



Entwicklung von übertragbaren Erhebungsmethoden unter Berücksichtigung innovativer Technologien zur Parkraumdatengenerierung und Digitalisierung des Parkraums - ParkenDigital

Ein Bericht der Fachgruppe Neue Mobilität der Frankfurt UAS

gefördert vom:



Fachbereich 1: Architektur · Bauingenieurwesen · Geomatik
Fachbereich 3: Wirtschaft & Recht
Fachgruppe Neue Mobilität

ParkenDigital – Entwicklung von übertragbaren Erhebungsmethoden unter Berücksichtigung innovative Technologien zur Parkraumdatengenerierung und Digitalisierung des Parkraums

Inhaltlicher Abschlussbericht eines durch den mFUND des Bundesministeriums für Verkehr und digitale Infrastruktur geförderten Forschungsprojektes

Frankfurt University of Applied Sciences
Nibelungenplatz 1, 60381 Frankfurt am Main

Fachbereich 1: Architektur · Bauingenieurwesen · Geomatik
Fachgruppe Neue Mobilität

Prof. Dr. Petra K. Schäfer | Katharina Lux, M.Eng. | Marco Wolf, M.Eng.

Fachbereich 3: Wirtschaft und Recht

Prof. Dr. Tobias Hagen | Kaan Celebi, M.Arts

Kontakt: petra.schaefer@fb1.fra-uas.de

Frankfurt am Main, Februar 2019

Abbildung Deckblatt: Dominic Hofmann

Inhaltsverzeichnis

Abbildungsverzeichnis.....	6
Tabellenverzeichnis.....	6
Abkürzungsverzeichnis.....	7
Zusammenfassung	9
1 Einleitung.....	11
1.1 Forschungsfragen.....	11
1.2 Aufbau der Arbeit.....	12
2 Definition und Abgrenzung	13
2.1 Begriffsbestimmungen im Parkraum	13
2.2 Partnerkommunen.....	14
2.3 Koordinatensysteme	15
3 Verwertungsrechte von Geodaten.....	16
4 Prozess der Beschaffung der Rohdaten	18
4.1 Allgemeine Vorgehensweise	18
4.2 Beschaffung von kommunalen und nicht kommunalen Rohdaten in Frankfurt	18
4.3 Beschaffung von kommunalen und nicht kommunalen Rohdaten in Köln	19
5 Datenqualitätskriterien	20
6 Daten aus Köln.....	21
7 Daten aus Frankfurt.....	24
8 Anwendungsbeispiele	27
8.1 Lassen sich Informationen zum Parkraum aus Daten zu Ordnungswidrigkeiten ermitteln?	27
8.1.1 Theoretischer Ansatz.....	27
8.1.2 Entwicklung der Methode.....	28
8.1.3 Ergebnisse für Köln.....	30
8.1.4 Ergebnisse für Frankfurt.....	33
8.1.5 Fazit	36
8.2 Lässt sich die Anzahl an Parkständen aus der Anzahl der verkauften Parkscheine schätzen?	37
8.2.1 Theoretischer Ansatz.....	37
8.2.2 Entwicklung der Methode.....	37
8.2.3 Ergebnisse	39
8.2.4 Fazit	41
8.3 Wie unterscheidet sich die bezahlte Parkdauer zwischen Handyparken und Parkscheinen am Automaten?	41
8.3.1 Theoretischer Ansatz.....	41
8.3.2 Entwicklung der Methode.....	42
8.3.3 Ergebnisse	42
8.3.4 Fazit	43

8.4	Wie verteilt sich die Parkraumnachfrage nach Tageszeit?	44
8.4.1	Theoretischer Ansatz.....	44
8.4.2	Entwicklung der Methode.....	44
8.4.3	Ergebnisse	44
8.4.4	Fazit	46
8.5	Welche Informationen lassen sich aus Parkhausdaten gewinnen?	46
8.5.1	Theoretischer Ansatz.....	46
8.5.2	Entwicklung der Methode.....	46
8.5.3	Ergebnisse	47
8.5.4	Fazit	51
9	Entwicklung einer Datenbank zur Kombination aller verfügbarer Daten für Frankfurt	52
9.1	Anforderungsanalyse	52
9.2	Datenbankarchitektur	53
9.3	Datenbankentwurf.....	53
9.4	Datenaufbereitung und -integration.....	55
9.5	Datennutzung/Datenzugriff	57
9.6	Darstellung der Daten/Visualisierung	58
10	Methoden zur Parkraumerhebung.....	59
10.1	Sensoren.....	59
10.1.1	Bodensensoren	59
10.1.2	Radarsensoren	59
10.1.3	Sensoren in Alltagsgegenständen	60
10.2	Visuelle Erhebungen	61
10.3	Datenkäufe.....	61
11	Beantwortung der Forschungsfragen.....	63
11.1	Welche Daten über den Parkraum sind verfügbar?	63
11.2	Können Daten aus unterschiedlichen Datenquellen sinnvoll miteinander verschnitten werden?	65
11.3	Können Datenlücken identifiziert werden?	65
11.4	Wie können weitere Daten zum Parkraum generiert werden?.....	66
11.5	Forschungsbedarf.....	66
	Quellenangaben	68
	Internetquellen	69
	Anhang 1: Beschreibung der Daten aus Köln.....	72
	Anhang 2: Beschreibung der Daten aus Frankfurt.....	78
	Anhang 3 Datensatzbeschreibung der Parkscheinautomaten in Köln.....	83
	Anhang 4 Grundlagen der OWK Methode	85
	Anhang 5 Vergleich der Parkdauer (Parkschein und Handyparken)	87
	Anhang 6 Protokoll Workshop Parkraumdatengenerierung und –projektierung am 24.01.2019	89

Abbildungsverzeichnis

Abbildung 1: Ergebnisse basierend auf der Erhebung (Eigene Darstellung, Kartengrundlage: Köln, 2018)	32
Abbildung 2: Ergebnisse basierend auf der Berechnung anhand von OWK (Eigene Darstellung, Kartengrundlage: Köln, 2018)	33
Abbildung 3: Ergebnisse basierend auf der Erhebung (Eigene Darstellung, Kartengrundlage: OpenStreetMap, 2018)	35
Abbildung 4: Ergebnisse basierend auf der Berechnung anhand von OWK (Eigene Darstellung, Kartengrundlage: OpenStreetMap, 2018)	35
Abbildung 5: Anteil gekaufter On-Street Parkscheine (inkl. Handyparken) nach Tageszeit in Köln (Zugänge zu Parkständen)	45
Abbildung 6: Anteil abgelaufener On-Street Parkscheine (inkl. Handyparken) nach Tageszeit in Köln (Abgänge aus Parkständen) (Eigene Darstellung)	46
Abbildung 7: Häufigkeitsverteilungen (Histogramme) des Auslastungsgrads (in %) (Eigene Darstellung)	47
Abbildung 8: Häufigkeitsverteilungen (Histogramme) des Auslastungsgrads (in %) für 06:00 bis 20:00 Uhr (Eigene Darstellung)	48
Abbildung 9: Durchschnittlicher Auslastungsgrad (in %) nach Stunde (Eigene Darstellung)	49
Abbildung 10: Absolute Anzahl an Einfahrten und Ausfahrten nach Uhrzeit – Parkhaus Hauptwache (Eigene Darstellung)	50
Abbildung 11: Geschätzte durchschnittliche Parkdauer nach Wochentag – Parkhaus Hauptwache (Eigene Darstellung)	51
Abbildung 12: Datenbankentwurf erstellt mit pg-modeler; (Eigene Darstellung)	55
Abbildung 13: ETL-Prozess der aufbereiteten Parkraumdaten (Eigene Darstellung in FME)	57
Abbildung 14: Hinweis auf Handyparken auf einem Parkscheinautomaten in Köln (Stadt Köln)	75

Tabellenverzeichnis

Tabelle 1: Definition der Begriffe nach den FGSV Begriffsbestimmungen [FGSV, 2012]	13
Tabelle 2: Daten aus Köln	22
Tabelle 3: Daten aus Frankfurt	25
Tabelle 4: Unterschiedene Kategorien nach Stadt	28
Tabelle 5: Überlappende Hausnummern – unproblematische Konstellation	29
Tabelle 6: Überlappende Hausnummern – problematische Konstellation	29
Tabelle 7: Parkstände laut Angaben der Stadt Köln und gemäß der eigenen Erhebung im Gebiet Keupstraße ..	38
Tabelle 8: Maximale Anzahl zeitlich überlappender Parkscheine und offizielle Anzahl an Parkständen an PSA in Köln nach Handyparkzone	39
Tabelle 9: Durchschnittlicher Parkdauer (in Minuten) und durchschnittlich ausgegebener Betrag (in €) im Vergleich von Parkscheinen und Handyparken nach Handyparkzonen.	42
Tabelle 10: Häufigkeit von voll ausgelasteten Parkhäusern	48

Abkürzungsverzeichnis

API	application programming interface
Bkat	Bundeseinheit Bußgeldkatalog
BMVI	Bundesministerium für Verkehr und digitale Infrastruktur
bwtf	Attribut in der Datenbank , das die Art der Bewirtschaftung angibt
CAD	computer-aided design
CPG	.cpg = Dateiformat. In der Datei wird der, im Shapefile verwendete Zeichensatz spezifiziert
EAR 05	Empfehlung für Anlagen des ruhenden Verkehrs, FGSV, 2005
ETL	Extract, Transform, Load
FFM	Frankfurt am Main
GIS	Geoinformationssystem
HP	Handyparken
LOI	Letter of Intent
MDM	MobilitätsDatenMarktplatz (Datenaustauschplattform)
ODBC	Open Database Connectivity
OGC	Open Geospatial Consortium (internationale Organisation zur Standardisierung von räumlichen Daten)
OWK	Ordnungswidrigkeiten
parcobj	Attribut, das das Objekt konkretisiert
PSA	Parkscheinautomat
PuR	Park and Ride
.sbn	Dateiformat für den Räumlichen Index im Shapefile
.shp	Dateiformat für Metadaten zum Shapefile
.shp	Dateiformat für den Index der Geometrie zur Verknüpfung der Sachdaten im Shapefile
Stpl	Stellplatz
StVG	Straßenverkehrsgesetz
StVO	Straßenverkehrs-Ordnung

SQL	Structured Query Language
Tbnr	Tatbestandsnummer
UTM	Universal Transverse Mercator (globales Koordinatensystem)
UTMREF	Universal Transverse Mercator Referenzsystem
WGS	World Geodetic System
.xml	Extensible Markup Language (Datenformat)

Zusammenfassung

Bei Diskussionen um den sinnvollen Umgang mit der endlichen Ressource „Raum“ wird das Parkraummanagement als eins der elementaren verkehrsplanerischen Instrumente genannt. Dem ruhenden Verkehr ist auch deshalb viel Beachtung zu schenken, da er im öffentlichen und privaten Raum viel Fläche beansprucht. Entsprechend ist die Verkehrsplanung bestrebt, durch ein konzeptionelles Parkraummanagement die vorhandenen Parkräume effizient zu nutzen und dabei die Ansprüche verschiedener Personengruppen zu beachten und priorisiert zu behandeln.

Im optimalen Fall sollten neue verkehrlichen Instrumente die parkraumsuchenden Verkehrsteilnehmenden möglichst direkt zu freien Parkräumen führen, um Parksuchverkehr zu vermeiden. Außerdem sollten aktuelle Informationen zum Parkraum zur Verfügung stehen, die bei erreichter Kapazitätsgrenze, auf andere Verkehrsmittel verweisen, mit denen die Verkehrsteilnehmenden schneller und näher an ihr Ziel kommen. Somit kann ein konzeptionelles Parkraummanagement, als Teil des Gesamtverkehrsplans, ein Instrument sein, mit dem Verkehr geleitet, aber auch vermieden oder verlagert werden kann [Huber-Erler, 1996]. Wichtige Bausteine dabei sind eine flächendeckende Bewirtschaftung sowie ausreichende Kontrollen im Parkraum. Im besten Fall beinhaltet ein Parkraummanagement außerdem dynamische Parkraumpreise, die sich automatisiert an das Angebot und die aktuelle Nachfrage anpassen, sowie ein Kommunikationsmedium, das Verkehrsteilnehmenden über ein Parkleitsystemen hinausgehend, informiert. Obwohl die Kommunen um das verkehrsbeeinflussende Potenzial von Parkraummanagement wissen, ist die Umsetzung aus einem entscheidenden Grund schwierig: Flächendeckende Datengrundlagen zu Parkraumangebot und -nachfrage fehlen [Schäfer, Lux, 2015]. Aus einer Städtebefragung aus dem Jahr 2004 und der Wiederholung 2014 geht hervor, dass sogar die Daten des öffentlichen Parkraumangebots den Kommunen selten vollständig vorliegen. Die größten Datenlücken liegen dabei vor allem im nicht bewirtschafteten Bereich [Schäfer 2004; Schäfer, Lux 2015].

Dieser Missstand lässt sich unter anderem dadurch erklären, dass das Thema Parken in Kommunen meist von verschiedenen Dezernaten und Referaten bearbeitet wird. Dies ist wiederum der Tatsache geschuldet, dass Parkraumplanung sowohl den öffentlichen als auch den privaten Raum betrifft. Parkraumplanung auf privatem Grund, der nicht öffentlich zugänglich ist, wird in der Regel von den Referaten bearbeitet, die sich mit dem Bau- und Wohnwesen, dem Denkmalschutz und der Stadtplanung beschäftigen. Der ruhende Verkehr im öffentlichen Raum und im öffentlich-zugänglichen privaten Raum liegt klassischerweise in den Abteilungen für Verkehrsplanung. Die Überwachung liegt dabei meist in einem anderen Referat als die Planung. Die Daten über Parkflächen auf privatem Grund sind jedoch für die Parkraumplanung im öffentlichen Raum sehr wichtig, weil sich aus dem Angebot an Stellplätzen u.a. die Nachfrage von Bewohner nach Parkraum im öffentlichen Raum ergibt [Topp, 2001, S. 346 ff]. Nicht zwangsläufig ist der vermeintliche Parkdruck durch zu wenige Stellplätze in kernstadtnahen Wohngebieten begründet. Eine ineffektive Nutzung der vorhandenen Kapazitäten kann ebenfalls Parksuchverkehr zur Folge haben. Solche Aspekte müssen ebenfalls bei einer konzeptionellen Parkraumplanung berücksichtigt werden. Was jedoch fehlt sind die Daten selbst.

Diese Ausgangssituation war die Intention für das Forschungsprojekt ParkenDigital. Das Projekt wurde über das Förderprogramm mFUND des Bundesministeriums für Verkehr und digitale Infrastruktur (BMVI) mit dem

Ziel gefördert, herauszufinden, welche Daten über den Parkraum überhaupt verfügbar sind. Im Einzelnen wurden folgende Forschungsfragen formuliert:

1. Welche Daten über den Parkraum sind verfügbar?
2. Können Daten aus unterschiedlichen Datenquellen sinnvoll miteinander kombiniert werden?
3. Können Datenlücken identifiziert werden?
4. Wie können weitere Daten zum Parkraum generiert werden?

Im Rahmen des Projekts wurden kommunale und private Datenquellen innerhalb der Partnerstädte Frankfurt und Köln identifiziert. Die gesammelten Rohdaten wurden beschrieben, mit Hilfe von Qualitätskriterien bewertet und in einer Datenbank, die auf Grundlage des Anforderungsprofils der Stadt Frankfurt entstanden ist, gehalten. Weiterhin wurde analysiert, welche Aussagen zum Angebot an und zur Nachfrage nach Parkraum durch die vorliegenden Daten gemacht werden können. So wurden Daten aus Parkhäusern, aus Parkscheinautomaten, aus Handyparkdaten sowie aus Ordnungswidrigkeiten analysiert und Methoden zur Generierung von Parkrauminformationen entwickelt und getestet. Für die Daten der Ordnungswidrigkeiten aus Frankfurt und Köln wurde beispielsweise eine Methode entwickelt, mit der aus bereits vorliegenden historischen Daten Rückschlüsse auf den Parkraum gezogen werden können. Die Methode wurde in zwei Testgebieten, in Frankfurt und Köln, beispielhaft verifiziert. Mit der Entwicklung der Methode wurde die 4. Forschungsfrage adressiert und teilweise positive beantwortet.

Außerdem wurden im Projekt bereits bestehende, innovative technische Methoden gesammelt und dokumentiert, die zur Erhebung und gleichzeitigen Digitalisierung des Parkraums eingesetzt werden könnten. Vielversprechend sind dabei verschiedene Sensortechnologien in infrastrukturellen Einrichtungen, im Boden und in Fahrzeugen.

Im Rahmen des Projekts konnten alle Forschungsfragen untersucht werden: Parkraumdaten stehen bei Kommunen, Parkhausbetreibern und auch freizugänglich im Internet oder auf Open Data Plattformen zur Verfügung. Vor allem zu den öffentlich oder privat bewirtschafteten Parkräumen gibt es Daten. Daten zu privaten nicht öffentlichen Parkräumen sind dagegen schwer zu finden. Ansprechpartner bezüglich Stellplätze in Wohnbauten kann das Wohnbauamt der entsprechenden Kommune oder ein Immobilienentwickler sein. Daten über nicht bewirtschaftete Parkstände gibt es meistens nicht. Damit konnte die 1. Forschungsfrage beantwortet werden. Da die Summe aller Parkstände und Stellplätze insgesamt eine unbekannte Größe bleibt, ist es nicht möglich, flächendeckende und quantifizierbare Lücken zu identifizieren. Dieses Ergebnis geht auf die 3. Forschungsfrage zurück. Bezüglich der 2. Forschungsfrage konnte hingegen festgestellt werden, dass die gesammelten Daten miteinander kombiniert werden können. In der für Frankfurt entwickelten Datenbank ist dies gelungen. Dort sind die Daten automatisiert aktualisierbar und die Informationen des Parkraums können visualisiert werden. Eine solche Datenbank kann aber im Kern nur so gut sein, wie die Datenqualität es ermöglicht. Weiterer Forschungsbedarf bleibt dennoch im Bereich der sinnvollen Datenkombinierung mit verschiedenen Formaten bestehen, sowie bei der Implementierung und Weiterentwicklung der Datenbank.

Im Rahmen des Projekts ist ein Netzwerk mit Personen aus Politik, Verwaltung, Wirtschaft und Wissenschaft entstanden, die sich gemeinsam den zukünftigen Forschungsfragen stellen werden.

1 Einleitung

Mit dem Instrument der Parkraumplanung und -bewirtschaftung kann auf viele Faktoren des Verkehrs Einfluss genommen werden, wie beispielsweise auf die Qualität des Verkehrsflusses, die Verkehrsmittelwahl, die Verkehrsstärke und die Wahl des Ziels. Außerdem kann durch die konzeptionelle Planung des ruhenden Verkehrs ein entscheidender Beitrag zu einem attraktiven Stadtbild geleistet werden. Durch die Vermeidung oder Reduzierung des motorisierten Individualverkehrs in Stadtzentren kann eine lokale Verbesserung der Luftqualität durch die Reduzierung von Emissionen erzielt werden. Damit kann auch eine Reduzierung des Lärms einhergehen.

Die Voraussetzung der Einflussnahme auf den Stadtverkehr durch Parkraummanagement sind aktuelle und dynamische (d.h. sich stetig aktualisierende) Daten aus dem bewirtschafteten und unbewirtschafteten Parkraum. Über eine Befragung im Rahmen der Dissertation „Alternative Methoden zur Überwachung der Parkdauer sowie zur Zahlung von Parkgebühren“ von Prof. Dr.-Ing. Petra K. Schäfer aus dem Jahr 2004, die erneut im Jahr 2014 durchgeführt wurde, ist bekannt, dass Städte selten über flächendeckende Daten des Parkraums verfügen [Schäfer, Lux 2015]. Die Daten sind zwar teilweise vorhanden, sie liegen jedoch an unterschiedlichen kommunalen Stellen bzw. bei unterschiedlichen Stakeholdern und werden nur selten zusammengetragen, ausgewertet oder analysiert.

Das Projekt ParkenDigital wurde vom 01.03.2018 bis zum 28.02.2019 über die Förderung mFUND des Bundesministeriums für Verkehr und digitale Infrastruktur (BMVI) gefördert. Ziel des Projekts war es herauszufinden, welche Parkraumdaten bereits vorliegen und diese Daten zusammenzuführen. Die Daten können dabei bei unterschiedlichen Parteien und in unterschiedlichen Formaten, digital und analog vorliegen. Ziel war es weiter, eine gemeinsame Datenbank zu entwickeln, in der die Daten verschnitten und visualisiert werden können. Neben den bereits existierenden Parkraumdaten, wurde im Projekt versucht, aus Daten, die nicht im direkten Zusammenhang mit dem Parkraum stehen, Informationen zum Parkraum zu generieren. Auch diese Informationen sollten in die Datenbank einfließen. Weiter sollte die Datenbank so aufgebaut werden, dass sie erweiterbar ist und neben den historischen Daten auch Echtzeitdaten verarbeiten kann. Nachdem alle verfügbaren und generierbaren Daten akquiriert waren, sollte der Ist-Zustand der Datenbank visuell darstellbar sein.

Durch die Analyse des Ist-Zustands, sollten Datenlücken sichtbar gemacht werden. Darüber hinaus wurden mit den gesammelten Daten beispielhafte Analysen und Anwendungen durchgeführt. Ziel dabei war es, aus den verfügbaren Daten einen Mehrwert zu generieren. Dabei entstanden neue Methoden zur Bearbeitung und Verwertbarkeit der Daten. Zusätzlich wurden bereits bestehende Methoden thematisiert und dargestellt. Das Projekt schließt mit der Beantwortung der zuvor definierten Forschungsfragen und dem weiteren Forschungsbedarf ab.

1.1 Forschungsfragen

Die Vorgehensweise im Projekt basiert auf drei Forschungsfragen, die bereits in der Vorbereitung des Forschungsvorhabens formuliert wurden:

1. Welche Daten über den Parkraum sind verfügbar?

2. Können Daten aus unterschiedlichen Datenquellen sinnvoll miteinander kombiniert werden?
3. Können Datenlücken identifiziert werden?
4. Wie können weitere Daten zum Parkraum generiert werden?

Im Laufe des Projekts wurden die Forschungsfragen mit verschiedenen Methoden bearbeitet. Eine Beantwortung findet in Kapitel 1 statt.

1.2 Aufbau der Arbeit

Auf Basis der in der Antragsphase gestellten Forschungsfragen wurde die Vorgehensweise im Projekt entwickelt. Die einzelnen Arbeitsschritte wurden in Arbeitspakete beschrieben und zeitlich in die Projektlaufzeit eingeordnet. In diesem Bericht werden die Vorgehensweise und die inhaltliche Arbeit beschrieben.

Nach der Einleitung werden in Kapitel 2 zunächst die Grundlagen erläutert, in denen sich das Projekt bewegt. Es werden Begriffe aus dem Parkraum definiert und räumliche, zeitliche und systemische Abgrenzungen vorgenommen. Da die Arbeit mit geocodierten Daten einen Hautbestandteil des Projekts ausmachte, werden in Kapitel 3 die Verwertungsrechte von Geodaten thematisiert. Im Weiteren geht es in Kapitel 4 um das Vorgehen im Datenbeschaffungsprozess. In Kapitel 5 werden die Qualitätskriterien beschrieben, nach denen die beschafften Daten gesichtet wurden. In Kapitel 6 und 7 werden die im Projekt relevanten Datensätze dargestellt. Eine ausführliche Beschreibung der Datensätze unter Berücksichtigung der Qualitätskriterien ist im Anhang 1 und 2 zu finden. Kapitel 8 beinhaltet Anwendungsbeispiele auf Grundlage der Daten. Dabei wird jeweils der theoretische Ansatz erläutert, die Entwicklung der Methode beschrieben, die Ergebnisse vorgestellt und die Methode kritisch hinsichtlich des Ziels bewertet. In Kapitel 9 wird die Entwicklung einer Datenbank auf Grundlage der Anforderungsanalyse der Stadt Frankfurt beschrieben. In Kapitel 10 werden drei allgemeine Methoden vorgestellt, die potenziell zukünftig dazu genutzt werden könnten, Parkraumdaten zu generieren und gleichzeitig zu digitalisieren. Das Kapitel 11 schließt den inhaltlichen Projektbericht durch die Beantwortung der in Kapitel 1.1 gestellten Forschungsfragen ab.

2 Definition und Abgrenzung

In diesem Kapitel werden die Grundlagen beschrieben und Begriffe des Parkraums definiert. Die in Zusammenarbeit mit den Partnerkommunen entstandenen räumlichen und zeitlichen Abgrenzungen werden erläutert. Zudem wird das Koordinatensystem definiert, welches für die Arbeit mit den geocodierten Daten genutzt wurde.

2.1 Begriffsbestimmungen im Parkraum

Es wird generell zwischen Parkständen (öffentlicher Raum) und Stellplätzen (privater Raum) unterschieden. Für Parkstände gilt die Straßenverkehrsordnung (StVO) sowie die zusätzlich geltenden Verwaltungsvorschriften, die vom Bund erlassen wurden. Die Zuständigkeit für diese Flächen liegt bei der kommunalen Verwaltung. Dort wird das Thema Parken von verschiedenen Abteilungen mit unterschiedlichem Fokus behandelt. Die Kontrolle des öffentlichen Parkraums obliegt laut StVO der Straßen für privaten Parkraum und für Stellplätze gilt das Hausrecht nach BGB. Im Rahmen des Hausrechtes können die Regelungen der StVO eingeführt werden. Folgend werden weitere Begriffe zur Beschreibung des Parkraums definiert. Dazu werden die Begriffsbestimmungen der Forschungsgesellschaft für Straßen und Verkehrswesen herangezogen [FGSV, 2012].

Tabelle 1: Definition der Begriffe nach den FGSV Begriffsbestimmungen [FGSV, 2012]

Bewohnerparken: Straßenverkehrsrechtliche Anordnung zur Parkbevorrechtigung für Anlieger und andere Personen, die eine Wohnung in unmittelbarer Nähe haben.
Ladezone: Fläche zum Be- und Entladen von Lieferfahrzeugen einschließlich der Flächen für das Rangieren.
Längsaufstellung: Abstellung der Fahrzeuge in Fahrtrichtung hintereinander.
Parken: Allgemein: Abstellen eines Fahrzeugs auf einer Fläche mit einem nicht an eine bestimmte Person oder an ein bestimmtes Fahrzeug gebundenen Nutzungsrecht. Nach Straßenverkehrs-Ordnung: Halten eines Fahrzeugs länger als 3 Minuten oder Verlassen des Fahrzeugs durch die Fahrerin oder den Fahrer.
Parkhaus: Gebäude mit oberirdischen Stockwerken zum Abstellen von Fahrzeugen.
Parkplatz: Vom fließenden Verkehr abgegrenzte öffentliche oder beschränkt öffentliche Parkfläche. Legalbezeichnung für eine Abstellfläche innerhalb der öffentlichen Verkehrsfläche.
Parkraum: Summe der Parkflächen innerhalb eines bestimmten Gebiets.
Parkscheibe: Zeitanzeige zur Überwachung der Parkdauer, die am Anfang eines Parkvorgangs einzustellen und von außen gut lesbar im Fahrzeug zu hinterlegen ist.
Parkscheinautomat: Einrichtung, die nach Eingabe eines Zahlungsmittels die Dauer der zulässigen Parkzeit auf einem Parkschein ausgibt, der von außen gut lesbar im Fahrzeug zu hinterlegen ist.
Parkstand: Zum Parken eines Fahrzeugs abgegrenzter Teil einer öffentlichen Verkehrsfläche.
Parkstreifen: Entlang einer Fahrbahn verlaufender Streifen zum Parken (Längs-, Schräg-, Senkrecht-parkstreifen).

Senkrechtaufstellung: Abstellen der Fahrzeuge in einem rechten Winkel zur Fahrtrichtung.
Stellplatz: Abstellfläche für ein Fahrzeug außerhalb der öffentlichen Verkehrsflächen.
Ruhender Verkehr: Gesamtheit der Vorgänge, die dem Abstellen, dem Ein- und Aussteigen sowie dem Be- und Entladen dienen.

2.2 Partnerkommunen

Für das Forschungsprojekt konnten drei Partnerkommunen gewonnen werden, durch die das Projekt geografisch eingegrenzt wurde:

1. Stadt Frankfurt am Main
2. Stadt Fulda
3. Stadt Köln

Die Kommunen wurden ausgewählt, um übertragbare Kriterien auf den Parkraum in diesem Projekt zu vereinen: Die Stadt Köln betreibt Handyparken und stellt ihre Daten offen zur Verfügung. Darüber hinaus verfolgt sie bereits seit vielen Jahren ein aktives Parkraummanagement. Die Stadt Frankfurt am Main betreibt eine Parkhausbetriebsgesellschaft, die viele der Parkbauten bewirtschaftet und damit auch die Daten hierzu zur Verfügung stellen kann. Die Stadt Fulda hat in der Vergangenheit den öffentlichen Parkraum vollständig erhoben und verfügt daher in diesem Bereich über eine umfassende Datenlage. Die Unterstützung der drei Städte wurde in Form eines Letter of Intent (im weiteren LOI) vorab zugesichert. Damit wurde Hilfe bei Datenbeschaffung, Kontaktverknüpfung, Wissensaustausch sowie Unterstützung bei Workshops im Rahmen des Projekts zugesagt.

Da die Stadt Fulda bereits über eine vollständige Datengrundlage verfügt, (diese jedoch noch nicht digitalisiert ist), wurde Fulda zur „Referenzstadt“, d.h. Fulda bekam eine beratende Funktion in Bezug auf Parkraumerhebungen. Für Frankfurt und Köln liegen keine flächendeckenden Daten vor, so dass sich im Projekt darauf geeinigt wurde, die Datenakquise von Parkraumdaten auf Frankfurt und Köln einzugrenzen.

Bei der Datenakquise wurden zunächst für beide Städte alle verfügbaren Daten von öffentlich zugänglichen Quellen gesammelt. Hinzu kamen kommunale, nicht-öffentliche Daten, die dem Projektteam durch Vertreter der Kommune übermittelt wurden. Zusätzlich wurden einige private Quellen berücksichtigt. Dazu wurde Kontakt mit privaten Unternehmen, die Parkraum bewirtschaften, aufgenommen, um das Projekt vorzustellen und um einen Datenaustausch zu erfragen. Es kristallisierte sich zwei Arten von Daten heraus, nämlich Daten zum **Parkraumangebot** und zur **Parkraumnachfrage**. Da die Nachfragedaten dynamisch sind und eine zeitliche Komponente haben, entschied das Projektteam sich auf historische Nachfragedaten aus dem Jahr 2017 zu beschränken.

Während der Datenakquise wurde deutlich, dass in Frankfurt mehr Daten zum Off-Street Bereich und in Köln mehr Daten zum On-Street Bereich vorliegen. Gründe dafür sind, dass in Frankfurt der private-öffentlich-zugängliche Bereich (Parkhäuser) von einer Tochtergesellschaft, der Parkhaus Betriebsgesellschaft mbH (PBG), der Stadt betrieben werden. Die PBG unterstützt das Forschungsprojekt ebenfalls mit Daten per LOI. Die Stadt

Köln betreibt aktiv die Plattform „offene Daten Köln“, auf der viele kommunale Datensätze mit den Bürgerinnen und Bürgern geteilt wird. Auf der Plattform sind viele Daten zum Parkraum zu finden, die in die Datensammlung eingingen. Dadurch wurde der Fokus für Köln im On-Street Bereich und für Frankfurt im Off-Street Bereich festgelegt. Aus diesen Abgrenzungen ergaben sich im weiteren Verlauf die Anwendungsbeispiele (vgl. Kapitel 8) für beiden Kommunen mit den unterschiedlichen Fokussen.

2.3 Koordinatensysteme

Neben den geographischen Koordinaten in Dezimalgradangabe, die sehr verbreitet und bekannt sind, werden in den verfügbaren Daten noch das Universal Transverse Mercator System (UTM) und das Gauß-Krüger-Koordinatensystem verwendet. Da die Erde keine Kugel ist, verwenden die Koordinatensysteme geodätische Referenzsysteme, die die Erdfigur unter anderem mithilfe eines Referenz-Ellipsoids adäquat abzubilden versuchen (de Lange, S. 146). In den verfügbaren Daten werden UTM-Koordinaten mit dem Referenzsystem World Geodetic System 1984 (WGS84) und die Gauß-Krüger-Koordinaten mit dem Bessel-Ellipsoid gekoppelt.

Die Erde wird im UTM-System längs in 60 Zonen aufgeteilt. Die Nummerierung der Zonen erfolgt von Westen nach Osten, wobei jede Zone eine Breite von 6° besitzt [de Lange, 2002, S. 174]. Im UTM-Referenzsystem (UTMREF) werden zudem Breitenkreise verwendet, um Zonenfelder zu generieren, die mit Buchstaben (A bis Z) beschriftet werden. Diese vertikale Einteilung wird auch als UTM-Band bezeichnet.

Im Gegensatz zum UTM-System, in dem 6° breite Zonen verwendet werden, besitzen die Meridianstreifen im Gauß-Krüger-System eine Breite von 3°. In Deutschland wurde insbesondere in der Landesvermessung, für Katasterkarten und für topographische Karten das Gauß-Krüger-System mit dem Bessel-Ellipsoiden verwendet, da es eine gute Annäherung an die Erdfigur in Europa und Asien aufzeigt und deshalb in dieser Region auch weit verbreitet ist (de Lange, S. 160, 170). Die 3° breiten Meridianstreifen werden durchnummeriert, wobei die erste Zone von 0° bis 3° die Zonennummer 0 besitzt (de Lange, 2002, S. 171).

Herkömmliche GIS-Softwares sind in der Lage, verschiedene Koordinatensysteme umzurechnen. Dabei muss jedoch auf die softwarespezifische Eingabe bzw. Schreibweise geachtet werden. Im Rahmen des Projektes wurden verschiedene Koordinatensysteme nach Bedarf umgewandelt, um einheitliche und miteinander kompatible Daten zu generieren.

3 Verwertungsrechte von Geodaten

Im Rahmen des Forschungsprojekts wurden Daten geocodiert, indem Mithilfe von Adress-Informationen und entsprechender Software Koordinaten hinzugespielt wurden. Dies ist notwendig für die Entwicklung von Anwendungen. Es stellte sich die Frage, ob und unter welchen Bedingungen diese Informationen wissenschaftlich, aber auch kommerziell genutzt werden können.

Unter Geocodierung wird die Zuordnung einer physischen Adresse zu einem bestimmten Ort auf der Erdoberfläche (Koordinaten) verstanden. Bei der sogenannten „umgekehrten Geocodierung“, werden Koordinaten in lesbare Adressen umgewandelt. Dieser Prozess ist nötig, wenn Daten mit Koordinaten aber ohne Adresse beschrieben sind. Die Koordinaten können einer Adresse zugeordnet werden. Im Projekt traf dieser Fall für viele Datensätze zu.

Datenbankwerke fallen grundsätzlich auch unter das Urheberrechtsgesetz. So kommen auch Geoinformationssysteme als urheberrechtlich geschützte Datenbankwerke in Betracht. Auch Datenbanken, die keine Datenbankwerke sind, können rechtlich geschützt sein. Das gilt für den Fall, dass die Beschaffung, Überprüfung oder Darstellung der Elemente eine wesentliche Investition erfordert (§87a des Urheberrechtsgesetz, z.B. bei Google Maps der Fall). Über die Regelungen zur Entnahme oder Weiterverwendung des Inhalts der Datenbanken darf der Hersteller entscheiden. Die Schutzdauer beläuft sich auf 15 Jahre und beginnt bei jeder Aktualisierung von Neuen.¹

Geodaten² die durch das Urheberrecht geschützt sind, dürfen für den wissenschaftlichen Gebrauch vervielfältigt werden, sofern die wissenschaftliche Arbeit in der Folge nicht verbreitet oder veröffentlicht wird. Als so genannten „Offene Daten“ (z.B. OpenStreetMap), werden Daten bezeichnet, die im Interesse der Allgemeinheit der Gesellschaft ohne jedwede Einschränkung zur freien Nutzung zugänglich gemacht werden. Im Falle von OpenStreetMaps muss demnach lediglich die Quelle der Daten aus der „Open Database License (ODbL) 1“ angegeben werden. Weitere Beschränkungen zur Verwendung und Verarbeitung der Daten gibt es bei „Offenen Daten“ nicht. Auch bei Geodaten die vom Bund, von Landesbehörden oder von kommunalen Verwaltungen zur Verfügung gestellt werden, handelt es sich häufig um „Offene Daten“, die beliebig vervielfältigt, verbreitet, verändert und öffentlich zugänglich gemacht werden können.

Für Wissenschaft³ und Forschung ist §60d des deutschen Urheberrechts relevant. In diesem Paragraphen wird der Umgang mit Texten und Data Mining beschrieben. Demnach ist es für die wissenschaftliche Forschung zulässig, eine Vielzahl von Werken automatisiert auszuwerten, systematisch zu vervielfältigen und einem bestimmten abgegrenzten Personenkreis zur Verfügung zu stellen (zum Zweck der gemeinsamen wissenschaftlichen Forschung oder der Überprüfung der Qualität der Forschung). Generell dürfen bis zu 15 Prozent eines Werks zum Zweck der wissenschaftlichen Forschung verwendet, aber ebenfalls nur einem beschränkten Personenkreis zugänglich gemacht werden.

¹ <https://www.gesetze-im-internet.de/urhg/> Urheberrechtsgesetz

² <https://www.ldbv.bayern.de/file/pdf/9032/Urheberrecht.pdf>, Urheberrecht leicht gemacht – Karten und Geodaten für Unterricht, Wissenschaft und Beruf nutzen und publizieren

³ <https://www.gesetze-im-internet.de/urhg/>

Offene Daten eignen sich daher grundsätzlich gut, um mit ihnen Daten zu codieren. Hierfür bieten folgende Seiten Lösungen an, die in einem gewissen Umfang kostenfrei genutzt werden können.

- <https://opencagedata.com/> - bis zu 2.500 Zugriffe am Tag kostenfrei
- <https://pickpoint.io/> - bis zu 2.500 Zugriffe am Tag kostenfrei
- <https://locationiq.com/> - bis zu 10.000 Zugriffe am Tag kostenfrei

Einer der größten Anbieter für geocodierte Daten ist Google. Google erlaubt dem Nutzer von Google Maps oder Google Earth das Ansehen und mit Anmerkungen Versehen von Karten, das Erstellen von KML-Dateien und Kartenebenen sowie die Veröffentlichung von Inhalten mit rechtmäßigen Quellangaben. Als unzulässiges Verhalten werden unter anderem der massenhafte Download oder das Kopieren von Inhalten oberhalb der Fair Use Grenze. Das „Fair“ wird in diesem Falle als „angemessen“ bezeichnet. Ob eine Nutzung noch „fair“, also angemessen sind, entscheidet ein US-Gericht anhand von vier Faktoren:

1. Zweck und Charakter der Verwendung
 - a. Kommerziell oder gemeinnützig zu Bildungszwecken
 - b. Neue Aussage der Daten oder Kopie der Datenbank
2. Die Art des urheberrechtlich geschützten Werks
 - a. Faktenbasierte Werke gelten eher als angemessen nutzbar als fiktive Werke
3. Umfang und Wesentlichkeit des verwendeten Anteils im Verhältnis zum Gesamtwerk
 - a. Je kleiner der genutzte Teil, desto angemessener die Nutzung
 - b. Auch kleine Ausschnitte unangemessen, wenn es sich dabei um das „Kernstück“ handelt
4. Die Auswirkung der Verwendung auf den potenziellen Markt für das urheberrechtlich geschützte Werk
 - a. Einschränkung der Gewinnmöglichkeiten des Urheberrechtsinhabers gilt als unangemessen
 - b. Schaffung eines Konkurrenzproduktes durch die Daten gilt als unangemessen

Im Rahmen dieses Forschungsprojekts wurde aus den oben genannten Gründen auf die Nutzung der Daten von GoogleMaps verzichtet. Stattdessen wurden die Daten aus „OpenStreetMaps“ sowie „ArcGIS“ verwendet. Für ArcGIS liegt der Hochschule eine entsprechende Lizenz vor.

4 Prozess der Beschaffung der Rohdaten

In diesem Kapitel werden das Vorgehen bei der Beschaffung der Rohdaten und die Kommunikation mit den kommunalen Vertretern im Detail beschrieben.

4.1 Allgemeine Vorgehensweise

Mit den drei Partnerstädten wurde jeweils zu Beginn des Projekts ein Kick Off Meeting mit dem Ziel vereinbart, das Projekt in der Kommune bekannt zu machen, Ansprechpartner zu finden und die Unterstützung zu sichern.

Bei jedem Meeting wurde das Projektvorhaben vorgestellt. Neben dem gesamten Projektteam waren von kommunaler Seite Vertreterinnen und Vertreter von unterschiedlichen Abteilungen anwesend, die sich mit der Thematik beschäftigen, wie u.a. der Straßenverkehrsbehörde, Verkehrsplanung und Bürgerservice. Bei dem Treffen wurden die Zuständigkeiten im Verwaltungsapparat geklärt und die entsprechenden Kontakte zwischen dem Projektteam und den Ansprechpartnern in der Kommune hergestellt.

Im weiteren Projektverlauf fand ein bilateraler Austausch zwischen dem Projektteam und den Ansprechpartnern statt. In der ersten Projekthälfte lag der Fokus auf der Datenbeschaffung.

Der Kontakt zu anderen privaten Unternehmen entstand im Laufe des Projekts. Dazu wurden durch eine Internetrecherche nach Parkräumen in den Partnerstädten Frankfurt und Köln Unternehmen identifiziert, die potenziell Daten liefern könnten. Die Unternehmen wurden dann einzeln per Mail oder telefonisch kontaktiert. Außerdem wurden alle freizugänglichen Daten gesammelt.

Die Datenakquise wurde fortlaufend dokumentiert. Dabei wurde zu jedem Datensatz festgehalten, wann und von wem jeweils ein Datensatz erhalten wurde, sowie Name der Datei, Dateiformat, Inhalt und Attribute und ob sich der Datensatz visualisieren lässt. Außerdem wurde die Kategorie „Art“ eingeführt, in der unterschieden wird, ob es sich bei dem Inhalt der Daten um Bestandsdaten (z.B. Bestand von Parkscheinautomaten oder P+R-Parkplätzen) oder historische Nachfragedaten (Verkauf von Parkscheinen) handelt. Die historischen Daten beziehen sich jeweils auf das Jahr 2017.

Später wurde dann jeder Datensatz hinsichtlich der Qualitätskriterien überprüft (vgl. Kapitel 5). Außerdem wurde eine Datenbank erstellt um die Datensätze zu verwalten (vgl. Kapitel 9).

Weiter wurden die Daten auf Verwertbarkeit, Datenqualität und weiteren Informationsgehalt geprüft und ggf. weiterverarbeitet (vgl. Anhang 1 und 2).

4.2 Beschaffung von kommunalen und nicht kommunalen Rohdaten in Frankfurt

Die Datensätze der kommunalen Rohdaten bekam das Projektteam vom Referat Mobilitäts- und Verkehrsplanung, sowie vom Straßenverkehrsamt. Die Daten wurden per Mail, per Upload Portal oder auf einem Datenträger übertragen.

Die Datensätze von nicht kommunalen Quellen bekam das Projektteam von der PBG. Weitere Datensätze wurden selbst mit Hilfe von freizugänglichen Informationen erstellt. Außerdem wurden die Datenaustauschplattformen MDM und mCloud nach relevanten Daten durchsucht.

Bei der Beschaffung der Daten lag der Fokus auf Daten und Informationen, die bereits vorhanden sind. Eine Übersicht der Daten ist in Kapitel 7 enthalten.

4.3 Beschaffung von kommunalen und nicht kommunalen Rohdaten in Köln

Die Datensätze der kommunalen Rohdaten bekam das Projektteam hauptsächlich über die Plattform für offene Daten der Stadt Köln [Köln, 2018]. Weitere Daten, die nicht auf der Plattform zur Verfügung stehen, wurden dem Projektteam von Ansprechpartnern der Stadt zur Verfügung gestellt. Die technische Übermittlung der Daten erfolgte über ein Upload Portal oder per Mail.

Die Datensätze von nicht-kommunalen Quellen bekam das Projektteam auf Anfrage von privaten Unternehmen. Weitere Datensätze wurden selbst mit Hilfe von freizugänglichen Informationen erstellt. Außerdem wurden die Datenaustauschplattformen MDM und mCloud nach relevanten Daten durchsucht.

Der Fokus bei der Datenbeschaffung lag auf Daten, die bereits vorhanden sind und nicht erst erhoben oder aufwändig aufbereitet werden mussten. Die Auflistung der Daten aus der Stadt Köln ist in Kapitel 6 enthalten.

5 Datenqualitätskriterien

Die Datenqualität wird von Würthele (2003, S. 21) definiert als

„mehrdimensionales Maß für die Eignung von Daten, den an ihre Erfassung/Generierung gebundenen Zweck zu erfüllen. Diese Eignung kann sich über die Zeit ändern, wenn sich die Bedürfnisse ändern.“

Die Formulierung verdeutlicht, dass die Datenqualität ein zeitabhängiges Maß für die Verwertbarkeit von Daten ist. Abhängig ist die Datenqualität auch vom Anspruchsniveau, das an die Daten gestellt wird und wiederum zeitabhängig ist (Apel et. al., 2015, S.21). Obgleich bezüglich der Messung der Datenqualität in der Literatur zahlreiche Ansätze beschrieben werden, gibt es kein einheitliches Begriffsverständnis.⁴ In den meisten Ansätzen werden im Allgemeinen Korrektheit, Vollständigkeit, Konsistenz und Aktualität als Kriterien für die Datenqualität erwähnt (Helfert, 2002, S.69). Da die hier verfügbaren Daten zu unterschiedlichen Zeitpunkten, von unterschiedlichen Quellen und für unterschiedliche Zwecke bereitgestellt worden sind, erscheint die Beurteilung einiger Kriterien im Rahmen der vorliegenden Arbeit recht schwierig bzw. sehr aufwändig. Die Datenqualität wird im Folgenden anhand der Kriterien Zuverlässigkeit, Aktualität, Vollständigkeit, Redundanzfreiheit und Konsistenz (Apel et. al., 2015, S.35 ff.) sowie dem Kriterium der Aktualisierbarkeit überprüft:

- **Zuverlässigkeit:** Die Entstehung der Daten ist nachvollziehbar; die Daten stammen von vertrauenswürdigen Quellen.
- **Aktualität:** Die Daten beschreiben den aktuellen Zustand der Realität.
- **Aktualisierbarkeit:** Die Daten lassen sich regelmäßig aktualisieren, d.h. sie stammen nicht nur von einmaligen Erhebungen.
- **Vollständigkeit:** In den Datensätzen sind keine Lücken enthalten, sodass die relevanten Attributwerte erfasst und nicht unbekannt sind.
- **Redundanzfreiheit:** In den Daten befinden sich keine Duplikate, die die gleiche Entität aus der Realität mehrfach erfassen.
- **Konsistenz:** Die Datensätze dürfen einzeln betrachtet keine Widersprüche enthalten. Darüber hinaus dürfen die Datensätze sich gegenseitig nicht widersprechen.

⁴ Eine Darstellung der vorhandenen Ansätze findet sich beispielsweise in Wang et al. (1995) oder Helfert (2002, S. 70).

6 Daten aus Köln

In diesem Kapitel werden die Daten für Köln aufgelistet. Enthalten wurden die Daten aus kommunalen und freizugänglichen Quellen, sowie von privatwirtschaftlichen Unternehmen, die das Projekt mit Daten unterstützt haben. Die meisten Daten wurden über die kommunale Plattform Offene Daten Köln bezogen. Eine detaillierte Beschreibung und Beurteilung nach den Qualitätskriterien (vgl. Kapitel 15) der Daten ist in Anhang 1 zu finden.

Tabelle 2: Daten aus Köln

Dateiname	Dateiformat	Quelle	Inhalt und wichtige Attribute	Art
Behindertenparkplätze	shape-File CPG-Datei SBN-Datei SHP-Datei SHX-Datei XML-Datei XLS-Datei 9 Dateien	offene Daten Köln	Die Shape-Datei enthält Informationen über nicht zugeordnete Behindertenparkplätze mit u.a. folgenden Attributen: Anzahl, UTM-Koordinaten (WGS84) und Stadtteil.	Angebotsdaten
Bewirtschaftung 24 Stunden 4Euro	Ordner mit pdf-Dateien 7 Dateien	Amt für Straßen und Verkehrs-entwicklung	Im Ordner sind Parkzonen kartographisch dargestellt, in denen für 4 Euro 24 Stunden geparkt werden kann.	Angebotsdaten
Bewohnerparken	Order mit ArcMap- und pdf-Dateien 166 Dateien	Amt für Straßen und Verkehrs-entwicklung	Die ArcMap-Datei beinhaltet verschiedene Layer zu Bewohnerparkbereichen mit Infos zu Ladezonen, Bereichen mit freiem Parken und Parkscheintarifgebieten (z.B. Kurzzeit- und Langzeitparken). In den Unterordnern befinden sich pdf-Dateien, in denen kartographisch für jedes Parkgebiet Bewohnerparkflächen, bewirtschaftete und unbewirtschaftete Parkflächen und Ladezonen mit der Angabe der Anzahl dargestellt werden.	Angebotsdaten
Cambio Carsharing	XLSX 4 Dateien	Cambio Carsharing	Die Datei enthält für die Fahrzeugflotte der Cambio Mobilitätsservice GmbH & Co KG Angabe über die festen Parkstände. Folgende Attribute sind angegeben: Fahrzeuginformationen, Adresse und Koordinaten (in Dezimalgrad; WGS84).	Angebotsdaten
Handyparken	XLSX 4 Dateien	EasyPark	Die Firma EasyPark listet in der Datei alle Transaktionen mit Angabe der Beginn, Ende, Dauer, Betrag in Euro und Handyparkzone.	Historische Nachfragedaten

20170801_PSA_Handyparkzonen	XLSX 2 Dateien	Kommune, privaten Stakeholdern	Übersicht über die Bewirtschaftung und Handyparkzonen in Köln. Die Datei dient als Grundlage für die "Handyparken"-Datei.	Angebotsdaten
Parkscheinverkäufe Köln	Ordner mit CSV-Dateien 45 Dateien	Kommune, privaten Stakeholdern	Der Ordner beinhaltet monatliche CSV-Dateien der gezogenen Parkscheine mit Karten- und Münzzahlung. Folgende Angaben sind angegeben: Datum, Uhrzeit, Bezahlung, Parkdauer.	Historische Nachfragedaten
Carsharing alle Parkplätze Köln	XLSX	öffentlich zugänglich	In der Datei befinden sich Angaben über verschiedene Carsharing Anbieter. Die Unternehmen DriveNow, Car2go haben für ihre Fahrzeuge keine festen Mietstationen; Drivy und SnappCar stellen eine Plattform für private Carsharing zu Verfügung. Für die Fahrzeuge der Firma Flinkster sind Adressen angegeben.	Angebotsdaten
Ladesäulen Köln	XLSX	Bundesnetzagentur; öffentlich zugänglich	Die Bundesnetzagentur listet in der Datei gemeldete Ladesäulen in der BRD, die die Anforderungen der Ladesäulenverordnung genügen. Es werden u.a. folgende Attribute angezeigt: Betreiber, Adresse, falls vorhanden: Koordinaten (Dezimalgrad; WGS84), Art der Ladeeinrichtung, Anzahl der Ladepunkte.	Angebotsdaten
Off-Street PH PP Köln	XLSX	öffentlich zugänglich	Übersicht über alle Parkhäuser und Parkplätze von privaten Betreibern und der Stadt.	Angebotsdaten
OWK Bußgelddaten Koeln 2017	CSV	offene Daten Köln	Daten über die im Jahr 2017 in Köln angefallenen Ordnungswidrigkeiten. 12 Dateien mit Daten für je ein Monat.	Historische Nachfragedaten
Parkscheinautomaten Köln PSA	XLSX	offene Daten Köln	Für die Parkscheinautomaten in Köln werden neben Koordinaten (Dezimalgrad; WGS84), u.a auch folgende Angaben gemacht: Adresse, Bezirk, Anzahl der Stellplätze, Tarifregelung und Geldkarten- und Münzeinnahmen.	Angebotsdaten
Zusammenfassung Parkscheintransaktionen Köln	XLSX	offene Daten Köln	Es handelt sich hierbei um eine Zusammenfassung der Einnahmen aus Parkscheinverkäufen aus dem Jahr 2017 in Köln.	Angebotsdaten
Summe	245 Dateien			

7 Daten aus Frankfurt

In diesem Kapitel werden die Daten aus der Stadt Frankfurt aufgelistet, die im Projekt gesammelt wurden. Die Daten kommen aus kommunalen und öffentlich zugänglichen Quellen sowie von privatwirtschaftlichen Unternehmen. Die meisten Datensätze wurden von der PBG bezogen sowie von der Straßenverkehrsbehörde. Eine detaillierte Beschreibung und Beurteilung der Daten nach den Qualitätskriterien aus Kapitel 5 sind im Anhang 2 enthalten:

Tabelle 3: Daten aus Frankfurt

Dateiname	Dateiformat	Quelle	Inhalt und wichtige Attribute	Art
2018-05-03_Effektive Stellplätze 2018	XLSX	PBG	Die Datei umfasst die Anzahl an Stellplätze in Parkhäusern in Frankfurt. Angegeben wird zudem die Anzahl an "Frauen"-, "Eltern-Kind"-, Dauer- und Behindertenplätzen.	Angebotsdaten
Alle Standorte PSA 30.06.2017	XLSX	Amt Mobilitäts- und Verkehrsplanung	Parkscheinautomaten werden u.a. mit folgenden Attributen tabellarisch dargestellt: Baujahr, Standort, maximale Parkdauer und gebührenpflichtige Tage und Uhrzeit.	Angebotsdaten
Ansprechpartner von private Parkhäusern FFM	XLSX	öffentlich zugänglich	Private Parkhäuser und Parkplätze (u.a. P+R) werden mit folgenden Eigenschaften dargestellt: Name, Adresse, Anzahl der Stellplätze und Betreiber.	Angebotsdaten
Anzahl_Stpl_PuR (2)	XLSX	Amt Mobilitäts- und Verkehrsplanung	Die Datei listet die P+R-Plätze in Frankfurt auf und gibt dabei auch die Anzahl der Stellplätze an.	Angebotsdaten
Carsharing alle Anbieter Parkplätze Frankfurt	XLSX	öffentlich Zugänglich	Stellplätze der Fahrzeuge von Carsharing-Unternehmen werden mit folgenden Attributen angegeben: Anbieter, Anzahl der Stellplätze und Angabe über die Stellplatznutzungsberechtigung für übrige Fahrzeuge (nur Carsharing-Fahrzeuge: ja/nein).	Angebotsdaten
FFM_Parkbelegung PLS	CSV	Straßenverkehrsamt	Die Datei enthält tägliche und z.T. auch 5-minutige Parkbelegungsdaten der Frankfurter Parkhäuser von 2017.	Historische Nachfragedaten
Ladesäulen Frankfurt	XLSX	Bundesnetz-agentur; öffentlich Zugänglich	Liste von Parkständen mit Ladesäulen in der BRD, die bei der Bundesnetzagentur gemeldet sind. Es werden u.a. folgende Attribute angezeigt: Betreiber, Adresse, falls vorhanden: Breiten- und Längengrade (in Dezimalgrade), Art der Ladeeinrichtung, Anzahl der Ladepunkte.	Angebotsdaten
NwStd-Adressliste Tiefgaragen mit Anzahl	XLSX	PBG	Koordinaten zu Parkhäusern	Angebotsdaten

Off-Street PH PP Frankfurt Tarife	XLSX	öffentlich zugänglich	Die Datei enthält eine Liste aller privaten Parkhäuser und Parkplätze mit den jeweiligen Tarifen in Frankfurt. Angegeben werden u.a.: Adresse, Anzahl der Stellplätze und Betreiber.	Angebotsdaten
Öffnungszeiten der Parkhäuser Tarife	XLSX	öffentlich zugänglich	Zusatzdatei zu Off-Street PH PP Frankfurt Tarife - Tarifinformationen und Kontaktinformation	Angebotsdaten
Park-and-Ride-Ffm-201803	XLSX	Amt Mobilitäts- und Verkehrsplanung	P+R-Plätze in Frankfurt werden mit folgenden Angaben aufgelistet: Straße ohne Hausnummer, Stadtteil, Gauß-Krüger und UTM- Koordinaten.	Angebotsdaten
Parkplaetze-Ffm-201803	XLSX	Amt Mobilitäts- und Verkehrsplanung	Die Datei enthält eine Tabelle der öffentlichen zugänglichen Parkplätze in Frankfurt.	Angebotsdaten
Privater Parkplatz FFM 1 Kneuer GmbH	XLSX	privater Stakeholder	Der von der Kneuer GmbH privatbetriebener Parkplatz wird in der Datei mit folgenden Angaben beschrieben: Adresse, Anzahl Stellplätze, Tarifangaben.	Angebotsdaten
Übersicht Bewohnerbereiche und Anzahl Parkstände	XLSX	Straßenverkehrsamt	Die Bewohnerbereiche (Regelungsbereich 1 bis 32) werden u.a. mit folgenden Angaben tabellarisch dargestellt: Gesamtstellplätze, Anzahl der reservierten Stellplätze, Anzahl der freien Stellplätze, Anzahl der ausgegebenen Bewohnerparkausweisen.	Angebotsdaten
PBG Ein- und Ausfahrten 2017 (Ordner)	Ordner mit pdf-Dateien 1108 Dateien	PBG	Die pdf-Dateien enthalten stündliche Angaben über Ein- und Ausfahrten aus Parkhäusern, der PBG. Eine einzelne pdf-Datei fasst für eine Kalenderwoche die Daten zusammen, so dass in einem Jahr 52 pdf-Dateien pro Parkhaus entstehen.	Historische Nachfragedaten
PBG Ein- und Ausfahrten 2016 (Ordner)	Ordner mit pdf-Dateien 1068 Dateien	PBG	Die pdf-Dateien enthalten stündliche Angaben über Ein- und Ausfahrten aus Parkhäusern, der PBG. Eine einzelne pdf-Datei fasst für eine Kalenderwoche die Daten zusammen, so dass in einem Jahr 52 pdf-Dateien pro Parkhaus entstehen.	Historische Nachfragedaten
OKW Parkverstöße Frankfurt	pdf XLSX 25 Dateien	Straßenverkehrsamt	Auf 38.166 Seiten sind alle Parkverstöße aus dem Jahr 2017 gelistet. Die Datei umfasst rund 800.000 Einträge (Zeilen)	Historische Nachfragedaten
Summe	2215 Dateien			

8 Anwendungsbeispiele

Ziel im Projekt war es, auf Grundlage der Parkraumdaten der Städte Frankfurt und Köln Methoden zu entwickeln, um aus den Daten weitere Daten oder Informationen zum Parkraum zu generieren. In diesem Kapitel werden die entwickelten Methoden erläutert.

8.1 Lassen sich Informationen zum Parkraum aus Daten zu Ordnungswidrigkeiten ermitteln?

Die im Folgenden dargestellte und getestete Methode „Ordnungswidrigkeiten“ (OWK-Methode) basiert auf den Rohdaten der Ordnungswidrigkeiten, die in Kapitel 6 für Köln und Kapitel 7 für Frankfurt gelistet und in Anhang 1 und 2 beschrieben wurden.

8.1.1 Theoretischer Ansatz

Ausgangspunkt für die Analyse der Ordnungswidrigkeiten ist der „Bundeseinheitlichen Tatbestandskatalog Straßenverkehrsordnungswidrigkeiten“ des Kraftfahrtbundesamtes [KBA, 2017]. Mithilfe dieses Katalogs, lassen sich aus den Tatbestandsnummern (Tbnr.), ggf. unter Zuhilfenahme weitere Angaben in den genutzten Daten (z.B. das sog. „Konkretisierungsfeld“), Informationen zum Parkraum ableiten. Siehe dazu die Tabelle A 3 im Anhang 4.

Im Folgenden wird dies an zwei Beispielen demonstriert. Der Tatbestand mit der Nummer 113140 ist im bundeseinheitlichen Tatbestandskatalog textlich wie folgt beschrieben: „Sie parkten im Bereich eines Parkscheinautomaten ohne gültigen Parkschein. § 13 Abs. 1, 2, § 49 StVO; § 24 StVG; 63.1 BKat.“ Bei den Kontrollen werden die Tatbestände standardisiert dokumentiert. Zu jedem aufgenommenen Tatbestand wird eine Adresse hinterlegt. Somit ergibt sich aus dem Tatbestand ein Parkstand bei der angegebenen Adresse, der monetär mit Parkschein bewirtschaftet ist. Aus den Konkretisierungsfeldern können weitere Informationen zur Bewirtschaftung gezogen werden, beispielsweise in welchem Zeitraum der Parkstand bewirtschaftet wird.

Aus dem Tatbestand 141310, textlich „Sie hielten im absoluten Haltverbot (Zeichen 283). § 41 Abs. 1 iVm Anlage 2, § 49 StVO; § 24 StVG; 51 BKat“ hingegen lässt sich die Information extrahieren, dass bei der hinterlegten Adresse kein Parkstand im Straßenraum ist.

So ergeben sich aus den relevanten Tatbeständen, Informationen zu Flächen, auf denen nicht geparkt werden darf, zu konkreten Parkständen, sowie zu Parkständen, die nur einem eingeschränkten Nutzerkreis zur Verfügung stehen (z.B. Bewohner, Schwerbehinderte). Außerdem können durch die Tatbestände Bereiche identifiziert werden, in denen das Be- und Entladen erlaubt ist, beispielsweise durch den Tatbestand „Sie parkten unzulässig im eingeschränkten Haltverbot (Zeichen 286).“, Tbnr 141322.

Aus den OWK könne außerdem weitere Informationen bezüglich der Infrastruktur gezogen werden, wie beispielsweise auf Bushaltestellen, Taxistände, Radfahrstreifen oder Schutzstreifen. Im Rahmen des Projekts wurden ausschließlich OWK berücksichtigt, die einen Hinweis auf den Parkraum bzw. den ruhenden Verkehr liefern.

8.1.2 Entwicklung der Methode

Wie dargestellt, kann aus den OWK abgeleitet werden, dass bei einer bestimmten Adresse (Straße und Hausnummer) mindestens ein Parkstand, ein „Nicht-Parkstand“, ein Bereich zum Be- und Entladen, ein Behindertenparkstand oder ein Sonderparkstand (z.B. für ein E-Fahrzeug) sein muss. Wenn bei einer Adresse (Straße und Hausnummer) zur selben Zeit (Datum und minutengenaue Uhrzeit) x OWK für x verschiedene Fahrzeuge ausgesprochen werden, kann daraus geschlossen werden, dass sich bei dieser Adresse ungefähr x Parkstände befinden müssen. Der Algorithmus sucht nun für das gesamte Jahr 2017 für jede Adresse das maximale x , was als Schätzung des Parkraums bei der betrachteten Adresse interpretiert wird. Im Folgenden wird diese Methode als „OWK-Methode“ bezeichnet.

Aufgrund der zusätzlichen Informationen in den Daten für Frankfurt, lassen sich für Frankfurt mehr Kategorien als für Köln unterscheiden (vgl. Tabelle 4).

Tabelle 4: Unterschiedene Kategorien nach Stadt

Kategorien	ermittelt	Köln	Frankfurt
Parkstand	Anzahl	X	X
Behindertenparkstand	Anzahl	X	X
Kein Parkstand: Ladezone	Ja/Nein		X
Sonderparkstand E-Fahrzeug	Anzahl		X
Sonstige „kein Parkstand“	Ja/Nein	X	X

Diese Darstellung weist schon auf die Schwächen des Ansatzes hin:

1. Die OWK-Methode ist grundsätzlich nur anwendbar, wenn sowohl Straße als auch Hausnummer angegeben ist. Wenn z.B. keine Hausnummer angegeben ist, dann ist eine geographische Zuordnung nicht möglich und damit der Parkraum nicht identifizierbar.
2. Oft sind die Hausnummern als „von-bis“-Nummern enthalten.
3. Bei der Eingabe der Adresse gibt es für das Kontrollpersonal einen gewissen Interpretationsspielraum (steht ein PKW nun auf der Hausnummer 12 oder 12A)? Darüber hinaus können auch Eingabefehler vorkommen.
4. Es können temporäre Änderungen in der Parkraumbewirtschaftung (kürzer als ein Jahr) an einer Adresse bspw. wegen eines Umzugs oder einer Baustelle geben. Somit können sich in der Jahresbetrachtung widersprechende Schlussfolgerungen bzgl. des Parkraumes an dieser Adresse ergeben.
5. Auch bei der Eingabe der Uhrzeit können Fehler und Ungenauigkeiten passieren.
6. Gerade bei der Eingabe von Hausnummern (aber auch bei Straßennamen) wird eine unterschiedliche Schreibweise verwendet. Zum Beispiel finden sich Angaben wie „8-10“, „8/10“, „8+10“, „8- 10“, die alle dasselbe bedeuten, nämlich Hausnummer 8 bis 10.

Der Punkt 2 ist unproblematisch, wenn sich die Adressen nicht überlappen, d.h. wenn die Hausnummern wie in Tabelle 5 lauten (Hinweis: die geraden und die ungeraden Hausnummern befinden sich jeweils auf einer Straßenseite).

Tabelle 5: Überlappende Hausnummern – unproblematische Konstellation

Straße	Hausnummer	Parkstand?
Holweiderstr.	83	Sonderparkplatz Bewohner
Holweiderstr.	85-87	Sonderparkplatz Bewohner
Holweiderstr.	89	Behindertenparkplatz

Dagegen sind von-bis-Hausnummern im folgenden Fall problematisch (Tabelle 6). Hier können die Parkstände nicht geographisch zugeordnet werden, sodass die OWK in der Zehntstr. 37-39 nicht ausgewertet werden können. Aus diesem Grund müssen für Köln 770 weitere OWK ausgeschlossen werden, sodass 4.294 zu analysierenden OWK im Bereich Parken verbleiben. Für Frankfurt werden 1.992 solcher „Überlappungsfälle“ ausgeschlossen, sodass 12.881 OWK verbleiben.

Tabelle 6: Überlappende Hausnummern – problematische Konstellation

Straße	Hausnummer	Parkstand?
Zehntstr.	37	Sonderparkplatz Bewohner
Zehntstr.	37-39	Sonderparkplatz Bewohner
Zehntstr.	39	Sonderparkplatz Bewohner

Aus den oben genannten Punkten 3 und 4 ergeben sich regelmäßig Inkonsistenzen in den Ergebnissen bei der OWK-Methode. So zeigt sich bspw. für dieselbe Straße und Hausnummer, dass sich auf dieser ein Parkstand bzw. mehrere Parkstände befindet und gleichzeitig ein Parkverbot. Hier wurde basierend auf Plausibilitätsüberlegungen die folgende Regel definiert: Für den Fall, dass sich auf einer Adresse sowohl Parkstand als auch Nichtparkstand befindet, wird die jeweilige Anzahl an Tagen gezählt, zu denen dies der Fall ist. Wenn nun an mindestens 60% der Tage diese Adresse einen Parkstand beinhaltet, wird daraus geschlossen, dass es sich um einen Parkstand handelt. Wenn dagegen an mindestens 60% der Tage diese Adresse einen Nichtparkstand beinhaltet, wird daraus geschlossen, dass es sich um einen Nichtparkstand handelt. Analoges gilt für Ladezonen.

Für den 6. oben genannten Punkte, muss die Programmierung ausreichend flexibel sein. Das bedeutet für das genannte Beispiel, dass der Algorithmus alle diese Fälle als Hausnummer „8 bis 10“ erkennen muss.

Die skizzierte OWK-Methode wurde in zwei Gebieten mit unterschiedlichen Schwerpunkten getestet. Dazu wurde jeweils in Köln und in Frankfurt ein Gebiet ermittelt, bei dem sich die errechneten Ergebnisse aus der Methode mit Ergebnissen der klassischen Parkraumerhebung vergleichen lassen. Wichtig war vor allem, dass genügend OWK in den Gebieten aufgenommen wurden, um die Methode anwenden zu können.

In Köln lag der Fokus auf der Identifizierung von unbewirtschafteten und mit Parkschein bewirtschafteten Parkständen sowie Parkständen für Bewohner. Als Testgebiet wurde das Wohngebiet um die Keupstraße gewählt. Das Kölner Testgebiet beinhaltet insgesamt folgende Straßen:

- Keupstraße (ab Holweiderstraße)
- Genovevastraße (bis Bergisch Gladbacher Straße)
- Heidkampstraße
- Holweiderstraße
- Zehntstraße
- Bergisch Gladbacher Straße (bis Caldwerkstraße).

Das Testgebiet wurde am 28.08.2018 vor Ort durch zwei geschulte Personen erhoben.

In Frankfurt lag der Fokus auf mit Parkschein bewirtschafteten Parkständen, Sonderparkstände und Bereichen mit eingeschränktem Halteverbot, die in diesem Gebiet hauptsächlich zum Be- und Entladen genutzt werden. Dazu wurde ein Gebiet am Rossmarkt ausgewählt, in dem folgende Straßen enthalten sind:

- Rossmarkt (von Katharinenpforte bis Am Salzhaus)
- Kaiserstraße (von Rossmarkt bis Kaiserplatz)
- Kaiserplatz
- Friedensstraße

Das Gebiet wurde am 09.11.2018 durch eine geschulte Person erhoben.

Um die Ergebnisse aus der OWK-Methode hinsichtlich der Qualität der Ergebnisse bewerten zu können, muss der aktuelle Zustand des Parkraums in den Testgebieten als „Ist-Zustand“ („Wahrheit“) bekannt sein. Dementsprechend wurden die beiden Testgebiete jeweils auf konventionelle Art erhoben. Dazu wurden die Testgebiete zu Fuß abgelaufen und die Parksituation wurde anhand von Markierungen und Straßenverkehrsschildern aufgenommen. Da in den meisten Straßenabschnitten der Testgebiete keine Markierungen zur Definition von Parkständen vorhanden sind, wurde die Annahme getroffen, dass ein Längsparkstand mit 6m bemessen ist. Dies ist ein wichtiger Erklärungsansatz für Unterschiede zwischen den Ergebnissen der OWK-Methode und denen der Erhebung (also der angenommenen „Wahrheit“). Die OWK-Methode berücksichtigt alle Fahrzeuge die unabhängig von der Fahrzeuglänge, die in den Testgebieten ordnungswidrig parkten. Bei der klassischen Verkehrserhebung wurde dabei nur die Länge der Parkräume, unabhängig von den Fahrzeugen, die tatsächlich dort parkten, bemessen. Dies muss bei dem Vergleich der „Wahrheit“ mit den errechneten Ergebnissen der OWK-Methode berücksichtigt werden und dies beeinflusst vor allem die Anzahl der Parkstände bei einer Adresse und weniger die Frage, ob an einer Adresse überhaupt ein Parkstand ist.

8.1.3 Ergebnisse für Köln

Zunächst werden alle OWK der zwölf Monate des Jahres 2017 gezogen und in einem Datensatz vereinigt. Somit ergeben sich 827.812 OWK für Köln, die jedoch nicht nur das Thema Parken abdecken. Für das Kölner Testgebiet Keupstraße liegen 8.005 OWK vor. Da nur OWK einbezogen werden können, für die die volle Adresse (Straße und Hausnummer) vorliegen, reduziert sich die Anzahl weiter auf 6.306. Von diesen enthalten wiederum 5.064 Informationen über Parkraum.

In Abbildung 1: Ergebnisse basierend auf der Erhebung (Eigene Darstellung, Kartengrundlage: Köln, 2018) ist der Parkraum, basierend auf der Erhebung im August 2018 dargestellt. Diese Darstellung ist der Referenzmaßstab für die „berechneten Werte“ basierend auf der OWK-Methode. Das gesamte Testgebiet ist, zur einfacheren Orientierung, in 6 Zonen eingeteilt. Das Testgebiet in Köln ist ein Bewohnergebiet, was bedeutet, dass Bewohner mit Bewohnerausweis von der Parkscheinpflicht ausgenommen sind. Außerdem gibt es reine Bewohner-Parkstände, die immer nur mit gültigem Bewohnerparkausweis genutzt werden dürfen.

In der Keupstraße befinden sich viele gastronomische Einrichtungen und es gibt einige Einkaufsmöglichkeiten, weshalb ein höherer Anteil an Kunden vermuten werden kann, als in den anderen Straßen des Testgebiets. Für die anderen Straßen wird vermutet, dass der größte Anteil des ruhenden Verkehrs durch Bewohner verursacht wird sowie, zu einem geringen Anteil, durch Beschäftigte. In dem Gebiet existieren Sonderparkstände für Schwerbehinderte. Weitere Besonderheiten in dem Gebiet sind eine Bildungseinrichtung in der Genevestraße sowie ein Schwimmbad in der Bergisch Gladbacher Straße.

Grundsätzlich kann die Aussage getroffen werden, dass die OWK-Methode geeignet erscheint, überhaupt Daten zu erfassen (vgl. Abbildung 2). Die genaue Anzahl der Parkstände in dem Testgebiet Köln zu berechnen funktionierte in einigen Zonen besser, als in anderen. Es können generelle Erklärungsansätze für die unterschiedliche Qualität der Ergebnisse der OWK-Methode (gemessen als Vergleich mit den Ergebnissen der Erhebung) identifiziert werden: In Bereichen, in denen längs im Straßenraum geparkt wird, ist das Ergebnis der OWK-Methode wesentlich besser, als beim Senkrechtparken. Das kann darauf zurückgeführt werden, dass Längsparkstände meistens genau einer Adresse zugeordnet werden können. Natürlich gibt es Längsparkstände, die sich beispielsweise zwischen zwei Adressen befinden. In diesem Fall liegt es im Ermessen des Kontrollpersonals, welche Hausnummer für die OWK vergeben wird, so dass hier Ungenauigkeiten entstehen können. Beim Senkrechtparken werden häufiger mehrere Parkstände, aufgrund der geringeren Fläche zur Straßenkante, einer Adresse zugeordnet, was die Berechnung auf einzelne Parkstände erschwert. In der Zone II stimmt die Berechnung der Anzahl der Parkstände gut mit den Erhebungsergebnissen überein. Über die OWK-Methode wurden insgesamt 81 Parkstände identifiziert. Erhoben wurden in diesem Bereich 85 Parkstände. Ebenso stimmen die Ergebnisse aus den Erhebungen und der OWK-Methode in Zone III nahezu überein (30/32). Auch in Zone III sind die Parkstände längs im Straßenraum angeordnet. Dass mit der OWK-Methode eine leicht von der Erhebung abweichende Anzahl an Parkständen identifiziert wird, kann auf die Annahme bei der Erhebung zurückgeführt werden, dass ein Parkstand 6 m beträgt. Die OWK-Methode, die echte Parkvorgänge berücksichtigt, bildet dementsprechend die Historie möglicherweise genauer ab.

Bei der Berechnung von Parkständen ist die Angabe der Adresse die wichtigste Information. Ist diese Angabe ungenau, kann der Parkstand nicht verortet werden. Schwierig sind deshalb, wie bereits oben beschrieben, „von-bis-Adressen“, die beispielsweise bei großen Wohnanlagen vorkommen oder wenn das Kontrollpersonal geparkte Fahrzeuge zwischen zwei Hausnummern zuordnet. Im westlichen Teil der Bergisch Gladbacher Straße in Zone IV ist genau dies der Fall: Auf der südlichen Straßenseite können keine konkreten Hausnummern einzelnen Parkständen zugeordnet werden. Neben dieser Tatsache, wurde die OWK-Methode durch die dort senkrechten angeordneten Parkstände erschwert. In Köln gibt es darüber hinaus eine Besonderheit in der Parkraumbewirtschaftung, die die Bewohner betrifft. Bewohner mit einem Nachweis für das entsprechende

Gebiet sind von der Parkscheinplicht befreit. Dementsprechend parken in dem Bereich des Testgebiets Fahrzeuge, die keine OWK wegen Parkens ohne Parkschein begehen. Das bedeutet, viele parkende Pkw sind nicht in den ausgewerteten Datensätzen enthalten und dementsprechend liegt eine geringere Datengrundlage vor. Für den östlichen Teil der Bergisch Gladbacher Straße liegen beispielsweise für die südliche Fahrbahnseite keine verwertbaren Daten zu OWK vor. So können die Abweichung in Zone VI erklärt werden, wobei die Berechnung auf der anderen Straßenseite sehr genau übereinstimmt. Ebenso stimmen die Berechnung und die Erhebung in der Zehntstraße annähernd exakt überein.

Weitere Ungenauigkeiten können außerdem durch eine temporäre Verkehrszeichenänderung im Jahr 2017 verursacht werden oder durch eine falsche Zuordnung der Tatbestandsnummer oder einer falschen Adresszuordnung des Kontrollpersonals. Was zuverlässig identifiziert werden kann, sind die Kategorien der Parkstände. Es können sehr genau die Bereiche mit Bewohnerparken und Parken mit Parkschein berechnet werden. Außerdem werden auch Behindertenparkstände an den richtigen Orten identifiziert. Ladezonen werden in dem Testgebiet in Köln nicht berücksichtigt (vgl. Abbildung 2).

Insgesamt ist für das Bewohnergebiet Keupstraße festzuhalten, dass die Datengrundlage in manchen Straßenabschnitten nicht ausreichte, um eine vollständige Berechnung der Zonen vorzunehmen. In Abschnitten, in denen viele OWK auf Parkständen längs der Fahrbahn aufgenommen und diese genau einer Adresse zugeordnet werden konnten, passen die Ergebnisse zwischen Berechnung und Erhebung gut überein.



Abbildung 1: Ergebnisse basierend auf der Erhebung
(Eigene Darstellung, Kartengrundlage: Köln, 2018)

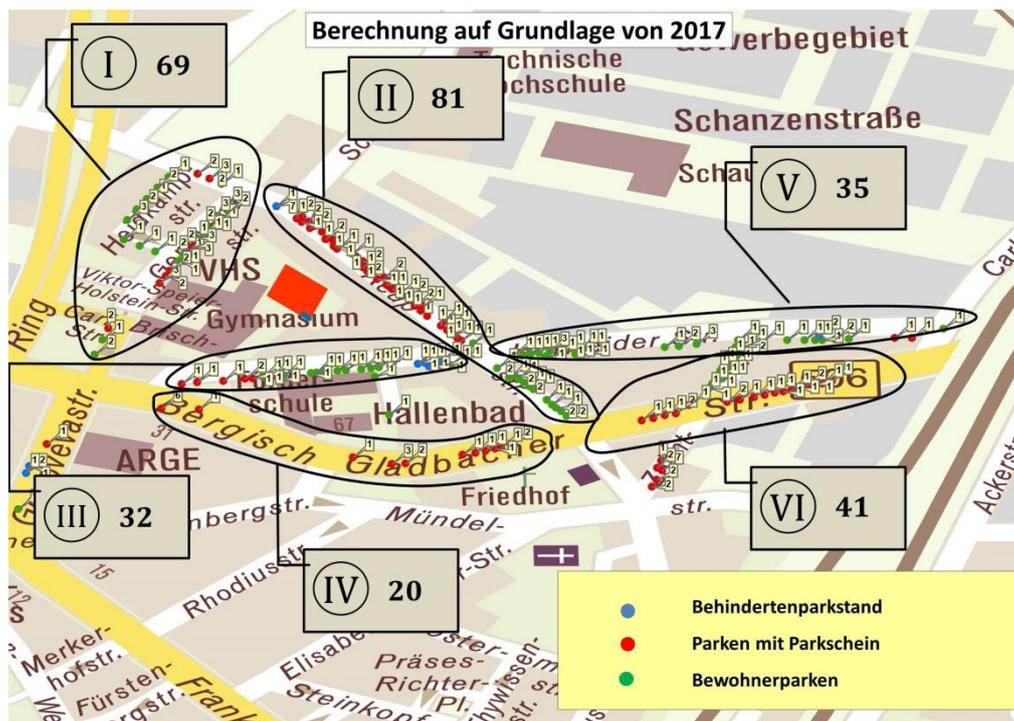


Abbildung 2: Ergebnisse basierend auf der Berechnung anhand von OWK
(Eigene Darstellung, Kartengrundlage: Köln, 2018)

8.1.4 Ergebnisse für Frankfurt

Insgesamt liegen für das Jahr 2017 in Frankfurt 775.990 OWK vor. Für das Testgebiet sind 28.317 OWK relevant. Nach Löschung von Einträgen, die ohne vollständige Adresse dokumentiert wurden, bleiben 22.584 OWK übrig. Insgesamt lassen sich 14.874 OWK identifizieren, die verarbeitbare Parkrauminformationen beinhalten. Somit lässt sich an dieser Stelle bereits feststellen, dass für eine kleinere Fläche in Frankfurt mehr OWK als für Köln vorliegen, was die Informationsdichte für die Analyse erhöht.

Abbildung 3 zeigt den Parkraum im Testgebiet in Frankfurt auf Grundlage der Erhebung Anfang November 2018. Die Ergebnisse bilden den Ist-Zustand im Jahr 2018 ab. Der Bereich ist vollständig bewirtschaftet und liegt im unmittelbaren Innenstadtkern. In dem Testgebiet sind vor allen Kunden, Lieferanten und Dienstleister zu vermuten. [Schäfer et. al., 2015] Die Parkstände sind mit Parkscheinautomaten mit einer Höchstparkdauer von 1h bewirtschaftet, so dass eine hohe Anzahl von Parkstandwechsel zustande kommt. Außerdem befinden sich im Testgebiet Bereiche in denen eingeschränktes Halteverbot gilt, die von Lieferanten als Ladebereich genutzt werden. Es befinden sich Parkstände für Schwerbehinderte und Parkstände für das Laden von E-Fahrzeugen in dem Bereich.

Grundsätzlich kann die Aussage getroffen werden, dass die OWK-Methode in Bereichen, in denen vollständig bewirtschaftet wird, zur Identifizierung von Parkständen, eingeschränkte Haltebereiche und Sonderparkplätze, bei einer hohen Datengrundlage, gut funktioniert (vgl. Abbildung 4). Abweichungen kommen hier u.a. durch eine Änderung der Straßenverkehrszeichen zustanden und durch ungenaue flexible Adresszuordnungen des Kontrollpersonals.

In Zone I zeigt die OWK-Methode eingeschränkte Halteverbote korrekt entsprechend der Erhebung an. Ebenso werden die mit Parkschein bewirtschafteten Parkstände richtig verortet. Die Abweichung der Anzahl kann

durch die Annahme von 6m pro Parkstand bei der Erhebung erklärt werden. Auch in Zone II wurde die Art der Parkstände durch die OWK-Methode richtig identifiziert. Neben Parkständen, die mit Parkscheinautomaten bewirtschaftet werden, befinden sich Behindertenparkstände in dem Gebiet. Im Jahr 2017 war in Zone II ein zusätzlicher Behindertenparkstand, der in der Erhebung von 2018 nicht mehr existiert. In der OWK-Methode, die sich auf 2017 bezieht, wird dieser aber noch identifiziert. Dennoch weicht die Anzahl der Parkstände für Schwerbehinderte aus der Erhebung und der Berechnung voneinander ab, auch wenn die Verortung richtig erfolgt. Ein Grund für die Abweichungen können Ungenauigkeiten bei den Adressen sein, die im Zusammenhang mit den OWK vom Kontrollpersonal aufgenommen wurden. In Zone III werden die Bereiche, in denen eingeschränktes Halteverbot gilt, richtig berechnet. Außerdem werden die Sonderparkstände für Elektrofahrzeuge identifiziert und entsprechend der Erhebung verortet. Der gleiche mögliche Grund für die Abweichung, wie in Zone II bei den Schwerbehindertenparkständen, kann an dieser Stelle angebracht werden: Ist ein kleiner Bereich zu identifizieren, wie beispielsweise ein einzelner Sonderparkstand, dann ist die Anzahl aus der Berechnung oft höher, als es tatsächlich der Fall ist, wenn der Sonderparkstand vom Kontrollpersonal angrenzenden Adressen zugeordnet wurde.

Insgesamt ist festzustellen, dass sowohl Art des Parkstandes, als auch die Verortung in Frankfurt gut funktioniert. Mögliche Gründe für das gute Ergebnis aus der Berechnung können sein, dass in dem Testgebiet eine hohe Anzahl an OKW als Datengrundlage vorliegen, dass der gesamte Bereich bewirtschaftet ist und dass nur längs entlang der Straße geparkt bzw. gehalten werden darf, so dass ein Parkstand mit höherer Wahrscheinlichkeit vom Kontrollpersonal einer genauen Adresse zugeordnet werden kann.

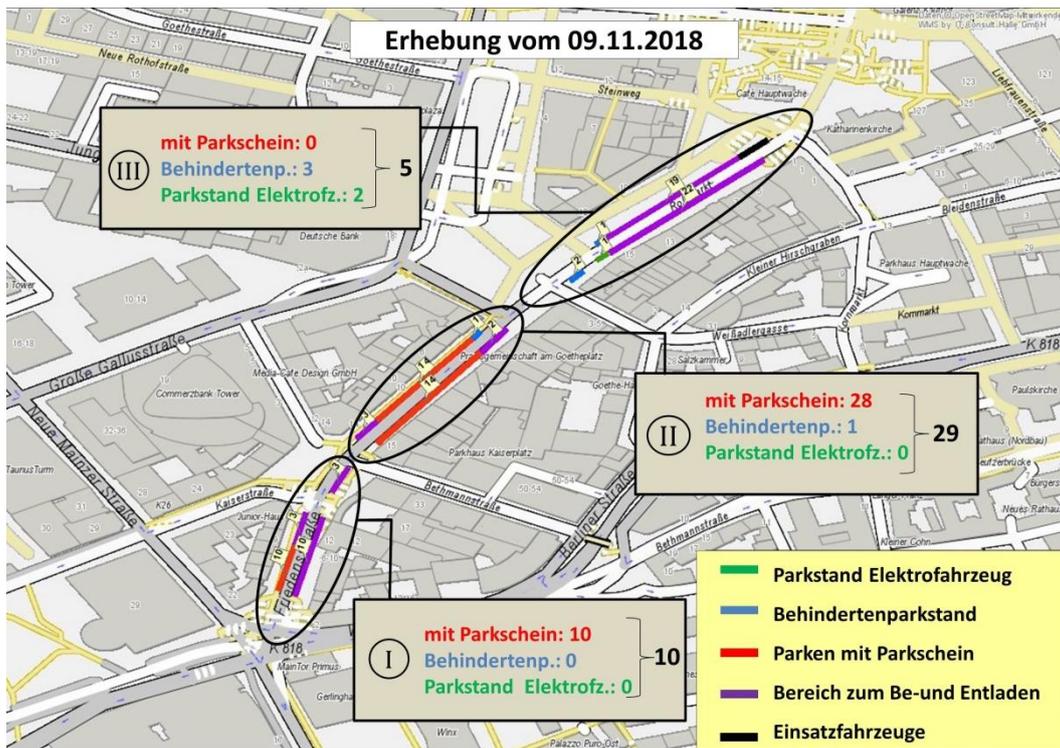


Abbildung 3: Ergebnisse basierend auf der Erhebung
(Eigene Darstellung, Kartengrundlage: OpenStreetMap, 2018)

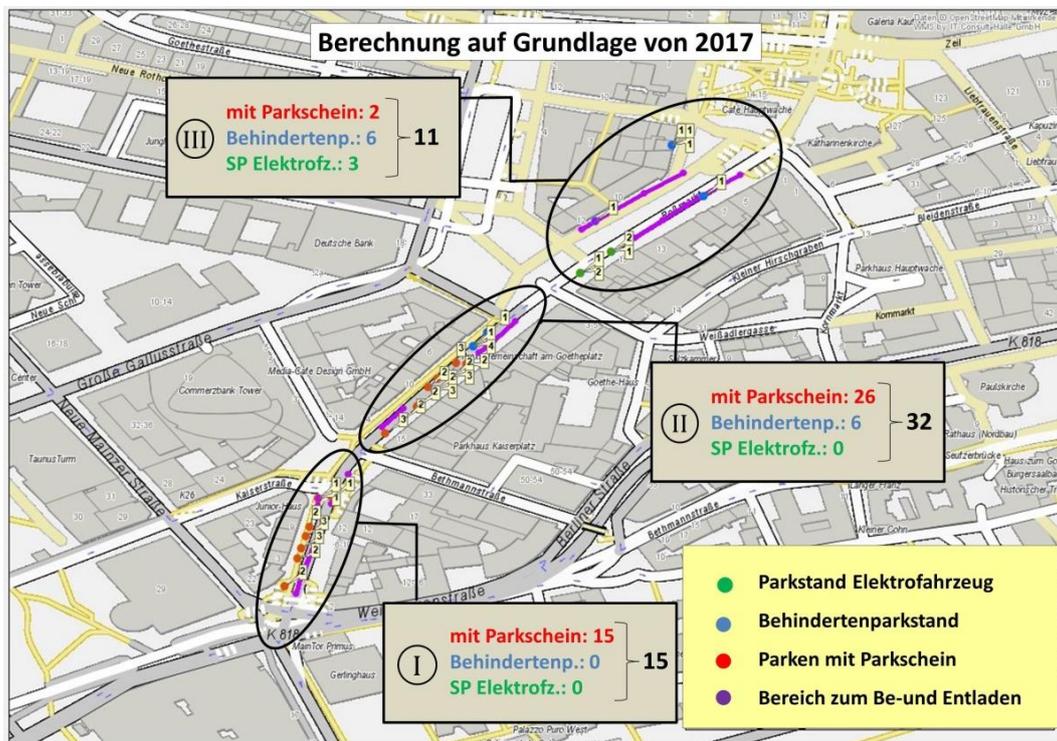


Abbildung 4: Ergebnisse basierend auf der Berechnung anhand von OWK
(Eigene Darstellung, Kartengrundlage: OpenStreetMap, 2018)

8.1.5 Fazit

Die unterschiedlichen Ergebnisse der beiden Testgebiete könnten darauf zurückzuführen sein, dass die Dichte der Kontrollen in dem Testgebiet Frankfurt deutlich höher ist als in dem Testgebiet Köln. Dementsprechend können folgende Thesen für die Nutzbarkeit der OWK-Methode aufgestellt werden:

- Die OWK-Methode kann nur für den öffentlichen Raum angewendet werden.
- Die OWK-Methode berechnet die Ergebnisse gut, wenn eine hohe Anzahl an OKW Daten vorliegen.
- Die OWK-Methode berechnet in Bereichen, die vollständig bewirtschaftet sind, genauere Ergebnisse.
- Die OWK-Methode berechnet genauere Ergebnisse, wenn die Parkstände längs der Fahrbahn angeordnet sind.
- Die OWK-Methode berechnet genaue Ergebnisse, wenn die Hausnummer direkt zu Parkständen zugeordnet werden können.

Ein großer Vorteil der OWK-Methode besteht darin, dass die Maximalanzahl der möglich parkenden Fahrzeuge berechnet wird, während die klassische Erhebung die Parkstandsanzahl über die Länge des Parkbereichs annimmt (wie z.B. 6 m).

Die OWK-Methode kann, nach der Auffassung des Forscherteams, angewendet werden, um einen ersten Überblick über die Aufteilung und die Bewirtschaftung des Parkraums zu gewinnen. Dabei werden, bei guter Datengrundlage, alle Bewirtschaftungsarten und Parkstandsarten erfasst. Außerdem könnten über die OWK weitere bauliche Gegebenheiten der Infrastruktur identifiziert werden, wie beispielsweise Radwege, Schutzstreifen oder Parken auf dem Gehweg. Mit den Daten aus der Historie, kann die Bewirtschaftung bzw. die Beschilderung aus der Vergangenheit rückwirkend visualisiert werden. Über die OWK kann außerdem die aktuelle Beschilderung identifiziert werden.

Die Methode kann somit angewendet werden, um aus den OWK Daten folgende Informationen zum Parkraum zu extrahieren:

- Anzahl der Parkstände
- Art der Parkstände
- Sonderparkstände
- Hinweise auf Infrastruktur
- Bewirtschaftung
- Adressen der Parkstände
- Geltungsbereiche der Beschilderungen

Die Anwendung der OWK-Methode erfordert, im Vergleich zu anderen Parkraumerhebungen, wenig Aufwand, da die nötigen Daten jeder Straßenverkehrsbehörde standardisiert vorliegen. Da es aber faktisch doch gewisse Unterschiede zwischen den Daten der jeweiligen Städte gibt, muss die Methode vorab einmalig an die jeweiligen Randbedingungen der Städte angepasst werden. Dementsprechend ist die Methode potentiell für alle deutschen Städte für den öffentlichen Raum anwendbar.

Bei der Anwendung in der Kommune sind einige Punkte zu empfehlen, die das Ergebnis verbessern könnten. Dazu gehört eine Überprüfung der Hausnummern. Doppel- bzw. „von-bis“-Hausnummern, können durch die Methode nur unter bestimmten Bedingungen berücksichtigt werden. Außerdem macht es Sinn, die OWK-Methode rollierend anzuwenden, so dass immer die letzten zwölf Monate abgebildet werden. So können einzelne Unstimmigkeiten, die beispielsweise auf einer falsch eingetragenen Adresse, relativiert werden. Es ist davon auszugehen, dass die Ergebnisse besser ausfallen, wenn bei der Datenaufnahme, also bei der Aufnahme der OWK, eine standardisierte Schreibweise der Adressen eingehalten wird. Besonders wichtig ist dabei, dass nur Adressen aufgenommen werden, die auch tatsächlich existieren, was durch eine automatische Prüfung bei der elektronischen Eingabe durch das Kontrollpersonal sichergestellt werden könnte. Außerdem ist es hilfreich, wenn OWK genau einer Adresse (Straße und Hausnummer) zugeordnet werden können. Andernfalls kann die Adresse nicht berücksichtigt werden, was zu einer Verringerung der Datenbasis führt. Es ist sinnvoll nach ersten Berechnungen durch die OWK-Methode, die Ergebnisse durch eine ortskundige Person zu überprüfen, um systematische Fehler in der Programmierung, die auf Besonderheiten der Daten basieren, zu identifizieren.

Kritisch ist zu sehen, dass die OWK-Methode nur für die Bereiche zu einem Ergebnis führt, in denen der Parkraum regelmäßig durch Kontrollpersonal begangen wird. Um gute Ergebnisse zu erzielen, müssen OWK vorliegen, was meist bedeutet, dass dieser Bereich bewirtschaftet ist. Die Methode ist also ungeeignet für privaten Raum, sowie für unbewirtschaftete, öffentliche Räume.

8.2 Lässt sich die Anzahl an Parkständen aus der Anzahl der verkauften Parkscheine schätzen?

Für diese Methode werden die Parkscheindaten aus Parkscheinautomaten und vom Handyparken, die in Kapitel 6 beschrieben wurden, ausgewertet.

8.2.1 Theoretischer Ansatz

Kann die Anzahl der verkauften Parkscheine an Parkscheinautomaten bzw. beim Handyparken als Maß für die Anzahl an Parkständen herangezogen werden? Wie dargestellt, liegen die Informationen für Köln vor. Konkret liegen fast 9 Mio. bezahlte Parkvorgänge vor (davon 7,6% per Handy).

Die Idee der zu überprüfenden Methode besteht darin zu zählen, wie hoch die maximale Anzahl der überlappenden Parkdauern gemäß Parkscheine bzw. Handyparken ist. Falls sich diese Methode als valide für Köln erweist, ist sie einsetzbar für andere Städte.

8.2.2 Entwicklung der Methode

Theoretisch könnte die Anzahl der verkauften Parkscheine an Parkscheinautomaten (PSA) ein Maß für die Anzahl der dort verfügbaren Parkstände sein. Handydaten lassen sich jedoch nur den Handyparkzonen zuordnen. Daher wird die Analyse auf Ebene der 84 Handyparkzonen durchgeführt, d.h. für diese 84 Handyparkzonen wird die Anzahl der Parkstände mit der Methode geschätzt und den Angaben der Stadt Köln gegenübergestellt.

Die Vorgehensweise der Schätzung der Anzahl der Parkstände in den Parkzonen ist wie folgt:

1. Aus dem erworbenen Parkscheinen wird die Uhrzeit berechnet, bis zu der das Auto maximal parken darf. Daraus ergeben sich (fiktive) Park-Episoden mit Datum und Uhrzeit für den Start sowie Datum und Uhrzeit für das Ende. Beim Handyparken handelt es sich nicht um fiktive, sondern tatsächliche Episoden, da beim Handyparken minutengenau abgerechnet wird.
2. Es wird angenommen, dass die Parkenden *im Durchschnitt* genau die Parkdauer bezahlen, die sie dann tatsächlich in Anspruch nehmen. Somit ist die fiktive Parkdauer gleich der maximalen Parkdauer gemäß Parkschein. Für Handyparker entspricht die tatsächliche Parkdauer sowieso der maximalen bezahlten Parkdauer.
3. Für jede der 84 Handyparkzonen wird die Anzahl der sich überlappenden Park-Episoden in jeder Minute des Jahres 2017 berechnet. „Minute“ ist die kleinste verfügbare zeitliche Einheit, woraus sich eine Überschätzung der Überlappungen ergeben könnte.
4. Für jede Handyparkzonen ist nun die maximale Anzahl an Überlappungen ein Maß für die Anzahl der Parkstände.

Erschwert wird diese Analyse in Köln durch das Bewohnerparken (der sogenannte „Rote Punkt“) sowie dem kostenlosen 15-Minuten-Parken.

Zuvor muss überprüft werden, ob die Angaben der Stadt Köln zur Anzahl an Parkständen an PSA noch (ausreichend) korrekt sind. Dies kann dadurch erfolgen, dass diese Angaben für das Testgebiet Keupstraße mit der eigenen Erhebung verglichen werden. Ein solcher Vergleich ist in Tabelle 7 zu sehen. 0,5 Parkstände in der eigenen Erhebung kommen dadurch zustande, wenn ein Parkstand nicht eindeutig einem, sondern nur zwei PSA zugeordnet werden konnte. Bis auf zwei Werte (PSA-Nr. 90000157 und 90000158) stimmen die Zahlen gut überein, so dass im Folgenden davon ausgegangen werden kann, dass Informationen der Stadt Köln zur Anzahl der Parkstände ein ausreichend valider Vergleichsmaßstab sind.

Tabelle 7: Parkstände laut Angaben der Stadt Köln und gemäß der eigenen Erhebung im Gebiet Keupstraße

PSA-Nr	Handyparkzone	Parkstände laut der Stadt Köln	Parkstände gem. eigener Erhebung im August 2018
90002179	500029	11	11,5
90002177	500029	11	9,5
90002180	500029	9	8
90002160	500029	9	9
90002178	500029	10	11,5
90002176	500029	10	9,5
90002175	500029	9	9
90002164	500029	25	25
90002165	500029	7	7
90002161	500029	10	10
90000155	500054	17	12

90001002	500110	50	51
90000160	500029	12	14
90000019	500029	10	10
90000665	500029	22	18
90000466	500029	15	Baustelle
90000157	500054	8	18
90000156	500054	8	6
90000158	500054	27	17
90000154	500110	13	22
Summe (ohne Baustelle)		278	278

8.2.3 Ergebnisse

Für 10 der 84 Handyparkzonen liegen keine Informationen zu Parkständen vor. Deshalb werden diese ausgeschlossen und es verbleiben 74 Handyparkzonen. Tabelle 8 ist zu entnehmen, dass die hier genutzte Methode (Spalte 2) die tatsächliche Anzahl an Parkständen (Spalte 1) systematisch unterschätzt. Dies zeigt sich an den negativen relativen Abweichungen in Spalte (3). In der Summe wird die Anzahl um 80% unterschätzt. Darüber hinaus gibt es große Variation der Abweichungen.

Tabelle 8: Maximale Anzahl zeitlich überlappender Parkscheine und offizielle Anzahl an Parkständen an PSA in Köln nach Handyparkzone

Handyparkzone	Parkstände laut der Stadt Köln	Parkstände geschätzt basierend auf Parkscheinverkäufe	Abw. in %
	(1)	(2)	(3)
500001	319	69	-78%
500002	13264	1125	-92%
500003	2236	724	-68%
500004	691	101	-85%
500005	3824	192	-95%
500006	286	76	-73%
500007	694	87	-87%
500008	658	234	-64%
500009	31	18	-42%
500010	408	80	-80%
500011	389	125	-68%
500012	429	165	-62%
500014	141	37	-74%
500015	79	68	-14%
500016	711	56	-92%
500017	59	21	-64%
500018	53	46	-13%
500019	88	51	-42%
500020	30	29	-3%

500021	72	43	-40%
500022	1293	243	-81%
500023	97	84	-13%
500024	59	41	-31%
500027	34	11	-68%
500028	303	154	-49%
500029	1111	169	-85%
500030	9	7	-22%
500031	13	15	15%
500032	12	6	-50%
500033	15	16	7%
500034	6	4	-33%
500035	87	69	-21%
500036	6	6	0%
500037	25	9	-64%
500038	23	12	-48%
500039	6	7	17%
500040	52	17	-67%
500041	88	9	-90%
500043	5	8	60%
500044	21	19	-10%
500045	67	28	-58%
500047	147	97	-34%
500049	45	21	-53%
500050	259	58	-78%
500052	57	38	-33%
500053	9	4	-56%
500054	60	42	-30%
500055	221	26	-88%
500056	32	41	28%
500057	1427	201	-86%
500058	6	5	-17%
500059	821	69	-92%
500060	312	87	-72%
500061	32	22	-31%
500062	43	22	-49%
500063	10	9	-10%
500064	255	249	-2%
500065	1175	179	-85%
500066	6	13	117%
500101	426	351	-18%
500102	870	364	-58%
500103	343	97	-72%
500105	166	58	-65%
500107	379	553	46%
500109	152	49	-68%
500110	959	430	-55%
500111	146	41	-72%
500112	3642	445	-88%
500113	967	120	-88%
500114	724	189	-74%
500115	25	21	-16%

500116	120	159	33%
500117	125	26	-79%
500118	1236	239	-81%
Summe	42991	8606	-80%

8.2.4 Fazit

In diesem Kapitel wurde versucht, mit Hilfe einer einfachen Methode aus den verkauften Park Parkscheine an Parkscheinautomaten und aus dem Handyparken, die Anzahl an Parkständen zu ermitteln. Die hier angewandte einfache Methode eignet sich nicht zu Generierung von Informationen über Parkraum: Die Anzahl an Parkständen wird deutlich unterschätzt. Es wurde allerdings weder das Bewohnerparken noch das kostenlose 15-Minuten-Parken oder Falschparker berücksichtigt. Wenn diese einbezogen werden, werden die Ergebnisse tendenziell besser, die Analysen jedoch deutlich kompliziert, da statistische Verfahren angewendet werden müssen.

8.3 Wie unterscheidet sich die bezahlte Parkdauer zwischen Handyparken und Parkscheinen am Automaten?

Als nächstes steht die Frage im Fokus, wie sich die bezahlte Parkdauer zwischen den beiden Bezahlmethoden (Handyparken und Parkscheine am Automaten) unterscheidet. Diese Frage wurde im Rahmen des Workshops am 09.10.2018 zum Zwischenstand von Seiten der Partnerkommunen gestellt.

8.3.1 Theoretischer Ansatz

Durch Handyparken (HP) ergeben sich für die Parkenden gewisse Vorteile [Köln, 2017]⁵, die zu einer höheren Zahlungsbereitschaft führen könnten:

1. Dadurch, dass die Bezahlung bargeldlos erfolgt, kann angenommen werden, dass die Zahlungsbereitschaft höher ist, da das Problem des „nicht passenden Bargelds“ entfällt.
2. Auch die höhere Bequemlichkeit (für das Starten des bezahlten Parkvorgangs muss das Auto nicht verlassen werden), könnte die Zahlungsbereitschaft erhöhen.
3. Der Vorteil, dass die Parkdauer flexibler ist, führt ebenfalls wahrscheinlich zu einer höheren Zahlungsbereitschaft und darüber hinaus zu genaueren Daten bzgl. der Parkdauer.
4. Dasselbe ergibt sich aus der Tatsache, dass nur die tatsächlich geparkte Zeit berechnet wird.

Es stellt sich daher die Frage, ob HP zu anderen (längeren) bezahlten Parkzeiten führt als Park Parkscheine.

Ausgeschlossen werden muss bei der Analyse das sogenannte 15-Minuten-Parken und das Anwohnerparken. 7,7% der hier analysierten Parkvorgänge basieren auf Handyparken.

⁵ <https://www.stadt-koeln.de/leben-in-koeln/verkehr/parken/handy-parken-koeln>

8.3.2 Entwicklung der Methode

Um nicht verschiedene Preise und Orten zu vergleichen, findet die Gegenüberstellung immer für die Handyparkzonen statt. Wenn nicht genug Beobachtungen für beide Bezahlarten verfügbar sind (Parkscheine und Handyparken) werden die entsprechenden 12 Zonen weggelassen. Darüber hinaus bleiben Zonen außen vor, in denen die Höchstparkdauer nicht einheitlich geregelt ist.

8.3.3 Ergebnisse

Tabelle 9 zeigt die mittlere Parkdauer und den durchschnittlich gezahlten Betrag für Parkscheine aus PSA und Handyparken. Die letzte Zeile von Tabelle 9 zeigt, dass es im Durchschnitt beträchtliche Unterschiede gibt: Die durchschnittliche Parkdauer ist bei Handyparken 22% länger und der bezahlte Preis sogar 55% höher. In 53 der 69 (=77%) Zonen ist die durchschnittliche Parkdauer bei Handyparken höher. Detailliertere Vergleiche finden sich im Anhang 5 in Tabelle A 4. Dort wird bspw. auch der Median (der mittlere Wert) ausgewiesen. Dieser und andere Maßzahlen bestätigen im Kern – wenn auch quantitative in geringerem Maße – die Ergebnisse aus Tabelle 9.

Tabelle 9: Durchschnittlicher Parkdauer (in Minuten) und durchschnittlich ausgegebener Betrag (in €) im Vergleich von Parkscheinen und Handyparken nach Handyparkzonen.

Zone	Preis pro 20 Minuten in Euro	Höchstparkdauer in Minuten	Dauer in Minuten		Betrag in €	
			Parkschein	Handy	Parkschein	Handy
500001	1,00	240	52	121	2,59	4,31
500002	1,00	240	57	102	2,85	4,15
500003	0,50	240	57	134	1,42	2,23
500004	1,00	240	49	105	2,46	3,84
500005	1,00	240	57	94	2,83	3,78
500006	0,50	240	77	99	1,91	2,29
500007	0,50	240	65	100	1,62	2,02
500008	0,50	120	54	81	1,36	1,49
500009	0,50	240	105	138	2,62	3,00
500010	0,50	240	56	105	1,40	2,00
500011	0,50	240	57	127	1,42	2,59
500012	0,50	240	58	89	1,44	1,91
500014	0,50	240	52	84	1,29	1,88
500015	0,50	120	60	64	1,48	1,65
500016	1,00	840	65	104	3,23	3,89
500017	1,00	240	35	78	2,50	3,38
500018	0,50	240	69	122	1,71	2,56
500019	0,50	120	68	73	1,70	1,85
500020	0,50	240	78	144	1,94	2,91
500021	0,50	480	52	99	1,31	1,68
500022	0,50	240	58	112	1,45	2,43
500023	0,50	120	54	79	1,29	1,94
500024	0,50	240	50	61	1,25	1,54
500029	0,50	240	63	113	1,56	2,76
500030	0,50	240	51	141	1,28	2,42
500031	0,50	20	36	30	0,82	1,03
500032	0,50	20	29	28	0,74	1,08
500033	0,50	120	55	92	1,37	2,10
500034	0,50	120	56	59	1,40	1,48
500035	0,50	240	53	43	1,28	1,32
500036	0,50	20	33	29	0,83	0,80
500037	0,50	60	40	44	1,00	1,40
500038	0,50	540	90	118	2,26	2,31
500039	1,00	20	32	27	1,62	1,45
500040	1,00	60	41	46	2,04	2,52
500041	1,00	120	60	74	3,02	3,50
500043	1,00	240	49	63	2,54	2,83

500044	1,00	240	62	55	3,16	2,45
500045	0,50	120	47	62	1,16	1,41
500047	0,50	240	82	118	2,03	2,52
500049	1,00	240	45	64	2,27	2,86
500050	0,50	240	87	144	2,17	2,88
500052	0,50	120	45	37	1,14	1,19
500053	1,00	240	51	155	2,63	3,83
500054	0,50	120	60	80	1,50	1,95
500055	1,00	240	71	200	3,54	5,99
500056	0,50	240	78	115	1,95	2,76
500057	0,50	240	87	104	2,16	1,97
500058	1,00	240	56	129	2,81	5,90
500059	0,50	240	79	186	1,99	2,43
500060	0,50	240	89	84	2,22	1,81
500061	0,50	120	47	98	1,17	1,48
500062	0,50	120	46	125	1,15	1,58
500063	0,50	120	45	127	1,13	1,44
500064	0,50	840	142	275	3,55	6,20
500065	0,50	180	84	120	2,11	2,46
500100	0,50	540	373	361	3,22	3,32
500101	0,50	840	592	279	3,31	2,95
500102	0,50	720	401	314	2,93	3,10
500103	0,50	600	111	88	1,59	1,59
500105	0,50	600	158	147	1,89	2,03
500107	0,50	540	415	419	3,51	3,85
500109	0,50	960	573	344	2,89	2,93
500112	0,50	720	353	191	2,76	2,21
500114	0,50	420	236	291	2,79	2,89
500115	0,50	240	77	159	1,76	2,08
500116	0,50	420	238	242	2,70	2,48
500117	0,50	660	231	491	2,34	3,35
500118	0,50	540	225	195	2,44	2,04
Total	0,68	4,88	103	126	2,21	3,44

8.3.4 Fazit

Aus mehreren Gründen erscheint es plausibel, dass mit Handyparken höhere Parkdauern ermittelt werden als mit konventionellem Parken:

- Die bessere Kontrolle über die gezahlte Gebühr (nur die tatsächliche Parkdauer wird bezahlt) erhöht die Zahlungsbereitschaft.
- Das Parken mit „abgelaufenem Parkschein“ ist per Definition nicht möglich. Dieser Punkt würde bedeuten, dass sich die tatsächliche Parkdauer nicht unterscheidet, aber der bezahlte Betrag.

Allerdings kann aus den Ergebnissen und diesen Überlegungen trotzdem noch nicht geschlossen werden, dass mit Hilfe von Handyparken höhere Einnahmen generiert werden können. Dies liegt daran, dass das empirische Ergebnis auch durch andere Faktoren erzeugt worden sein kann: So ist es beispielsweise denkbar, dass gerade Langzeitparker eher Handyparken verwenden.

Das Ergebnis ist aber noch aus einem anderen Grund bemerkenswert: Manchmal wird behauptet, es käme zu einem Überzahlen von Parkgebühren (bei Parkscheinen aus Automaten), da Fahrer nicht genau abschätzen könnten, wie lange sie tatsächlich parken werden, oder die Gebührenstruktur sie dazu zwingen würde (INRIX, 2017). Wenn der Vermutung gefolgt wird, dass Handyparkgebühren näher an der wahren Parkdauer liegen, dann widerspricht das Ergebnis dieses Kapitels dieser Aussage.

8.4 Wie verteilt sich die Parkraumnachfrage nach Tageszeit?

Im Folgenden wird die Verteilung der Parkscheine nach Tageszeit untersucht. Dabei wurde wieder auf die Parkschein aus den Parkscheinautomaten sowie vom Handyparken in Köln zurückgegriffen.

8.4.1 Theoretischer Ansatz

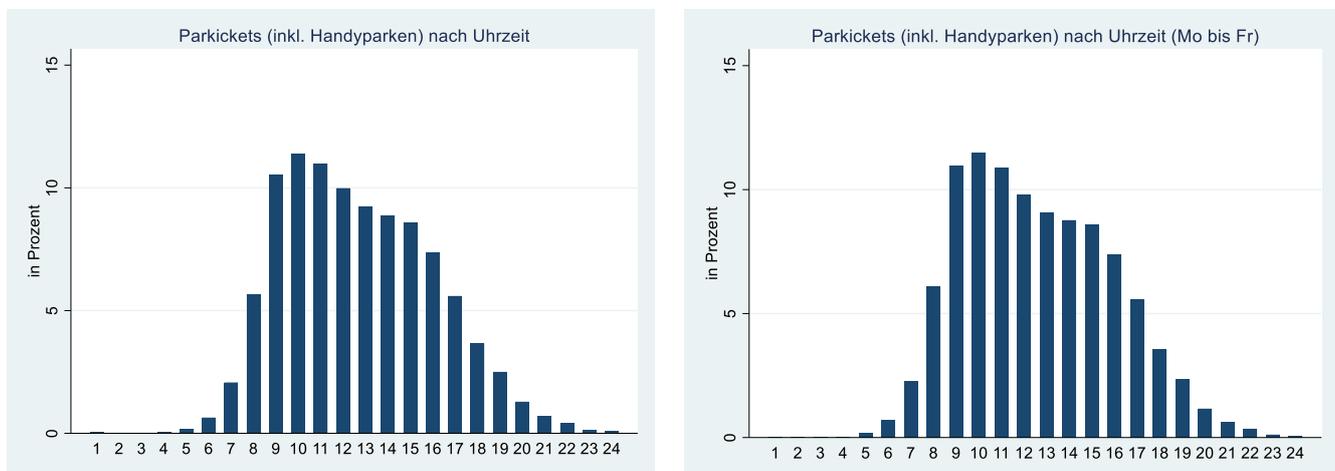
Für die Verkehrsplanung sind Informationen über die zeitliche Verteilung der Nachfrage nach On-Street-Parkraum (sogenannte Ganglinien) von Interesse. Aus der Anzahl der verkauften Parkscheine an PSA sowie per Handy lassen sich hierfür hilfreiche Informationen gewinnen.

8.4.2 Entwicklung der Methode

Aus den Start-Zeiten der Parkscheine lassen sich Informationen bezüglich der Zugänge (Zufahrten) zu den Parkständen ableiten. Entsprechend liefern die Endzeiten der Parkscheine ungefähre Informationen zu den geplanten Abfahrtszeiten an den Parkständen. Beim Handyparken ist es in der Regel die tatsächliche Abfahrtszeit.

8.4.3 Ergebnisse

Abbildung 5 stellt den stündlichen Anteil gekaufter On-Street Parkschein (inkl. Handyparken) nach Tageszeit in Köln dar. Dies entspricht gleichzeitig den Zugängen zu den Parkständen. Demnach werden ca. 12 Prozent aller Parkscheine von 10:00 bis 11:00 Uhr gekauft. Eine Abweichung von diesem Schema ist sonntags ersichtlich, wo es mit 11:00 bis 12:00 und 15:00 bis 16:00 zwei lokale Maxima gibt. Am Samstag wird das Maximum erst von 11:00 bis 12:00 Uhr erreicht.



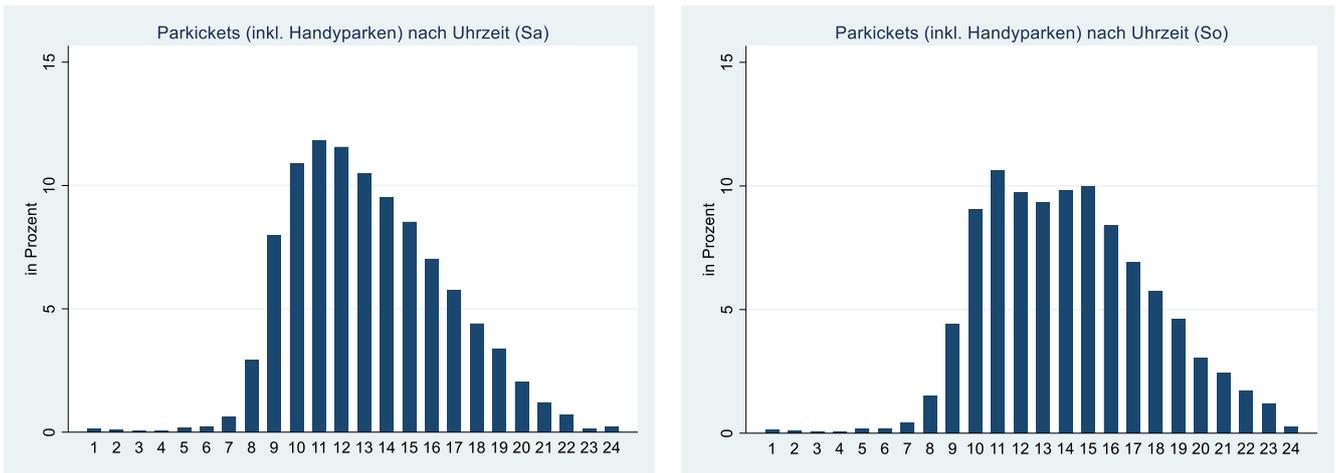


Abbildung 5: Anteil gekaufter On-Street Parkscheine (inkl. Handyparken) nach Tageszeit in Köln (Zugänge zu Parkständen)

Während Abbildung 5 die tatsächlichen Zugänge in die Parkstände nach Uhrzeit darstellt, gibt Abbildung 6 einen Überblick über die geplanten Abgänge aus den Parkständen nach Uhrzeit. Es ist zu sehen, dass diese weniger stark konzentriert sind und sich gleichmäßiger auf die Zeitspanne 10:00 bis 18:00 Uhr verteilen.

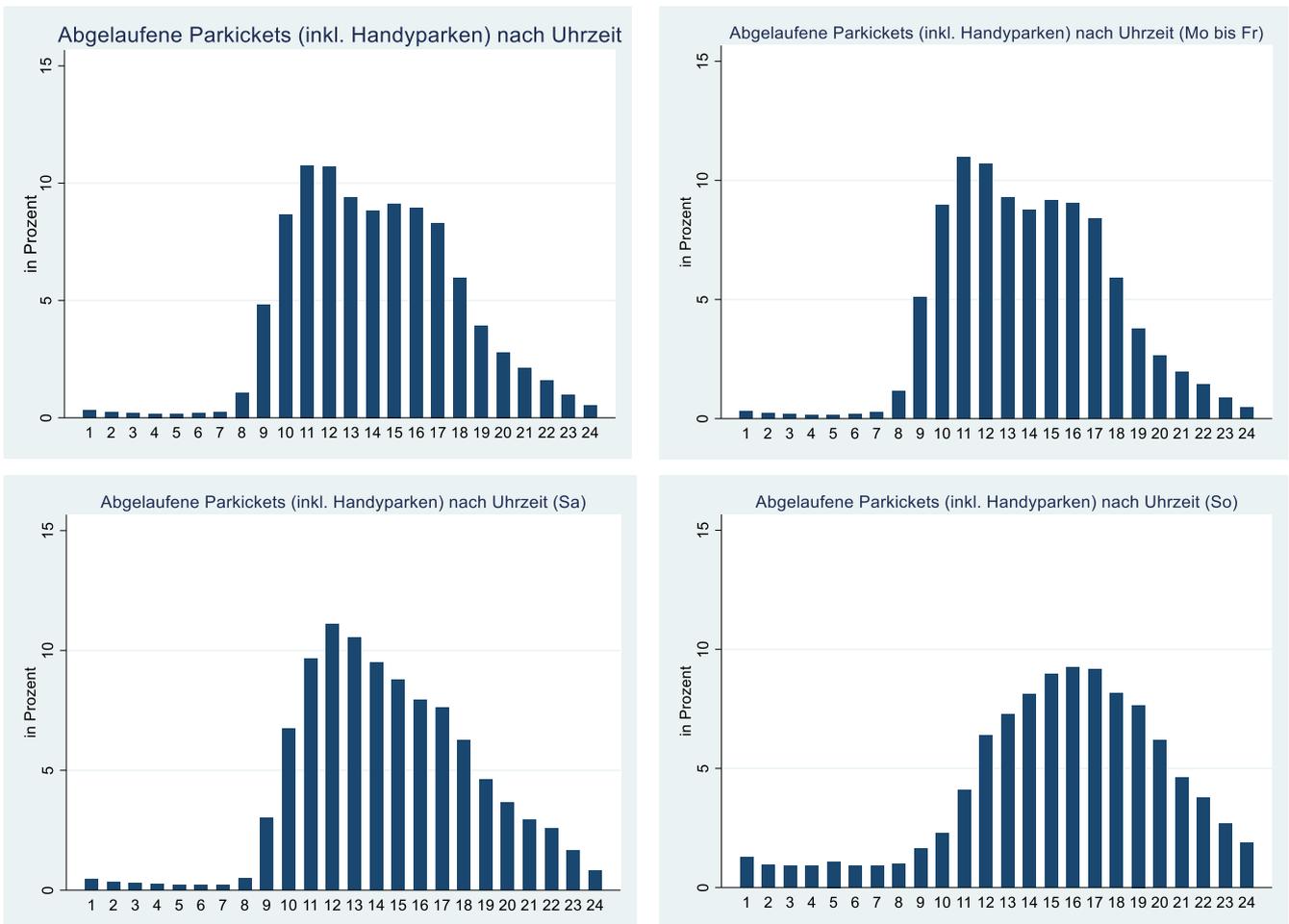


Abbildung 6: Anteil abgelaufener On-Street Parkscheine (inkl. Handyparken) nach Tageszeit in Köln (Abgänge aus Parkständen) (Eigene Darstellung)

8.4.4 Fazit

Daten von Parkscheinen (aus PSA und Handyparken) sind gut geeignet, um die Nachfrage nach On-Street-Parkraum zu analysieren, wobei es sich zunächst nur um Zufahrten zu und Abfahrten von den Parkständen und nicht die aktuelle Auslastung handelt. Eine detaillierte Diskussion zu Bestandsgrößen (Auslastung) versus Stromgrößen (Zugänge und Abgänge) ist in Kapitel 8.5 **Fehler! Verweisquelle konnte nicht gefunden werden.** zu finden.

8.5 Welche Informationen lassen sich aus Parkhausdaten gewinnen?

Im Folgenden wird erläutert, wie aus den uns vorliegenden Datensätzen aus den Parkhäusern in Frankfurt Aussagen zu Einfahrten, Ausfahrten und Parkdauer generiert werden.

8.5.1 Theoretischer Ansatz

Für die Verkehrsplanung und insbesondere die Preispolitik der Parkhäuser ist es von Interesse, detaillierte Informationen über Umfang und zeitlicher Variation der Nachfrage nach Parkraum zu haben. Dabei ist nicht nur die **Auslastung** nach Uhrzeit (und ggf. Wochentag bzw. Datum) relevant, was eine **Bestandsgröße** zu einem bestimmten Zeitpunkt ist (z.B. Anzahl der Parkenden in Relation zur Kapazität des Parkhauses am 01.06.2017 um 13:00 Uhr). Darüber hinaus sind auch **Stromgrößen** von Interesse: Wie viele PKW fahren in einem bestimmten Zeitintervall (z.B. **Einfahrten** um 13:00 – 14:00 Uhr) in das betrachtete Parkhaus und wie viele verlassen das Parkhaus (**Ausfahrten** um 13:00 – 14:00 Uhr). Unter bestimmten Annahmen lässt sich aus dem Vorliegen von Strom- und Bestandsgrößen die durchschnittliche **Parkdauer** ermitteln. In den betrachteten Parkhäusern sind die Parkscheinpreise zwar unterschiedliche, diese ändern sich jedoch nicht über die Zeit, sodass Preiseffekte bei der Änderung der Auslastung keine Rolle spielen.

8.5.2 Entwicklung der Methode

Es liegen die Daten aus dem Parkleitsystem (PLS) Frankfurt (siehe Anhang 2) vor. Diese beinhalten für den Zeitraum 1.4.2017 bis 31.12.2017 in 5-Minuten Intervallen Informationen zum aktuellen **Bestand an Kurzparkern** und zur **maximalen Anzahl an Stellplätzen** für Kurzparker. Der Quotient aus beiden ist der Auslastungsgrad des Parkhauses.

Zudem liegen uns **stündliche Daten der Einfahrten** in die Parkhäuser und **Ausfahrten** aus den Parkhäusern vor (vgl. Kap. 7.3). Da uns diese Daten in Form von PDF-Dateien geliefert wurden, mussten diese relativ aufwendig konvertiert werden. Daher wurde hier beispielhaft das Parkhaus Hauptwache betrachtet.

Beim Zusammenspiel der Bestandsdaten mit den Stromdaten müssen die Bestandsdaten auf stündliche Daten umgerechnet werden. Grundsätzlich gibt es den folgenden Zusammenhang zwischen beiden: B_t sei der Bestand an Kurzparkern zum Ende der Stunde t aus den Daten des PLS. Z_t seien die Zugänge (Einfahrten) und A_t die Abgänge (Ausfahrten) in der Stunde t . Zwischen diesen gibt es nun den folgenden definatorischen

Zusammenhang $B_t = B_{t-1} + Z_t - A_t$. Umgeformt folgt daraus, dass die Veränderung des Bestands über der Zeit ($B_t - B_{t-1}$) per Definition der Differenz aus Ein- und Ausfahrten entsprechen muss ($Z_t - A_t$).

Wenn Stationarität des Bestandes gegeben ist (also Einfahrten = Ausfahrten) lässt sich die durchschnittliche Parkdauer errechnen (Egle, 1977). Diese Stationaritätsannahme ist nicht für einzelne Stunden gerechtfertigt (wie die Ergebnisse zeigen werden). Dagegen ist sie für ganze Tage und somit $s = 1, \dots, 24$ Stunden nahezu erfüllt, d.h. $\sum_{s=1}^{24} Z_i \approx \sum_{s=1}^{24} A_i$. Nun lässt sich die durchschnittliche Parkdauer in Stunden für einen Tag errechnen als

$$D \approx \frac{\frac{1}{24} \sum_{s=1}^{24} B_i}{\frac{\sum_{s=1}^{24} Z_i}{\sum_{s=1}^{24} A_i}} \approx \frac{\frac{1}{24} \sum_{s=1}^{24} B_i}{\sum_{s=1}^{24} A_i}$$

8.5.3 Ergebnisse

In Abbildung 7 sind die Häufigkeitsverteilungen (sog. Histogramme) des Auslastungsgrades in Prozent zu sehen. Auffällig ist, dass fast alle Parkhäuser am häufigsten eine Auslastung von unter 50% aufweisen. Gleichzeitig spielt die Vollausslastung in nur wenigen Parkhäusern (Römer, Hauptwache, Alter Oper) eine Rolle. Dies wird auch deutlich, wenn die Zahlenwerte betrachtet werden (Tabelle 10). Allerdings muss bei dieser Betrachtung berücksichtigt werden, dass auch Nachtzeiten in den präsentierten Daten enthalten sind. Daher zeigt Abbildung 8 die entsprechenden Daten für den Zeitraum zwischen 6:00 und 20:00 Uhr. Wie erwartet erhöht sich damit die mittlere Auslastung, wobei die zentralen Ergebnisse unverändert bleiben.

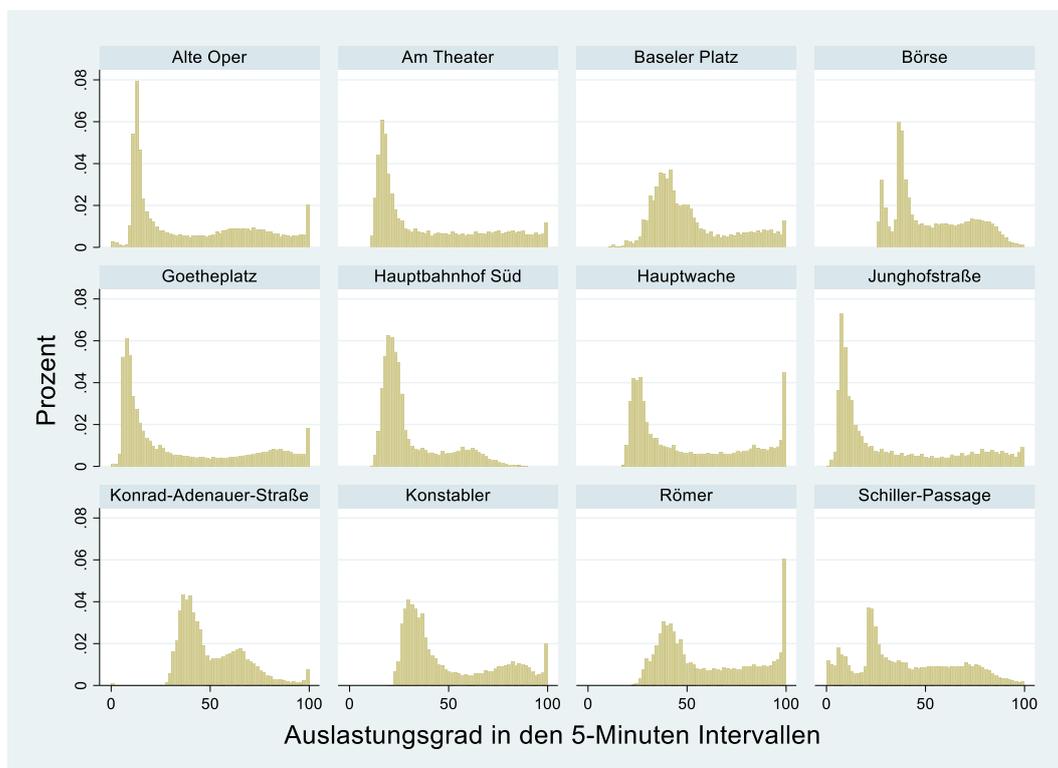


Abbildung 7: Häufigkeitsverteilungen (Histogramme) des Auslastungsgrads (in %) (Eigene Darstellung)

Tabelle 10: Häufigkeit von voll ausgelasteten Parkhäusern

	Häufigkeit der 100%-Auslastung	Häufigkeit der 95%-Auslastung
Alte Oper	2,3%	5,5%
Am Theater	1,4%	4,1%
Baseler Platz	1,0%	4,4%
Börse	0,1%	0,6%
Goetheplatz	1,3%	5,0%
Hauptbahnhof Süd	0,0%	0,0%
Hauptwache	4,3%	11,3%
Junghofstraße	1,1%	3,5%
Konrad-Adenauer-	0,5%	1,9%
Konstabler	1,2%	5,3%
Römer	4,2%	15,0%
Schiller-Passage	0,1%	0,8%
Total	1,4%	4,8%

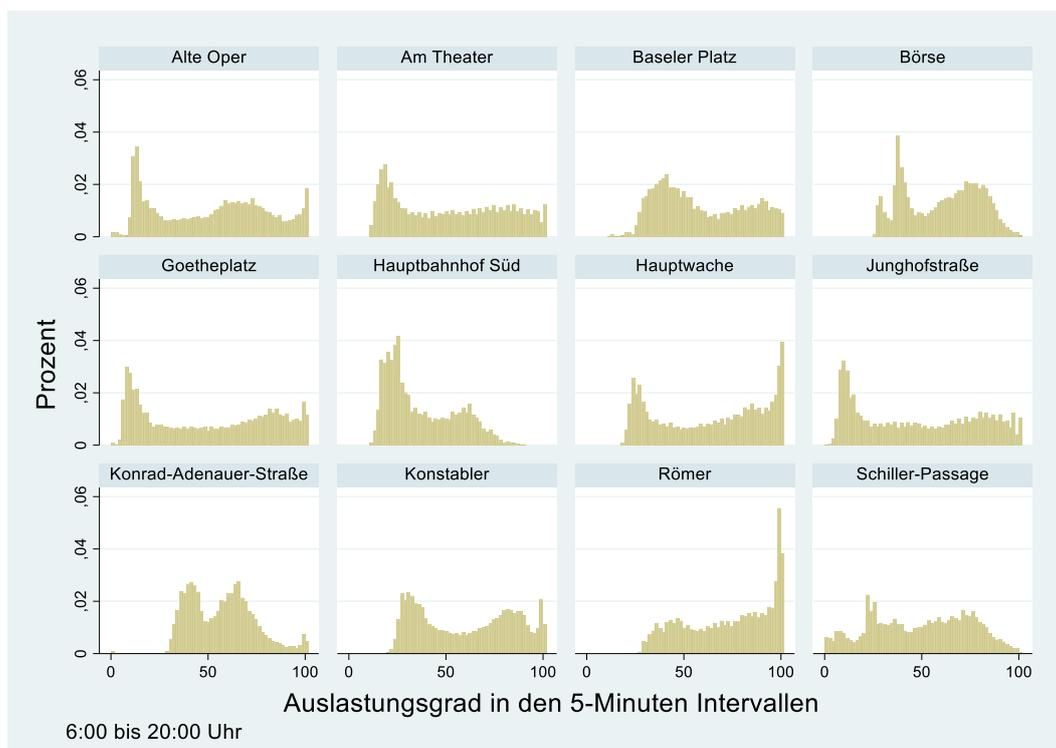


Abbildung 8: Häufigkeitsverteilungen (Histogramme) des Auslastungsgrads (in %) für 06:00 bis 20:00 Uhr (Eigene Datstellung)

Um nun Variation über den Tag besser zu verstehen, zeigt Abbildung 9 den durchschnittlichen Auslastungsgrad nach Stunde an. Es wird deutlich, dass das Maximum jeweils gegen Mittag erreicht wird, wobei es bei den Parkhäusern „Alte Oper“ und „Am Theater“ am Abend noch einmal Anstiege gibt.

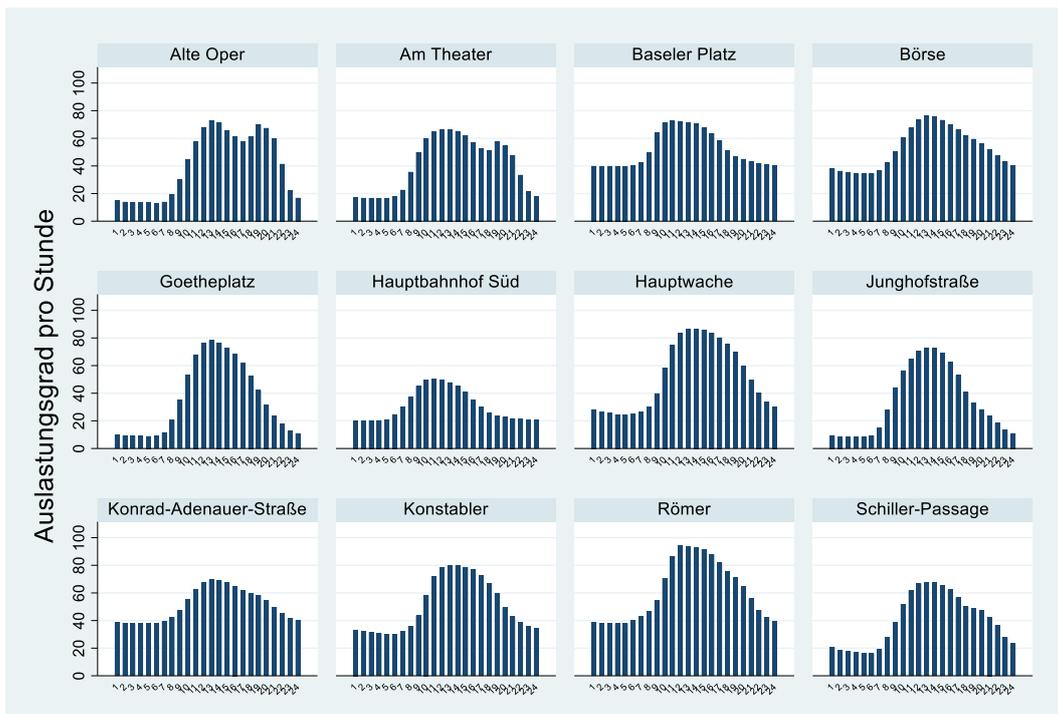


Abbildung 9: Durchschnittlicher Auslastungsgrad (in %) nach Stunde (Eigene Darstellung)

Bisher wurden Bestandsdaten betrachtet. Um die Dynamik des Parkverkehrs zu erfassen, ist die Analyse von Stromgrößen, also Einfahren und Ausfahren, besonders nützlich. Dies geschieht im Folgenden für das Parkhaus Hauptwache, was sich durch seine besondere Lage in der Nähe der großen Einkaufsfußgängerzone Zeil auszeichnet. In Abbildung 10 sind absoluten Anzahlen an Einfahrten und Ausfahrten nach Stunde am Tag dargestellt. Zur Einordnung der Größenordnung: In dem Parkhaus stehen 426 Stellplätze für Kurzparker zur Verfügung. Die Maximale Anzahl an Einfahrten ist zwischen 11:00 und 12:00 Uhr zu beobachten. Die meisten Ausfahrten dann von 18:00 bis 19:00 Uhr.

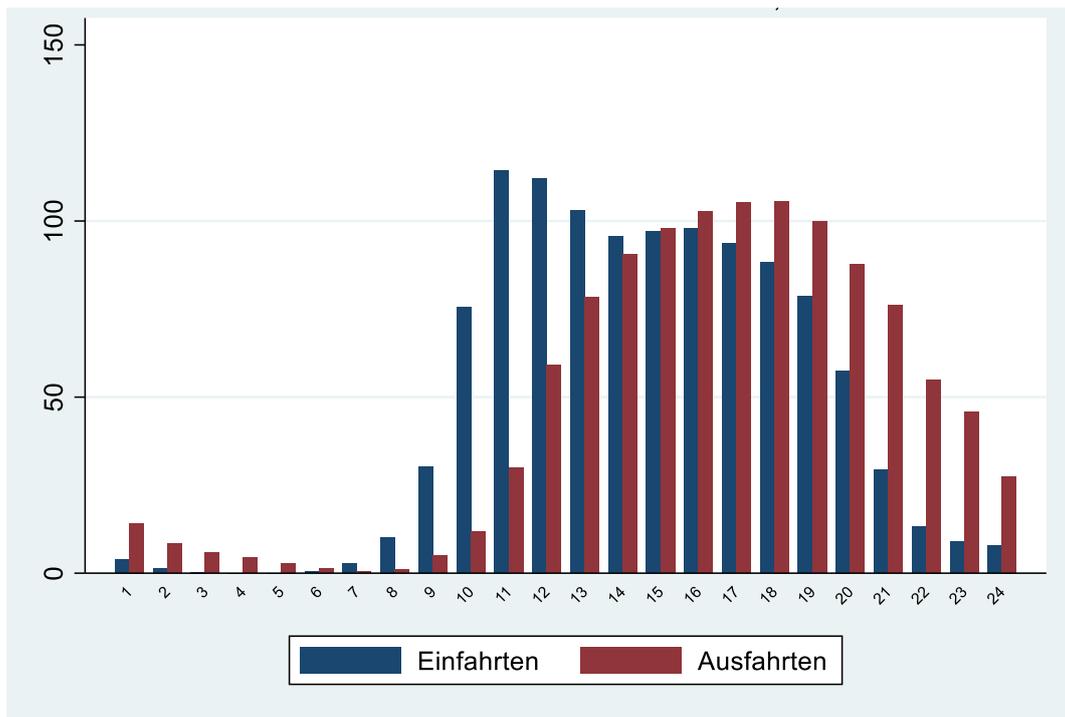


Abbildung 10: Absolute Anzahl an Einfahrten und Ausfahrten nach Uhrzeit – Parkhaus Hauptwache (Eigene Darstellung)

Wie oben dargestellt, lässt sich die durchschnittliche Parkdauer approximativ aus dem Quotienten aus Bestand und Zugängen schätzen. Die Ergebnisse in Abbildung 11 sind nach Wochentag dargestellt und zudem ist neben dem Durchschnitt (arithmetischen Mittel) auch der mittlere Wert (Median) dargestellt. Da sich die beiden kaum unterscheiden, muss der Unterschied nicht weiter diskutiert werden. Die durchschnittliche Parkdauer ist sonntags deutlich länger. Insgesamt überrascht der hohe Wert von 4,5 bis 5 Stunden. Der Vergleich mit der Dauer von Parkscheine in Köln (vgl. 8.3) lässt gewissen Zweifel an der Validität der Methode und/oder der Daten aufkommen. Dort wurden für den On-Street Bereich durchschnittliche Parkdauern von 2,1 Stunden (Parkscheinautomaten) bzw. 1,7 Stunden (Handyparken) gefunden. Allerdings gab es auch vereinzelte Handyparkzonen mit mehr als 4 Stunden. Hier sind weitere Analysen notwendig.

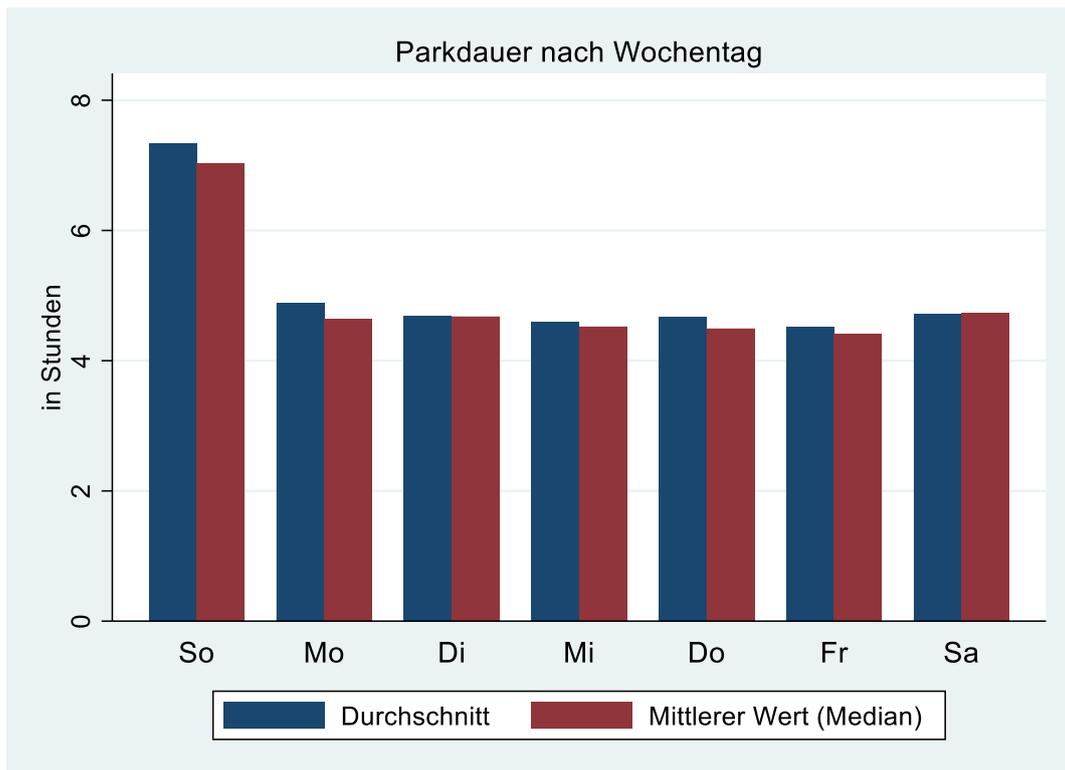


Abbildung 11: Geschätzte durchschnittliche Parkdauer nach Wochentag – Parkhaus Hauptwache (Eigene Darstellung)

8.5.4 Fazit

Wenn das Ziel der Verkehrsplanung darin besteht, den PKW-Verkehr in die bzw. innerhalb der Innenstadt zu reduzieren, indem im Bereich des Parkraummanagements neue Maßnahmen eingeführt werden, können die dargestellten Daten zentrale Informationen liefern. Dabei geht es nicht nur um Bestandsgrößen, sondern auch um Stromgrößen – denn diese sind es, die den Verkehr abbilden.

Analysen sind auch in nahezu real-time möglich, da die Stadt Frankfurt zumindest die Bestandsdaten (Auslastung) in 5-Minuten-Intervallen veröffentlicht, also dynamische Daten verfügbar sind. Technisch scheint es kein großer Aufwand zu sein, auch die Stromgrößen dynamisch zur Verfügung zu stellen.

9 Entwicklung einer Datenbank zur Kombination aller verfügbarer Daten für Frankfurt

Im Folgenden wird die Entwicklung einer Datenbank, in der fast alle verfügbaren Daten für Frankfurt miteinander kombiniert wurden, geschildert. Die Datenbank dient als persistenter Speicher, in dem die derzeit verfügbare Datengrundlage sowie zukünftig akquirierte Informationen integriert, verwaltet, analysiert und darüber hinaus über entsprechende Schnittstellen in diversen Fachanwendungen graphisch dargestellt und weiterverarbeitet werden können. Die Entwicklung der Datenbank für die Haltung der Frankfurter Parkraumdaten wurde im Rahmen der Master Thesis „Erstellung einer geodatenbasierten Übersicht der Parkraumsituation für Frankfurt am Main“ am Fachbereich 1 Architektur, Bauingenieurwesen und Geomatik von Marco Wolf, M.Eng. erarbeitet [Wolf, 2018].

Die im Rahmen des Projekts entwickelte Datenbank ist das Produkt einer in der Praxis der Datenbankentwicklung allgemeinüblichen Entwurfsmethodik und basiert auf einem 4 Phasenmodell (Anforderungsanalyse, konzeptioneller Entwurf, logischer Entwurf, physischer Entwurf). Am Ende dieses Prozesses steht der physische Datenbankentwurf/physische Datenbankschema als Implementierungsgrundlage für eine im vorliegenden Fall (vorerst) zentrale (Geo-)Datenbank, in die über eine ETL-Prozessierung (Extract, Transform Load - ETL) die relevanten Daten in das entsprechende Zieldatenmodell/Datenbankschema transferiert werden können. Es handelt sich hierbei um einen iterativen Entwicklungsprozess, mit dem Ziel, eine bestmögliche Annäherung an das gewünschte Endprodukt zu erreichen.

9.1 Anforderungsanalyse

Die Anforderungsanalyse ist die erste Phase des Systementwicklungsprozesses. Ihr Ziel ist es, herauszufinden, welche konkreten Anforderungen der zukünftige Nutzer an das geplante Informationssystem stellt und diese möglichst präzise zu erfassen, zu strukturieren und zu bewerten. Die Ergebnisse dienen anschließend als Entscheidungsgrundlage für Systementwurf und -implementierung.

Im Rahmen der Anforderungsanalyse fand zunächst ein intensiver Austausch mit den kommunalen Vertretern der Stadt Frankfurt statt.

Die dabei herausgearbeiteten Anwendungsgebiete (siehe unten) definieren die potenziellen Einsatzfelder des Informationssystems und ermöglichen das Ableiten relevanter Arbeitsprozesse. Darauf aufbauend waren die konkreten Anforderungen zu identifizieren, die für den Systementwurf benötigt wurden. Hierunter fallen Anforderungen zu Datengrundlage & Informationsstruktur, funktionale Anforderungen sowie Anforderungen an die technische Umsetzung. Für die kommunalen Vertreter der Stadt Frankfurt war es wichtig, dass zwei Anwendungsfälle in der späteren Datenbank bearbeitet werden können:

- Parkraumbewirtschaftungskonzepte entwickeln, anpassen und aktualisieren.
- Parkraummanagementkonzepte für Events erarbeiten

9.2 Datenbankarchitektur

Die Ausgestaltung der Datenhaltung beruht auf den Erkenntnissen der Anforderungsanalyse aus der ersten Phase des Datenbankentwicklungsprozess.

Für die technische Realisierung der Datenbank wurde auf eine vorhandene, netzwerk-basierte IT-Infrastruktur des Fachbereichs 1 der Frankfurt University of Applied Sciences zurückgegriffen.

Der Systementwurf basiert auf einer sog. 2-Schichten-Architektur, die auch als Client-Server-Modell bezeichnet wird. Das bedeutet, dass das Informationssystem in eine Datenhaltungs- und eine Anwendungsschicht strukturiert wird. Die Datenhaltungsschicht besteht aus einem virtuellen Server der Hochschule (Host) über den ein Datenbankdienst bereitgestellt wird. Bei dem Datenbankdienst handelt es sich um PostgreSQL/PostGIS. PostgreSQL ist ein objektrelationales Datenbanksystem und eine Open-Source-Anwendung, die kostenlos zur Verfügung steht. Sie unterstützt den SQL-Standard SQL:2011 und ist ACID-konform, d. h. sie implementiert u.a. die Speicherung nicht atomarer Daten und unterstützt das Konzept der Vererbung und Objektidentitäten (vgl. Boenigk et al. 2018). Für PostgreSQL existieren verschiedene Erweiterungen. Dazu zählt PostGIS, ein Zusatzmodell, mit dem die Speicherung von Geoobjekten in der Datenbank ermöglicht wird.

9.3 Datenbankentwurf

Das geplante Informationssystem benötigte für die Datenhaltung einen persistenten Speicher, in Form einer Datenbank. Im Rahmen des Systementwurfs war somit auch ein Datenbankentwurf zu erarbeiten, mit dessen Unterstützung der Systementwickler die technische Umsetzung der Datenbank realisierte. Hierfür bot sich an, aufgrund der Entscheidung für PostgreSQL die Möglichkeit die Software PostgreSQL Database Modeler, kurz pgmodeler, als Modellierungswerkzeug einzusetzen. Mit pgmodeler lässt sich ein Datenbankmodell als Diagramm entwerfen und im Anschluss direkt in eine PostgreSQL-Datenbank überführen. Das Datenmodell (Abb. 13) veranschaulicht die logische Struktur einer Datenbank und beinhaltet Anforderungsspezifikationen, die Bestandteil der Datenbank sind. Im vorliegenden Datenmodell standen die Objekte ausschließlich im Zusammenhang mit Parkraumangebot und –bewirtschaftung. Zu den im Diagramm modellierten Objektklassen gehören:

Die Klasse **Parkobjekt**. beinhaltet Anlagen des ruhenden Verkehrs im Sinne der EAR 05. Unter einem Objekt ist an dieser Stelle eine (Park-)Fläche zu verstehen, bestehend aus mindestens einem oder auch mehreren Parkständen/Stellplätzen. Es handelt sich dabei um vom Straßenraum abgegrenzte, als auch darin befindliche Objekte. Dazu zählen Parkbauten (Parkhäuser, Tiefgaragen, Parkdecks und Garagen(-anlagen)), Liefer-/Ladezonen, Parkstreifen, Parkbuchten und darüber hinaus auch alle Flächen mit privaten Stellplätzen (vor dem Haus, usw.) Die Information, um welches Objekt es sich konkret handelt ist im Attribut *parcobj* hinterlegt, ob es bewirtschaftet wird im Attribut *bwt*, und welche Art der Bewirtschaftung vorliegt im Attribut *bwtf*. Hinzu kommen weitere Informationen zu Nutzungsbeschränkungen oder Angaben zu Art und Anzahl der Stellplätze/Parkstände, die ein Parkobjekt zur Verfügung stellt. Auch Angaben zur Geometrie sind enthalten.

Weitere im Diagramm modellierte Objektklassen sind **Regelungsbereich**, **Parkscheinautomat** und **Ladestation**. Unter **Regelungsbereiche** sind ausgewiesene Bewohnerparkgebiete zu verstehen. Befindet sich der Wohnsitz innerhalb eines dieser Bereiche, so besteht die Berechtigung zur Beantragung eines

Bewohnerparkausweises. In Frankfurt existieren derzeit 38 solcher Bereiche. Die Klasse **Parkscheinautomat** repräsentiert eine Verkehrseinrichtung nach §43 Abs. 1 StVO und dient als Instrument der Parkraumbewirtschaftung.

Unter **Ladestation**, auch als Stromtankstelle oder Ladesäule bezeichnet, ist ein stationäres Gerät mit Ladefunktion für Elektromobile zu verstehen. An dieser Stelle nicht zu verwechseln mit dem Begriff Ladepunkt. Darüber hinaus besitzt jede Instanz der oben genannten Objektklassen eine Adresse, evtl. einen Betreiber, die jeweils eine eigene Klasse bilden.

Die Auswahl der Eigenschaften/Attribute jeder Klasse wurde entsprechend der Notwendigkeit an Informationen für die Durchführung der beschriebenen Arbeitsprozesse ermittelt. Darüber hinaus wurde besonders darauf geachtet, die Eigenschaften aus den Originärdatensätzen möglichst vollständig in das Datenmodell zu übernehmen, außer es handelte sich um nicht weiter gepflegte oder auch von Seiten der Stakeholder nicht mehr klar identifizierbare Attribute.

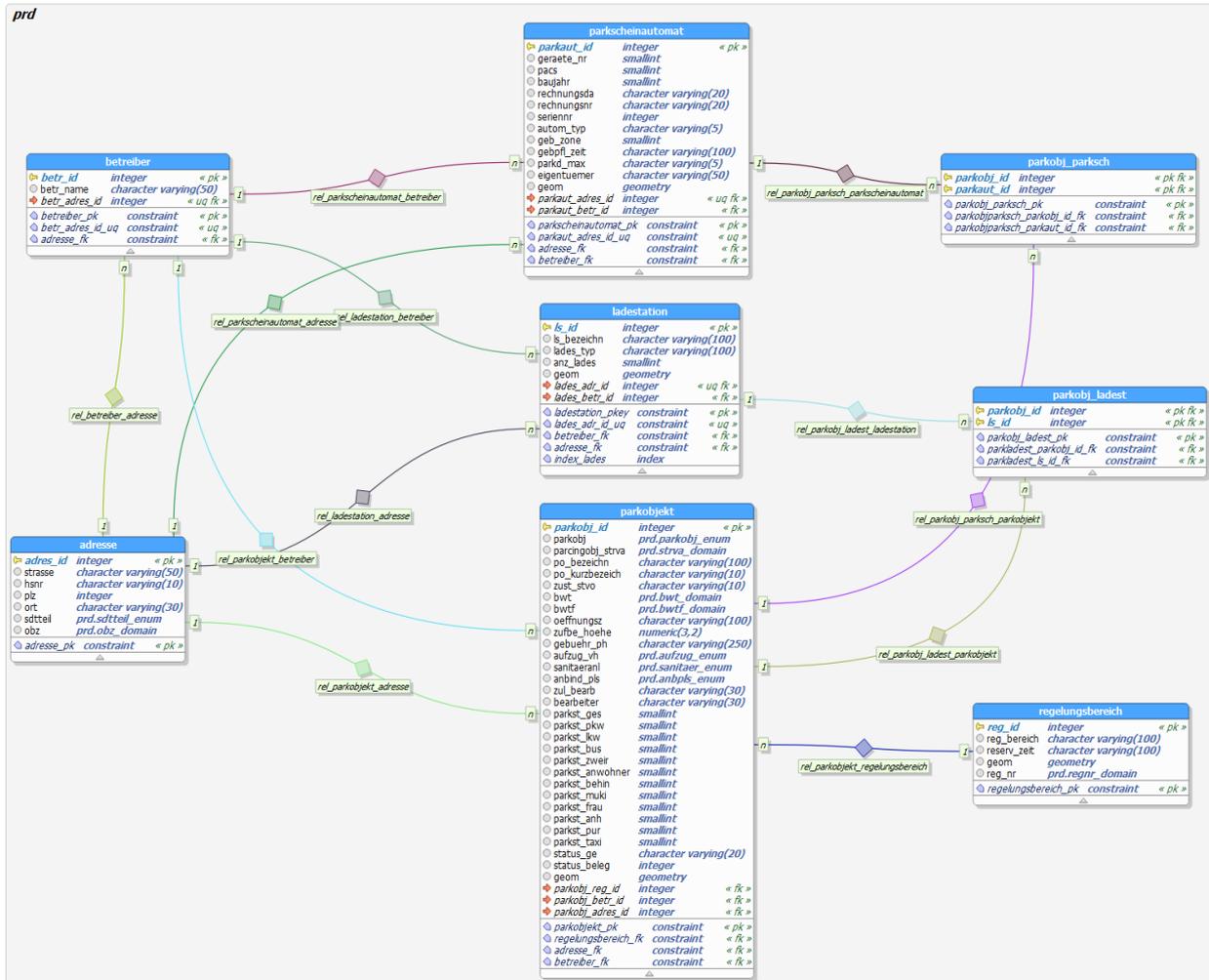


Abbildung 12: Datenbankentwurf erstellt mit pg-modeler; (Eigene Darstellung)

9.4 Datenaufbereitung und -integration

Daten lagen in unterschiedlichen Formaten und unterschiedlicher Qualität vor (vgl. Anhang 1/Anhang 2: Beschreibung der Daten aus Köln und Anhang 2/Anhang 2: Beschreibung der Daten aus Frankfurt). Um eine angemessene Verarbeitung des Datenmaterials vorzunehmen, war es erforderlich objektive Merkmale in Form von Qualitätskriterien zu definieren und den Datenbestand vor Transfer in die Zieldatenbank auf diese hin zu überprüfen (vgl. Kapitel 5). Dabei können an dieser Stelle selbstverständlich nur Kriterien zum Einsatz kommen, die auch seitens des zukünftigen Datenverarbeiters nachvollziehbar sind.

Die Originärdaten wurden überprüft und soweit möglich überarbeitet, um eine ausreichende Datenqualität vor dem weiteren Verarbeitungsprozess zu gewährleisten [Wolf, 2018]. Die überarbeiteten Originärdatenbestände mussten im Anschluss in das Datenbankschema der neu erstellten Datenbank überführt und in die physische Datenbank geschrieben werden. Hierfür wurde das Produkt *FME Desktop* verwendet, das als ETL-Werkzeug eine solche Verarbeitung von Daten, nach benutzerdefinierten Vorgaben automatisiert durchführt. ETL beschreibt dabei die wesentlichen Verarbeitungsprozesse um Daten aus einer oder mehreren Quellen in ein gewünschtes Format und eine benutzerspezifische Struktur zu überführen. Zu nennen sind hierbei der Transformationsprozess, der die Harmonisierung der extrahierten Daten über diverse Attribute,

Geometrische- und Filteroperationen beinhaltet und die Datenintegration der Daten in die Zielrelationen der Datenbank.

Die Geometrien der Geodaten werden in der Geodatenbank (PostgreSQL) entsprechend des Open Geospatial Consortiums (OGC) Simple-Feature Access Spezifikation (allgemein gültige Architektur für geografische Daten und deren Geometrien) als Punkt, LineString, Polygon oder Mehrfachpolygon in alphanumerischer Form (WKT) oder kontinuierlichen Byte-Datenketten (WKB) gespeichert und sind anschließend als Vektordaten z.B. in QGIS abrufbar.

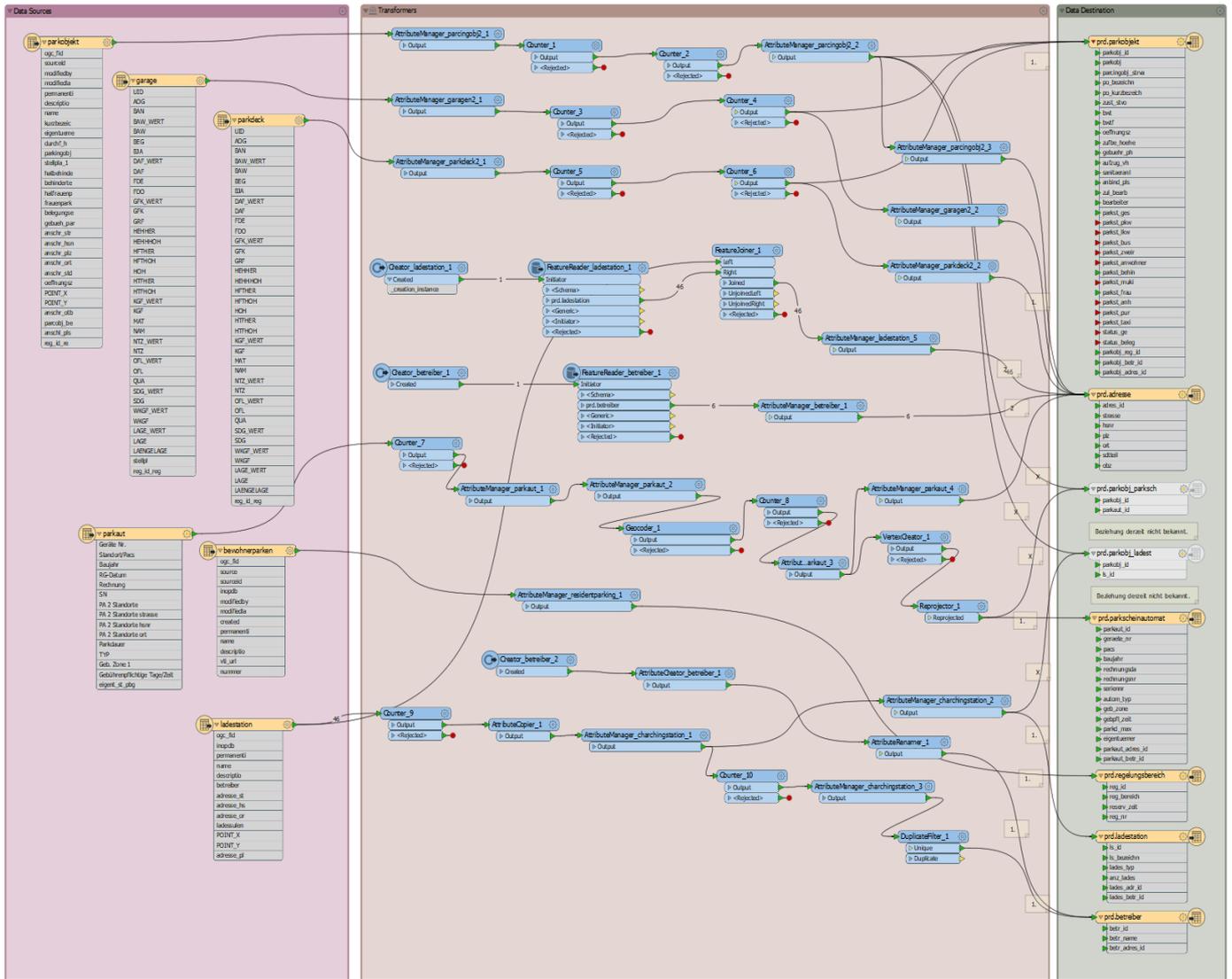


Abbildung 13: ETL-Prozess der aufbereiteten Parkraumdaten (Eigene Darstellung in FME)

9.5 Datennutzung/Datenzugriff

Für einen geregelten Zugriff auf die Datenbank ist es notwendig, Berechtigungen für bestimmte Benutzer und Benutzergruppen festzulegen. Dies geschieht durch den Datenbankadministrator in einem Multi-User-System. In dem Multi-User-System erhalten mehrere Benutzer die Berechtigung, um teils gleichzeitig auf die Daten zugreifen zu können. Bei der Rechtevergabe wird der Ansatz verfolgt, dem Benutzer „so wenig Rechte wie möglich und so viele Rechte wie nötig“ [Raastz et al. 2013] zu geben, damit er möglichst geringfügigen Schaden verursachen kann, aber auch in die Lage versetzt wird seine Aufgaben angemessen zu erledigen.

Konkret erhalten alle beteiligten Akteure Leserechte, während eine Bearbeitung oder Manipulation der Daten eingeschränkt möglich ist. Eine Benutzerrolle erhält nur Schreibrechte für Datensätze, die auch von ihr als Datenquelle für das Informationssystem bereitgestellt wurden. Auf diese Weise soll die Aktualisierung und Pflege der eigenen Datensätze ermöglicht werden.

9.6 Darstellung der Daten/Visualisierung

Der Zugriff auf den Datenbankdienst kann über ein Netzwerk mit Anwendungssystemen wie GIS oder CAD erfolgen. Das funktioniert zum Beispiel über die SQL-basierte, standardisierte Datenbankschnittstelle (API) Open Database Connectivity (ODBC).

Im GIS können die in der Datenbank gespeicherten Geoobjekte nach individuellen Anforderungen visualisiert, mit anderen Daten z.B. in einer Layeransicht kombiniert und weiterverarbeitet werden.

Mit Blick auf die zunehmende Vernetzung von Geodaten in unterschiedlichen öffentlichen Institutionen, besteht die Option die gesammelten Daten über webbasierte, standardisierte OGC Karten-Dienste weiteren Nutzergruppen interoperabel zur Verfügung zu stellen. Geodaten können so herstellerunabhängig über verschiedenste Plattformen genutzt und verarbeitet werden.

10 Methoden zur Parkraumerhebung

Durch neue Technologien bestehen heute mehr Möglichkeiten, Erhebungen im Parkraum durchzuführen, als noch vor einigen Jahren. Im Weiteren werden Technologien vorgestellt, die potenziell für die Parkraumerhebung und die Nachfrage eingesetzt werden können oder bereits eingesetzt werden.

10.1 Sensoren

Bei der Kategorie der Sensoren ist es sinnvoll zwischen Boden- und Radarsensoren sowie Sensoren in Alltagsgegenständen zu unterscheiden.

10.1.1 Bodensensoren

Kurzbeschreibung Bodensensoren sind in den Straßenasphalt eingelassene Sensoren, die über unterschiedliche Messmethoden den Belegungsstatus überprüfen.

Anwendung Die Bodensensoren werden in den Asphalt eingelassen. Sie können batteriebetrieben oder energieautark sein. Per Infrarotstrahlung, Magnetfeldern oder durch Druck erfassen sie, ob sich über ihnen ein Fahrzeug befindet, nicht aber Größe und Position des Fahrzeugs. Die Sensoren melden z.B. über ein Schmalband-Mobilfunknetz, ob der Parkstand oder der Stellplatz frei oder belegt ist. Die Aufnahme erfolgt automatisch. Anschließend müssen die Ergebnisse mit einer Software ausgewertet und verarbeitet werden.

Equipment/ Ausrüstung Die Sensoren sind die Hardware des Systems. Für die Auswertung der erfassten Daten wird eine Software benötigt und ggf. ein Medium, um die Informationen an Verkehrsteilnehmer weiterzugeben.

Wirkung & Effizienz Bodensensoren werden verwendet, um Echtzeitbelegungs-Informationen über einen Parkraum zu generieren. Die Parkplatzbelegung kann berechnet und an Parkleitsysteme, an Apps oder an Navigationssysteme weitergegeben.

10.1.2 Radarsensoren

Kurzbeschreibung Radarsensoren oder auch sogenannte Über-Kopf-Sensoren senden Mikrowellen, die je nach Hindernis unterschiedlich reflektiert werden und so Flächen oder Gegenstände identifizieren können.

Anwendung Die Radarsensoren werden an vorhandene Infrastruktur, z.B. Straßenlaternen, Hauswände oder Lichtsignalanlagen, montiert. Sie

senden Mikrowellen, die von Gegenständen, z.B. Fahrzeugen, reflektiert werden. Diese Informationen werden per Mobilfunk an eine Rechenzentrale gesendet, wo anhand der Information berechnet wird, ob auf einer Fläche ein Objekt steht oder die Fläche frei zum Parken ist.

**Equipment/
Ausrüstung**

Die Sensoren fungieren als Hardware. Für die Auswertung der Daten wird eine Software benötigt.

Wirkung & Effizienz

Radarsensoren werden bisher verwendet, um Echtzeit-Informationen über den Park-Status auf Parkplätzen zu erhalten. Vor allem kommt diese Technik beim LKW Parken zum Einsatz. In einer Zentrale wird die Parkraumbelastung berechnet und an Betreiber von Navigationssysteme oder Speditionen weitergeleitet.

10.1.3 Sensoren in Alltagsgegenständen

Kurzbeschreibung

Viele Alltagsgegenstände sind mit Sensoren ausgestattet, die verschiedene Umstände in der Umgebung aufnehmen, verarbeiten und Zusammenhänge herstellen können.

Anwendung

In Smartphones sind Sensoren zur Druckmessung, Geschwindigkeitsmessung, Temperaturmessung und viele weitere vorhanden. Mit einer Software ist es möglich, aufeinanderfolgende, von den Sensoren gemessene Ereignisse als Parkvorgang zu interpretieren.

Moderne Fahrzeuge sind ebenso mit einer großen Anzahl an Sensoren ausgestattet, die die Umgeben und die Infrastruktur sehr genau aufnehmen können. Die daraus entstehenden Daten werden von Software Programmen verarbeitet, um beispielsweise das Angebot des öffentlichen Raums abzubilden. OEM nutzen diese Technik u.a. um freie Parkstände zu identifizieren.

Equipment/ Ausrüstung

Es wird Medium benötigt, dass mit Sensoren ausgestattet ist sowie eine Software, die die Daten zielgerichtet verarbeiten und auswerten kann.

Wirkung & Effizienz

Diese Methode wird vorwiegend in Automobilkonzernen angewendet, wo die Fahrzeuge über die Sensorik Daten sammeln. Da Konzerne die Daten für die eigene Entwicklung verwenden, ist über die Effizienz wenig bekannt.

Es gibt außerdem Unternehmen, die sich auf die Entwicklung von

Verarbeitungsprogrammen für Smartphone Sensorik spezialisiert haben. Sinnvoll ist dies, wenn es einen großen Nutzendenkreis gibt, der Daten über die Sensorik sammelt.

10.2 Visuelle Erhebungen

Kurzbeschreibung Bei der visuellen Erhebung werden die Parkdaten durch klassische Verkehrserhebung oder mit Hilfe von Videos aufgenommen.

Anwendung Die Informationen über den Parkraum werden entweder durch eine personelle Verkehrserhebung vor Ort oder durch eine Auswertung von Videomaterial ermittelt.

Bei einer Parkraumerhebung wird zunächst das Erhebungsgebiet aufgenommen. Dazu werden alle Parkstände über Markierungen und Verkehrszeichen dokumentiert. Durch eine Zählung in kurzen Intervallen der Fahrzeuge, inkl. Aufnahme des Teilkennzeichens, können Aussagen über die Parkdauer gemacht werden. Durch eine 24h Erhebung können zudem Aussagen über die Nutzergruppen des Parkraums gemacht werden.

Der Parkraum kann ebenfalls mit Hilfe von Videos erhoben werden.

Equipment/ Ausrüstung Für eine visuelle Erhebung wird Personal benötigt, welches entweder die Erhebungen durchführt oder das Videomaterial auswertet. Zur Analyse der Videos gibt es außerdem spezielle Auswertungssoftware. Die Videos können von festinstallierten Kameras aufgezeichnet werden oder durch eine Befliegung.

Wirkung & Effizienz Bisher werden visuelle Erhebungen zum einen zur Erhebung von Verkehrsdaten, zum anderen für die Bewachung von Parkplätzen verwendet. Oft werden dazu Videoaufnahmen unterstützend oder ergänzend verwendet, die von installierten Kameras aufgezeichnet werden.

10.3 Datenkäufe

Kurzbeschreibung Unternehmen sammeln Verkehrs- und Parkraumdaten zum Angebot und zur Nachfrage und bereiten diese auf, um sie zu verkaufen.

Anwendung	Mit unterschiedlichen Methoden werden Daten von Unternehmen gesammelt und aufbereitet, um sie anschließend als lizenzierte Datenpakete zu verkaufen. Sie könnten von Firmen oder Kommunen erworben werden.
Equipment/ Ausrüstung	Es ist in der Regel eine Datenbank nötig, um die gekauften Daten abzulegen und zu verarbeiten.
Wirkung & Effizienz	Die Art von Verkehrsdaten sowie die Aufbereitung, die Qualität und die Vollständigkeit sind unter den Anbietern unterschiedlich. Es haben sich einige Unternehmen auf Parkraumdaten spezialisiert. Je nach Fokus bei der Datensammlung sind die Datensätze für Kommunen einsetzbar. Die Kosten für Datenpakete sind unter Umständen günstiger, als flächendeckende Verkehrserhebungen.

11 Beantwortung der Forschungsfragen

Die zu Beginn des Projekts gestellten Forschungsfragen sollen hier in Kürze zusammengefasst beantwortet werden.

11.1 Welche Daten über den Parkraum sind verfügbar?

Zum Parkraum gibt es verschiedene Daten und Datenquellen, die in das Projekt eingeflossen sind. Dabei ist es sinnvoll, nach Datenquellen zu differenzieren:

Kommunale Daten

Die Partnerkommunen waren im Projekt der wichtigste Datenlieferant. Dabei konnten dem Projekt Daten zu verschiedenen Parkräumen übermittelt werden.

Die klassischen On-Street Parkstände sind im öffentlichen Parkraum, der öffentlich zugänglich ist. Diese können von jedem genutzt werden. Es gibt darunter bewirtschaftete und nicht bewirtschaftete Parkstände. Kommunen haben Informationen darüber, wo sich die bewirtschafteten Bereiche befinden, da diese regelmäßig kontrolliert werden. Die genaue Anzahl der Parkstände jedoch liegt selten vor, was oftmals damit zusammenhängt, dass keine Markierungen die einzelnen Parkstände in Längsrichtung definieren. Für die bewirtschafteten Bereiche liegen, aufgrund der Kontrollen, Daten zu OWK vor, aus denen berechnet werden kann, wie viele Pkw an einem bestimmten Ort gleichzeitig parken können (vgl. Kapitel 8.1). Die Anzahl an Parkscheinautomaten (PSA) liegen jeder Kommune vor, jedoch ist die Qualität der Informationen unterschiedlich. Beispielsweise liegen die Standorte der PSA nur teilweise georeferenziert vor. Bei neuen PSA Modellen kann der Verkauf von Parkscheinen übermittelt werden. Bei älteren Modellen ist diese Möglichkeit nicht zwangsläufig gegeben. Zudem ist es im Rahmen des Projekts nicht gelungen, aus der Anzahl verkaufter (sich zeitlich überlappender) Parkscheine hinreichend genaue Aussagen bzgl. der Anzahl der Parkstände zu generieren (vgl. Kapitel 8.2).

Schwieriger ist die Datengrundlage für unbewirtschaftete Parkstände. Dazu liegen weder Anzahl noch Standort auf kommunaler Seite vor. Wenn eine Kommune über ein vollständiges und aktuelles Verkehrszeichenkataster verfügt, können darüber Bereiche zum Parken On-Street identifiziert werden, jedoch kann dadurch auch die vollständige Abdeckung nicht gewährleistet werden.

Daten zu öffentlichem Parkraum, der für spezielle Nutzergruppen vorgesehen ist, wie Sonderparkstände für Bewohner, Schwerbehinderte, Parkstände für E-Fahrzeuge und Carsharing, sind in der Regel bei den Kommunen verfügbar. Dabei ist jedoch zu beachten, dass je nach Verwaltungsstruktur unterschiedliche Ansprechpartner innerhalb der Kommune anzufragen sind. Erste Hinweise, wo die Daten liegen, können die Abteilungen geben, die sich mit der Verkehrsplanung beschäftigen, sowie die Straßenverkehrsbehörde.

Daten zu kommunalen Parkplätzen wie P+R Parkplätze, liegen der Kommune vor, wenn sie kommunal betrieben werden. Wenn dies nicht der Fall ist, so ist der Betreibende jedoch der Kommune bekannt und der Kontakt kann so hergestellt werden.

Daten zu öffentlich-zugänglichem, privaten Parkraum, wie beispielsweise zu Parkhäusern, liegen bei dem privaten Parkhausbetreiber. In einigen Kommunen betreibt eine kommunale Parkhausbetriebsgesellschaft den

Parkraum, so dass ein Austausch zwischen beiden Seiten stattfindet. Der Kontakt zu dem entsprechenden Ansprechpartner kann über die Kommune hergestellt werden. Kommunen liegen selten Daten zu privatem Parkraum mit öffentlichem Zugang vor, wenn diese privatwirtschaftlich betrieben wird.

Daten zu nicht-öffentlich zugänglichem privaten Parkraum, der meistens in Wohnimmobilien oder in Immobilien von Unternehmen und Firmen zu finden ist sind nur in geringem Umfang vorhanden. Kommunen haben ggf. bei neueren Gebäudekomplexen Informationen über Stellplätze, die geplant und umgesetzt wurden, die aus den Bauplänen entnommen werden kann. Meistens liegen die Daten zu den Stellplätzen aber nicht digital vor. Ansprechpartner bei den Kommunen sind hier die Dezernate für Wohnen, Bau und Immobilien. Die Informationen zu nicht öffentlich-zugänglichem, privaten Parkraum wird nicht aus den Plänen extrahiert und an die Verkehrsplanung weitergegeben.

Privatwirtschaftliche Daten

Private Parkraumanbieter betreiben sowohl öffentlich-zugänglichen Parkraum, also auch nicht öffentlich-zugänglichen Parkraum, der von Personen eines bestimmten Nutzerkreises genutzt werden kann. Das klassische Beispiel hierfür sind private Parkhausbetreiber oder Immobilienunternehmen und Wohnungsgesellschaften, die Parkraum an Bewohner oder Firmen vermieten. Es ist schwer, die Ansprechpartner der jeweiligen Stakeholder zu identifizieren, da meist nicht alle Anbieter von Parkraum innerhalb eines Gebiets bekannt sind.

Etwas einfacher ist es, den Kontakt zu privaten Parkhausbetreibern zu erhalten, die Parkraum für Nutzende öffentlich zugänglich anbieten. Das Geschäftsmodell basiert darauf, dass das Parkhaus möglichst einfach von Parksuchenden gefunden wird, so dass in der Regel jeder Anbieter über einen Internetauftritt verfügt und teils an ein Parkleitsystem angebunden ist. Weitere Plattformen, die das Sammeln von Off-Street Daten als Geschäftsmodell entwickelt haben, können ergänzende Hinweise geben. Ist der Kontakt bekannt, kann ein Datenaustausch angefragt werden, jedoch wird in Daten häufig ein wirtschaftlicher Vorteil gesehen, so dass allgemein die Bereitschaft der Datenübermittlung eher gering ist.

Freiverfügbare Daten

Eine Möglichkeit Daten des Parkraums zu erlangen, ist die Nutzung von Open Data Plattformen. Bei der Recherche waren das Datenbereitstellungsportal des Bundes, die mCloud, sowie der Datenmarktplatz MDM, erste Anlaufstellen. Die Kommune Köln verfolgt einen Open Data Ansatz und stellt über die Plattform Offene Daten Köln, eine Vielzahl von kommunalen Datensätzen zur Verfügung.

Daten zum Angebot von Sonderparkplätzen können jedoch über verschiedene Quellen abgerufen werden. So können beispielsweise Parkstände und Stellplätze, die über Ladeinfrastruktur verfügen, die über den Bund gefördert wurde, über die Seite der Bundesnetzagentur gefunden werden. Ebenso können Parkstände und Stellplätze für Carsharing Fahrzeuge über die Anbieter in der jeweiligen Stadt gefunden werden.

Viele Plattformen haben das Sammeln von Parkdaten als Geschäftsmodell identifiziert. Die gesammelten Daten werden in der Automobilindustrie in den Bordsystemen der Fahrzeuge integriert, so dass Parkhäuser

vorgeschlagen werden. Die Daten zu Parkhäusern und Off-Street-Parkmöglichkeiten sind deshalb frei verfügbar zu finden. Möglichkeiten sind beispielsweise die Anbieter Inrix und Parkopedia. Daten zum Angebot für On-Street-Parkstände sind nicht frei verfügbar zu finden. Es gibt jedoch verschiedene Anbieter, die über historische Daten einen selbstlernenden Algorithmus entwickelt haben, der sich über neue Daten ständig an die Verkehrssituation anpasst. Die Wahrscheinlichkeitsrechnung gibt jedoch keinen Hinweis auf das tatsächliche Parkraumangebot.

11.2 Können Daten aus unterschiedlichen Datenquellen sinnvoll miteinander verschnitten werden?

Zunächst ist festzustellen, dass bereits existierende Daten miteinander kombiniert werden können, wie die in Kapitel 9 für Frankfurt entwickelte Datenbank zeigt. Diese Datenbank ist automatisiert aktualisierbar und lässt sich potenziell von verschiedenen Personengruppen nutzen, um auch grafisch aufbereitete Informationen zum Parkraumangebot zu erhalten. Eine solche Datenbank kann aber im Kern nur so gut sein, wie die Datenqualität es ermöglicht.

Aufwändiger ist es, wenn Daten (insbesondere zum On-Street Angebot) noch nicht direkt zur Verfügung stehen, sondern erst aus anderen Daten generiert werden müssen, wie z.B. aus den OWK (Kapitel 8.1). Hier wäre es erfolgversprechend und auch notwendig, verschiedene Datenquellen zu kombinieren und mit Hilfe von lernenden Algorithmen, aber auch einfachen Plausibilitätstests, zu eindeutigen Aussagen zu kommen. So wäre eine Kombination der OWK-Daten mit Daten zur Ladeinfrastruktur (Bundesnetzagentur), Daten von Carsharing Fahrzeugen, kommunalen Daten zu Bewohnerparken und Daten von Verkehrszeichenkatastern sinnvoll.

Weitergehend sind die Lösungen, die bereits auf diesem Gebiet tätige, privatwirtschaftliche Unternehmen, wie Inrix (Datensammler, DaaS), HERE (Geodatendienst) oder Terraloupe (Luftbilder Software) einbeziehen. Hier stellt sich dann jedoch die Frage, welches Kooperations-Modell dazu geeignet ist, diese Unternehmen dazu zu bewegen, ihre Daten zu teilen oder gar der Öffentlichkeit zur Verfügung zu stellen. Andererseits zeigt der im Rahmen des Projekts erfolgreich durchgeführte Workshop (siehe Protokoll im Anhang 6) dass privatwirtschaftliche Unternehmen an Kooperation im Bereich F&E interessiert sein.

11.3 Können Datenlücken identifiziert werden?

Im Laufe des Projekts wurde festgestellt, dass eine präzise Identifizierung von Lücken im gesamten städtischen Parkraum nicht möglich ist, da die Gesamtheit des Parkraums eine unbekannte Größe ist. Es können aber aus der in diesem Forschungsprojekt gesammelten Erfahrung heraus Thesen aufgestellt werden:

- Die Gesamtheit an Parkräumen innerhalb einer Stadtgrenze ist unbekannt.
- Die Anzahl von öffentlichen, nicht bewirtschafteten Parkständen sowie die genauen Standorte sind unbekannt.
- Kommunen haben über bewirtschafteten öffentlichen Parkraum eine Datengrundlage. Die bewirtschafteten Zonen sind bekannt.

- Die Anzahl und die Standorte von Stellplätzen auf nicht-öffentlich zugänglichen Flächen, wie in Büro- oder in Wohngebäuden sind unbekannt.
- Die Anzahl an Stellplätzen in öffentlich zugänglichen Parkhäusern ist bekannt. Der Standort der Parkhäuser ist bekannt.

Weiterer Forschungsbedarf ergibt sich deshalb weiterhin darin, den Parkraum vollständig zu identifizieren und zu quantifizieren.

11.4 Wie können weitere Daten zum Parkraum generiert werden?

Einige Methoden zur Erhebung des Parkraums wurden im Projekt ParkenDigital entwickelt. Weitere Methoden wurden in einem Workshop im Januar, der im Rahmen des Projekts veranstaltet wurde, diskutiert. Das Protokoll dazu befindet sich im Anhang 6.

Aus den Daten der OWK, die standardisiert aufgenommen werden, können Rückschlüsse auf das Parkraumangebot geschlossen werden (vgl. Kapitel 8.1). Weitere Rückschlüsse zum Angebot können über den Verkauf von Parkscheinen und Handyparkscheinen gezogen werden. Allerdings ist es mit der hier entwickelten Methode nicht gelungen, aus den verkauften Parkscheinen und Handyparkscheinen hinreichend genau die Anzahl an Parkständen (also das Parkraumangebot) zu identifizieren (Kapitel 8.2).

Informationen zur Parkraumnachfrage können ebenfalls aus den vorhandenen Daten gezogen werden. So wurden aus dem Verkauf von Parkscheinen an Parkscheinautomaten und in Parkhäusern Tagesganglinien ermittelt, die die Nachfrage nach Gebiet und Tageszeit widerspiegelt. Alle Methoden zur Datengenerierung zum Parkraumangebot und zur -nachfrage aus bereits existierenden Daten werden in Kapitel 8 beschrieben.

Daten von Carsharing-Anbietern können in Kombination mit anderen Daten (vgl. Kapitel 11.2) Informationen zu Off-Street-Parkraum liefern.

Weiter können Daten auch mit technischen Hilfsmitteln erhoben werden. Einen Überblick über die Möglichkeiten, die aktuelle innovative Techniken geben, wird in Kapitel 10 vorgestellt.

11.5 Forschungsbedarf

Großer Forschungsbedarf besteht im Bereich der Kombination verschiedener Datenquellen (Kapitel 11.2): Welche lassen sich sinnvoll kombinieren? Wie hoch ist der Mehrwert der Hinzunahme weiterer Datenquellen? Wie geht soll mit sich widersprechenden Ergebnisse verschiedener Datenquellen umgegangen werden? Lässt sich ein lernender Algorithmus entwickeln, der solche Inkonsistenzen löst und gleichzeitig so flexibel ist, dass er sich an Änderungen der realen Parksituation (aufgrund baulicher Änderungen, Regeländerungen, temporären Baustellen etc.) anpasst? Ist eine Analyse ohne die privaten Wirtschaftsunternehmen in diesem Bereich möglich? Eine konzeptionelle Schwierigkeit besteht bei all diesen Fragen darin, dass das wahre Parkraumangebot insbesondere im On-Street-Bereich unbekannt ist.

Außerdem gibt es Forschungsbedarf bei der Implementierung und Weiterentwicklung der Datenbank. Technisch wurde die Datenbank so entwickelt, dass Schnittstellen zu anderen Datenbanken möglich sind und so ein Austausch stattfinden kann. Forschungsbedarf besteht außerdem darin, die in Kapitel 10 als theoretische Methode vorgestellten Techniken in Testgebieten zu erproben.

Die Übertragbarkeit der im Projekt entwickelten Methoden zur Generierung von Parkraumangebotsdaten und -nachfragedaten wurde bereits mit der Durchführung in den Testgebieten in Frankfurt und Köln bestätigt. Die Methode kann theoretisch auch verwendet werden um das allgemeine Infrastrukturangebot abzubilden (Radfahrstreifen, Kreuzungsbereiche, etc.). Diese wurde im Projekt ParkenDigital nicht getestet. Außerdem könnte die Methode sich theoretisch dafür eignen, Gefahrenpunkte in Innenstädten zu identifizieren. Die OWK wurden jedoch nicht mit diesem Ziel ausgewertet.

Quellenangaben

- Apel, D., Behme, W., Eberlein, R., Merighi, C. (2015): Datenqualität erfolgreich steuern, 3. Auflage, dpunkt.Verlag, Heidelberg
- Egle, F. (1977). Zusammenhang zwischen Arbeitslosenquote, Dauer der Arbeitslosigkeit und Betroffenheit von Arbeitslosigkeit. Mitteilungen aus der Arbeitsmarkt- und Berufsforschung, 10(2), 224-228.
- FGSV (2012): Begriffsbestimmungen – Teil: Verkehrsplanung, Straßenentwurf und Straßenbetrieb, FGSV Verlag, Köln
- FGSV (2005): Empfehlungen für Anlagen des ruhenden Verkehr, FGSV Verlag, Köln
- Helfert, M. (2002). „Planung und Messung der Datenqualität in Data-Warehouse-Systemen“. Dissertation Nr. 2648 – Universität St. Gallen. Difo-Druck GmbH. Bamberg.
- Huber-Erler, Ralf (1996): Auswirkung intensiver Parkraumbewirtschaftung auf Stadt und Verkehr, erschienen in Grüne Reihe Nr. 34, Hrsg. Hartmut H. Topp, Universität Kaiserslautern, Kaiserslautern
- INRIX (2017), Die Folgen der Parkplatzproblematik in den Vereinigten Staaten, Großbritannien und Deutschland, Inrix Research, Cookson, G und Pishue, B., Cheshire
- Kraftfahrt-Bundesamt (2017): Bundeseinheitlicher Tatbestandskatalog - Straßenordnungswidrigkeiten, 12. Auflage, Flensburg
- Lange, N. de (2002):. Räumliche Objekte und Bezugssysteme. In: Geoinformatik in Theorie und Praxis. Springer, Berlin, Heidelberg
- Raastz, M., J. Knuth & R., Dröge (2013): Microsoft SQL Server 2012. Überblick über Konfiguration, Administration, Programmierung. Microsoft Press Germany, Unterschleissheim
- Schäfer, P.; K. Lux (2015): Comparative Research on parking policies in Europeancities from 2004 to 2014. Veröffentlichung auf European Parking Association Congress, Berlin.
- Schäfer, P., A. Quitta, A. Herrmann, K. Saueressig, O. Schocke, S. Högel, A. Kämmer (2015): Bericht zum Forschungsvorhaben "Optimierung des Wirtschaftsverkehrs in der Frankfurter Innenstadt", Frankfurt University of Applied Sciences, Frankfurt
- Schäfer, P (2004): Alternative Methoden zur Überwachung der Parkdauer sowie zur Zahlung von Parkgebühren. Dissertation erschienen in der Schriftenreihe des Fachgebiets Verkehrsplanung und Verkehrstechnik, TU Darmstadt, Darmstadt.
- Wang, R. Y., Storey, V. C., Firth, C. P. (1995). "A framework for analysis of data quality research". In: IEEE Transactions on Knowledge and Data Engineering, 7. Jg. Nr. 4. S. 623-640.

Wolf, Marco [2018]: Erstellung einer geodatenbasierten Übersicht der Parksituation für Frankfurt am Main, unveröffentlichte Masterarbeit, FB 1, Frankfurt University of Applied Sciences, Frankfurt am Main

Würthele, V. (2003). „Datenqualitätsmetrik für Informationsprozesse. Datenqualitätsmanagement mittels ganzheitlicher Messung der Datenqualität“. Dissertation - Eidgenössische Technische Hochschule. Books on Demand, Norderstedt.

Internetquellen

Boenigk, C., R. Burger (2018): PostgreSQL, das fortschrittlichste Open Source Datenbanksystem, <http://postgresql.de/>, Stand 8/2018.

book-and-drive Carsharing (2018): Karte über Mietstationen für Raum Köln <https://web.book-and-drive.de/@50.1062982,8.6790368,13z>, Stand 06/2018.

Cambio CarSharing (2018): Informationen über Stationen, https://www.cambio-carsharing.de/cms/carsharing/de/1/cms_f2_32/cms/stdws_info/stationen.html, Stand 11/2016.

car2go Carsharing (2018): Carsharing-Informationen über Raum Frankfurt am Main, <https://www.car2go.com/DE/de/frankfurt/how/drive/>, Stand 5/18.

OpenStreetMap (2018): OpenStreetMap Deutschland – Karten – Suchbegriff: Frankfurt Kaiserplatz, <https://www.openstreetmap.de/karte.html>, Stand 06/2018.

Stadt Frankfurt (2018): Offene Daten Frankfurt – Verkehrsmeldungen, Parkdaten dynamisch und Parkdaten statisch, <http://www.offenedaten.frankfurt.de/organization/strassenverkehrsamt>, Stand 05/2018.

Stadt Frankfurt (2018): Offene Daten Frankfurt – statische Versorgungsdaten der Parkhäuser, <http://offenedaten.frankfurt.de/dataset/parkdaten-statisch/resource/a9763912-70b4-4340-9b3a-e152a474c62e>, Stand 05/2018.

Stadt Köln (2018): Offene Daten Köln – Geo – Stadtkartenwerk Koeln, <https://offenedaten-koeln.de>, Stand 04/2018.

Stadt Köln (2018): Offene Daten Köln – Daten zu Transport und Verkehr - Bußgelddaten Koeln 2017, <https://offenedaten-koeln.de>, Stand 05/2018.

Stadt Köln (2018): Offene Daten Köln – Daten zu Handy-Parken Koeln 2017, <https://www.stadt-koeln.de/leben-in-koeln/verkehr/parken/handy-parken-koeln>, Stand 05/2018.

Stadt Köln (2018): Offene Daten Köln – Daten zu Parkscheinautomaten Koeln 2017, <https://offenedaten-koeln.de/dataset/parkscheinautomaten-koeln>, Stand 05/2018.

Stadtmobil Carsharing (2018): Carharing-Stationen Raum Rhein-Main, <https://rhein-main.stadtmobil.de/privatkunden/stationen/#karte1652>, Stand 5/18.

Anhang

Anhang 1: Beschreibung der Daten aus Köln

Anhang 2: Beschreibung der Daten aus Frankfurt

Anhang 3: Datensatzbeschreibung der Parkscheinautomaten in Köln

Anhang 4: Grundlagen der OWK Methode

Anhang 5: Vergleich der Parkdauer (Parkschein und Handyparken)

Anhang 6: Protokoll Workshop Parkraumdatengenerierung und –projektierung am 24.01.2019

Anhang 1: Beschreibung der Daten aus Köln

Ordnungswidrigkeiten

Auf der „open data“-Plattform der Stadt Köln⁶ sind die monatlichen Ordnungswidrigkeiten (OWK) unter anderem nach Datum, Uhrzeit, Straße, z.T. Hausnummer, Fabrikat, Nummernschild (Kürzel) und Tatbestandsnummer zu finden.⁷ Momentan sind diese immer für je zwei abgeschlossene Jahre (hier 2017 und 2016) abgelegt. Die Daten liegen im JSON- und CSV-Format vor. Somit ergeben sich 827.812 OWK für Köln für 2017, die jedoch nicht nur das Thema Parken abdecken.

Aus den OWK, die standardisiert aufgenommen werden, konnten Rückschlüsse gezogen werden, bei welcher Adresse sich ein Parkstand oder kein Parkstand befindet. Die Methode zur Identifizierung von Parkraum wird in Kapitel 8.1 im Rahmen einer Anwendung detailliert beschrieben.

Ein Hinzuspielen von Koordinaten erfolgt basierend auf der Straße und der Hausnummer. Dies impliziert unter anderem, dass eine Geocodierung nur möglich ist, wenn die Adresse vollständig ist.

Bezüglich der Datenqualität lässt sich feststellen:

- Zuverlässigkeit: Die Daten sind **zuverlässig**, da sie aus einer kommunalen Quelle stammen, die einen Anreiz hat, diese „rechtssicher“ zu erheben.
- Aktualität & Aktualisierbarkeit: Die Daten sind **aktuell** und eine fortlaufende monatliche **Aktualisierung** erscheint ohne großen Aufwand realisierbar, womit sich die Analyse dynamisch durchführen ließe, d.h. bspw. immer mit den letzten zwölf Monaten („rollierende Daten“).
- Vollständigkeit: Die Daten sind in dem Sinne **vollständig**, dass alle aufgedeckten OWK auch tatsächlich in den Daten enthalten sind.
- Redundanzfreiheit: Auch sind sie frei von **Redundanzen**.
- Konsistenz: Aufgrund von Tippfehlern (bei Adressen) und Interpretationsspielraum des Kontrollpersonals sind die Angaben nicht 100% **konsistent**. Die sich daraus ergebenden Einschränkungen sind in Kapitel 8.1 im Rahmen einer Anwendung detailliert beschrieben.

Carsharing

Die Cambio Mobilitätsservice GmbH & Co KG ist ein Unternehmen, das unter anderem in den Städten Köln, Bonn und Hürth mit 490 Autos und 102 Stationen Carsharing betreibt.⁸ Die xlsx-Dateien, die die Firma dem Projektteam übermittelt hat, enthalten Bestandsdaten über die Fahrzeugflotte des Unternehmens, die festen Stellplätze und Cambio-Stationen, die die Firma betreibt. Folgende Attribute sind angegeben: Fahrzeuginformationen, Adresse und Koordinaten der Stellplätze (in Dezimalgrad; WGS84).

⁶ <https://offenedaten-koeln.de>

⁷ <https://offenedaten-koeln.de/dataset/bu%C3%9Fgelddaten-koeln-2017>

⁸ https://www.cambio-carsharing.de/cms/carsharing/de/1/cms_f2_32/cms/stdws_info/stationen.html (Stand November 2016)

Die mit Adressen hinterlegten Stellplätze können direkt als Information genutzt werden. An den georeferenzierten Punkten sind Stellplätze zu finden, die ausschließlich einem bestimmten Nutzerkreis zu Verfügung stehen (Nutzern von Carsharing-Fahrzeugen von Cambio.)

Bezüglich der Datenqualität lässt sich sagen:

- Zuverlässigkeit: Da die Daten eine Grundlage des Geschäftsmodells des Unternehmens sind, ist mit hoher Zuverlässigkeit zu rechnen.
- Aktualität & Aktualisierbarkeit: Die Daten werden unternehmensintern aktualisiert.
- Vollständigkeit: Die Stationen lassen sich über die Georeferenz kartographisch beschreiben.
- Redundanzfreiheit: Die Daten weisen keine Duplikate auf.
- Konsistenz: Die Daten enthalten keine Widersprüche.

Parkstände für mobilitätseingeschränkte Personen

Die Shape-Datei, die aus „Offene Daten Köln“ stammt, enthält Bestandsdaten über nicht zugeordnete Parkstände (d.h. allgemeine Behindertenparkstände, die von allen Personen mit einem entsprechendem Ausweis genutzt werden können) für mobilitätseingeschränkte Personen mit u.a. folgenden Attributen: Anzahl, UTM-Koordinaten (WGS84) und Stadtteil.

Die mit Adressen hinterlegten Behindertenparkstände können direkt übernommen werden. An den georeferenzierten Punkten sind Parkstände zu finden, die ausschließlich einem bestimmten Nutzerkreis zu Verfügung stehen (Inhaber eines Schwerbehindertenausweises).

Zur Datenqualität:

- Zuverlässigkeit: Es handelt es sich um zuverlässige Daten, da diese von öffentlichen Stellen erhoben und übermittelt werden.
- Aktualität & Aktualisierbarkeit: Die Daten werden zwar durch die Stadt Köln aktualisiert jedoch ist der Aktualisierungszyklus nicht ersichtlich.
- Vollständigkeit: Die Daten enthalten keine ersichtlichen oder auffälligen Lücken, so dass von der Vollständigkeit ausgegangen wird.
- Redundanzfreiheit: Die Daten weisen keine Duplikate auf.
- Konsistenz: Die Daten enthalten sowohl einzeln als auch gegenüber anderen Datensätzen betrachtet keine Widersprüche.

Bewohnerparken

Die ArcMap-Datei, die das Amt für Straßen und Verkehrsentwicklung bereitgestellt hat, beinhaltet diverse Layer zu Bewohnerparkbereichen. Die Bestandsdaten sind in folgende Layer organisiert: Ladezonen, Bereichen mit freiem Parken und Parkscheintarifgebieten (z.B. Kurzzeit- und Langzeitparken). In den Subordnern befinden sich pdf-Dateien, in denen kartographisch für jedes Parkgebiet Bewohnerparkflächen,

bewirtschaftete und unbewirtschaftete Parkflächen und Ladezonen mit der Angabe der Anzahl dargestellt werden.

Die Bewohnerparkzonen können direkt in ein Geoinformationssystem übernommen werden. Die Daten verweisen auf die jeweilige Bewirtschaftung und Regelungen von Bewohnern. Eine Detailaussage bezüglich einzeln definierter Parkstände ist über den Datensatz nicht möglich.

Die Daten sind bereits georeferenziert.

Zur Datenqualität lässt sich folgendermaßen zusammenfassen:

- Zuverlässigkeit: Es handelt es sich um zuverlässige Daten, da diese von öffentlichen Stellen erhoben und übermittelt werden.
- Aktualität & Aktualisierbarkeit: Stand der Daten ist Mai 2018. Die Daten werden zwar aktualisiert, der Aktualisierungszyklus ist jedoch nicht ersichtlich.
- Vollständigkeit: Da keine ersichtlichen Datenlücken enthalten sind, wird der Datensatz als vollständig eingeordnet.
- Redundanzfreiheit: Die Daten weisen keine Duplikate auf.
- Konsistenz: Die Daten enthalten sowohl einzeln als auch gegenüber anderen Datensätzen betrachtet keine Widersprüche.

Parkscheinautomaten und Handyparkzonen

In den Bestandsdaten zu Parkscheinautomaten in Köln, die in „Offene Daten Köln“ als xlsx-Datei öffentlich zugänglich sind, werden neben Koordinaten (Dezimalgrad; WGS84), u.a. auch folgende Angaben gemacht: Adresse, Bezirk, Anzahl der Stellplätze, Tarifregelung und Geldkarten- und Münzeinnahmen.

Die Alternative zu Parkscheinautomaten sind Handyparken-Anbieter, die ihren Kunden die Bezahlung der bewirtschafteten Parkstände der Stadt Köln über eine Mobile-Applikation ermöglichen, so dass der Gang zum Parkscheinautomaten entfällt. Die Firma EasyPark, die europaweit in über 1000 Städten diverse Parkdienste anbietet, ist eines der Unternehmen, die u.a. diesen Service anbietet. Das Unternehmen hat dem Forschungsteam eine xlsx-Datei über Handyparkzonen und vier xlsx-Dateien bestehend aus historischen Daten für das Jahr 2017 über die Handyparken-Transaktionen mit folgenden Angaben bereitgestellt: Beginn, Ende, Dauer, Betrag in Euro und Handyparkzone.

Parkscheinautomaten (PSA) und Handy-Park-Zonen (HP-Zonen) können gemeinsam behandelt werden, da HP-Zonen sich räumlich am selben Ort befinden wie PSA (vgl. Abbildung 14).



Abbildung 14: Hinweis auf Handyparken auf einem Parkscheinautomaten in Köln (Stadt Köln⁹)

Die **Daten zu den PSA** wurden direkt von der Stadt Köln übermittelt und liegen für August 2017 im Excel-Format vor. Für 2.570 PSA, die laut der Daten 45.811 Parkstände umfassen, liegen Informationen zum Aufstellort, (Adresse und Koordinaten), Anzahl an Parkständen, Tarif, Höchstparkdauer, Einnahmen vor (siehe Tabelle A 1 im Anhang).

Die Daten zu den **HP-Zonen** sind auf der „open data“-Plattform der Stadt Köln ebenfalls für August 2017 verfügbar.¹⁰ Hier sind nur die 2.373 PSA mit HP, die laut der Daten 45.811 Parkstände umfasst, verzeichnet. Diese beinhalten keinerlei Informationen, die nicht im oben genannten Datensatz ebenfalls verzeichnet wären.

Die PSA-Daten enthalten Informationen zur Anzahl der Parkstände. Diese werden jedoch nicht ständig aktualisiert. Sie geben aber einen Hinweis auf das Angebot pro Parkstand. In Kombination mit Handyparkdaten und Daten aus den Parkscheinverkäufen, lassen sich diese Aussagen vergleichen. In Kapitel 8.3 wird die Methode getestet, mit Hilfe der verkaufter Parkscheine der Parkraum identifiziert werden soll.

Die Standorte der PSA werden zwar georeferenziert angegeben. Nach Absprache mit den städtischen Behörden konnte jedoch festgestellt werden, dass mehr als die Hälfte der Koordinaten nicht korrekt sind und hier Koordinaten als Platzhalter eingesetzt wurden, die nicht mit dem echten Standort übereinstimmen.

In der EasyPark-Datei sind die Koordinaten zu zugehörigen Parkscheinautomaten bereits angegeben.

Zur Datenqualität:

- Zuverlässigkeit: Bei den Daten über die Parkscheinautomaten handelt es sich zwar um eine vertrauenswürdige Quelle, da diese von öffentlichen Stellen erhoben und übermittelt werden. Jedoch lässt die große Anzahl an falschen Koordinatenangaben Zweifel über die Zuverlässigkeit aufkommen.
- Aktualität & Aktualisierbarkeit: Der Aktualisierungszyklus und der Stand der Daten für Parkscheinautomaten sind nicht ersichtlich.

⁹ <https://www.stadt-koeln.de/leben-in-koeln/verkehr/parken/handy-parken-koeln>

¹⁰ <https://offenedaten-koeln.de/dataset/parkscheinautomaten-koeln>

- Vollständigkeit: Die Daten enthalten keine offensichtlichen Lücken und werden daher als vollständig eingeordnet.
- Redundanzfreiheit: In den Daten über die Parkscheinautomaten sind Duplikate hinsichtlich der Koordinaten vorhanden. Soweit überprüfbar, weisen die Daten von EasyPark keine Duplikate auf.
- Konsistenz: Die Daten über die Parkscheinautomaten sind hinsichtlich der Koordinaten zum Teil inkonsistent, da einige Automaten gleiche Koordinaten aufweisen. Die Daten von EasyPark erscheinen dagegen konsistent.

Parkscheinverkäufe an Parkscheinautomaten und per Handyparken

Im Ordner „Parkscheinverkäufe Köln“, der von der Stadt Köln bereitgestellt wurde, sind monatliche CSV-Dateien enthalten, die historische Daten über die gezogenen Parkscheine mit Karten- und Münzzahlung für das Jahr 2017 beinhalten. Insgesamt handelt es sich um 8,35 Mio. (8.350.756) verkaufte Parkscheine, für die die folgenden Informationen vorliegen: Datum, Uhrzeit, Bezahlung, Parkdauer.

Die HP- Parkschein-Daten enthalten 1,1 Mio. Parkvorgängen, für die Dauer, der bezahlte Betrag sowie die Parkbezirke enthalten sind.

In Kapitel 8.4 wird eine Methode getestet, die aus der Anzahl der verkauften Parkscheine den Parkraum identifiziert.

Die Parkscheinverkäufe lassen sich den Parkscheinautomaten zuordnen; die HP- Parkscheindaten lassen sich zumindest Parkbezirken zuordnen. Wie in Anhang 1 erklärt, sind den PSA falsche Koordinaten zugeordnet. Die Geocodierung kann hierbei nicht durchgeführt werden.

Datenqualität:

- Zuverlässigkeit: Da die Parkscheindaten von öffentlichen Stellen stammen und die Erfassung der Transaktionen automatisch erfolgt, handelt es sich um zuverlässige Daten.
- Aktualität & Aktualisierbarkeit: Die Transaktionsdaten werden permanent erfasst und aktualisiert.
- Vollständigkeit: Es ist davon auszugehen, dass die Daten vollständig sind, da die Erfassung automatisch erfolgt.
- Redundanzfreiheit: Die Daten beinhalten keine Duplikate.
- Konsistenz: Abgesehen davon, dass in 28 Fällen eine bezahlte Dauer von 72000min (=50 Tage) erfasst sind, enthalten die Daten sowohl einzeln als auch gegenüber anderen Datensätzen betrachtet keine Widersprüche.

Ladesäulen Köln

Die Bundesnetzagentur erfasst alle Ladesäulen in der BRD, die vom Betreiber gemeldet werden und den Anforderungen der Ladesäulenverordnung genügen. Diese Bestandsdaten sind öffentlich zugänglich und werden u.a. mit den folgenden Attributen dargestellt: Betreiber, Adresse, falls vorhanden: Koordinaten (Dezimalgrad; WGS84), Art der Ladeeinrichtung, Anzahl der Ladepunkte.

Per Definition lassen sich hier nur Parkstände an Ladepunkten identifizieren. Die Daten geben insofern Hinweise auf das Angebot für eine bestimmte Gruppe von Verkehrsteilnehmern.

Die Daten sind bereits georeferenziert, sodass an dieser Stelle die Geocodierung nicht benötigt wird.

Bezüglich der Datenqualität ist festzustellen:

- Zuverlässigkeit: Es handelt es sich um zuverlässige Daten, da diese von einer öffentlichen Stelle erhoben und übermittelt wird.
- Aktualität & Aktualisierbarkeit: Der Stand der Daten ist der 7. Mai 2018. Die Daten werden von der Bundesnetzagentur dann aktualisiert, wenn neue Ladesäulen gemeldet werden.
- Vollständigkeit: Zwei von 55 Ladesäulen in Köln weisen Datenlücken auf. Unter anderem fehlen Koordinaten und Angaben über technische Eigenschaften.
- Redundanzfreiheit: Die Daten weisen keine Duplikate auf.
- Konsistenz: Die Daten enthalten sowohl einzeln als auch gegenüber anderen Datensätzen betrachtet keine Widersprüche.

Anhang 2: Beschreibung der Daten aus Frankfurt

Ordnungswidrigkeiten

Die Daten zu den Ordnungswidrigkeiten (OWK) für 2017 der Stadt Frankfurt wurden dem Projektteam von der Straßenverkehrsbehörde Frankfurt in anonymisierter Form übergeben. Allerdings handelte es sich zunächst um PDF-Dateien, die digitalisiert werden mussten. Im Kern enthalten die Daten die analogen Informationen wie für die Stadt Köln. Darüber hinaus – und dies erweist sich für die Analyse als sehr vorteilhaft – sind die Daten eines „Konkretisierungsfeldes“ enthalten, in das zusätzliche Informationen zur jeweiligen OWK gespeichert sind. Diese erlauben es für Frankfurt, auch Ladezonen für den Lieferverkehr sowie „Sonderparkstände für E-Fahrzeug“ (also Ladestationen) zu identifizieren, da in den Konkretisierungsfeldern oftmals Zusatzverkehrsschilder beschrieben werden. Insgesamt liegen 775.990 OWK für das Jahr 2017 vor, die jedoch nicht nur das Thema Parken abdecken.

Die Methode zur Identifizierung von Parkraum wird in Kapitel 8.1 im Rahmen einer Anwendung detailliert beschrieben. Mit der Methode werden aus den OWK-Datensätzen georeferenzierte Informationen zum Parkraumangebot generiert.

Ein Hinzuspielen von Koordinaten erfolgt basierend auf Straße und Hausnummer. Dies impliziert unter anderem, dass eine Geocodierung nur möglich ist, wenn die Adresse vollständig ist.

Die Datenqualität ist analog zu der in Köln. Die sich daraus ergebenden Einschränkungen sind in Kapitel 8.1 im Rahmen einer Anwendung detailliert beschrieben.

Parkscheinautomaten

In den Bestandsdaten zu Parkscheinautomaten (PSA) in Frankfurt, die von der Parkhausbetriebsgesellschaft mbH zur Verfügung gestellt wurde, werden u.a. die Standorte der Automaten anhand von Adressen beschrieben und Angaben über die Tarifregelung gemacht. Insgesamt sind 376 Automaten aufgelistet. Es gibt keinerlei Hinweise zur Anzahl der Parkstände.

Auf automatisiertem Weg lassen sich isoliert aus diesen Daten auch keine Parkstände identifizieren. Falls Informationen zur Anzahl der verkauften Parkscheine vorlägen, käme potentiell die in Kapitel 8.2 getestete Methode infrage.

Die Koordinaten der PSA wurde für das Projekt nachträglich ermittelt. Die Rohdaten enthalten keine Koordinaten. Über die Adressen konnte ein Teil der PSA geokodiert werden. Die Geocodierung der PSA (nicht der Parkstände) kann jedoch nur bedingt angewandt werden, da einige Geräte ungenaue („von-bis“ Hausnummern) enthalten.

In Bezug auf die Datenqualität ist festzustellen:

- Zuverlässigkeit: Bei den Daten handelt es sich um eine vertrauenswürdige Quelle, da diese von öffentlichen Stellen erhoben und übermittelt werden.
- Aktualität & Aktualisierbarkeit: Der Stand der Daten ist der 30. Juni 2017.

- **Vollständigkeit:** Die Daten enthalten keine Lücken und werden daher als vollständig eingeordnet. Allerdings sind die Adressinformationen ungenau bzw. unvollständig, sodass eine Georeferenzierung bei vielen nicht möglich ist.
- **Redundanzfreiheit:** Die Daten weisen keine redundanten Informationen auf.
- **Konsistenz:** Die Daten wurden auf Widersprüche geprüft. Es sind keine Widersprüche ersichtlich.

Öffentlich zugängliche Parkhäuser im Parkleitsystem

Daten zu Parkhäusern, die im Parkleitsystem enthalten sind, gibt es als statische und dynamische Bestandsdaten auf open-data Plattformen.¹¹ In den **statischen Bestandsdaten** des Parkleitsystems, die als xlsx-Dateien verfügbar sind, sind folgende Bestandsdaten enthalten:¹²

- Bereich im Parkleitsystem: Anlagenring, Zeil, Mainzer Landstraße, Bahnhofsviertel, Dom / Römer.
- Die Bezeichnung des Parkhauses: Alte Oper, Am Gericht, Am Theater, Baseler Platz, Börse, Goetheplatz, Hauptbahnhof Süd, Hauptwache, Interconti, Junghofstraße, Kaiserplatz, Karstadt, Konrad-Adenauer-Straße, Konstabler, Moselstraße, MyZeil, Opernturm, Römer, Schiller-Passage, Trianon, Turmcenter, Westend
- Die Gesamtkapazität, untergliedert in langfristig (Langzeitparker) und kurzfristig (Kurzzeitparker), sowie eine zusätzliche Angabe bzgl. der Anzahl der Plätze für Behinderte und der Plätze für Frauen.
- Maximale Fahrzeughöhe

Zudem hat die Parkhausbetriebsgesellschaft eine xlsx-Datei bereitgestellt, in der privat genutzte Tiefgaragen mit Adressen und Anzahl der Stellplätze angegeben sind.

Die **dynamischen Daten** zeigen eine Aktualisierung der oben genannten Daten im 5-Minuten-Rhythmus. Diese sind auf den open data Plattformen verfügbar. Für Forschungszwecke wurden diese in Form historischer Daten für März bis Dezember 2017 zur Verfügung gestellt.

Zudem wurden historische Stromgrößen (Zufahrten und Ausfahrten) von der Parkhausbetriebsgesellschaft zur Verfügung gestellt. Diese bestehen aus zwei digitalen Ordnern, die für die Jahre 2017 und 2016 jeweils 1108 bzw. 1068 pdf-Dateien beinhalten. Sie beinhalten die stündlichen Angaben über Ein- und Ausfahrten aus Parkhäusern, die von der Parkhausbetriebsgesellschaft betrieben werden. Eine einzelne pdf-Datei fasst für eine Kalenderwoche die Daten zusammen, sodass in einem Jahr 52 pdf-Dateien pro Parkhaus entstehen.

Die Anzahl der Stellplätze lässt sich direkt in den Daten ablesen. Die Einfahrten der Parkhäuser sind jeweils mit Koordinaten versehen, so dass sie räumlich zuordenbar sind.

Für die Geocodierung der statischen Daten müssen die Adressen der Parkhäuser ergänzt werden. Die Geocodierung der dynamischen Daten ist nicht erforderlich.

Zur Datenqualität:

¹¹ <http://www.offenedaten.frankfurt.de/organization/strassenverkehrsamt>

¹² <http://offenedaten.frankfurt.de/dataset/parkdaten-statisch/resource/a9763912-70b4-4340-9b3a-e152a474c62e>

- Zuverlässigkeit: Sowohl bei den statischen als auch bei den dynamischen Daten handelt es sich um vertrauenswürdige Quellen, da diese von öffentlichen Stellen bzw. von städtischen Unternehmen gepflegt werden.
- Aktualität & Aktualisierbarkeit: Der Stand der statischen Daten über die Parkhäuser ist der 03. Mai 2018. Der Stand der Daten über die Tiefgaragen ist nicht ersichtlich. Über den Aktualisierungszyklus der beiden statischen Daten ist keine Angabe bekannt.
- Vollständigkeit: Die Daten enthalten keine Lücken und werden daher als vollständig eingeordnet.
- Redundanzfreiheit: Die Daten weisen keine redundanten Daten auf.
- Konsistenz: Es sind keine Widersprüche enthalten.

Private Parkhäuser

Per Internetrecherchen wurden Daten bezüglich privater Parkhäuser in Frankfurt gesammelt. Erfasst wurden auf diesem Wege unter anderem Ansprechpartner bzw. Betreiber, Adressen, Anzahl der Stellplätze, Öffnungszeiten und Tarifgestaltungen. Quellen sind neben Internetauftritte der Betreiber die Internetseite „parkopedia.de“. Es wurde dazu der Stadtkern und die stadtkernnahen Gebiete getrachtet.

In den Daten sind Anzahl und Ort der Stellplätze für eine besondere Nutzergruppe. Der Parkraum ist privat und nicht öffentlich zugänglich.

Die Geocodierung wäre anhand der Adressen möglich. Jedoch befinden sich in der Datei zum Teil auch „von bis“ Hausnummern, die die Georeferenzierung erschweren.

Zur Datenqualität:

- Zuverlässigkeit: Da die Daten aus verschiedenen Quellen zusammengetragen worden sind, ist die Zuverlässigkeit der Daten begrenzt.
- Aktualität & Aktualisierbarkeit: Die Aktualisierbarkeit der Daten ist beschränkt, da die Recherche erneut durchgeführt werden müsste. Stand der Daten ist der November 2018.
- Vollständigkeit: Die Daten enthalten nur an einer Stelle eine Lücke. Und zwar konnte für das Parkhaus „Parkhaus Ladengalerie Bockenheimer Warte“ die Anzahl der Stellplätze nicht ermittelt werden.
- Redundanzfreiheit: Die Daten weisen keine redundanten Daten auf.
- Konsistenz: Es sind keine Widersprüche enthalten.

Carsharing

Von den Carsharing Unternehmen book-n-drive, car2go, und Stadtmobil wurden mittels Internetrecherchen die Bestandsdaten mit Informationen über Adresse und Anzahl tabellarisch zusammengetragen.¹³ Für book-n-drive wurden 119, für car2go 10 und für Stadtmobil 78 Adressen für Stellplätze gefunden.

Die Daten geben einen Hinweis zu Stellplätzen, die von einer besonderen Nutzergruppe (Carsharing-Nutzer) genutzt werden können. Da sie mit einer Adresse hinterlegt sind, könnten die Parkraumdaten generell übernommen werden. Die Geocodierung dieser Daten kann im Weiteren nicht ohne Bereinigung durchgeführt werden, da ungenaue Adressangaben vorhanden sind (bspw. „ggü.“, „von-bis“).

Zur Datenqualität:

- **Zuverlässigkeit:** Da die Daten aus verschiedenen Quellen zusammengetragen worden sind, ist die Zuverlässigkeit der Daten begrenzt
- **Aktualität & Aktualisierbarkeit:** Die Recherche wurde am 11. Juni 2018 durchgeführt. Die Aktualisierbarkeit ist nur mit erneuter Fleißarbeit möglich
- **Vollständigkeit:** Die Vollständigkeit ist nicht gewährleistet, da Lücken in den Datensätzen vorhanden sind.
- **Redundanzfreiheit:** Die Daten weisen keine redundanten Daten auf.
- **Konsistenz:** Es sind keine Widersprüche enthalten.

Ladesäulen Frankfurt

Die Bundesnetzagentur erfasst alle Ladesäulen in der BRD, die vom Betreiber gemeldet werden und den Anforderungen der Ladesäulenverordnung genügen. Diese Bestandsdaten sind öffentlich zugänglich und werden u.a. mit den folgenden Attributen dargestellt: Betreiber, Adresse, falls vorhanden: Koordinaten (Dezimalgrad; WGS84), Art der Ladeeinrichtung, Anzahl der Ladepunkte.

Die Daten beinhalten Ort und Anzahl von Parkständen im öffentlichen und privat, öffentlich zugänglichen Raum. Das bedeutet, dass die Parkstände mit Lademöglichkeit für E- Fahrzeuge öffentlich und private allgemein für eine bestimmte Nutzergruppe zugänglich sind.

Die Daten sind bereits georeferenziert, sodass an dieser Stelle die Geocodierung nicht benötigt wird.

Zur Datenqualität:

- **Zuverlässigkeit:** Es handelt es sich um zuverlässige Daten, da diese von einer öffentlichen Stelle erhoben und übermittelt wird.
- **Aktualität & Aktualisierbarkeit:** Der Stand der Daten ist der 7. Mai 2018. Die Daten werden von der Bundesnetzagentur dann aktualisiert, wenn neue Ladesäulen gemeldet werden.

¹³ <https://web.book-n-drive.de/@50.1062982,8.6790368,13z>
<https://www.car2go.com/DE/de/frankfurt/how/drive/>
<https://rhein-main.stadtmobil.de/privatkunden/stationen/#karte1652>

- **Vollständigkeit:** Sechs von 25 Ladesäulen in Frankfurt weisen Datenlücken auf. Unter anderem fehlen Koordinaten und Angaben über technische Eigenschaften.
- **Redundanzfreiheit:** Die Daten weisen keine Duplikate auf.
- **Konsistenz:** Die Daten enthalten sowohl einzeln als auch gegenüber anderen Datensätzen betrachtet keine Widersprüche.

Bewohnerparken

Die xlsx-Datei vom Straßenverkehrsamt umfasst Bestandsdaten über 32 Regelungsbereiche bezüglich Bewohnerparken. Je Regelungsbereich existiert ein Arbeitsblatt mit zugehörigen Straßen. Es werden folgende Angaben zu jeder Straße in den Regelungsbereichen gemacht: Gesamtparkstände, Anzahl der Bewohnerparkständen, Anzahl der nicht bewirtschafteten Parkständen, Anzahl der ausgegebenen Bewohnerparkausweisen.

In den Daten sind die einzelnen Parkstände nicht geocodiert. Die Anzahl der Parkstände ist nur für einen definierten Bereich angegeben. Diese Beschreibung ist zu ungenau und beinhaltet nicht die für die Datenbank nötigen Attribute.

Zur Datenqualität;

- **Zuverlässigkeit:** Es handelt es sich um zuverlässige Daten, da diese von öffentlichen Stellen erhoben und übermittelt werden.
- **Aktualität & Aktualisierbarkeit:** Die Daten werden höchstwahrscheinlich in der Behörde aktualisiert. Jedoch ist der Aktualisierungszyklus nicht ersichtlich.
- **Vollständigkeit:** Die Vollständigkeit ist gewährleistet, da keine Datenlücken vorzufinden sind.
- **Redundanzfreiheit:** Soweit überprüfbar, weisen die Daten keine Duplikate auf.
- **Konsistenz:** Die Daten enthalten sowohl einzeln als auch gegenüber anderen Datensätzen betrachtet keine Widersprüche.

Anhang 3 Datensatzbeschreibung der Parkscheinautomaten in Köln

Tabelle A 1: Detaillierte Datensatzbeschreibung der Parkscheinautomaten in Köln (vgl. Anhang 1).

Variable	Beschreibung																										
Aufstellort	Straße und Hausnummer																										
PSA Nr_8_stellig	8-stellige Nr des PSA zur eindeutigen Identifizierung																										
Bezirk/Gebiet	Zuordnung zu einer von 44 Parkbezirken in Köln																										
Abschnitt von	Straße, die den Beginn der PSA-Zone markiert																										
Abschnitt bis	Straße, die das Ende der PSA-Zone markiert																										
Stellplätze	Anzahl der Stellplätze in diesem Abschnitt. In den Daten zu den 2.570 PSA ist die jeweilige Anzahl der Stellplätze enthalten, mit der Ausnahme von 7 PSA, wo sich keine Angabe befindet. Bei 5 PSA wird zudem der Wert null bei der Anzahl der Stellplätze angegeben.																										
Masch Nr																											
Fabrikat																											
Prom Typ/Handyparkzone	Nummer, die man beim Handyparken eingeben muss.																										
Roter Punkt	Fahrzeuge mit Bewohnerparkausweis dürfen hier kostenfrei parken. ¹⁴ 2.058 (=80,1%) der PSA und somit 83,5% der Stellplätze haben einen																										
Roter Punkt Text																											
Frei 15 Minuten	Bei 110 (=4,3%) der PSA (entspricht (=2,9% der Stellplätze) ist es möglich, die ersten 15 Minuten kostenlos zu parken. Ein Parkschein ist trotzdem notwendig. ¹⁵																										
Entleerungsrhythmus																											
Inbetrieb	Die Daten enthalten auch PSA, die noch nicht in Betrieb sind bzw. nicht mehr in Betrieb. So sind insgesamt 239 PSA nicht in Betrieb, davon 200 PSA aufgestellt, aber noch nicht in Betrieb genommen.																										
Inbetriebnahme	Datum der Inbetriebnahme																										
KLR Anlagennummer																											
GSM Karten Nr																											
Händlerkarte																											
Gebührenzeit	Gibt an, zu welchen Zeiten Gebühren erhoben werden. Die häufigsten sind: <table border="1" style="margin-left: 20px;"> <thead> <tr> <th>Zeiten</th> <th>Anteil</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>Mo-Sa 09:00 - 23:00</td> <td>34,2%</td> </tr> <tr> <td>Mo-Sa 09:00 - 18:00</td> <td>13,7%</td> </tr> <tr> <td>Mo-Fr 09:00 - 21:00 + Sa 09:00 - 13:00</td> <td>11,6%</td> </tr> <tr> <td>Mo-Sa 09:00 - 01:00</td> <td>6,3%</td> </tr> <tr> <td>Mo-Fr 09:00 - 21:00 + Sa 10:00 - 15:00</td> <td>5,4%</td> </tr> <tr> <td>Mo-Sa 09:00 - 20:00</td> <td>4,4%</td> </tr> <tr> <td>Mo-So 09:00 - 23:00</td> <td>4,3%</td> </tr> <tr> <td>Mo-Sa 09:00 - 21:00</td> <td>3,6%</td> </tr> <tr> <td>Mo-Fr 08:00 - 17:00</td> <td>3,4%</td> </tr> <tr> <td>Mo-Fr 11:00 - 21:00 + Sa 10:00 - 15:00</td> <td>2,2%</td> </tr> <tr> <td>Mo-Fr 09:00 - 19:00 + Sa 09:00 - 16:00</td> <td>1,4%</td> </tr> <tr> <td>Summe</td> <td>90,5%</td> </tr> </tbody> </table>	Zeiten	Anteil	Mo-Sa 09:00 - 23:00	34,2%	Mo-Sa 09:00 - 18:00	13,7%	Mo-Fr 09:00 - 21:00 + Sa 09:00 - 13:00	11,6%	Mo-Sa 09:00 - 01:00	6,3%	Mo-Fr 09:00 - 21:00 + Sa 10:00 - 15:00	5,4%	Mo-Sa 09:00 - 20:00	4,4%	Mo-So 09:00 - 23:00	4,3%	Mo-Sa 09:00 - 21:00	3,6%	Mo-Fr 08:00 - 17:00	3,4%	Mo-Fr 11:00 - 21:00 + Sa 10:00 - 15:00	2,2%	Mo-Fr 09:00 - 19:00 + Sa 09:00 - 16:00	1,4%	Summe	90,5%
Zeiten	Anteil																										
Mo-Sa 09:00 - 23:00	34,2%																										
Mo-Sa 09:00 - 18:00	13,7%																										
Mo-Fr 09:00 - 21:00 + Sa 09:00 - 13:00	11,6%																										
Mo-Sa 09:00 - 01:00	6,3%																										
Mo-Fr 09:00 - 21:00 + Sa 10:00 - 15:00	5,4%																										
Mo-Sa 09:00 - 20:00	4,4%																										
Mo-So 09:00 - 23:00	4,3%																										
Mo-Sa 09:00 - 21:00	3,6%																										
Mo-Fr 08:00 - 17:00	3,4%																										
Mo-Fr 11:00 - 21:00 + Sa 10:00 - 15:00	2,2%																										
Mo-Fr 09:00 - 19:00 + Sa 09:00 - 16:00	1,4%																										
Summe	90,5%																										
Gebühr je 20 Min.	61,1% der PSA (entspricht 57,8% der Stellplätze) haben eine Gebühr von 0,50€ je 20 Minuten. Die restlichen haben 1,00€ je 20 Minuten. Höchstparkdauer. Diese ist wie folgt:																										
HPD	<table border="1" style="margin-left: 20px;"> <thead> <tr> <th></th> <th>PSA</th> <th>Parkstände</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>20 min</td> <td>0,2%</td> <td>0,1%</td> </tr> <tr> <td>1 Stunde</td> <td>0,1%</td> <td>0,2%</td> </tr> <tr> <td>2 Stunden</td> <td>3,6%</td> <td>2,8%</td> </tr> <tr> <td>3 Stunden</td> <td>2,8%</td> <td>2,6%</td> </tr> <tr> <td>4 Stunden</td> <td>67,9%</td> <td>63,5%</td> </tr> <tr> <td>7 Stunden</td> <td>1,7%</td> <td>1,8%</td> </tr> <tr> <td>8 Stunden</td> <td>0,2%</td> <td>0,2%</td> </tr> </tbody> </table>		PSA	Parkstände	20 min	0,2%	0,1%	1 Stunde	0,1%	0,2%	2 Stunden	3,6%	2,8%	3 Stunden	2,8%	2,6%	4 Stunden	67,9%	63,5%	7 Stunden	1,7%	1,8%	8 Stunden	0,2%	0,2%		
	PSA	Parkstände																									
20 min	0,2%	0,1%																									
1 Stunde	0,1%	0,2%																									
2 Stunden	3,6%	2,8%																									
3 Stunden	2,8%	2,6%																									
4 Stunden	67,9%	63,5%																									
7 Stunden	1,7%	1,8%																									
8 Stunden	0,2%	0,2%																									

14

„Den Bewohnerparkausweis erhalten Sie grundsätzlich für ein auf Sie zugelassenes Fahrzeug. Mit diesem Ausweis können Sie mit einem Fahrzeug auf den Bewohnerparkplätzen, auch an Parkscheinautomaten, die mit einem roten Punkt für das entsprechende Gebiet gekennzeichnet sind, kostenfrei parken.“

Der rote Punkt an Parkscheinautomaten bezeichnet das jeweilige Gebiet, zum Beispiel CITY. Diesen roten Punkt finden Sie auch auf Ihrem Parkausweis. So erkennen Sie, in welchem Parkgebiet Sie Ihr Fahrzeug abstellen können. Dabei müssen Sie die für andere Verkehrsteilnehmerinnen und Verkehrsteilnehmer geltende Höchstparkdauer nicht beachten. In einigen Gebieten gibt es Stellplätze ausschließlich für Bewohnerinnen und Bewohner. Hier gibt es ausnahmsweise keine gebührenpflichtigen Parkplätze.“

<https://www.stadt-koeln.de/leben-in-koeln/verkehr/parken/bewohnerparken-allgemeine-informationen>

¹⁵ <https://www.stadt-koeln.de/leben-in-koeln/verkehr/parken/broetchentaste-15-minuten-kostenfrei-parken>

9 Stunden	7,3%	9,8%
10 Stunden	0,9%	1,3%
11 Stunde	0,2%	0,3%
12 Stunden	11,8%	12,0%
14 Stunden	3,3%	5,2%
16 Stunden	0,2%	0,3%
Total	2563	45811

Einnahmen von Einnahmen bis Münzeinnahme Geldkarteneinnahme	Hier wird für einen bestimmten Zeitraum die Einnahmen in Münzen und aus Geldkarten dargestellt.
GeoKoordinateNord GeoKoordinateOst BewirtschaftetSeit PLZ	WGS84 in Dezimalgrad. Leider oftmals fehlerhaft (siehe Text)
TagesgebuehrZeiteinheit	Alle haben eine 20 Minuten-Taktung
Tagesgebuehr	Tagesgebühr 4,00€ ¹⁶
Tarifbesonderheit	24,4% der PSA haben diese Option. Dies entspricht 28,6% der Parkstände Ggf. Weitere Angaben zur Gebühr

Tabelle A 2: Detaillierte Datensatzbeschreibung der Parkscheine aus Parkscheinautomaten in Köln (vgl. Anhang 1)

Variable	Beschreibung
psanr	Nr. des PSA mit der einen direkten Zuordnung zu den PSA-Daten möglich ist.
Adresse	Straße und Hausnummer
Datum	des Bezahlvorgangs
Uhrzeit	des Bezahlvorgangs
Betrag	Tatsächlich bezahlter Betrag in Euro. Dieser beträgt im Durchschnitt 2,20€ und der mittlere bezahlte Betrag (Median) ist 2,00€. Der am häufigsten gezahlten Betrag ist 1,00€ (26,4%) gefolgt von 2,00€ (25,9%), 4,00€ (13,7%) und 0,50€ (11,7%)
Zahlungsart	Hier gibt es die folgenden Optionen und Häufigkeiten: Kostenlos 0,39% Kreditkarte 2,23% Münzen 97,38%
Bezahlte Dauer in Min.	Die durchschnittliche bezahlte Dauer beträgt 110 Minuten; die mittlere (Median) bezahlte Dauer beträgt 60 Minuten
Gesamte Dauer in Minuten	Davon zu unterscheiden ist die gesamte mögliche Parkdauer Mittelwert: gut 240 Minuten Median: 60 Minuten

¹⁶ Auf etwa 11.000 Stellflächen im Bereich der Innenstadt sowie in den Stadtbezirken Lindenthal, Mülheim, Nippes und Porz können Sie für 4 Euro bis zu 24 Stunden lang parken! Wo es möglich und sinnvoll ist, sind diese Parkplätze - insbesondere für Besucherinnen und Besucher - eingerichtet worden.
<https://www.stadt-koeln.de/leben-in-koeln/verkehr/parken/parken-rund-um-die-uhr-fuer-4-euro>

Anhang 4 Grundlagen der OWK Methode

Tabelle A 3: Tatbestände aus dem Tatbestandskatalog

Tbnr (von –bis)	Tatbestandstext (gekürzt)	Information
112292 –12295	Parken im Bereich einer Grundstücksein- bzw. -ausfahrt	Kein Parkstand
112302 –112305	auf einer schmalen Fahrbahn gegenüber einer Grundein bzw. –ausfahrt	Kein Parkstand
112432 –112435	bei zulässigem Gehwegparken nicht auf dem Gehweg geparkt	Parkstand
113100 –113104	Parken an einer abgelaufenen Parkuhr	Parkstand
113120 –113124	Überschreitung der Parkzeit im Bereich eines Parkscheinautomaten	Parkstand
113140 –113144	Parken im Bereich eines Parkscheinautomaten ohne gültigen Parkschein	Parkstand
113150 –113154	Parkschein nicht gut lesbar angebracht	Parkstand
113160 –113164	Überschreitung der zulässigen Höchstparkdauer bei Verwendung einer Parkscheibe im Bereich eines defekten Parkscheinautomaten	Parkstand
113180 –113184	Nichtverwendung Parkscheibe bei defektem Parkscheinautomaten	Parkstand
113200 –113204	falsches Einstellen der Parkscheibe bei defektem Parkscheinautomaten	Parkstand
113220 –113224	Überschreitung der Höchstparkdauer im Bereich eines eingeschränkten Halteverbots	kein Parkstand/ Bereich zum Be- und Entladen
113240 –113244	Überschreitung der Höchstparkdauer im Bereich eines eingeschränkten Halteverbots ohne vorgeschriebene Parkscheibe	kein Parkstand/ Bereich zum Be- und Entladen
113260 –113264	Überschreitung der Höchstparkdauer im Bereich eines eingeschränkten Halteverbots ohne vorgeschriebene Parkscheibe richtig eingestellt zu haben	kein Parkstand/ Bereich zum Be- und Entladen
113280 –113284	Überschreiten der zulässigen Höchstparkdauer bei Zeichen 314/315 *) mit Zusatzzeichen	Parkstand
113300 –113304	Parken bei Zeichen 314/315 *), ohne vorgeschriebene Parkscheibe	Parkstand
113320 –113324	Parken bei Zeichen 314/315 *), ohne vorgeschriebene Parkscheibe richtig eingestellt zu haben	Parkstand
113330 –113333	Überschreiten der Höchstparkdauer in Parkraumbewirtschaftungszone	Parkstand
113340 –113344	Nichtverwendung der vorgeschriebenen Parkscheibe in Parkraumbewirtschaftungszone	Parkstand
113350 –113354	Falsches Einstellen der Parkscheibe in einer Parkraumbewirtschaftungszone	Parkstand
141042 –141045	Parken auf freigegebenem Gehweg, obwohl zulässige Gesamtmasse des Fahrzeugs mehr als 2,8t	Parkstand
141290 –141295	Halten oder Parken auf Fußgängerüberweg	kein Parkstand
141310 –141315	Halten oder Parken im absoluten Haltverbot	kein Parkstand
141518	Parken in Feuerwehzufahrt	kein Parkstand
141322 –141325	Parken im eingeschränkten Haltverbot	kein Parkstand/ Bereich zum Be- und Entladen
141380 –141385	Halten oder Parken im Taxenstand	kein Parkstand
141392 –141393	Parken im "Bewohnerparken" ohne Auslegen des Ausweises	Bewohnerparkstand
141422 –141425	Parken innerhalb Grenzmarkierung	kein Parkstand
141000 –141116	Halten oder Parken auf (Geh- und) Radweg	kein Parkstand
141118 –141122	Parken im eingeschränkten Haltverbot einer Zone	kein Parkstand/ Bereich zum Be- und Entladen
141020 –141025	Halten oder Parken auf Fahrradstraße	kein Parkstand
141245	Parken auf Sperrfläche	kein Parkstand

142232 -142235	Parken auf freigegebenem Gehweg über die angegebene Zeit hinaus	Parkstand
142252 -142255	Parken auf Sonderparkplatz für Bewohner ohne Auslegen des Parkausweises	Bewohnerparkstand
142262 -142265	Parken auf Parkplatz trotz Verbot durch Zusatzzeichen	Parkstand
142278	Parken auf Sonderparkplatz für Schwerbehinderte ohne Auslegen des entsprechenden Ausweises	Sonderparkplatz

Anhang 5 Vergleich der Parkdauer (Parkschein und Handyparken)

Tabelle A 4: Parkdauer (in Minuten) und ausgegebener Betrag (in €) im Vergleich von Parkscheinen und Handyparken nach Handyparkzonen

Zone	Dauer von Parkscheinen in Minuten				Dauer von Handyparken in Minuten				Bezahlte Gebühr in € bei Parkscheinen				Bezahlte Gebühr in € bei Handy			
	Mittelwert	p25	p50	p75	Mittelwert	p25	p50	p75	Mittelwert	p25	p50	p75	Mittelwert	p25	p50	p75
500001	52	20	40	60	121	28	69	165	2,59	1,00	2,00	3,00	4,31	1,28	2,91	6,48
500002	57	40	40	80	102	25	58	134	2,85	2,00	2,00	4,00	4,15	1,28	2,78	5,98
500003	57	40	40	80	134	26	65	183	1,42	1,00	1,00	2,00	2,23	0,69	1,49	3,32
500004	49	20	40	60	105	24	55	126	2,46	1,00	2,00	3,00	3,84	1,20	2,52	5,31
500005	57	40	40	80	94	22	50	118	2,83	2,00	2,00	4,00	3,78	1,18	2,48	5,18
500006	77	40	80	80	99	29	65	168	1,91	1,00	2,00	2,00	2,29	0,79	1,59	3,33
500007	65	40	40	80	100	26	68	174	1,62	1,00	1,00	2,00	2,02	0,67	1,44	2,83
500008	54	40	40	80	81	21	49	104	1,36	1,00	1,00	2,00	1,49	0,62	1,23	2,29
500009	105	40	80	160	138	48	138	240	2,62	1,00	2,00	4,00	3,00	1,08	2,63	5,02
500010	56	20	40	80	105	29	75	184	1,40	0,50	1,00	2,00	2,00	0,68	1,38	2,88
500011	57	40	40	80	127	41	92	240	1,42	1,00	1,00	2,00	2,59	1,04	1,94	3,90
500012	58	40	40	80	89	23	58	139	1,44	1,00	1,00	2,00	1,91	0,68	1,32	2,64
500014	52	20	40	80	84	21	49	124	1,29	0,50	1,00	2,00	1,88	0,68	1,27	2,62
500015	60	40	40	80	64	25	58	120	1,48	1,00	1,00	2,00	1,65	0,74	1,44	2,72
500016	65	40	60	80	104	25	51	108	3,23	2,00	3,00	4,00	3,89	1,28	2,49	4,90
500017	35	5	25	45	78	21	50	110	2,50	1,00	2,00	3,00	3,38	1,11	2,28	4,58
500018	69	40	60	80	122	40	100	240	1,71	1,00	1,50	2,00	2,56	0,83	1,96	4,12
500019	68	40	80	80	73	34	69	120	1,70	1,00	2,00	2,00	1,85	0,94	1,74	3,08
500020	78	40	60	120	144	67	144	240	1,94	1,00	1,50	3,00	2,91	1,18	2,62	4,54
500021	52	20	40	80	99	21	47	109	1,31	0,50	1,00	2,00	1,68	0,63	1,18	2,13
500022	58	40	40	80	112	33	79	222	1,45	1,00	1,00	2,00	2,43	0,93	1,79	3,53
500023	54	20	40	80	79	36	91	120	1,29	0,50	1,00	2,00	1,94	1,02	1,89	3,12
500024	50	20	40	80	61	17	34	80	1,25	0,50	1,00	2,00	1,54	0,56	1,03	1,99
500029	63	40	40	80	113	36	86	217	1,56	1,00	1,00	2,00	2,76	1,13	2,17	4,22
500030	51	40	40	80	141	50	152	240	1,28	1,00	1,00	2,00	2,42	0,99	1,89	3,62
500031	36	20	40	40	30	19	39	40	0,82	0,50	1,00	1,00	1,03	0,83	1,12	1,29
500032	29	20	20	40	28	18	33	40	0,74	0,50	0,50	1,00	1,08	0,74	1,14	1,49
500033	55	40	40	80	92	62	120	120	1,37	1,00	1,00	2,00	2,10	1,09	2,42	3,11
500034	56	20	40	80	59	13	56	120	1,40	0,50	1,00	2,00	1,48	0,42	0,89	2,64
500035	53	20	40	80	43	18	31	59	1,28	0,50	1,00	2,00	1,32	0,72	1,09	1,69
500036	33	20	40	40	29	15	40	40	0,83	0,50	1,00	1,00	0,80	0,42	1,03	1,12
500037	40	40	40	40	44	33	54	60	1,00	1,00	1,00	1,00	1,40	1,02	1,61	1,64
500038	90	40	80	120	118	31	65	153	2,26	1,00	2,00	3,00	2,31	0,82	1,57	3,07
500039	32	20	40	40	27	30	30	30	1,62	1,00	2,00	2,00	1,45	1,58	1,58	1,61
500040	41	20	40	60	46	30	59	60	2,04	1,00	2,00	3,00	2,52	1,69	3,08	3,14
500041	60	40	60	80	74	33	76	120	3,02	2,00	3,00	4,00	3,50	1,62	3,28	6,08
500043	49	19	39	59	63	22	45	83	2,54	1,00	2,00	3,00	2,83	1,18	2,09	3,59

Anhang 5 Vergleich der Parkdauer (Parkschein und Handyparken)

500044	62	40	60	80	55	14	32	69	3,16	2,00	3,00	4,00	2,45	0,78	1,51	3,18
500045	47	20	40	60	62	20	53	120	1,16	0,50	1,00	1,50	1,41	0,53	1,11	2,27
500047	82	40	80	100	118	44	91	215	2,03	1,00	2,00	2,50	2,52	1,13	2,02	3,56
500049	45	20	40	60	64	19	40	81	2,27	1,00	2,00	3,00	2,86	1,02	1,99	3,59
500050	87	40	80	120	144	66	155	237	2,17	1,00	2,00	3,00	2,88	1,17	2,57	4,73
500052	45	20	40	60	37	13	28	53	1,14	0,50	1,00	1,50	1,19	0,64	0,99	1,57
500053	51	29	39	79	155	49	199	240	2,63	1,50	2,00	4,00	3,83	1,02	2,97	6,55
500054	60	40	60	80	80	37	103	120	1,50	1,00	1,50	2,00	1,95	0,93	2,02	3,08
500055	71	40	60	80	200	47	116	240	3,54	2,00	3,00	4,00	5,99	2,18	5,08	10,38
500056	78	40	80	100	115	44	99	182	1,95	1,00	2,00	2,50	2,76	1,21	2,37	3,67
500057	87	40	80	120	104	27	61	127	2,16	1,00	2,00	3,00	1,97	0,71	1,42	2,68
500058	56	20	40	80	129	60	123	182	2,81	1,00	2,00	4,00	5,90	2,59	5,86	8,20
500059	79	40	80	100	186	38	85	232	1,99	1,00	2,00	2,50	2,43	0,92	1,89	3,53
500060	89	40	80	120	84	26	58	121	2,22	1,00	2,00	3,00	1,81	0,67	1,29	2,47
500061	47	20	40	60	98	17	44	119	1,17	0,50	1,00	1,50	1,48	0,57	1,19	2,34
500062	46	20	40	60	125	19	64	120	1,15	0,50	1,00	1,50	1,58	0,58	1,29	2,91
500063	45	20	40	60	127	9	38	120	1,13	0,50	1,00	1,50	1,44	0,28	0,94	2,96
500064	142	80	120	180	275	73	210	433	3,55	2,00	3,00	4,50	6,20	1,72	4,93	10,18
500065	84	40	80	120	120	35	88	179	2,11	1,00	2,00	3,00	2,46	0,93	2,12	4,50
500100	373	80	540	540	361	73	308	562	3,22	2,00	4,00	4,00	3,32	1,52	4,00	4,20
500101	592	80	840	840	279	56	172	424	3,31	2,00	4,00	4,00	2,95	1,33	3,78	4,08
500102	401	80	140	720	314	58	143	471	2,93	2,00	3,50	4,00	3,10	1,47	3,18	4,12
500103	111	40	40	80	88	25	42	66	1,59	1,00	1,00	2,00	1,59	0,94	1,24	1,94
500105	158	40	60	100	147	31	76	173	1,89	1,00	1,50	2,50	2,03	0,92	1,63	3,23
500107	415	120	540	540	419	129	378	613	3,51	3,00	4,00	4,00	3,85	2,38	4,08	4,40
500109	573	40	960	960	344	60	206	579	2,89	1,00	4,00	4,00	2,93	1,36	3,38	4,08
500112	353	80	120	720	191	32	82	247	2,76	2,00	3,00	4,00	2,21	0,83	1,77	4,08
500114	236	60	120	420	291	67	239	452	2,79	1,50	3,00	4,00	2,89	1,38	3,76	4,08
500115	77	40	80	80	159	48	80	120	1,76	1,00	2,00	2,00	2,08	1,24	1,78	3,00
500116	238	40	140	420	242	40	122	306	2,70	1,00	3,50	4,00	2,48	0,92	2,28	4,11
500117	231	40	80	660	491	90	381	838	2,34	1,00	2,00	4,00	3,35	1,67	3,47	4,12
500118	225	40	80	540	195	32	76	236	2,44	1,00	2,00	4,00	2,04	0,78	1,57	3,33
Total	103	40	60	80	126	27	64	160	2,21	1,00	2,00	3,00	3,44	1,07	2,30	4,60

Anmerkungen: Mittelwert ist das arithmetische Mittel, p50 ist der Median, p25 ist das erste (25%) Quartil, p75 ist das dritte (75%) Quartil

Anhang 6 Protokoll Workshop Parkraumdatengenerierung und –projektierung am 24.01.2019

Protokoll zum Workshop ParkenDigital –

Parkraum- und Verkehrsdatengenerierung und Projektierung

am 24.01.2019 in Frankfurt im House of Logistics and Mobility (HOLM)

Die mFUND-Projektteams der Projekte ParkenDigital und Rosy veranstalteten am 24.01.2019 gemeinsam einen Workshop zum Thema Parkraum- und Verkehrsdatengenerierung und Projektierung. Der Workshop fand im Digitalisierungslabor der Frankfurt University of Applied Sciences (FRA UAS) im House of Logistics and Mobility (HOLM) in Frankfurt statt. Die Intension des Workshops war es, auf Grundlage der Ergebnisse aus den beiden vom BMVI geförderten Projekten, Schnittstellen zu anderen innovativen Ansätzen zu finden, um die Ergebnisse weiterzuentwickeln. Dabei lag der Fokus der Veranstaltung darauf, Projektideen aus folgenden Bereichen zu entwickeln: Mehrwert und Anwendungsmöglichkeiten von detaillierten Nutzerdaten zum Verkehrsverhalten, Daten zum Parkraumangebot und zur Parkraumnachfrage sowie von Verkehrsstromdaten.

Die 27 Teilnehmerinnen und Teilnehmer der Veranstaltung kamen aus privatwirtschaftlichen Unternehmen, aus öffentlichen und privaten Forschungsinstituten und Start Ups sowie aus Bundesämtern und Kommunen. Die Teilnehmerliste ist dem Protokoll angehängt.



Abbildung 15: Eigene Aufnahme (©Dominic Hofmann)

Begrüßung

Die Veranstaltung begann mit der Begrüßung durch Prof. Dr.-Ing. Petra K. Schäfer. Anschließend wurden die Gäste von Bianca Martin, Leiterin Innovations- und Netzwerkmanagement, als Gastgeberin des HOLM begrüßt. Es folgte eine Führung durch das Gebäude wobei das „Houses of“-Konzept des Landes Hessen erläutert wurde. Ebenso wurden die Funktionen des HOLM (Immobilienvermietung, Eventmanagement und Innovationsförderung) vorgestellt. Bei der Führung hatten die Teilnehmerinnen und Teilnehmer die Möglichkeit, das noch nicht offiziell eröffnete ÖPNV-Lab zu besichtigen.

Projektvorstellung

Anschließend wurden die Projekte ParkenDigital und ROSY vorgestellt. Beide Projekte werden über den Modernitätsfonds mFUND des BMVI gefördert.

ParkenDigital:

Seit März 2018 bearbeitet die Frankfurt University of Applied Sciences das Projekt ParkenDigital. Inhalt in dem einjährigen Projekt ist es, bereits vorhandene Daten zum Parkraum zu sammeln, zu digitalisieren und daraus Methoden zu entwickeln, die dazu beitragen Daten über das Parkraumangebot und die -nachfrage zu generieren. Dazu werden Daten von unterschiedlichen kommunalen und nicht-kommunalen Quellen zusammengetragen und miteinander kombiniert. Datenlücken im Parkraum sollen identifiziert und geschlossen

werden. Dazu wurden übertragbare Methoden entwickelt, die von Prof. Dr. Tobias Hagen und Katharina Lux vorgestellt wurden. Die Präsentation liegt dem Protokoll im Anhang bei.

Rosy:

Das mFUND Projekt ROSY untersucht die Nutzbarkeit einer digitalen Datenplattform zur Verwaltung und Veredelung von Verkehrsdaten. Der Schwerpunkt des Projekts liegt auf der Qualitätsbewertung eingehender Daten sowie der Harmonisierung und Verknüpfung unterschiedlicher Datensätze, wie Dauerzählstellen, FCD und Parkdaten, um auf Basis dieser Daten konkrete Optimierungsszenarien für das strategische und operative Verkehrsmanagement zu entwickeln. Das Projekt wurde von Matthias Brunner vorgestellt. Die Präsentation liegt dem Protokoll bei.

Kennenlernen

Es wurden verschiedene Methoden angewandt, damit sich die Teilnehmerinnen und Teilnehmer besser kennen lernen.

Mittagspause und Erwartungen

Es folgte um 12.15 Uhr die Mittagspause, die auch genutzt wurde, um die Erwartungen an den Tag auf Karteikarten zu formulieren.

Thementische



Abbildung 16: Eigene Aufnahme (©Dominic Hofmann)

Nach der Mittagspause wurde aktiv an den Thementischen gearbeitet. Prof. Schäfer stellte dazu Vorgehen und Ziel der Thementische vor.

Ziel der Thementische war es, so konkret wie möglich an Ideen zu arbeiten, und dabei bereits folgendes zu identifizieren:

- Was ist die Idee hinter der Entwicklung/ dem Produkt?
 - Welches Problem wird adressiert?
 - Warum wird die Idee benötigt?
 - Wer sind potenzielle Nutzerinnen/ Nutzer?
- Welche Daten sind dazu nötig und woher kommen Sie?
 - Welche Daten sind notwendig?
 - Gibt es die Daten bereits? Wer hat sie?
 - Müssen die Daten erhoben werden? Mit welchen Methoden?
 - Für was werden sie gebraucht?
 - Gibt es Bedenken bezüglich des Datenschutzes?
- Welche Partner benötigt das Konsortium?
 - Welche Kompetenzen müssen vorhanden sein?
 - Wie könnte die Idee finanziert werden

Jede Idee bekam einen Arbeitstitel sowie einen Ideenpaten zugeteilt. Außerdem wurde direkt ein potenzielles Projektteam zusammengestellt.

Gearbeitet wurde an vier Themen:

- Nachfragedaten und **Verhaltensdaten** direkt vom Nutzer, moderiert von Andreas Gilbert.
 - Mit welchen Ansätzen können Verkehrsteilnehmer und Verkehrsdatensammler voneinander profitieren? Welche Rolle spielt dabei der Gamification- und der Crowd Sourcing Ansatz?
- Daten zum **Parkraumangebot**, moderiert von Prof. Tobias Hagen.
 - Wie kann das gesamte Parkraumangebot in einer Stadt identifiziert werden?
- Daten zur **Nachfrage des Parkraums**, moderiert von Katharina Lux.
 - Mit welchen Methoden kann die tatsächliche Nachfrage des Parkraums quantifiziert werden?
- Daten zu **Verkehrsströmen**, moderiert von Matthias Brunner.
 - Welche Daten zu Verkehrsströmen in Städten gibt es bereits und welche müssen noch generiert werden?

Ergebnisse der Thementische

Verhaltensdaten

Es besteht bereits eine Vielzahl von Datenquellen, darunter aus der kommunalen Infrastruktur, von Verkehrsunternehmen, Mobilitätsanbieter, etc. Ein ganzheitliches Informationssystem, das im Sinne der kommunalen Verkehrsplanung fungiert, gibt es jedoch nicht. Besonders Mobilitätsanbieter sammeln ihre Daten oft nur für eigene Zwecke. Eine Datenschnittstelle, organisiert und verwaltet auf Bundesebene, ist nötig, damit möglichst viele Akteure davon profitieren. Die Idee: In einer auf Bundesebene von öffentlicher Hand verwalteten Datenschnittstelle fließen alle Daten

zusammen und ein "Datensammler" analysiert und verarbeitet die Daten, um sie in eine Mobilitätsapp zu integrieren. Die App kann z.B. von städtischen Verkehrsunternehmen, Energieversorgern oder dem Bürgeramt betrieben werden. Die Nutzer haben so in einer App alle Informationen zur Mobilität in der jeweiligen Kommune und benötigen nur noch ein Nutzerkonto, da alle anderen Verkehrsträger an die App angeschlossen sind. Die Anwendung kann auch um Services der Stadt, z.B. Müllentsorgung, Anträge, Wahlgänge erweitert werden. Durch die große Datengrundlage erhält der Nutzer Informationen mit hoher Qualität, im Gegenzug stellt er seine Nutzungsdaten der Datenschnittstelle wieder zur Verfügung.

Der Vorteil für Mobilitätsanbieter ist, dass sie mühelos ein breites Publikum erreichen können und im Gegenzug auf Grundlage der Nutzungsdaten maßgeschneiderte Angebote erstellen und entwickeln können.

- Projektname: Mobilitätsapp
- Grundlage: Datenschnittstelle, auf der Mobilitätsanbieter ihre Daten bereitstellen (müssen).
- Potenzielles Projektteam: Inrix, Rosy
- Ideenpate: Stefan Koch, Inrix



Abbildung 17: Mobilitätsapp; Eigene Aufnahme (©Dominic Hofmann)

Parkraumangebot

Grundlage für jedes Parkraummanagement ist, das Parkraumangebot in der Kommune zu kennen. Das ist jedoch nicht immer der Fall.

Es wurden zunächst folgende zwei „Nebenbedingungen“ identifiziert:

- Auch aufgrund der Entwicklungen der „share economy“ (z.B. ampido) ist eine „Entgrenzung“ zwischen privatem und öffentlichem Parkraum zu erwarten.
- Es existiert ein Interessenskonflikt zwischen Kommunen bzw. Anwohnern in den Innenstädten und privaten Nachfragern nach Parkraum. Während die Nachfrager nach Parkraum ein möglichst transparentes Bild über das Angebot an Parkraum haben möchten, versuchen die Kommunen, den Verkehr aus den Innenstädten auszuschließen.

Mit **Idee 1** soll dieses Problem gelöst werden. Es soll eine Software entwickelt werden, die anhand von Luftbildern und –videos eindeutig Parkraum identifizieren und georeferenzieren kann, um sowohl den öffentlichen Parkraum, als auch den privaten Parkraum zu erheben. Terraloupe GmbH ermittelt bereits aus Luftbildern georeferenzierte Daten zu On- Street Parkraum. Um diese Daten zu überprüfen und das automatisierte Erkennungssystem zu verbessern, bedarf es Informationen zum „wahren“ Angebot an Parkraum in einem Testgebiet (einer Stadt).

- Projektname: Identifikation von On-Street Parkraum
- Grundlage: Luftbilder, Georeferenzierte Daten von On-Street Parkraum
- Potenzielles Projektteam: Stadt Fulda, FRA UAS, Terraloupe GmbH, iFaK Magdeburg, Continental
- Ideenpate: Niklas Barkmeyer, Terraloupe GmbH

In der **zweiten Idee**, die am Thementisch Parkraumangebot entstanden ist, geht es um die mikroskopische Modellierung und Simulation des detaillierten Parkraumangebots und der Parkraumnutzung in einer Stadt. Ziel dabei ist ein Planungstool für die Verkehrsplanung, womit beispielsweise die Simulation von Baustellen oder ein dynamisches Pricing durchgeführt werden kann. Als Datengrundlage soll das Tool mit bestehenden Verkehrsdaten, wie MiD gekoppelt werden. Als weitere Partner und Kompetenzen wurde das DLR bezüglich des Simulationstools SUMO genannt, sowie PTV, Parkhausbetreiber und Kommunen, um die verkehrsplanerische Sichtweise einzubringen.

- Projektname: Mikroskopische Modellierung des Parkraumangebots
- Grundlage: Kommunen, Simulationstool SUMO, Daten
- Potenzielles Projektteam: FRA UAS, Terraloupe, Continental, Rosy (Verkehrssimulation), trive.me
- Ideenpate: Alexander Kaiser, ifak e.V. Magdeburg

In einer **dritten Idee** geht es um die Frage, wie sich Qualität und Quantität des Parkraumangebots im Kontext neuer Mobilitätskonzepte verändern (müssen). Modelliert werden sollen alle Verkehrsströme inkl. Rad-, Fuß- und öffentlichem Verkehr. In die Modellierung sollen alle Einflussfaktoren der neuen Mobilitätsdienstleistungen integriert werden. Die Ergebnisse können Grundlage für die Verkehrsplanung und für die Mobilitätsdienstleister sein. Für die Umsetzung werden eine Partnerkommune benötigt, sowie ein Parkhausbetreiber und ein Experte für die Modellierung von Verkehr.

- Projektname: Modellierung für Veränderungen im Verkehr
- Grundlage: Kommunen, Digitalisierung als Grundlage für Verkehrskonzepte
- Potenzielles Projektteam: Fraunhofer IAO (für Wirkungskontrolle), Continental, iFaK Magdeburg, HERE; FRA UAS
- Ideenpate: Dr. Bernd Bienzeisler, Fraunhofer-Institut für Arbeitswirtschaft und Organisation
-

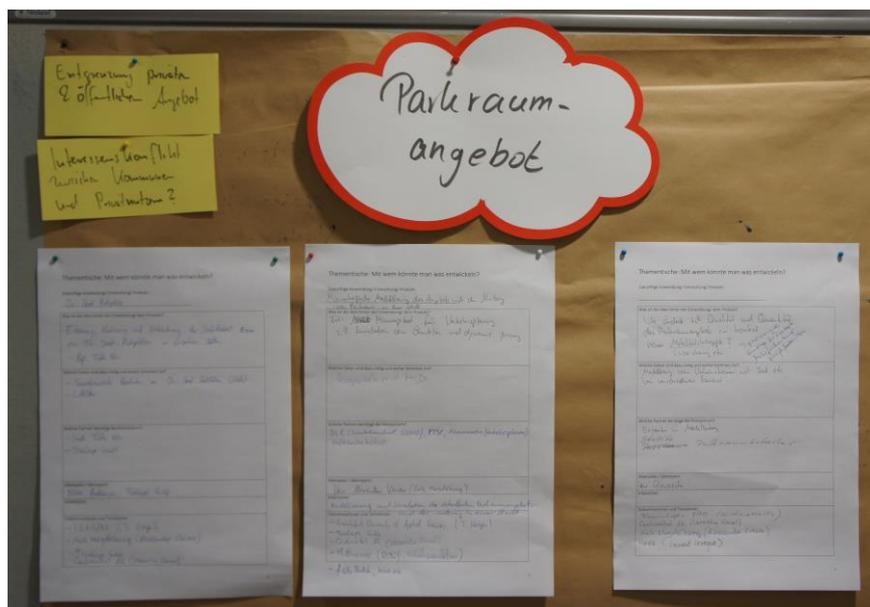


Abbildung 18: Parkraumangebot; Eigene Aufnahme (©Dominic Hofmann)

Parkraumnachfrage

Die Parkraumauslastung kann recht einfach erhoben werden. Die tatsächliche Parkraumnachfrage sowie der Parksuchverkehr sind häufig eine unbekannte Größe. Es wird vermutet, dass die Nachfrage häufig höher eingeschätzt wird, als sie tatsächlich ist. Gleichzeitig kann sie bei vollausgelastetem Angebot nur schwer ermittelt werden. An diesem Thementisch wurde die Frage diskutiert, wie man die Parkraumnachfrage identifizieren und beeinflussen kann. Eine Idee war es, ähnlich wie es bei der Nachfrageidentifizierung für Flugverkehr gehandhabt wird, ein künstliches Angebot zu initiieren, um die Nachfrage abzufragen. In einem Testgebiet, in dem ein hoher Parksuchverkehr stattfindet, der über FCD identifiziert werden kann, sollen in einem Pilotprojekt alle Parkstände nur noch über Reservierungen und direkter Bezahlung verfügbar sein. Im Weiteren kann getestet werden, wie die Nutzer auf Preisänderungen, Reservierungen, Verfügbarkeitsabfragen etc. reagieren. Dabei soll das Identifizieren von Trigger im Fokus stehen, durch die Nutzerinnen und Nutzer ihr Parkverhalten ändern. Die Forschungsfrage dahinter lautet, durch was verändern Nutzende ihr Parkziel und/oder das Verkehrsmittel. Ein wichtiger Punkt bei diesem Pilotprojekt ist die Begleitung durch Verhaltensforscher/ Psychologieteam.

- Projektname: Beeinflussung des Parkverhaltens durch Identifizierung von Triggern.
- Grundlage: Testgebiet mit hohem Parksuchverkehr, bekanntes Angebot an Parkräumen On-Street (z.B. durch Sensoren) und Off-Street, gute Anbindung an den ÖV, Informationsplattform für Nutzende zum Reservieren und Bezahlen des Parkraums, Fokusgruppen.
- Potenzielles Projektteam: FRA UAS, ParkHere, trive.me, TRC, Stadt Frankfurt
- Ideenpate: Heiko Herchet, trive.me

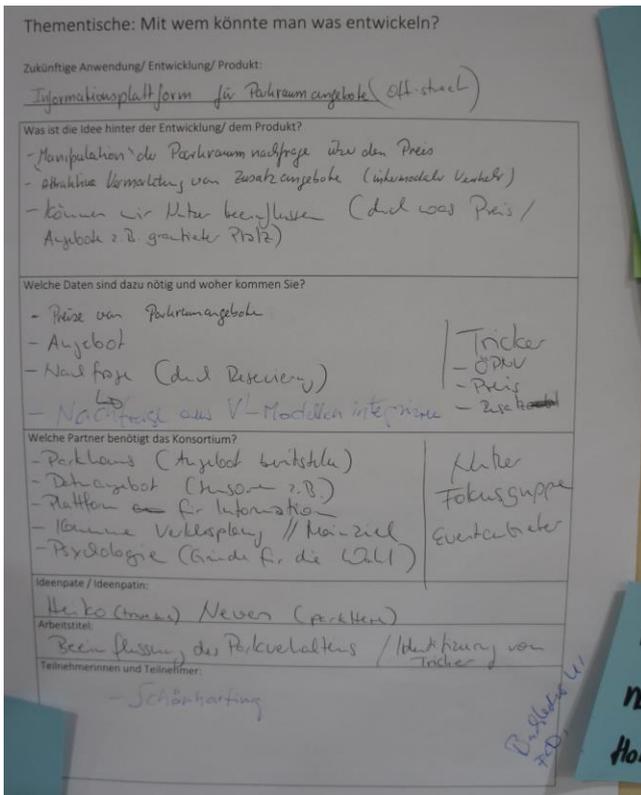


Abbildung 19: Eigene Aufnahme (©Dominic Hofmann)

Verkehrsströme

In der **ersten Projektidee** wird der Parksuchverkehr thematisiert. Dabei geht es darum, den Parksuchverkehr zu definieren und zu quantifizieren. Ziel ist es, den Parksuchverkehr für verschiedenen Stadtgebietstypen berechnen zu können. Für den Nutzenden hat eine Prognose des Parksuchverkehrs den Vorteil, dass die Gesamtreisezeit genauer berechnet werden kann. Für Kommunen liegt der Vorteil darin, dass durch weniger Parksuchverkehr eine Reduzierung der Emissionen erreicht werden kann. Auch in dieser Idee ist ein Ansatz mit Reservierungsfunktion für Parkraum angedacht: nur wer einen Parkstand reserviert hat, darf in ein bestimmtes Gebiet einfahren.

- Projektname: Time2Park
- Grundlage: Angebot eines reservierbaren Parkplatzes, Datenprovider, Nutzerbefragung
- Potenzielles Projektteam: FRA UAS, tricve.me, Inrix, ROSY, HERE
- Ideenpate: Dominic Hofmann (FRA UAS)

Die **zweite Idee** kombiniert zwei Methoden der Datengenerierung. Dabei werden Daten aus Fahrzeugsensoren genutzt, um Lücken im Straßenraum zu scannen. Eine weitere Sensorik nimmt die Beschilderung auf, um so feststellen zu können, ob es sich bei den Lücken um ausgewiesene Parkbereiche handelt. Ebenso werden kurzfristige Veränderungen in der Beschilderung berücksichtigt (z.B. Baustellen). Die Daten werden dann dynamisch in ein System eingespielt, so dass relativ gute Echtzeitdaten zu freien Parkräumen entstehen. Auf dieser Grundlage kann ein Algorithmus geschrieben werden, der freie Parkstände, die Auslastung und Ganglinien beschreibt.

- Projektname: Open Sensor Daten // Open Street Daten
- Grundlage: Zugriff auf Fahrzeugdaten bzw. auf die Sensorik

- Potenzielles Projektteam: FRA UAS, HERE, Partnerkommune, OEM (offen)
- Ideenpate: Laurent Leveque (HERE)

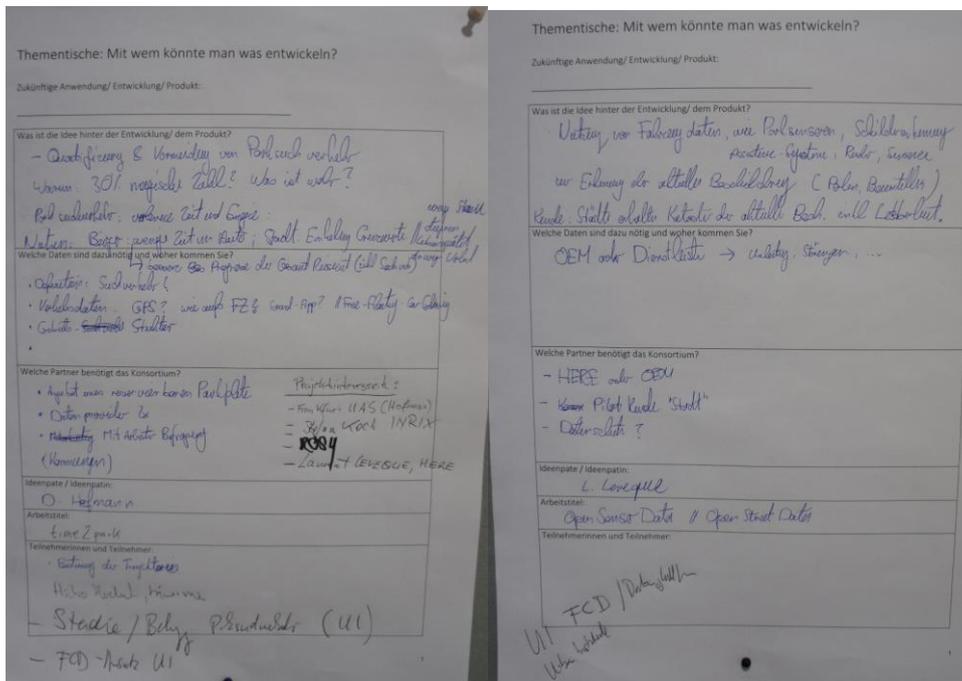


Abbildung 20: Eigene Aufnahme (©Dominic Hofmann)

Ideenmarktplatz

Nach der Arbeit an den Thementischen wurden alle Ideen, kurz und prägnant vorgestellt. Der jeweilige Ideenpate beschrieb den Arbeitsprozess und welches Projekt daraus hervor gegangen ist. Allen Teilnehmenden wurde im Anschluss die Möglichkeit gegeben, Input in die Projektideen zu geben und sich in das Projektteam einschreiben zu können. Aus diesem Grund wurden die Ideen, wie bei einer Messe, interaktiv im Detail weiter vorgestellt.

Im Rahmen des Ideenmarktplatzes kam eine weitere Idee zustanden: Dabei geht es um die empirische Schätzung der Preiselastizität der Nachfrage nach Parkraum. Hintergrund der Idee ist, dass das Wissen um die Reagibilität der Nachfrage auf Preisänderungen zentral für die Verkehrsplanung und die Parkraumbewirtschaftung ist. Diese wird mittels der sog. Preiselastizität der Nachfrage gemessen, welche die prozentuale Änderung der Nachfrage bei einem einprozentigen Preisanstieg angibt. Ist diese Preiselastizität der Nachfrage betragsmäßig kleiner Eins, reagiert die Nachfrage nur schwach („unelastisch“) auf Preisänderungen. Mit einer Preiserhöhung könnte eine Erhöhung des Umsatzes (also der Einnahmen) des Betreibers erzielt werden. Ist die Preiselastizität betragsmäßig größer Eins, reagiert die Nachfrage stark („elastisch“). Eine Preiserhöhung würde einen Umsatzrückgang auslösen.

- Projektname: Empirische Schätzung der Preiselastizität der Nachfrage nach Parkraum
- Grundlage: Die Preiselastizität der Nachfrage lässt sich mit Hilfe von statistischen Methoden und historischen Daten zur Parkraumnachfrage ermitteln, falls diese den Zeitraum einer Tarifänderung umfassen. Dies ist für Fulda der Fall.
- Potenzielles Projektteam: FRA UAS, Stadt Fulda

Frankfurt University of Applied Sciences

Nibelungenplatz 1

60318 Frankfurt am Main

Tel. 0 69 15 33-0, Fax 0 69 15 33-24 00

www.frankfurt-university.de/verkehr