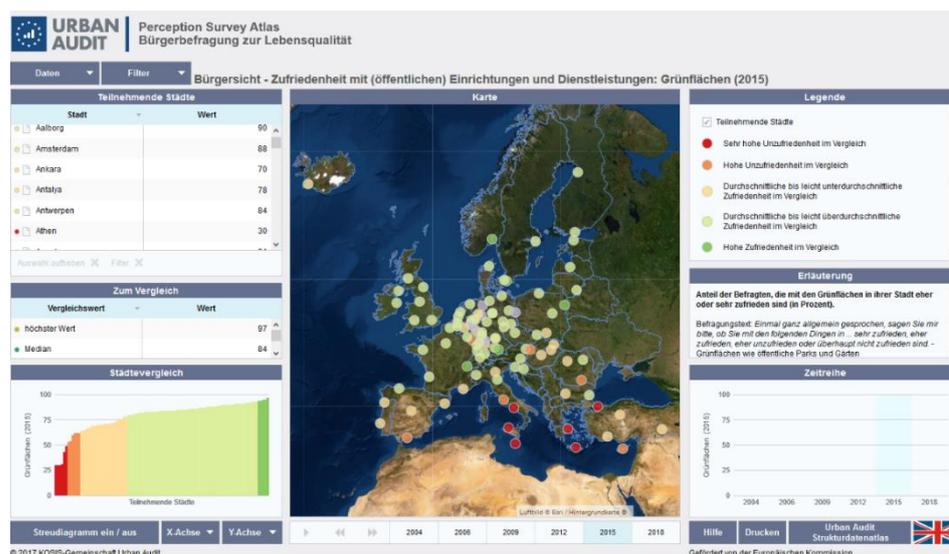
²² Weitere Informationen zu DUVA finden sich unter www.duva.de.

2. Der Urban Audit Perception Survey Atlas

von Ricarda Buff

Im Urban Audit Perception Survey Atlas sind die Umfrageergebnisse der Bürgerbefragungen zur Lebensqualität in Städten visualisiert dargestellt. Der interaktive Bericht enthält Daten zum subjektiven Lebensgefühl der Bürger in den jeweiligen Städten im Zeitverlauf. Neben den durch die europäischen Haupterhebung abgedeckten Städten, haben sich zuletzt 24 weitere deutsche Städte über die von der VSt-Arbeitsgemeinschaft Umfragen koordinierten Parallelbefragung zur Lebensqualität der Erhebung angeschlossen. So können die aktuell 31 deutschen Städte im Perception Survey Atlas sowohl untereinander als auch mit anderen europäischen Städten verglichen werden.

Den Link zum Perception Survey Atlas findet man auf der Internetseite www.urbanaudit.de unter dem Menüpunkt „Daten und Auswertungen“.



Der Startbildschirm des Perception Survey Atlas

Ein schneller Wechsel zum Strukturdatenatlas, dem zweiten InstantAtlas Produkt der Urban-Audit Gemeinschaft, ist über einen Klick auf das Feld ‚Urban Audit Strukturdatenatlas‘ am unteren rechten Bildrand möglich. Beide Atlanten stehen auch in englischer Sprache zur Verfügung. Der Wechsel zwischen beiden Sprachen funktioniert durch das Anklicken der jeweiligen Landesflagge.

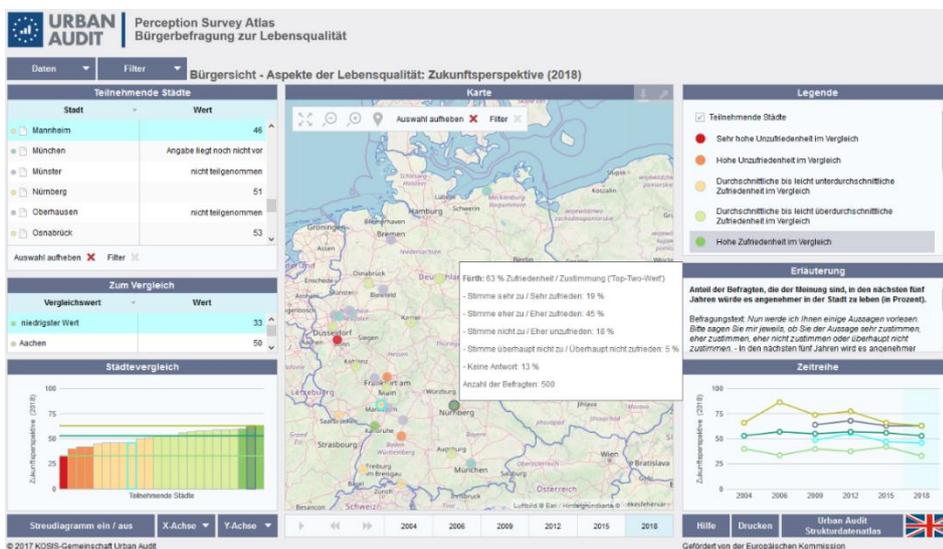
Über die Schaltfläche „Daten“ gelangt man zur Auswahl vieler weiterer Themen der Bürgerumfrage. Die Fragestellungen reichen von der Zufriedenheit mit öffentlichen Einrichtungen wie Schulen oder Sportanlagen, über die subjektive Wahrnehmung von Lärmbelastung, Sauberkeit und Luftqualität der Stadt, dem individuellen

Sicherheitsempfinden in Stadt und Wohngegend, bis hin zur individuellen Einschätzung der zukünftigen Entwicklung der jeweiligen Stadt. Das aktuell ausgewählte Thema wird stets als Überschrift über der Karte angezeigt. Der genaue Fragetext steht im Erläuterungskasten auf der rechten Seite.

Neben dem Überblick über die Farbcodierung der Punkte, findet sich in der Legende die Möglichkeit zwischen der Luftbildansicht und einer OpenStreetMap Hintergrundkarte zu wechseln.



Der für die teilnehmenden Städte aufgeführte und zu Vergleichen herangezogene Wert entspricht dem prozentualen Anteil der Befragten, die einer Aussage zustimmen bzw. mit etwas zufrieden sind. Er fasst als sogenannter "Top-Two-Wert" die Kategorien "stimme eher zu" und "stimme sehr zu" und analog dazu die Kategorien "eher zufrieden" und "sehr zufrieden" zusammen.



Perception Survey Atlas mit OpenStreetMap Karte

Fährt man mit der Maus über einen Kartenpunkt, öffnet sich ein Informationskasten mit detaillierter Aufschlüsselung der Umfrageergebnisse für die jeweilige Stadt und ausgewählten Fragestellungen. Interessant ist hier, neben den genauen Ausprägungen der Zustimmung bzw. Ablehnung, auch die Information zur Anzahl der Befragten in der jeweiligen Umfrage.

Die besondere Stärke der Bereitstellung der Umfragedaten im Perception Survey Atlas ist, dass über dynamische Anpassungen die einzelnen Werte schnell in Relation zueinander gesetzt werden können.

Über vordefinierte Filter kann der Vergleich der Städte auf ein bestimmtes Land oder Einwohnerzahlen bzw. Stadtypen begrenzt werden. So können gezielte Vergleiche mit eigenen Städtegruppen vorgenommen werden. Es ist ebenso möglich eigene Gruppierungen von Städten vorzunehmen, um beispielsweise die Zahlen der eigenen Stadt in einen regionalen Kontext mit Nachbarstädten setzen zu können. Die individuelle Filterung ist durch die Auswahl der gewünschten Städte im Abschnitt „Teilnehmende Städte“ oder über das Anklicken der jeweiligen Punkte auf der Karte möglich. Die ausgewählten Städte sind durch eine blaue Hinterlegung zu erkennen. Ebenfalls als Vergleichswert auswählbar sind höchster und niedrigster Wert sowie der Median des ausgewählten Befragungsthemas.

Wie sich die subjektiven Einschätzungen der Lebensqualität einer Stadt im Zeitverlauf entwickeln, kann mit Hilfe der Datensammlung teilweise bereits seit 2004 verfolgt werden. Die Zeitreihen bieten eine Visualisierung, mit der sich recht schnell ablesen lässt, wie sich zum Beispiel die Zufriedenheit mit dem öffentlichen Nahverkehr über die letzten Jahre entwickelt hat. Auch dabei kann die Entwicklung einer einzelnen Stadt mit der durchschnittlichen Entwicklung der befragten Städte abgeglichen werden.

Unterhalb des als Säulendiagramm dargestellten Städtevergleichs befindet sich ein Auswahlfeld, über das ein Streudiagramm aufgerufen werden kann. Ein Streudiagramm bietet die Möglichkeit zwei Fragestellungen in Abhängigkeit voneinander abzubilden und kann damit einen ersten Anhaltspunkt über einen möglichen Zusammenhang liefern.

Alle hier beschriebenen Funktionen und weitere nützliche Informationen sind unter dem Feld „Hilfe“ ausführlich in der Anwendungshilfe beschrieben. Ein Blick lohnt nicht nur beim ersten Besuch.

Anhang

Ansprechpartner, Zuständigkeiten und Kontaktdaten

In Deutschland betreut die KOSIS-Gemeinschaft Urban Audit als Projektpartner die Datensammlung zur Unterstützung des europäischen Städtevergleichs. 2018 wurde die Stadt Mannheim ein weiteres Jahr zur Betreuenden Stelle gewählt. Das Projekt wird von der dortigen Kommunalen Statistikstelle gesteuert. Die Betreuende Stelle übernimmt die Geschäftsbesorgung, vertritt die Gemeinschaft im Rahmen ihres Auftrages, betreut die Lenkungsgruppe, führt die Bücher und verwaltet die Mittel der Gemeinschaft.

KOSIS-Gemeinschaft Urban Audit
c/o Stadt Mannheim, Kommunale Statistikstelle
Postfach 101832
68018 Mannheim
Email: urbanaudit@mannheim.de

Verantwortliche für die Betreuende Stelle ist die Leitung der Kommunalen Statistikstelle der Stadt Mannheim, Dr. Ellen Schneider.

Dr. Ellen Schneider
Tel.: +49 (0) 621 / 293 7486
Fax: +49 (0) 621 / 293 7750
Email: urbanaudit@mannheim.de

Die Ansprechpartnerin für alle Belange rund um die Sammlung der Strukturdaten für die KOSIS-Gemeinschaft Urban Audit ist Ricarda Buff.

Ricarda Buff
Tel.: +49 (0) 621 / 293 7857
Fax: +49 (0) 621 / 293 7750
Email: urbanaudit@mannheim.de

Die nationale Koordination des Projekts erfolgt in den am Urban Audit beteiligten europäischen Ländern durch den jeweiligen National Urban Audit Coordinator (NUAC), der in Deutschland von der Betreuenden Stelle der KOSIS-Gemeinschaft Urban Audit gestellt wird.

Tobias Link
Tel.: +49 (0) 621 / 293 7486
Fax: +49 (0) 621 / 293 7750
Email: urbanaudit@mannheim.de

**KOSIS-
Gemeinschaft Ur-
ban Audit**



www.urbanaudit.de

STADTMANNHEIM 

NUAC

Statistisches Bundesamt



www.destatis.de



Das Statistische Bundesamt vertritt als Projektkoordinator der Strukturdatensammlung alle rechtlichen und finanziellen Fragen gegenüber Eurostat. Ansprechpartnerin bei DESTATIS ist Dr. Hanna Brenzel.

Statistisches Bundesamt
Referat B204
[Dr. Hanna Brenzel](#)
Gustav-Stresemann-Ring 11
65189 Wiesbaden
Tel.: + 49 (0) 611/752014
Email: hanna.brenzel@destatis.de

Eurostat



epp.eurostat.ec.europa.eu

Projektträger ist das Direktorat E ‚Sektorale und regionale Statistiken‘ von Eurostat. Ansprechpartnerin ist Teodora Brandmüller im Bereich Regionale Statistiken und Geografische Informationen.

Eurostat
Directorate E4 – Regionalstatistik und geographische Informationen
[Teodora Brandmüller](#)
11, rue Alphonse Weicker
L-2721 Luxembourg
Tel.: +352 (0) 4301 / 1 (zentrale Telefonnummer)
Email: ESTAT-Urban-Audit@ec.europa.eu

VDSt AG Umfragen



Die deutsche Parallelerhebung zur europäischen Umfrage zur Lebensqualität aus Bürgersicht wird von der AG Umfragen des VDSt (Verband Deutscher Städtestatistiker) koordiniert.

Beauftragte für die Koordinierte Umfrage zur Lebensqualität
[Daniela Schüller](#)
Stadt Koblenz, Kommunale Statistikstelle
Willi-Hörter-Platz 1
56068 Koblenz
Tel.: +49 (0) 261 129-1244
Email: daniela.schueller@stadt.koblenz.de

Veröffentlichungen

Kostenlose Druckexemplare aller Veröffentlichungen der KOSIS-Gemeinschaft Urban Audit können per Email an urbanaudit@mannheim.de angefordert werden. Die PDF-Versionen stehen auf der Internetseite www.urbanaudit.de im Downloadbereich zum Herunterladen zur Verfügung – dort finden sich auch viele weitere nationale und internationale Veröffentlichungen rund um das Thema Urban Audit.

Städtevergleich im Europäischen Statistischen System (2013): Die Broschüre enthält in kompakter Form alles Wissenswerte zu Projekthintergründen, Organisation und Datennutzung rund um das deutsche Urban Audit. Auch in Englisch erhältlich.



Urban Audit
Broschüre 2013

Daten – Indikatoren – Informationen (2015): Der Schwerpunkt der Broschüre liegt auf der Nutzbarmachung städtevergleichender Daten. Lassen Sie sich von nationalen und internationalen Beispielen inspirieren! Auch in Englisch erhältlich.



Urban Audit
Broschüre 2015

Regionalisierung des Mikrozensus für den europäischen Städtevergleich (2016): In der Broschüre wird die kleinräumige Schätzmethode dokumentiert, mit welcher sich die Ergebnisse der regelmäßigen Mikrozensus-Erhebung und der Registerstatistik der Bundesagentur für Arbeit für die kleinräumige regionalisierte Ausweisung sozio-ökonomischer Bezugsmerkmale nutzen lassen.



Regionalisierung
des Mikrozensus

Lebensqualität in Stadt und Umland (2017): Der Themenschwerpunkt der Urban Audit-Broschüre 2017 ist die Erschließung vorhandener Daten für Städte und deren Umland sowie die Erprobung offener Geodaten als alternative Datenquelle. Insgesamt trägt die Broschüre einer weiterhin anwachsenden Bedeutung der städtischen Dimension, nicht nur auf europäischer Ebene, Rechnung.



Urban Audit
Broschüre 2017

Notizen

A Coruña Aachen Aalborg Aberdeen Acireale Adana Aix-en-Provence Ajaccio Alba Iulia Albacete Alcalá de Henares Alcobendas Alcorcón Algeciras Alicante Alkmaar Almada Almelo Almere Almería Alphen aan den Rijn Alytus Amadora Amersfoort Amsterdam Ancona Angoulême Ankara Anney Antalya Antwerpen Apeldoorn Arad Argentineul - Bezons Århus Arnhem Arrecife **Aschaffenburg** Ashford Asti Athina Aubagne **Augsburg** Aveiro Avellino Avilés Bacău Badajoz Badalona Baia Mare Balikesir **Bamberg** Banská Bystrica Barakaldo Barcelona Bari Barking and Dagenham Bârlad Barletta Barnet Barnsley Barreiro Basel Basildon Basingstoke and Deane Bath and North East Somerset **Bayreuth** Bedford Belfast Benevento Benidorm Bergamo Bergen Bergen op Zoom **Bergisch Gladbach** Berlin Bern Besançon Bexley Białystok Biel **Bielefeld** Biella Bielsko-Biala Bilbao Birmingham Blackburn with Darwen Blackpool Blagoevgrad Bochum Bologna Bolton Bolzano **Bonn** Borås Bordeaux Botoşani **Bottrop** Bournemouth Bracknell Forest Bradford Braga Brăila Brandenburg an der Havel Braşov Bratislava **Braunschweig** Breda Bremen Bremerhaven Brent Brescia Brest Brighton and Hove Bristol Brno Bromley Brugge Bruxelles Bucureşti Budapest Burgas Burgos Burnley Bursa Bury Busto Arsizio Buzău Bydgoszcz Bytom CA Brie Francilienne CA de la Vallée de Montmorency CA de Seine Essonne CA de Sophia-Antipolis CA des deux Rives de la Seine CA des Lacs de l'Essonne CA du Plateau de Saclay CA du Val d'Orge CA du Val d'Yerres CA Europ' Essonne CA le Parisis CA les Portes de l'Essonne CA Marne et Chantierine CA Sénart - Val de Seine CA Val de France CA Val et Forêt Cáceres Cádiz Cagliari Calais Călăraşi Cambridge Camden Campobasso Cannock Chase Capelle aan den IJssel Cardiff Carlisle Carrara Cartagena Caserta Castelldefels Castellón de la Plana Catania Catanzaro CC de la Boucle de la Seine CC de l'Ouest de la Plaine de France CC des Coteaux de la Seine **Celle** Cerdanyola del Vallès Cergy-Pontoise České Budějovice Ceuta Charleroi Charleville-Mézières Chelmsford Cheltenham **Chemnitz** Cherbourg Chesterfield Chorzów City of London Ciudad Real Cluj-Napoca Coimbra Colchester Colmar Como Constanţa Córdoba Cork Cornellà de Llobregat Cosenza Coslada **Cottbus** Coventry Craiova Crawley Creil Cremona Croydon Częstochowa Dacorum Darlington Darmstadt Daugavpils Debrecen Delft Denizli Derby Derry **Dessau-Roßlau** Deventer Diyarbakır Dobrich Doncaster Dordrecht Dortmund Dos Hermanas Dresden Drobeta-Turnu Severin Dublin Dudley **Duisburg** Dundee City Dunkerque **Düsseldorf** Ealing East Staffordshire Eastbourne Ede Edinburgh Edirne Eindhoven Elbląg Elche Elda Elk Enfield Enschede **Erfurt** Erlangen Erzurum Espoo Essen Esslingen am Neckar Evry Exeter Falkirk Fareham Faro Ferrara Ferrol Firenze **Flensburg** Foçşani Foggia Forlì Fort-de-France Frankenthal (Pfalz) Frankfurt (Oder) Frankfurt am Main Freiburg im Breisgau Fréjus Friedrichshafen Fuengirola Fuenlabrada **Fulda** Funchal **Fürth** Galaţi Galway Gandia Gateshead Gaziantep Gdańsk Gdynia Gelsenkirchen Genève Genova Gent Gera Getxo **Gießen** Gijón Girona Giugliano in Campania Giurgiu Glasgow Gliwice Głogów Gloucester Gniezno Gondomar **Görlitz** Gorzów Wielkopolski Göteborg **Göttingen** Gouda Granada Granollers Gravesham Graz Great Yarmouth Greenwich **Greifswald** Groningen Grudziądz Guadalajara Guildford Guimarães Győr Haarlem Hackney **Hagen** Halle an der Saale Halton Hamburg Hamm Hammersmith and Fulham Hanau Hannover Haringey Harlow Harrow Hartlepool Haskovo Hastings Hatay Havering Haviřov Heerlen **Heidelberg** Heilbronn Helmond Helsingborg Hengelo Hénin - Carvin Herne Hildesheim Hillingdon Hilversum Hoorn Hounslow Hradec Králové Huelva Hyndburn Iaşi **Ingolstadt** Innsbruck Inowrocław Ioannina Ipswich Irakleio Irun Iserlohn Islington İstanbul İzmir Jaén Jastrzębie-Zdrój Jelenia Góra Jelgava Jena Jerez de la Frontera Jihlava Jönköping Jyväskylä Kaiserslautern Kalamata Kalisz Karlovy Vary **Karlsruhe** Kars Karviná **Kassel** Kastamonu Katowice Katwijk Kaunas Kavala Kayseri Kecskemét **Kempten (Allgäu)** Kensington and Chelsea Kiel Kielce Kingston upon Thames Kingston-upon-Hull Kirklees Kladno Klagenfurt Klaipėda København Koblenz Kocaeli Köln Konin **Konstanz** Konya Kortrijk Košice Koszalin Kraków **Krefeld** Kristiansand Kuopio La Rochelle La Spezia Lahti /Lahtis Lambeth **Landshut** Larisa Las Palmas Latina Lausanne Le Havre Lecce Lecco Leeds Leeuwarden Lefkosa Leganés Legnica Leicester Leiden Leidschendam-Voorburg **Leipzig** Lelystad Lemesos Lens - Liévin León Leszno Leuven **Leverkusen** Lewisham L'Hospitalet de Llobregat Liberec Liège Liepāja Lille Limerick Lincoln Línea de la Concepción, La Linköping Linz Lisboa Lisburn Liverpool Livorno Ljubljana Lleida Łódź Logroño Łomża **Lübeck** Lubin Lublin **Ludwigsburg** Ludwigshafen am Rhein Lugano Lugo Lund **Lüneburg** Luton Luxembourg Luzern Maastricht Madrid **Magdeburg** Maidstone Mainz Majadahonda Málaga Malatya Malmö Manchester Manisa **Mannheim** Manresa Mansfield Mantes en Yvelines Marbella **Marburg** Maribor Marne la Vallée Marseille Martigues Massa Mataró Matera Matosinhos Meaux Medway Melilla Melun Merton Messina Middelburg Middlesbrough Milano Milton Keynes Miskolc Modena Moers Mollet del Vallès Mönchengladbach Mons Montpellier Monza Most Móstoles **Mülheim a.d.Ruhr** München Münster Murcia Namur Nancy Nantes Napoli Narva **Neubrandenburg** Neumünster **Neuss** Neu-Ulm Nevşehir Newcastle upon Tyne Newcastle-under-Lyme Newham Newport Nijmegen Nitra Norrköping North East Lincolnshire North Lanarkshire North Tyneside Northampton Norwich Nottingham Novara Nowy Sącz Nuneaton and Bedworth **Nürnberg** Nyíregyháza Oberhausen Odense Odivelas **Offenbach am Main** **Offenburg** Oldenburg Oldham Olomouc Olsztyn Oostende Opole Oradea Örebro Orléans Osijek Oslo **Osnabrück** Ostrava Ostrów Wielkopolski Ostrowiec Świętokrzyski Ourense Oviedo Oxford Pabianice **Paderborn** Padova Palencia Palermo Palma de Mallorca Pamplona/Iruña Panevėžys Pardubice Paredes Paris Parla Parma **Passau** Pátra Pavia Pazardzhik Pécs Pernik Perugia Pesaro Pescara Peterborough **Pforzheim** Piacenza Piatra Neamţ Piła Piotrków Trybunalski Pisa Piteşti **Plauen** Plevén Plock Ploieşti Plovdiv Plymouth Plzeň Ponferrada Ponta Delgada Pontevedra Poole Pordenone Porto Portsmouth Potenza **Potsdam** Póvoa de Varzim Poznań Pozuelo de Alarcón Praha Prat de Llobregat, El Prato Prešov Preston Przemyśl Puerto de Santa María, El Purmerend Radom Râmnicu Vâlcea Ravenna Reading **Recklinghausen** Redbridge Redditch **Regensburg** Reggio di Calabria Reggio nell'Emilia Reims Remscheid Reus **Reutlingen** Reykjavík Richmond upon Thames Riga Rijeka Rimini Roanne Rochdale Roma Roman Roosendaal **Rosenheim** **Rostock** Rotherham Rotterdam Rozas de Madrid, Las Rubí Ruda Śląska Ruse Rybnik Rzeszów **Saarbrücken** Sabadell Saint Denis Saint-Brieuc Saint-Etienne Saint-Quentin en Yvelines Salamanca Salerno Salford Salzburg **Salzgitter** Samsun San Cristóbal de la Laguna San Fernando San Sebastián de los Reyes San Sebastián/Donostia Sandwell Sankt Augustin Sanlúcar de Barrameda Sanremo Sant Boi de Llob de Tirajana Santander Santiago de Compostela Sassari Setúbal Sevilla 's-Gravenhage Sheffield 's-Hertogenbosch St Slavonski Brod Sliven Slough Słupsk Sofia Solihull **Solingen** Split St Albans St. Gallen St.Helens Stalowa Wola Stara Z Stoke-on-trent **Stralsund** **Stuttgart** Suceava Sunderland Sutto vera de la Reina Tallinn Tameside Tampere / Tammerfors T Telford and Wrekin Terni Terrassa Thanet Thessaloniki Thur remolinos Torre Vieja Toruń Tower Hamlets Trabzon Trafford Wells Turku Tychy Udine **Ulm** Umeå Uppsala Ústí nad Labem Veliko Tarnovo Velsen Venezia Venlo Verona Versailles Vlar Viladecans Vilanova i la Geltrú **Villingen-Schwenningen** Vilnius Viseu Vitoria/Gasteiz Vlaardingen Volos Vratsa Wakefield Wałbrzych Walsall Waltham Forest Wandsworth Warrington Warszawa Warwick Waterford Waveney Weimar Westminster **Wetzlar** Wien Wiesbaden Wigan Wilhelmshaven Winterthur Wirral **Witten** Wrocław Woking **Wolfsburg** Wolverhampton Worcester Worthing Wrexham Wrocław Wuppertal Würzburg Wycombe Yambol York Zaanstad Zabrze Zagreb Zamora Zamość Zaragoza Zgierz Zielona Góra Žilina Zlín Zonguldak Żory Zürich Zwickau Zwolle

ISBN 978-3-00-064324-8



9 783000 643248