TECHNISCHE
UNIVERSITÄT
DRESDEN

Angela Francke • Sven Lißner • Juliane Anke

Big Data im Radverkehr

Teil 2

Typologisierung von Radfahrenden und Auswertung
smartphone-generierter Radverkehrsdaten zur
Differenzierung des Nutzerverhaltens

Impressum

Big Data im Radverkehr - Teil 2

Typologisierung von Radfahrenden und Auswertung
smartphone-generierter Radverkehrsdaten zur
Differenzierung des Nutzerverhaltens

Dresden
Oktober 2020

Herausgeber: Technische Universität Dresden, Professur für
Verkehrsökologie und Professur für Verkehrspsychologie

Autoren: Dipl.-Verk.wirtsch. Angela Francke
Dipl.-Ing. Sven Lißner,
Dipl.-Psych. Juliane Anke

Layout: Lisa-Marie Schaefer

Kontakt: verkehrsoekologie@tu-dresden.de

Gefördert durch:

Bundesministerium
für Verkehr und
digitale Infrastruktur

aufgrund eines Beschlusses
des Deutschen Bundestages

Zusammenfassung

Die Nutzung verfügbarer Radverkehrsdaten auf GPS-Basis stellt eine preisgünstige Möglichkeit für Kommunen dar, einen Überblick über das Nutzungsverhalten ihrer Radfahrenden zu erhalten. Mit den vorliegenden Ergebnissen soll eine Lücke bei der Interpretation von GPS-basierten Daten geschlossen werden. Die Radfahrertypologie auf Basis des geäußerten Verhaltens kann dabei helfen, GPS-Daten auch ohne detaillierte Kenntnisse der zugrundeliegenden Nutzergruppen zielgenauer zu interpretieren. Damit können zukünftig Kommunen die Potenziale entstehender oder bereits vorhandener Angebote an GPS-Radverkehrsdaten zielführender nutzen und ihre Radverkehrsinfrastruktur besser darauf abstimmen. In einem ersten Schritt wurde auf Basis einer Befragung eine empirisch belegte und wissenschaftlich hergeleitete multidimensionale Typologisierung von Radfahrenden erstellt. Anschließend wurde eine umfangreiche heterogene Probandengruppe mit unterschiedlichen soziodemografischen Ausprägungen mit Geräten für die Aufzeichnung ihrer Radrouten ausgestattet. Das auf diesem Weg erhobene Radverkehrsverhalten wurde, gestützt durch kontinuierliche begleitende Befragungen, ausgewertet und anhand unterschiedlicher Indikatoren beschrieben. Damit wurden Präferenzen einzelner Gruppen, z. B. im Hinblick auf Geschwindigkeit, Streckenlänge, Typ der Radverkehrsinfrastruktur, Fahrtzweck oder Routenwahl identifiziert.

Auf Basis einer Onlineumfrage konnten vier unterschiedliche Typen von Radfahrenden beschrieben werden, die sich hinsichtlich der Nutzungshäufigkeit, zurückgelegter Entfernungen, Fahrverhalten, Sicherheitsempfinden, Identifikation als Radfahrende, Wetterabhängigkeit und in motivationalen Aspekten unterscheiden. Anhand der unterschiedlichen Ausprägungen in diesen Merkmalen werden sie als die ambitionierten, die funktionellen, die pragmatischen und die passionierten Radfahrenden bezeichnet.

Bezogen auf das Verkehrsverhalten steigt die Nutzungshäufigkeit von ambitionierten über passionierte und pragmatische Radfahrende an. Funktionelle Radfahrende geben die mit Abstand geringste Fahrradnutzung unter allen vier Typen an. Hinsichtlich der angegebenen Distanzen, die zurückgelegt werden, liegen passionierte, pragmatische und funktionelle Radfahrende dicht beieinander. Ambitionierte Radfahrende gaben dagegen an, deutlich größere Distanzen zurückzulegen.

Die Ergebnisse aus der Umfrage zeigten sich in einer anschließenden Felduntersuchung in abgeschwächter Form. Insbesondere der ambitionierte Radfahrertyp lässt sich durch höhere Tageskilometerwerte, Geschwindigkeiten und Beschleunigungen von den anderen Typen abgrenzen. Bei den anderen Typen ist eine Unterscheidung weniger ausgeprägt. Hier zeigte sich, dass vor allem die Zugehörigkeit zu einer bestimmten Altersgruppe einen Einfluss auf das Fahrverhalten hat. In Übereinstimmung mit bisherigen Erkenntnissen zeigte sich, dass mit zunehmendem Alter tendenziell etwas langsamer und stetiger gefahren wird. Ebenso radeln auch weibliche Personen etwas langsamer und stetiger als männliche Radfahrer. In der Nutzerbefragung zeigten sich geringe Unterschiede für die Präferenz bei der Infrastrukturnutzung zwischen den Typen, z.B. bei funktionellen Radfahrenden, die eine getrennte Führung im Seitenraum bevorzugen. In der Feldstudie wurde dies ebenfalls untersucht. Auch hier zeigten sich nur geringe Unterschiede. Die Ergebnisse werden auch vor dem Hintergrund eines, eventuell durch die Versuchssituation veränderten Fahrverhaltens der teilnehmenden Radfahrenden, diskutiert. Es konnte vor allem eine hohe Nutzungsfrequenz und Häufigkeit beobachtet werden, die die angegebenen Werte aus der Typenbefragung übertrafen. Für die Nutzung von GPS-Daten für die Radverkehrsplanung wird aus den Ergebnissen abgeleitet, dass eine mögliche Skalierung beziehungsweise Wichtung von Daten entlang soziodemografischer Faktoren die größten Potenziale bietet.

Inhaltsverzeichnis

1	Einleitung	4
	1.1 An wen richtet sich der Leitfaden?	
	1.2 Überblick: Typologien im Radverkehr	
2	Teil A - Befragungsdaten & Typologie	6
	2.1 Der CPQ (Cyclist's Profiling Questionnaire)	
	2.2 Datenerhebung via CPQ	
	2.3 Die vier Radfahr-Typen	
	2.4 Fazit	
3	Teil B - Feldphase (GPS-Daten)	14
	3.1 GPS-Daten im Radverkehr - Bisherige Arbeiten	
	3.2 Die Feldphase - Erhebung	
	3.3 Die Feldphase - Ergebnisse	
4	Zusammenfassung	30
	4.1 Ergebnissynthese aus Befragung & Feldphase	
	4.2 Implikationen für die Radverkehrsplanung	
	Anhang	33
	Literaturverzeichnis	

1 Einleitung

Eine vielversprechende Datenerhebungsform im Radverkehr stellt die Nutzung von GPS-Daten dar. Um daraus den größtmöglichen Nutzen ziehen zu können, ist es erstrebenswert solche Daten zielgenauer interpretieren zu können. Der vorliegende Leitfaden setzt hier an, indem er einen differenzierten Einblick in das Nutzerverhalten unterschiedlicher Radfahrgruppen bietet. Basierend auf einer Online-Befragung wird eine Radfahrtypologie erarbeitet und in einem anschließendem Feldexperiment mit reellem Radfahrverhalten unterschiedlicher Nutzergruppen abgeglichen.

1.1 An wen richtet sich der Leitfaden?

Hintergrund

Radfahrtypen helfen bei der zielgruppengerechten Verkehrsplanung

Fortsetzung zu Leitfaden

„Smartphonegenerierte Verhaltensdaten im Radverkehr – Überprüfung der Nutzbarkeit (11/2017)“

Zielgruppe:

kommunale Verwaltung & Wissenschaft

Leitfadenaufbau:

Teil A:

Befragungsdaten

Teil B:

Feldphase (GPS-Daten)

Radfahrende sind eine heterogene Gruppe und zeigen unterschiedliche Reaktionen auf Infrastrukturtypen oder Umweltfaktoren. Das Ziel einer Typologie ist es, Gruppen von Radfahrenden zu identifizieren und zu beschreiben. Für Verkehrsplaner*innen und politische Entscheidungsträger*innen ist von Interesse, ob verschiedene Radfahrtypen unterschiedlich auf Interventionen reagieren. Wenn dies der Fall ist, ermöglicht eine umfassende und detaillierte Radfahrtypologie eine zielgruppenspezifische Planung und Kommunikation. Damit lassen sich unterrepräsentierte Gruppen ansprechen, da eine Infrastrukturplanung für alle Typen die schwächsten Verkehrsteilnehmer*innen berücksichtigen sollte. Darüber hinaus kann die Typologie für Praktiker*innen noch wertvoller sein, wenn sie mit GPS-Daten kombiniert wird, um technische Details oder Informationen über das Verhalten bei der Routenwahl zu erhalten.

An der Technischen Universität Dresden hat die Forschungsgruppe zum Radverkehr der Verkehrspsychologie und der Verkehrsökologie die Projekte „Smartphonegenerierte Verhaltensdaten im Radverkehr – Überprüfung der Nutzbarkeit“¹ und „Smartphonegenerierte Verhaltensdaten im Radverkehr – Differenzierung des Nutzerverhaltens unterschiedlicher Radfahrer*innengruppen“² bearbeitet. Sie beschäftigen sich mit der Radfahrtypologisierung sowie der praktischen Verwendbarkeit von freiwillig generierten Radverkehrsbewegungsdaten (GPS-Daten).

Dieser Kurzbericht stellt eine Erweiterung der Wissenssammlung des im Vorläuferprojekt generierten Leitfadens: „Big Data im Radverkehr“³ dar. Folglich wird dieser für einen ersten Überblick zum Thema empfohlen. Für Interessierte aus kommunaler Verwaltung und Wissenschaft soll das vorliegende Dokument einen Einblick in das Nutzerverhalten unterschiedlicher Radfahrtypen geben, welches detailliert mittels der Radfahrtypologie aufgezeigt wird. Damit kann unter anderem ein Vergleich mit bereits genutzten GPS-Daten durchgeführt, aber auch die Stichprobenauswahl eines neuen Datensatzes geschärft werden. Für vertiefende Informationen sei an dieser Stelle auf die beiden Projektberichte zur Radfahrtypologie und zur Feldstudie verwiesen⁴.

Der Leitfaden behandelt zwei nacheinander durchgeführte Untersuchungen zum Thema Nutzertypologie von Radfahrenden. Zuerst wird dabei auf eine zu Ende des Jahres 2017 bis Anfang des Jahres 2018 durchgeführte Online-Befragung eingegangen. Im zweiten Teil des Leitfadens wird dann die folgende Feldphase mit einer GPS-Datenerhebung im Mai und Juni 2018 thematisiert. Die beiden Untersuchungen können unabhängig voneinander betrachtet werden, wobei die Probandenauswahl der Feldstudie und die initiale Auswertung der Daten auf die in der Befragung ermittelten Typen zurückgeht. Abschließend werden die Ergebnisse beider Teilstudien zusammengeführt und diskutiert.

1.2 Überblick: Typologien im Radverkehr

Aufgrund der hohen Vielfaltigkeit in der Grundgesamtheit der Radfahrenden, lässt sich die Radfahrpopulation leicht in Teilgruppen aufgliedern (Christmas, Helman, Butress, Newman & Hutchins, 2010). Radfahrende unterscheiden sich beispielsweise in ihrer Reaktion auf verschiedene Arten von Radverkehrsanlagen (Larsen & El-Geneidy, 2011) oder auf verschiedene Umweltbedingungen (Bergström & Magnusson, 2003). Da eine Typologie eine Aufteilung von Radfahrenden in unterscheidbare Kategorien bzw. Typen erzielen soll (Mingus, 2015), werden Radfahrende in vielen Typologien anhand eines oder mehrerer solcher Faktoren (Witterung, Fahrerfahrung oder Wegezweck o.ä.) gruppiert (u.a. Jones, 2013; Kroesen & Handy, 2014).

Basiert eine Typologisierung auf einer qualitativen Untersuchung, so werden ausgewählte Faktoren von einer meist kleinen Gruppe eingeschätzt. Dabei können sowohl Experten (Geller, 2006) als auch Mitglieder der Grundgesamtheit (Jones, 2013) befragt werden. Unterschiedliche Vorgehensweisen zeigen sich auch bei der Datenauswertung. Hier können theoretische Überlegungen (Geller, 2006), regelbasierte Zuordnungen (Dill & McNeil, 2013) oder andere qualitative Methoden der Typenbildung (Leben, 2016) als Basis für die Typologisierung dienen. Unterscheidungen werden dabei beispielsweise anhand der Faktoren Wegezweck (u.a. Kroesen & Handy, 2014; Steinecke A. & Hallerbach B., 1996), Fahrerfahrung (Jones, 2013; Wilkinson, Clarke, Epperson & Knoblauch, 1994), Umweltaspekte (Jensen, 1999), Komfort bzw. Sicherheitsempfinden (Geller, 2006) getroffen.

Bisherige Ansätze haben zur Typenbildung meist keine umfangreiche Anzahl an Faktoren genutzt, sondern beschränkten sich auf einzelne Faktoren. Soll das tatsächliche Verhalten und Erleben von Radfahrenden jedoch möglichst genau dargestellt werden, so ist es notwendig, dass relevante Radfahrmerkmale umfassend erhoben werden und in die Bildung eines multifaktoriellen Modells eingehen. Neben Aspekten, wie der Nutzungshäufigkeit oder zurückgelegten Distanzen, sollten für die Bildung von empirisch gesicherten Radfahrtypen daher auch Umweltfaktoren sowie motivationale und soziale Faktoren einbezogen werden. Dadurch können Erkenntnisse darüber gewonnen werden, inwiefern sich bestimmte Radfahrgruppen motivieren lassen und welche Rolle soziale Einflüsse (z.B. die Identifikation als Radfahrender) spielen. Umweltfaktoren wie Jahreszeit, Witterung und Dunkelheit stellen Faktoren dar, die zumindest teilweise, z.B. über Winterräumdienste oder Winterradel-Kampagnen beeinflusst werden können.⁵

Ziel von Typologien

Verschiedene Typen haben unterschiedliche Anforderungen an Infrastruktur und Umweltbedingungen

Entstehung einer Typologie

Gruppierung aufgrund von Übereinstimmung auf verschiedenen Faktoren

Der multifaktorielle Ansatz

Ein Typ, viele Eigenschaften

¹ Mehr Informationen unter:

<https://nationaler-radverkehrsplan.de/de/praxis/mit-smartphones-generierte-verhaltensdaten-im>

² Mehr Informationen unter: <https://nationaler-radverkehrsplan.de/de/node/20127>

³ Download unter: <http://nbn-resolving.de/urn:nbn:de:bsz:14-qucosa-230730>

⁴ Download unter:

<https://nationaler-radverkehrsplan.de/de/praxis/mit-smartphones-generierte-verhaltensdaten-im-0>

⁵ Eine Analyse des Winterdienstes im Radverkehr ist Fokus des NRVP-Projektes E-WIN, welches 2019 - 2022 von der TU Dresden und der Stadt Hamburg bearbeitet wird:

<https://nationaler-radverkehrsplan.de/de/praxis/effizienter-winterdienst-auf-radverkehrsanlagen>

2 Teil A: Der Befragungsansatz

Im folgenden Kapitel werden Vorgehen und Erkenntnisse der Online-Befragung dargestellt. Auf Datenbasis der Befragung wurde eine Radfahrtypologie erarbeitet. Radfahrende lassen sich demnach in vier Gruppen einteilen (ambitionierte, pragmatische, funktionelle und passionierte Radfahrende), welche sich hinsichtlich zurückgelegter Distanzen, Nutzungshäufigkeit, Fahrverhalten, Sicherheitsempfinden, Identifikation als Radfahrende, Wetterabhängigkeit und motivationalen Aspekten unterscheiden.

2.1 Der CPQ (Cyclist's Profiling Questionnaire)

Ziel der Befragung
Gruppierung der Radfahrenden in Typen

Aufbau des CPQ

Forschungsfragen

Viele Variablen, wenige Typen:
Die Clusteranalyse

Mit dem Ziel, verschiedene Typen von Radfahrenden entsprechend ihrer Eigenschaften und Motivation zu gruppieren, wurden innerhalb einer umfangreichen Literaturrecherche Faktoren der Radnutzung herausgearbeitet. Auf dieser Basis wurde eine bundesweite Online-Befragung konzipiert, deren Daten zur Typologisierung der Radfahrenden genutzt wurden.

Für die Befragung wurde ein dreiteiliger Fragebogen (CPQ - Cyclist's Profiling Questionnaire) genutzt. Neben Fragen zur Radfahrentwicklung beinhaltet Teil 1 des CPQ auch Fragen zu möglichen Unterbrechungen und Motiven zur Wiederaufnahme des Radfahrens. Im zweiten Teil wird das aktuelle Radfahrverhalten (u.a. Wegezweck, Häufigkeit, Regelwidrigkeit) erfasst. Weiterhin werden in diesem Teil Motive, Einstellungen, Hinderungsgründe, unfallhistorische Daten und infrastrukturelle Präferenzen und Bewertungen erfasst. In Teil 3 des CPQ wurden neben soziodemografischen Angaben, Fragen zum Fahrrad-/ Pkw- und Führerscheinbesitz gestellt.

Die Fragebogen-Studie sollte vor allem folgende Fragen beantworten:

- » Welche Typen von Radfahrenden gibt es und wie lassen sie sich beschreiben?
- » Welche individuellen Routen- und Umweltfaktoren spielen bei der Typologisierung eine Rolle?
- » Wie unterscheiden sich die Typen in ihren instrumentellen, symbolischen und affektiven Motiven?
- » Welche Faktoren unterscheiden sich nicht systematisch zwischen den Gruppen?

Methodik

Ziel war es, die Radfahrenden so in Gruppen zu unterteilen, dass sich die Fälle innerhalb einer Gruppe möglichst wenig unterscheiden, dagegen zwischen den Gruppen möglichst große Unterschiede bestehen. Um dies zu erreichen, wurden mehrere Clusteranalysen berechnet und die Lösung mit den höchsten Gütekriterien und der besten Interpretierbarkeit angenommen.

Die aus der Literatur bekannten Determinanten der Radnutzung dienten als Basis der Erhebung in der vorliegenden Studie. In der Literatur und bisherigen Studien sind vor allem die folgenden Einflussfaktoren auf die Gruppierung von Radfahrenden von Bedeutung: Motive, demografische Faktoren, Fahrerfahrung, Eigenschaften typischer Wege/ Bedürfnisse, Fahrverhalten (auch Risikobereitschaft & Regelbefolgung), Radverkehrsinfrastruktur sowie Wetter- und Umwelteinflüsse. Daher wurden sie in die vorliegende umfangreiche Erhebung aufgenommen.

Darüber hinaus sollte mit der Erhebung auch überprüft werden, welchen Beitrag motivationale Aspekte zu einer Radfahrtypologisierung leisten können.

Um möglichst eindeutige Aussagen zu erhalten, wurden in Anlehnung an Dittmar (1992); Schlag & Schade (2007); Steg (2005); Steg, Vlek & Slotegraaf (2001) symbolische (z.B. Status), instrumentelle (z.B. Fahrkosten, Geschwindigkeit) und affektive (z.B. Freude am Fahren) Motive betrachtet. Diese gingen in die Analyse als separate Faktoren ein.

2.2 Datenerhebung via CPQ

Die Stichprobe

Die Teilnehmenden wurden bundesweit rekrutiert. Die endgültige Stichprobe umfasste nach der Entfernung von Ausreißern 10.294 Personen im Alter von 14 bis 99 Jahren. Die meisten teilnehmenden Personen waren 27 bis 53 Jahre alt und etwas mehr als die Hälfte männlich (60,2%). Unter den Befragten hatten fast alle Personen in den letzten zwölf Monaten (98,7%) oder innerhalb der letzten drei Jahre (1,3%) ein Fahrrad genutzt. Lediglich 0,7% der Teilnehmenden gaben an, gar nicht mit dem Rad zu fahren. Der Anteil der Teilnehmenden, die regelmäßig (mind. An 1-3 Tagen/ Woche) Fahrrad fahren, betrug 86%. Als Gründe für die Nutzung des Fahrrades wurden am häufigsten Pendeln (81,6%), Erledigungen (67,3%), Ausflüge (36,8%), Sport (28,9%) und geschäftliche Nutzung (26,8%) genannt.

Identifizierte Typologisierungsfaktoren

Insgesamt wurden auf Grundlage des Fragebogens neun Typologisierungsfaktoren gebildet:

- » symbolische Motive,
- » affektive Motive,
- » instrumentelle Motive,
- » subjektives Sicherheitsempfinden,
- » Identifikation als Radfahrender,
- » Nutzungsdauer,
- » Nutzungshäufigkeit,
- » Regelwidrigkeit und
- » Wetter/Komfort. d.h. der Einfluss von Witterungsbedingungen auf die Rad fahrhäufigkeit

Dies sind die Dimensionen, innerhalb derer die Personen platziert und damit gruppiert wurden.

Clusteranzahl

Um die Clusteranzahl zu ermitteln, wurden verschiedene statistische Verfahren und ihre Gütekriterien verglichen. Im vorliegenden Fall deuteten alle Vergleiche auf eine 4-Clusterlösung hin. Zudem ist diese Clusteranzahl optimal, da sie auch inhaltlich sinnvoll zu interpretieren ist und sich alle wiederkehrend extrahierten Typen hier wiederfinden. Die vier Gruppen, d.h. die verschiedenen Radfahrtypen können anhand der neun Typologisierungsfaktoren beschrieben werden. Die weitere Auswertung der optimalen Clusterlösung erfolgte entsprechend den Fragestellungen und untersuchte die soziodemografischen Faktoren sowie die infrastrukturellen Präferenzen der einzelnen Radfahrtypen. Zur Unterscheidung in diese vier Typen, erhielten sie zur besseren Beschreibung die folgenden Namen: Ambitioniert (n = 1.546), Pragmatisch (n = 2.168), Funktionell (n = 2.339) und Passioniert (n = 4.241). In *Abbildung 1* ist die Ausprägung der einzelnen Typen bezüglich der gruppenbildenden Faktoren aufgezeigt (je weiter außerhalb vom Kreismittelpunkt, desto höher ist die Ausprägung bei diesem Faktor). Im Folgenden werden die vier Radfahrtypen detailliert beschrieben.

Stichprobe

*über 10.000 Personen,
bundesweit*

9 Typologisierungsfaktoren

4 Typen:

- » Ambitioniert
- » Pragmatisch
- » Funktionell
- » Passioniert

Abbildung 1: Ausprägungen (Mittelwert) in den Typologisierungsfaktoren für die vier Radfahrtypen

Abbildung 2 gibt einen Überblick über die Alters- und Geschlechterverteilung innerhalb der Radfahrtypen. Der größte Anteil der Stichprobe kommt aus der Gruppe der 31-50-Jährigen, was der Verteilung der Radfahrenden in der Grundgesamtheit entspricht. Insgesamt wurden nur Personen ab 14 Jahren angesprochen, so dass auch nur diese Altersgruppen in der Stichprobe enthalten sind.

Abbildung 2: Ausprägungen von Alter und Geschlecht in den einzelnen Radfahrtypen

2.3 Die vier Radfahr-Typen

Typ „Ambitioniert“

Ambitionierte Radfahrende stellen in dieser Erhebung die kleinste Gruppe dar. Sie zeigen eine hohe Motivation, die nicht durch instrumentelle Motive, sondern durch affektive und symbolische Motive gekennzeichnet ist. Ambitionierte Radfahrende sind also vor allem durch den Spaß am Fahren und soziale Faktoren, wie beispielsweise das Kennenlernen neuer Personen, Anerkennung oder Gruppenzugehörigkeiten, motiviert. Dieser Typ ist auch gern mal sportlicher unterwegs und genießt das Fahren als willkommenen Ausgleich und Abwechslung.

Radfahrende dieses Typs haben eine mittlere Nutzungshäufigkeit, legen allerdings mit einer durchschnittlichen Dauer von 44 Minuten pro Strecke die weiteste Entfernung zurück. Dabei wird das Fahrrad jedoch nicht häufiger genutzt als bei den passionierten und pragmatischen Radfahrenden. Radfahrende dieses Typs zeigen sich eher wetterunabhängig.

Ambitionierte Radfahrende identifizieren sich selbst als Radfahrende und fühlen sich subjektiv sicher, wenn sie sich im Straßenverkehr bewegen. Bezüglich der Sicherheitsbewertung weisen sie eine Infrastrukturpräferenz für getrennte Geh-/ Radwege und Radfahrstreifen auf.

Eine Analyse der soziodemografischen Merkmale zeigt, dass Männer bei diesem Radfahrtyp deutlich überrepräsentiert sind (71 %). Der prozentual größte Anteil der ambitionierten Radfahrenden ist zwischen 31 und 50 Jahre alt. Mit 44 Jahren hat dieser Radfahrtyp das höchste Durchschnittsalter (*Abbildung 2*). Der Großteil des ambitionierten Radfahrtyps hat einen akademischen Bildungsabschluss. Auch befindet sich die Mehrheit der Befragten in einer Berufstätigkeit (85 %). Der Anteil an Studierenden ist bei diesem Radfahrtyp deutlich kleiner als bei den anderen Radfahrtypen (6,0 %). Weiterhin unterscheidet sich diese Gruppe in ihrem durchschnittlichen monatlichen Grundeinkommen von den anderen Radfahrtypen: es liegt mit 3.000 - 4.000 € deutlich höher.

Der Großteil der Personen dieses Radfahrtyps gab an, im Besitz mindestens eines Pkws zu sein, ebenso wie der Großteil berichtete, mindestens zwei Fahrräder im Haushalt zu besitzen. Ambitionierte Radfahrende nutzen das Fahrrad dabei regelmäßig für den Weg zur Arbeit.

Die Unfallhistorik des ambitionierten Radfahrtyps zeigt, dass über die Hälfte der Radfahrenden bereits mindestens einen Alleinunfall erlebte. Unfälle mit anderen Radfahrenden oder Fußgänger*innen erlebten die Befragten nur selten. Von einem Unfall mit einem PKW berichteten 18 % der Personen des ambitionierten Radfahrtyps.

Typ „Pragmatisch“

Radfahrende des pragmatischen Radfahrtyps weisen überwiegend instrumentelle Motive auf. Diese Motive beinhalten beispielsweise Flexibilität, Umweltschutz, Gesundheit und einen Schnelligkeitsvorteil des Fahrrads gegenüber anderen Verkehrsmitteln. Der Spaß am Fahren ist für sie nicht vordergründig.

Pragmatische Radfahrende fahren unter allen Wetterbedingungen. Sie weisen die höchste Nutzungshäufigkeit auf und nutzen das Fahrrad zwischen 4 - 5 Mal pro Woche und (fast) täglich. Die durchschnittliche Dauer der häufigsten Wege beträgt 24 Minuten. Häufiger als die anderen Typen neigt der pragmatische Radfahrende zu Regelverstößen im Verkehr.

» vollständige Übersicht auf S.12 (*Abbildung 2*)

*Typ „Ambitioniert“
Spaß und Abwechslung
im Alltag*

*Typ „Pragmatisch“
Was muss, das muss.*

Typ „Funktionell“
 ungeübte
 Schönwetterradler*in

Gekennzeichnet durch die geringsten Werte bei subjektiver Sicherheit sehen sich Radfahrende dieses Typs im Verkehr am meisten gefährdet. In dieser Gruppe finden sich die höchsten Werte für die Identifikation als Radfahrende. Pragmatische Radfahrende identifizieren sich in hohem Maße mit dem Radfahren. Sie fühlen sich während des Radfahrens subjektiv eher unsicher. Bezüglich der Sicherheitsbewertung weisen pragmatische Radfahrende eine Infrastrukturpräferenz für getrennte Geh- und Radwege sowie Radfahrstreifen auf, die Sicherheitsbewertungen für die einzelnen Infrastrukturmodelle sind jedoch bei dem pragmatischen Radfahrtyp allgemein am geringsten.

Frauen sind mit 43 % bei diesem Radfahrtyp vertreten. Der prozentual größte Anteil der pragmatischen Radfahrenden ist zwischen 31 und 50 Jahre alt (*Abbildung 2*). Analysen des Bildungslevels zeigen, dass über die Hälfte der Radfahrenden einen akademischen Abschluss besitzt. Der Großteil des pragmatischen Typs ist berufstätig (76 %), gefolgt vom zweitgrößten Anteil der Studierenden (15 %). Das durchschnittliche monatliche Nettoeinkommen beträgt 2.000 - 3.000 €.

Der Großteil der Befragten dieses Radfahrtyps gab an, mindestens ein Auto zu besitzen. Weiterhin gab die Mehrheit der pragmatischen Radfahrenden an, mindestens zwei Fahrräder im Haushalt zu haben. Radfahrende des pragmatischen Radfahrtyps sind am häufigsten Berufspendler.

Die Unfallhistorik des pragmatischen Radfahrtyps zeigt, dass mehr als die Hälfte der Radfahrenden bereits mindestens einen Allein-Unfall mit dem Fahrrad erlebte. Unfälle mit Fußgänger*innen oder anderen Radfahrenden passierten mit etwa 10 % eher selten. Bei der Analyse der Unfallhäufigkeit mit einem PKW zeigte sich jedoch eine signifikant höhere Unfallhäufigkeit (24 %) im Vergleich zu den anderen Radfahrtypen.

Typ „Funktionell“

Bei dem funktionellen Radfahrtyp zeigt sich insgesamt eine eher geringe Motivation zum Radfahren. In erster Linie ist dieser Typ von instrumentellen Motiven geleitet. Ökonomische Gründe, die Schnelligkeit des Fahrrades gegenüber anderen Verkehrsmitteln, Umweltschutz und Flexibilität stehen bei diesem Radfahrtyp als motivierende Faktoren im Vordergrund.

Fahrende in diesem Cluster sind bei ihrer Entscheidung, Rad zu fahren, unter allen Typen am meisten von Wetter und Fahrkomfort abhängig: sie fahren im Allgemeinen nur bei guten Wetterbedingungen. Mit einer Nutzungshäufigkeit des Fahrrads von 1 - 3 Mal pro Woche fahren sie am seltensten von allen Radfahrtypen und legen dabei hauptsächlich kurze Distanzen zurück.

Funktionelle Radfahrende fühlen sich von allen Radfahrtypen subjektiv am unsichersten, wenn sie mit dem Fahrrad im Straßenverkehr unterwegs sind. Auch ist die Identifikation als Radfahrende bei diesem Radfahrtyp am geringsten, was darauf hindeutet, dass sich die Personen selbst nicht vordergründig als Radfahrende sehen. Funktionelle Radfahrende präferieren getrennte Geh-/ und Radwege bezüglich der Sicherheitsbewertung.

Eine Analyse der soziodemografischen Merkmale zeigt, dass der Anteil an Frauen und Männern bei diesem Radfahrtyp ausgeglichen ist. Der prozentual größte Anteil der funktionellen Radfahrenden ist zwischen 31 und 50 Jahre alt (*Abbildung 2 auf Seite 8*). Auch hier hat die Mehrheit einen akademischen Bildungsabschluss. Außerdem befindet sich der Großteil der Radfahrenden dieses Typs in einem Angestelltenverhältnis (74 %), gefolgt von der zweitgrößten Gruppe der Studierenden (16 %). Das durchschnittliche monatliche Nettoeinkommen beträgt 2.000 – 3.000 €.

Der Anteil der Personen, die mindestens ein Auto besitzen, ist bei diesem Radfahrtyp am höchsten. Der Großteil der funktionellen Radfahrenden besitzt darüber hinaus mindestens zwei Fahrräder pro Haushalt.

Die Radfahrenden dieses Typen gaben im Vergleich zu den anderen Radfahrenden vergleichsweise geringere Unfallhäufigkeiten bei Alleinunfällen, Unfällen mit PKWs sowie Unfällen mit Fußgänger*innen oder anderen Radfahrenden an. Diese niedrigen Werte lassen sich wahrscheinlich mit der geringeren Fahrleistung im Vergleich zu den anderen Radfahrtypen begründen. In dieser Gruppe sind insbesondere ungeübte und unsichere Fahrer*innen zu finden, so dass diese Angabe zur Unfallhäufigkeit in Relation zur Fahrleistung gesehen werden muss.

Typ „Passioniert“

Der passionierte Radfahrtyp weist im Vergleich zu den anderen Radfahrtypen die höchste Motivation auf. Die Radfahrenden sind dabei gleichermaßen symbolisch, instrumentell und affektiv motiviert. Das bedeutet, dass für passionierte Radfahrende sowohl Faktoren, wie soziale Anerkennung oder Identifikation mit dem Umfeld (symbolische Motive), als auch Faktoren wie Umweltschutz, Flexibilität und Gesundheit (instrumentelle Motive) eine Rolle spielen. Gleichermäßen bereitet ihnen das Fahrradfahren auch Freude (affektive Motive).

Passionierte Radfahrende fahren unter allen Wetterbedingungen, das heißt sie zeigen sich eher wetterunabhängig. Ihre häufigsten Wege mit dem Fahrrad sind im Durchschnitt 23 Minuten lang und damit kürzer als in den anderen Gruppen.

Radfahrende dieses Typs identifizieren sich selbst klar als Radfahrer*in. Sie fühlen sich subjektiv sicher, wenn sie mit dem Fahrrad im Straßenverkehr unterwegs sind. Bezüglich der Sicherheitsbewertung zeigt sich hier eine Infrastrukturpräferenz für geteilte Geh-/Radwege und Radfahrstreifen, während die Sicherheitsbewertung für Mischverkehr am geringsten ausfällt.

Eine Analyse der soziodemografischen Merkmale zeigt, dass im Cluster dieses Radfahrtyps Männer mit einem Anteil von 65 % überrepräsentiert sind. Die Altersgruppe von 31 bis 50 Jahren macht den prozentual höchsten Anteil bei diesem Radfahrtyp aus. Analysen des Bildungslevels zeigen, dass über die Hälfte (62 %) der passionierten Radfahrenden einen akademischen Abschluss besitzt. Der größte Teil dieses Typs ist berufstätig (73 %), gefolgt von der Gruppe der Studierenden (15 %). Das durchschnittliche monatliche Nettoeinkommen beträgt 2.000 - 3.000 €.

Weiterhin zeigte die Untersuchung, dass der Großteil der Befragten dieses Radfahrtyps angab, mindestens ein Auto zu besitzen. Die Mehrheit der Befragten berichtete von mindestens zwei Fahrrädern pro Haushalt. Passionierte Radfahrende nutzen das Fahrrad dabei regelmäßig für den Weg zur Arbeit.

Unfallhistorisch hat etwa die Hälfte der Radfahrenden des passionierten Radfahrtyps bereits mindestens einen alleinigen Fahrradunfall erlebt, während Unfälle mit Fußgänger*innen oder anderen Radfahrenden mit unter 10 Prozent seltener erlebt wurden. Etwa 15 % der passionierten Radfahrenden berichtete von mindestens einem Unfall mit einem PKW.

Zusammenfassend sind in *Abbildung 3* noch einmal alle vier gefundenen Radfahrtypen mit ihren wichtigsten Merkmalen aufgeführt.

Typ „Passioniert“
Auf dem Sattel zuhause

Die Typologie

Passioniert (41%)	Funktionell (23%)	Pragmatisch (21%)	Ambitioniert (15%)

<p>Tendenziell männlich zwischen 31-50 Jahre Wetterfest & häufig im Sattel Pendeln regelmäßig mit dem Rad zu Arbeit</p> <p>Motivation:</p> <ul style="list-style-type: none"> - Soziale Anerkennung - Umweltschutz - Flexibilität - Freude am Fahren <p>Hohe Identifikation als Radfahrer*in</p> <p>Fühlen sich sicher im Straßenverkehr</p>	<p>Alle Geschlechter Fahren ab und zu, allerdings eher nicht bei schlechtem Wetter (ca. 1-3 Mal/Woche) Viele besitzen einen PKW</p> <p>Motivation:</p> <ul style="list-style-type: none"> - Radfahren im Alltag als Mittel zum Zweck - Ökonomische Gründe <p>Identifizieren sich eher nicht mit dem Fahrrad Im Urlaub oder am Wochenende aber gerne mal auf Radtour</p> <p>...sicher im Sattel fühlen sie sich dabei allerdings nicht.</p>	<p>Mehr Männer als Frauen Motto: „Was muss, das muss.“ Bei jedem Wetter. Sie fahren, weil auch andere in der Familie oder im Freundeskreis Fahrrad fahren.</p> <p>Motivation:</p> <ul style="list-style-type: none"> - Flexibilität - Gesundheit - das schnelle Vorankommen mit dem Rad <p>Hohe Identifikation als Radfahrer*in</p> <p>Fühlen sich eher unwohl und gefährdet.</p>	<p>Sehr viele Männer, hoher sozioökonomischer Status und oft über 50 Jahre alt Legen große Distanzen zurück. Genießen das Fahren als Ausgleich und Abwechslung</p> <p>Motivation:</p> <ul style="list-style-type: none"> - Spaß am Rad fahren - ...auch wenn es nicht so häufig dazu kommt - Gruppenzugehörigkeit <p>Hohe Identifikation als Radfahrer*in</p> <p>Fühlen sich subjektiv eher sicher</p>

Abbildung 3: Zusammenfassung der Beschreibung der vier Radfahrertypen N = 10.294

2.4 Fazit

Vergleich mit bestehenden Radfahrertypologien

Um die vier gefunden Radfahrertypen mit anderen Radfahrertypologien zu vergleichen, wurden ähnliche Typen identifiziert und ihre charakteristischen Ähnlichkeiten und Unterschiede verglichen. Es zeigte sich, dass in der vorliegenden Studie einzelne Parallelen zu bestehenden Typologien gefunden werden konnten. Der funktionelle Radfahrende teilt viele Merkmale, wie den Wettereinfluss oder die Nutzungshäufigkeit, mit dem seltenen oder Gelegenheitsradlern in anderen Typologien (Bergström & Magnusson, 2003; Larsen & El-Geneidy, 2011). Für den Einfluss der Wetterbedingungen ist der funktionelle Radfahrende vergleichbar mit Schönwetter- oder Freizeit-Radlern, die von Damant-Sirois, Grimsrud und El-Geneidy (2014) identifiziert wurden. Zusätzlich werden sie hauptsächlich durch die geringe Nutzungshäufigkeit definiert und weisen die niedrigste Identifizierung als Radfahrende auf. Auch vereinzelte Charakteristiken anderer in dieser Studie identifizierter Radfahrertypen lassen sich in bereits bestehenden Typologien wiederfinden. So zeichnen sich passionierte Radfahrende durch ihre Wetterunabhängigkeit und einer starken Identifikation als Radfahrende aus. Diese beiden Merkmale charakterisieren auch den engagierten (dedicated) Radfahrenden in der Typologie von Damant-Sirois et al. (2014).

Unter Berücksichtigung der Nutzungshäufigkeit wurde in vorliegenden Studien auch die Gruppe der Nicht-Radfahrenden als Teil ihrer Typologien betrachtet (wie bei Bergström & Magnusson, 2003; Kroesen & Handy, 2014; Larsen & El-Geneidy, 2011). Diese Gruppe wurde hier nicht betrachtet und konnte daher auch nicht klassifiziert werden.

Für Praktiker*innen oder Planer*innen können sowohl die Faktoren, deren Ausprägung sich zwischen den Radfahrtypen unterscheiden, als auch die Gemeinsamkeiten von Interesse sein. Die große Stichprobe ermöglicht einen Eindruck von der proportionalen Verteilung der verschiedenen Radfahrtypen in der Bevölkerung und zeigt, dass die Mehrheit der Radfahrenden zwar mit einer moderaten Häufigkeit fährt, sie aber größtenteils sehr überzeugt vom Radfahren sind. Ein explizites Ziel für politische Entscheidungen sollte es sein, auch jene Radfahrende zu ermutigen, die weniger motiviert sind und das Fahrrad eher als Transportmittel zu nutzen, wie die pragmatischen und funktionellen Radfahrenden.

Die unterschiedlichen Ausprägungen bei der subjektiven Sicherheit, der Identifikation als Radfahrender sowie der Nutzungshäufigkeit der einzelnen Typen können zu einem besseren Verständnis führen, was für die jeweiligen Radfahrenden individuelle Hemmnisse sind. Dementsprechend kann das Wahrnehmen von Sicherheit oder Unsicherheit dann auch den Unterschied zwischen einem passionierten und einem pragmatischen Radfahrenden ausmachen. Es ist weiterhin bemerkenswert, dass die Witterungsbedingungen nur für funktionelle Radfahrende eine große Rolle spielen. Ein Großteil der Alltagsradler ist auch bei ungünstiger Witterung unterwegs. Dies sollte bei wetterbedingten Entscheidungen, wie z.B. dem Winterdienst für Radfahrende, berücksichtigt werden.

Kritische Reflektion der Methode

Die Ergebnisse weisen aussagekräftige Einblicke in die (Selbst-)Wahrnehmung und das Verhalten von Radfahrenden auf, aber es ist wichtig, auch die Beschränkungen der Studie aufzuzeigen. Die Selbstselektion der Studienteilnehmenden kann die Zeit, die für die Suche nach Teilnehmenden benötigt wird, stark reduzieren. Darüber hinaus kann diese Methode dazu beitragen, die Bereitschaft zur Teilnahme an der Studie zu erhöhen und damit zu besseren Untersuchungsergebnissen beitragen. Der Nachteil dieser Methode ist der Selbstselektionsbias (= *Nur Personen, die am Thema interessiert sind, nehmen sich die Zeit den Fragebogen auszufüllen*), der dazu führen kann, dass die Bevölkerung nicht mehr repräsentativ in der Stichprobe vertreten ist. Der Fragebogen wurde bewusst nicht nur über Fahrradnetzwerke, sondern auch über andere, themenunabhängige Kanäle verbreitet. Auf diese Weise wurde versucht, dem Selbstselektionsbias entgegenzuwirken.

» An die Typologisierung der Radfahrenden schließt sich eine Erhebung im Feld an. Dabei sollen die Radfahrtypen mit reellem Fahrverhalten verknüpft werden, um zu prüfen, welche Präferenzen den einzelnen Gruppen im Realverkehr zugeordnet werden können und wie dies mit den angegebenen Präferenzen übereinstimmt.

**Nicht-
RadfahrendePo-
tentiale nutzen**
Funktioneller &
Pragmatischer Typ

**Große
Unterschiede:**
Subjektive Sicherheit

Selbstselektionsbias

3 Teil B: Die Feldphase

Die Nutzung von GPS-Daten in der Radverkehrsforschung kann zusätzlich zur alleinigen Nutzung von Befragungen weiterführende Erkenntnisse liefern. An die Radfahrtypologisierung schloss sich daher eine Felduntersuchung an, bei welcher diese Methode genutzt wurde. Tatsächliches Fahrverhalten kann hierbei mit den vorher erhobenen angegebenen Radfahrpräferenzen einzelner Typen abgeglichen werden und weitere Implikationen für die Praxis gezogen werden.

3.1 GPS-Daten im Radverkehr - Bisherige Arbeiten

Anfänge der GPS-Nutzung im Radverkehr

Vorteile smartphonegestützter Datenerhebung

Nutzung von Humansensorik

Internationale Datenlage

Probleme homogener Stichproben

Falkenberg et al. untersuchten schon im Jahr 2003, mit Hilfe von GPS verorteten Kameradaten in Verfolgungsfahrten, den Zusammenhang von Fahrgeschwindigkeit und Rahmenbedingungen auf mehr als 20 Radverkehrsanlagen. Diese Form der Nutzung hatte noch nicht den Anspruch, große Datenmengen zu analysieren.

Elf Jahre später fassten Schelewsky, Jonuschat, Bock und Stephan in „Smartphones unterstützen die Mobilitätsforschung“ erstmals Potenziale und Chancen einer smartphone-gestützten Datenerhebung zusammen. Hervorgehoben wurde die Bedeutung alternativer Formen der Mobilitätsforschung vor dem Hintergrund zunehmend differenzierter Nutzungsmuster mit unterschiedlichen Mobilitätsangeboten und der daraus folgenden steigenden Intermodalität. Für diese Problemstellung sind GPS-Erhebungen, auch durch größere Stichproben und aufgrund ihrer Detailtiefe, im Vorteil gegenüber klassischen Erhebungsmethoden. Vor allem die weite Verbreitung in der Bevölkerung und das tägliche Mitführen machen das Smartphone, in Verbindung mit einer vielfältigen Sensorik, zu einem idealen Erhebungsinstrument für Mobilitätsverhalten (Schelewsky et al., 2014).

Auch Groß, Holderle und Wilhelm untersuchten Methoden zur Analyse von Radwegen mittels Humansensorik, dafür wurden die Probanden unter anderem mit Wearables (= *Tragbare Endgeräte mit GPS-Sensorik, beispielsweise Pulsuhren*) ausgestattet. Die aufgezeichneten Daten ließen Rückschlüsse auf das psycho-physiologische Verhalten (Stress) zu. Mittels Videoaufnahmen konnten die Auslöser für negative emotionale Einflüsse identifiziert und anschließend mittels GPS lokalisiert werden (Groß et al., 2015).

Deutlich breiter aufgestellt ist die internationale Literatur, was die Verwendung von GPS-Daten in Radverkehrsstudien betrifft. Harvey und Krizek begannen im Jahr 2007 in Minneapolis mit der Untersuchung der Routenwahl von 938 Arbeitswegen von 51 unterschiedlichen Probanden (Harvey & Krizek, 2007). Broach, Dill und Gliebe untersuchten im Jahr 2012 schon 1449 Alltagsfahrten von 164 Personen, die mit GPS-Datenloggern erhoben wurden. Auch hier wurde im Nachgang ein Routenwahlmodell geschätzt (Broach et al., 2012). Wie auch in einer Studie aus dem Jahr 2011 von Hood, Sall und Charlton, welche 5000 Fahrten von 1083 Nutzern beinhaltete, wurde auch hier die Stichprobenziehung über eine Eigenselektion durch die Teilnehmenden bestimmt. Es konnten folglich alle Nutzer*innen teilnehmen, die Interesse hatten und die technischen Voraussetzungen (bspw. Besitz eines Smartphones) erfüllten (Hood et al., 2011).

Dieser Umstand führte zu einer relativ homogenen Stichprobensammensetzung, mit einem stark erhöhten Anteil männlicher Nutzer. Ebenso konnten für die Parameter Einkommen und Bildungsgrad Werte oberhalb des Durchschnitts verzeichnet werden (Hood et al., 2011).

Auch in weiteren umfangreichen Studien, zum Beispiel im Jahr 2017 zu Reisezeiten, Wartezeit an Knotenpunkten und Straßensegmenten in Montreal, wurde auf App-Daten zurückgegriffen. Auch hier wurde innerhalb der Stichprobe nicht nach unterschiedlichen Radfahrtypen unterschieden. Die Ergebnisse erfüllen also per Definition nicht zwangsläufig die Kriterien der Repräsentativität für Radfahrende im Allgemeinen oder die der potentiell Rad fahrenden Bevölkerung (Strauss & Miranda-Moreno, 2017). Jedoch ist anzunehmen, dass Wartezeiten und vor allem Reisezeiten als eine Funktion der Geschwindigkeit maßgeblich von Erfahrung und den physischen Voraussetzungen der Radfahrenden abhängen.

In einer weiteren Arbeit aus Victoria, Kanada wird dieser Zusammenhang besonders deutlich: Jestico, Nelson und Winters untersuchten Daten des Sport-App-Providers Strava. Auch hier wurde in Verbindung mit den Daten ein einfaches Routenwahlmodell geschätzt. Im Ergebnis war aber der Einfluss der Variable Steigung beispielsweise um den Faktor 10 geringer als der Einfluss einer Geschwindigkeitsbegrenzung auf 40km/h für Pkw-Fahrende. Beide Faktoren waren dabei negativ (Jestico et al., 2016). Für eine breite, nicht sportlich orientierte Nutzergruppe dürfte hingegen die vorhandene Steigung, außer an Zwangspunkten, einen deutlich höheren negativen Einfluss haben.

Verglichen mit den großen Haushaltsbefragungen SrV (= *System repräsentativer Verkehrsbefragungen*, TU Dresden) und MiD (*Mobilität in Deutschland*, infas, DLR) fehlen also in den aufgeführten Beispielen entweder die repräsentativ gezogenen Stichproben, was bei den heutigen Verbreitungswegen der Apps und der üblichen Bewerbung der Studien über Onlinekanäle oder Radverkehrsverbände nicht trivial lösbar scheint, oder eine sinnvolle Gewichtung der vorhandenen Teilnehmer*innen. Ersteres konnte zumindest durch Schüssler und Axhausen im Jahr 2008 im Zuge der Zensususerhebung mit 4882 Teilnehmer*innen in drei Schweizer Städten teilweise erreicht werden. Jedoch wurde auch im Zuge dieser Untersuchung nicht auf das möglicherweise unterschiedliche Radverkehrsverhalten verschiedener Gruppen von Radfahrenden eingegangen.

Aus der Analyse der bisherigen Arbeiten ergibt sich somit die Frage nach potenziellen Unterschieden im Radverkehrsverhalten unterschiedlicher Gruppen von Radfahrenden und mögliche Implikationen bei der Verwertung von GPS-Daten.

Stichprobenzusammensetzung:
Lösungsansätze

3.2 Die Feldphase

Ziel der Feldphase

Aufbauend auf der vorangegangenen Typologisierung der Proband*innen (» vgl. Kapitel 2) sollen mögliche Unterschiede im Radverkehrsverhalten im Zuge einer GPS-Datenerhebung erkannt und dokumentiert werden. Den Hintergrund dazu liefert eine mögliche Einordnung bzw. Wichtung von durch Selbstauswahl beeinflussten Stichproben. Da bei dieser Form der Stichprobenziehung (wie sie mutmaßlich aktuell bei allen Datenanbietern erfolgt) durch den Einsatz technischer Geräte offensichtlich ein Ungleichgewicht zugunsten von Männern mittleren Alters entsteht, ist es notwendig, mögliche Unterschiede im Radfahrverhalten einzelner Nutzergruppen zu kennen, um die Validität von Datensätzen einzuschätzen beziehungsweise durch eine bewusste Ziehung einer Teilstichprobe zu erhöhen.

Durchführung:

*Sommer 2018
in Dresden
via Smartphone &
App*

Untersuchungsrahmen

Die Feldphase des Forschungsvorhabens fand in den Monaten Mai und Juni des Jahres 2018 statt. In den Erhebungszeiträumen (23.5.-6.6. und 13.6.-26.6.) lagen keine Feiertage oder Schulferien. Die Probanden waren nach einer freiwilligen Schulung zur Nutzung des Smartphones oder der App dazu angehalten während der zweiwöchigen Erhebung möglichst jede mit dem Fahrrad zurückgelegte Strecke aufzuzeichnen. Ältere Probanden wurden mit einem Leihgerät ausgestattet.

Untersuchungsgebiet

Die Stadt Dresden ist die sächsische Landeshauptstadt und mit 560.000 Einwohnern die zweitgrößte Stadt des Bundeslandes. Der Ballungsraum umfasst 770.000 Einwohner. Die Stadt erstreckt sich über eine Fläche von 32,48km². Die Topographie wird nach SrV insgesamt als flach eingeschätzt (Ahrens, 2014), dennoch birgt die Lage im Flusstal der Elbe Anstiege im Norden und Süden der Stadt von bis zu 100hm von der Talsohle bis zum Höhenzug. Von den Einwohner*innen der Stadt werden im Mittel täglich 3,55 Wege zurückgelegt. Der Anteil der Radwege betrug im Jahr 2013 12%. Die Fahrradnutzung unterscheidet sich jedoch sowohl zwischen den Stadtgebieten, als auch innerhalb der Alterskohorten. So sinkt beispielsweise der Radverkehrsanteil ab einem Alter von 34 Jahren von 15% auf 5% bei den über 65-jährigen (Ahrens, Wittwer, Hubrich, Wittig & Ließke, 2015).

Das Radverkehrsnetz besteht aus 43km Radfahrstreifen, 26km Schutzstreifen, ca. 87km gemeinsamen Geh- und Radwegen sowie 120km Radwegen. Außerdem ist das Straßennebennetz nahezu flächendeckend als Tempo-30-Zonen ausgeführt und die überwiegende Zahl der Einbahnstraßen sind für den Radverkehr freigegeben (ISUP GmbH and PGV-Alrutz GbR, 2017).

Method

Stichprobenzusammensetzung

Die Proband*innen konnten im Anschluss der Onlinebefragung ihre Bereitschaft zur Teilnahme an der Feldstudie erklären. Aus diesem Pool Freiwilliger wurde dann mehrstufig die Stichprobe (n=200) nach Typ, Alter und Geschlecht gebildet. Die Stichprobenverteilung ist in *Abbildung 4* dargestellt.

Abbildung 4: Geschlechterverteilung bei der Stichprobenziehung zur Feldstudie

Die Altersverteilung der gezogenen Stichprobe ist in *Abbildung 5* zu sehen. Der etwas höhere Anteil angeschriebener jüngerer Probanden vom Typ „passionierter Radfahrer“ ist durch den geringen Rücklauf innerhalb dieser Zielgruppe zu erklären.

Abbildung 5: Altersverteilung der Stichprobe

Zusätzlich wurde es den übrigen Teilnehmer*innen der Onlinebefragung aus dem restlichen Bundesgebiet freigestellt am Feldexperiment teilzunehmen und als Vergleichsstichprobe zu fungieren.

Datenverarbeitung

Datenschutz

Bei den erhobenen Daten handelt es sich um Daten mit Personenbezug. Es gelten somit sächs. DSG und DSGVO. Die Probanden mussten demnach ihr Einverständnis mit der Erhebung und Verarbeitung der oben genannten Daten durch die TU-Dresden zu Forschungszwecken erklären.

**Verteilung nach
Typ:**
Geschlecht

Alter

Datenschutz
gemäß
sächs. DSG/DSGVO

Datenerhebung

Die Daten wurden mittels einer eigenen Smartphone-Applikation erhoben. Diese enthielt neben einer Kartendarstellung und einem Button für Start/Stopp zusätzlich die Möglichkeit den Wegezweck anzugeben. Unterschieden wurde dabei in Einkaufen, Freizeit und Arbeit/Bildung. Die Daten wurden geschützt auf einen Server der TU-Dresden übertragen, sobald sich das Smartphone im WLAN befand.

Datenverarbeitung

Die Datenverarbeitung erfolgte in mehreren Stufen. Wichtig war dabei eine an die Bedürfnisse und Konventionen der Verkehrsplanung angelehnte Verarbeitung der Daten. So wurde zum Beispiel eine Trennung in Aktivitäten und Wege nach der Wegedefinition durchgeführt. Nach dieser ist ein Weg durch einen Zweck definiert und dieser ist auf eine Aktivität wie beispielsweise „arbeiten“ zurückzuführen. Aktivitäten, also bspw. der mehrstündige Aufenthalt in einem Büro, wurden anschließend verworfen. Auch eine Verkehrsmittelerkennung mit dem Ziel, Radfahrten und Radsportfahrten zweifelsfrei zu erkennen, wurde implementiert, um einen sauberen, nach Modi gefilterten Datensatz zu schaffen. Die Datenverarbeitung lief insgesamt nach dem Schema in *Abbildung 6* ab

Abbildung 6: Ablaufschema der Datenverarbeitung im Projekt

Im Anschluss wurden die entstandenen Wegedatensätze noch auf das OpenStreet-map-Netzwerk (OSM) der Stadt Dresden projiziert. Dieses wurde im Vorfeld mit den Anlagentypen der Radverkehrsinfrastruktur der Stadt Dresden verschnitten, da OSM keine genaue Unterteilung liefert.

Die verarbeiteten Daten wurden iterativ validiert und anschließend ggf. die Parameter der Datenverarbeitung angepasst. Dieses Verfahren wurde in mehreren Stufen durchgeführt. Im Anschluss an die Validierung der Datenverarbeitung wurden die so entstandenen Wegedatensätze abermals auf mögliche Fehler bei Wegezwecken, Strecken oder der Verkehrsmittelerkennung geprüft.

Datenauswertung

Die Datenauswertung erfolgte mehrschichtig mit steigender Auswerttiefe, ausgehend von der These unterschiedlicher Verhaltensweisen der Radfahrertypen, hin zu einer feineren Unterscheidung nach Altersgruppen und Geschlecht. Durch ungültige Datensätze wurden schlussendlich die Daten von 180 Proband*innen ausgewertet. Im vorliegenden Leitfaden werden ausschließlich deskriptive Statistiken berichtet. Die gefundenen Zusammenhänge lassen sich aber mit Methoden der multivariaten Statistik belegen und stehen in einer Linie mit denen einer Vorstudie (von Harten, 2017). Vertiefende Informationen finden sich im Projektbericht.

Auf Basis der GPS-Daten wurden folgende Parameter ausgewertet (*Tabelle 1*):

Tabelle 1: Ausgewertete Parameter der aufbereiteten GPS-Daten

Parameter	Beschreibung	Einheit
Nutzungshäufigkeit	Mittlerer Anteil der Tage mit Radnutzung während der Untersuchungsdauer	Prozent
Tageskilometer	Mittlere Tageskilometeranzahl je Wegezweck, oder Radfahrtyp	Km/Tag
Geschwindigkeitsverteilung	Median oder 0.85-Perzentil der mittleren Geschwindigkeitsverteilung	Km/h oder m/s
Beschleunigungsverhalten	0.95 Perzentil der mittleren pos. Beschleunigung. Es wurden dafür nur positiv beschleunigte Bewegungen analysiert	m/s ²
Flächenwahl	Anteil der auf den gefahrenen Strecken genutzten Infrastrukturelemente	Prozent

Grund für die Auswahl der mittleren Tageskilometer als Index für die Streckenlänge war zum einen die Trennung von Fahrten in Wege oder Wegeabschnitte im Zuge der Datenverarbeitung, zum anderen die unterschiedlichen Fallzahlen je Proband*in. Im Zuge der Trip-Erkennung wurden vorhandene Wegekette automatisiert getrennt, falls dies der Nutzer nicht getan hatte. Kurze Aktivitäten, wie beispielsweise ein spontaner Einkauf, führten somit beispielsweise zu einer Erhöhung der Anzahl der Arbeitswege, was wiederum Einfluss auf deren durchschnittliche Länge hat. Um anschließend ein Overreporting besonders aktiver Nutzer*innen zu vermeiden, wurden die täglichen Streckenlängen gemittelt und erst im nächsten Schritt auch über den Radfahrtyp ausgewertet.

3.3 Die Feldphase - Ergebnisse

Häufigkeit der Nutzung

Die Nutzungshäufigkeit ist insgesamt als hoch einzustufen. Am häufigsten nutzten Passionierte und Pragmatiker*innen während der Erhebungszeit das Fahrrad (58% der Tage). Knapp gefolgt von den Ambitionierten (52%) und den Funktionellen (51%).

Wird der Wegezweck analysiert, dominieren die Arbeitswege mit einer mittleren Nutzung an etwa 45% aller Tage während der Untersuchungsdauer. Das entspricht rund 7 Tagen und damit 70% aller möglichen Arbeitstage im Untersuchungszeitraum (UZ). Eine Nutzungshäufigkeit von rund 20% über alle Radfahrtypen für den Wegezweck Einkaufen entspricht ca. 3 Tagen mit Einkaufsaktivitäten im UZ – das entspricht auch in etwa den Ergebnissen des SrV (9% Wegeanteil im Binnenverkehr entspricht ca. 2 Wege pro Woche). Gleiches gilt auch für die Freizeitfahrten (Ahrens et al., 2015). Wobei ein Vergleich mit Befragungsdaten aufgrund der unterschiedlichen Datenbasis nur eine grobe Einordnung liefern kann.

Die Funktionellen nutzen das Fahrrad am wenigsten für Arbeitswege (35% aller Tage), während die übrigen Typen nahezu gleichbleibend etwas weniger als 50% erreichen. Der Wegezweck Einkaufen wird dafür etwas häufiger frequentiert als bei den übrigen, wobei sich diese auf einem nur wenig niedrigeren Niveau befinden. Etwas überraschend ist der niedrige Anteil an Freizeitfahrten bei den Ambitionierten, ebenso wie die hohe Frequenz der Pragmatiker (*Abbildung 7*).

Tabelle 2: Mittlere Nutzungsfrequenz (Prozentsatz der Tage im Untersuchungszeitraum) des Fahrrades nach Typ, wegezweckunabhängig

Nutzungshäufigkeit	Ambitioniert	Funktionell	Passioniert	Pragmatisch
Minimum	7%	7%	7%	7%
Maximum	87%	93%	100%	93%
Mittelwert	52%	51%	58%	58%

Insgesamt ist die Nutzungsfrequenz als hoch einzuschätzen. Der Fahrradmonitor 2017 spricht bei täglicher oder mehrmaliger Nutzung pro Woche von regelmäßiger Nutzung. Insgesamt gaben 41% der Befragten an das Fahrrad regelmäßig zu nutzen. Insbesondere bei der Gruppe der Funktionellen hatte die Untersuchung jedoch vermutlich eine verstärkende Wirkung aufgrund sozialer Erwünschtheit, da wesentlich geringere Nutzungsfrequenzen in der Onlineumfrage angegeben wurden.

Hauptstichprobe: mittlerer Anteil der Tage mit Fahrradnutzung

Radfahrtyp und
Wege Zweck

Abbildung 7: Mittlerer Prozentsatz der Tage mit Fahrradnutzung während der Untersuchungsdauer je Wege Zweck und Typ, Hauptstichprobe (n=180)

Verteilung der Tageskilometer

Neben der Nutzungsfrequenz beschreibt auch die Nutzungsintensität das Verkehrs- bzw. Verkehrsmittelwahlverhalten (*Abbildung 8*). Wie auch in den Ergebnissen der Onlinebefragung ersichtlich, sind die ambitionierten Nutzer*innen hinsichtlich der im Mittel je Tag zurückgelegten Kilometerzahl deutlich vor den restlichen Nutzergruppen einzustufen. Eine mittlere Tageskilometerzahl von 20km ist damit fast doppelt so hoch wie die in Haushaltsbefragungen angegebene mittlere Tageskilometerzahl (Ahrens et al., 2015). Diese liegt mit knapp zwölf Kilometern jedoch sehr nah an den Ergebnissen der Funktionellen, Passionierten und Pragmatiker. Die geringen Unterschiede können beispielsweise durch eine Unterschätzung der Wegelängen bzw. ein Underreporting von kurzen Radwegen in Haushaltsbefragungen erklärt werden. Alternativ ist ein Einfluss der sozialen Erwünschtheit im Rahmen der durchgeführten Studie nicht gänzlich auszuschließen.

Abbildung 8: Mittlere Tageskilometerzahl nach Typen, Modus Rad, Hauptstichprobe, (n=180)

Hohe Maximalwerte können durch wenige, dafür sehr weite Fahrten einzelner Nutzer entstehen und finden sich so auch in Befragungsdatensätzen wieder. Die dargestellten Perzentile liegen dabei auch etwa im Bereich der SrV Daten (0.1-Perzentil; 2km / 0,9-Perzentil; 24km).

Die folgende *Abbildung 9* zeigt einen deutlichen Unterschied der Tageskilometerzahlen nach Wegezweck. Die ambitionierten legen über alle Wegezwecke deutlich größere Entfernungen zurück als die übrigen Gruppen. Nennenswert sind die große Schwankungsbreite der Freizeitstrecken der Ambitionierten sowie die generell recht hohen Wegeweiten der Funktionellen. Beide Verhaltensweisen wurden derart nicht in der Befragung geäußert.

Geschwindigkeitsverhalten

Nachdem Frequenz und Intensität der Radnutzung eher der Potenzialabschätzung dienen, sind die folgenden Parameter eher geeignet, Implikationen für die Errichtung von Radverkehrsanlagen abzuleiten. Die Mediangeschwindigkeiten zeigen leichte Unterschiede zwischen den einzelnen Typen und etwas deutlichere Unterschiede zwischen den Geschlechtern. Wobei die Ambitionierten im Mittel um etwa 2 km/h schneller fahren, als die übrigen Typen, mit Ausnahme der pragmatischen Männer.

Abbildung 10: Mittlere Mediangeschwindigkeit nach Geschlecht und Typ, Hauptstichprobe (n=180)

In der Verteilung der Geschwindigkeiten nach Altersgruppe und Typ zeigt sich eine Tendenz zu sinkenden Mediangeschwindigkeiten, was auch durch die Verteilung des 0.85-Perzentil bestätigt wird. Die Tendenz wird jedoch außer für die Passionierten bei jeder Gruppe durch einzelne Alterskohorten durchbrochen. Ein deutlicher Abfall ist außer für die Ambitionierten für alle Typen innerhalb der Kohorte der über 65-jährigen zu verzeichnen. Grundsätzlich wird aber die Durchschnittsgeschwindigkeit nach SrV von 12 km/h in allen Gruppen z.T. deutlich überschritten.

Mittlere Geschwindigkeit nach Typ je Altersgruppe

Radfahrtyp und Alter

Abbildung 11: Verteilung der Mediengeschwindigkeiten nach Typ und Altersgruppe (n=180)

Beschleunigungsverhalten

Nachdem die Geschwindigkeitsverteilung einen größeren Einfluss des Alters, respektive des Geschlechtes, auf das Radverkehrsverhalten vermuten lässt, kann anhand des Beschleunigungsverhaltens dieser Sachverhalt bestätigt werden. Dabei werden etwaige Unterschiede erst bei der Betrachtung des 0.95-Perzentils der positiven Beschleunigungen wirklich deutlich.

Beschleunigung nach Altersgruppen

Abbildung 12: Mittlere positive Beschleunigungen je Altersgruppe, Hauptstichprobe (n=179)

Bis zur Altersgruppe der 45- bis 54-jährigen sinkt die durchschnittliche Beschleunigung nahezu linear von 0,65m/s² auf 0,5m/s² woraufhin der Wert für die übrigen Alterskohorten gleichbleibt. Die Mittel- und Maximalwerte liegen im Bereich der zu erwartenden Größenordnungen. Eine Probandin wurde jedoch wegen der offensichtlichen Nutzung eines Pedelegs (Beschleunigungswerte >1,8m/s²) ausgeschlossen. Die beschriebenen Effekte treten deutlicher Zutage, wenn man die zusätzliche Ebene des Typs mit einbezieht. Hier sind trotz ähnlicher Ausreißer wie bei den Geschwindigkeiten deutliche Tendenzen zu einer stetigeren Fahrweise mit zunehmendem Alter zu verzeichnen, jedoch weniger starke Unterschiede zwischen den einzelnen Typen.

Mittlere Beschleunigung je Typ nach Alter

Beschleunigung je Typ und Alter

Abbildung 13: Verteilung der mittleren Beschleunigung (a95) nach Typ und Alter, Hauptstichprobe (n=179)

Flächenwahl

Nach den Parametern der Fahrphysik bleibt noch die Frage nach der Flächenwahl zu beantworten. Dieser liegen zwei einschränkende Annahmen zugrunde: zum einen wird davon ausgegangen, dass sich Radfahrende grundlegend an die StVO halten, zum anderen wurden die Trajektorien auf das Radverkehrsnetz der Stadt Dresden projiziert⁶. Diese Limitierungen ergeben sich aus der hohen Fallzahl (mehr als 5.000 Fahrten) und der räumlichen Genauigkeit der GPS-Daten, welche eine fehlerfreie Unterscheidung bspw. zwischen Geh- und Radwegnutzung nicht zulässt. Für Entscheidungen zwischen zwei Führungsformen, wie beispielsweise „Gehweg Radfahrer frei“ und Mischverkehr auf der Fahrbahn, wurde daher eine Grenzggeschwindigkeit von 15km/h für die Zuweisung herangezogen. Alle Fahrten unter 15km/h wurden dabei dem Gehweg zugeordnet. Die Ergebnisse sind also vor dem Hintergrund dieser Annahmen zu betrachten.

Abbildung 14: Genutzte Infrastruktur als mittlere Anteile an der Gesamtwegelänge, Hauptstichprobe (n=180)

⁶ Vergleiche Abs. 3.3 S. 21. Das genutzte Programm Graphhopper nutzt einen Hidden-Markov-Ansatz für das Map-Matching

Auch bei der Flächenwahl wird deutlich, dass Unterschiede auf Ebene des Typs kaum nachweisbar sind. Lediglich der Typ des Funktionellen scheint eine leichte Präferenz hin zur Führung im Nebennetz, anstelle von Radverkehrsanlagen auf der Fahrbahn im Hauptnetz, aufzuweisen. Die abnehmende Tendenz für die Nutzung von Radwegen mit steigendem Alter lässt sich jedoch nur durch räumliche Zwangsbedingungen erklären. Eine wichtige Einschränkung stellt zudem die fehlende Verknüpfung zur Nutzersicht dar. Aus den quantitativen Ergebnissen lässt sich noch keine Zufriedenheit oder ein subjektives Sicherheitsgefühl der Radfahrenden ableiten.

Abbildung 15: Genutzte Infrastruktur als mittlere Anteile an der Gesamtwegelänge, Hauptstichprobe (n=180)

4 Zusammenfassung

*Die Ergebnisse aus der Befragung zeigten sich in der Felduntersuchung zum Teil in abgeschwächter Form. Deutlich wird jedoch, dass alters- und geschlechtsspezifische Unterschiede im Verkehrsverhalten bestehen. Daraus lassen sich diverse Implikationen für die Nutzung von GPS-Daten in der Verkehrsforschung sowie für Radverkehrsplaner*innen ableiten, die im folgenden Abschnitt aufgezeigt werden.*

4.1 Synthese von Befragung und Feldstudie

Im Rahmen dieses Projektes wurde eine umfangreiche bundesweite Befragung zur Differenzierung verschiedener Radfahrtypen vorgenommen. Hierbei konnten mittels der gewählten neun Gruppierungsfaktoren vier Radfahrtypen beschrieben werden, die sich signifikant voneinander unterscheiden. Auf dieser Basis wurden aus den einzelnen Radfahrtypen jeweils Personen ausgewählt, die sich an einer zweiwöchigen Feldphase beteiligten und währenddessen mittels Smartphone-Applikation ihre Fahrdaten aufzeichneten. Hier zeigte sich, dass die Radfahrtypen nur geringe Unterschiede im Radverkehrsverhalten aufwiesen. Gründe könnten zum einen Effekte sozialer Erwünschtheit während der Feldphase sein, so dass sich alle Teilnehmenden stark animiert fühlten, während der zwei Wochen viel zu radeln. Zum anderen weisen Fahrdaten insgesamt einen deutlich kleineren Variablenraum als Befragungen auf. Die quantitative Auswertung der Bewegungsdaten birgt daher Grenzen in der Auswertungstiefe.

Wichtigste Ergebnisse

Auf Basis des in der Onlineumfrage geäußerten Verhaltens, der angegebenen Einstellungen und Motivation können vier unterschiedliche Typen von Radfahrenden beschrieben werden. Diese unterscheiden sich hinsichtlich der Nutzungshäufigkeit, zurückgelegter Entfernungen, subjektiver Sicherheit, Identifikation als Radfahrende, Wetterabhängigkeit und hinsichtlich motivationaler Aspekte.

Bezogen auf das Verkehrsverhalten steigt die Nutzungshäufigkeit von ambitionierten über passionierte und pragmatische Typen an. Der Funktionelle gab die mit Abstand geringste Nutzung unter allen vier Typen an. Hinsichtlich der angegebenen Distanzen, die zurückgelegt werden liegen passionierte, pragmatische und funktionelle dicht beieinander. Ambitionierte Radfahrende gaben dagegen an, deutlich größere Distanzen zurückzulegen.

Die drei wichtigsten Routenwahlkriterien über alle Radfahrtypen sind neben einer geringen Anzahl an Fahrtunterbrechungen und einer guten Fahrbahnqualität vor allem ein angenehmes Streckenumfeld. Die Typen unterscheiden sich lediglich bezüglich des Routenwahlkriteriums kürzeste Strecke zum Ziel, was dem Passionierten wichtiger ist als den Ambitionierten.

Einige Ergebnisse aus der Umfrage ließen sich in der Felduntersuchung nur eingeschränkt reproduzieren. Der ambitionierte Radfahrtyp lässt sich durch höhere Tageskilometerwerte, Geschwindigkeiten und Beschleunigungen von den anderen Typen abgrenzen. Die anderen drei Typen unterscheiden sich diesbezüglich nur gering voneinander. Bezüglich dieser Faktoren zeigten sich jedoch Unterschiede zwischen den Altersgruppen. Mit zunehmenden Alter wird tendenziell etwas langsamer und stetiger gefahren, was bisherigen Erkenntnissen entspricht. Ebenso radeln auch weibliche Personen etwas langsamer und stetiger als männliche Radfahrende.

In der Nutzerbefragung zeigten sich geringe Unterschiede für die Präferenz bei der Infrastrukturnutzung zwischen den Typen. In der Feldstudie wurde dies ebenfalls untersucht, aber es zeigten sich nur geringe Unterschiede. Dies muss auch vor dem Hintergrund diskutiert werden, dass die Versuchssituation eventuell eine Veränderung des Fahrverhaltens der teilnehmenden Radfahrenden ausgelöst hat und diese deutlich häufiger Rad fahren als zuvor in der Typenbefragung angegeben. Es kann mit den vorliegenden Ergebnissen der Feldstudie nicht verallgemeinert werden, dass eine stark differenzierte Wahl einer bestimmten Infrastruktur vorgenommen wird. Diese Aussage steht im Kontrast zur bisherigen qualitativen Forschung. Es kann vermutet werden, dass insbesondere die räumlichen und infrastrukturellen Randbedingungen im Untersuchungsgebiet die Wahl der Infrastruktur beeinflusst haben. Methodische Fehler beim Map-Matching sind ebenfalls nicht auszuschließen. Ebenso lässt sich auf Basis der verwendeten Methodik, im Speziellen aber der aktuell fehlenden Genauigkeit der GPS-Daten eine widerrechtliche Nutzung von Anlagen, wie Gehwegen, nicht abbilden, was somit nicht in die Analyse aufgenommen werden konnte.

Implikationen für die Nutzung von Big Data in der Radverkehrsplanung

Die geschlechter- und altersspezifischen Unterschiede machen deutlich, dass eine möglichst repräsentative Stichprobenahme demographischen Bevölkerungsdurchschnitt orientiert sein sollte. Wenngleich die Alterskohorte der über 65-jährigen aktuell noch wenig affin für die Nutzung eines Smartphones ist und dementsprechend schwer zu rekrutieren, sollte eine verwendete Stichprobe ein möglichst ausgeglichenes Alters- und Geschlechterverhältnis aufweisen um als weitgehend repräsentativ für die Radfahrenden einer Stadt zu gelten. Bei der Nutzung besonders sportiv geprägter Stichproben ist Vorsicht geboten, da sie wohl in der Praxis überwiegend ambitionierte Radfahrende enthalten dürften, welche sich deutlich von den übrigen Nutzergruppen abheben.

Technische Aufbereitung der Daten

Wichtig für einen möglichst validen Datensatz und eine Vergleichbarkeit mit Haushaltsstichproben ist eine Trennung der Trajektorien in Wege und das Verwerfen von Aktivitäten durch Datendienstleister oder –nutzer*innen. Ebenso sorgt die Erkennung anderer Fahrtmodi, wie Pkw, zu Fuß gehen oder ÖPNV, für eine höhere Datengüte und dementsprechend ein höheres Vertrauensniveau bei den Anwender*innen.

4.2 Implikationen für die Radverkehrsplanung

Die Befragung zeigte keine Unterschiede bezüglich der Wichtung von Anlagentypen zwischen den Radfahrertypen. Das größte Potenzial zur Aktivierung wird bei der Gruppe der funktionellen Radfahrenden gesehen. Diese Gruppe sieht das Fahrrad eher als Verkehrsmittel in der Freizeit und identifiziert sich selbst nicht als Radfahrer*innen. Funktionelle Radfahrende haben das größte Potential ihre Fahrleistungen zu steigern. Sie geben auch die höchsten Wahrscheinlichkeiten für ein vermehrtes Fahren an, sofern sich diese wichtigsten Infrastrukturmerkmale verbessern. Auch von besseren Angeboten am häufigsten Zielort würde diese Gruppe am stärksten profitieren.

Hinsichtlich der Auswertung der Bewegungsdaten lässt sich nicht eindeutig festhalten, ob die Unterschiede im Radverkehrsverhalten auf quantitativer Ebene zwischen den verschiedenen Radfahrertypen aussagekräftig sind. Es ist zu vermuten, dass eine Beeinflussung durch das Untersuchungsdesign stattgefunden hat und Radfahrende, insbesondere solche, die normalerweise eher selten gefahren sind, animiert waren, im Untersuchungszeitraum deutlich mehr zu radeln. Die Nutzung von Heat-Maps eines Datenanbieters beispielsweise erscheint bei einer annähernd zutreffenden Alters- und

Geschlechterverteilung analog zu der in der Bevölkerung als eine Möglichkeit. Hier ist zu beachten, dass die Nutzergruppe der meisten Daten-Apps eher homogen ist. Eine Ausnahme bilden dabei reine Sportfahrten. Diese werden jedoch durch einige Anbieter (wenn auch vage) vorab gefiltert (Francke & Lißner, 2017). Anhand der Verteilung der Wegelängen und dem Vergleich mit Haushaltsbefragungen lässt sich zudem ansatzweise abschätzen, wie gut ein Datensatz die Radfahrer*innen einer Stadt repräsentiert. Altersbedingte fahrdynamische Unterschiede lassen sich zudem bei der Planung von grünen Wellen für den Radverkehr, der Freigabe von Flächen des Fußverkehrs oder ähnlichem verwenden.

Anhang

Literaturverzeichnis

- Ahrens, G.-A. (2014). Die Stunde der Wahrheit. Präsentation und Diskussion der Ergebnisse des SrV 2013, Dresden.
- Ahrens, G.-A., Wittwer, R., Hubrich, S., Wittig, S. & Ließke, F. (2015). Sonderauswertung zum Forschungsprojekt „Mobilität in Städten - SrV 2013“. Städtevergleich. Technische Universität Dresden, Verkehrs- und Infrastrukturplanung.
- Bergström, A. & Magnusson, R. (2003). Potential of transferring car trips to bicycle during winter. *Transportation Research Part A: Policy and Practice*, 37(8), 649–666. [https://doi.org/10.1016/S0965-8564\(03\)00012-0](https://doi.org/10.1016/S0965-8564(03)00012-0)
- Broach, J., Dill, J. & Gliebe, J. (2012). Where do cyclists ride? A route choice model developed with revealed preference GPS data. *Transportation Research Part A: Policy and Practice*, 46(10), 1730–1740. <https://doi.org/10.1016/j.tra.2012.07.005>
- Christmas, S., Helman, S., Butress, S., Newman, C. & Hutchins, R. (2010). Cycling, safety and sharing the road: qualitative research with cyclists and other road users. London: Department for Transport. Verfügbar unter <http://www.cyclist.ie/wp-content/uploads/2010/11/dept-of-trans-london-rs-cycling-oru-report-1110-2.pdf>
- Damant-Sirois, G., Grimsrud, M. & El-Geneidy, A. M. (2014). What's your type: a multidimensional cyclist typology. *Transportation*, 41(6), 1153–1169. <https://doi.org/10.1007/s11116-014-9523-8>
- Dill, J. & McNeil, N. (2013). Four Types of Cyclists?: Examination of Typology for Better Understanding of Bicycling Behavior and Potential. *Transportation Research Record*. <https://doi.org/10.3141/2387-15>
- Dittmar, H. (1992). The social psychology of material possessions. To have is to be. Hemel Hempstead, Hertfordshire: New York: Harvester Wheatsheaf and St. Martin's Press.
- Falkenberg, G., Blase, A., Bonfranchi, T., Cosse, L., Draeger, W., Vortisch, P. et al. (2003). Bemessung von Radverkehrsanlagen unter verkehrstechnischen Gesichtspunkten. *Berichte der Bundesanstalt für Straßenwesen. Unterreiche Verkehrstechnik*, (103). Verfügbar unter <https://trid.trb.org/view/953495>
- Francke, A. & Lißner, S. (2017). Big Data im Radverkehr. Ein anwendungsorientierter Leitfaden zur Nutzung von smartphone-generierten Radverkehrsdaten (Technische Universität Dresden, Professur für Verkehrsökologie und Professur für Verkehrspsychologie, Hrsg.).
- Geller, R. (2006). Four types of cyclists. Portland, OR. Verfügbar unter <https://www.portlandoregon.gov/transportation/article/264746>
- Groß, D., Holderle, C. & Wilhelm, J. EmoCycling – Analyse von Radwegen mittels Humansensorik für Kommunen. Vortrag anlässlich CORP 2015. Verfügbar unter https://www.researchgate.net/publication/283856236_EmoCycling_-_Analyse_von_Radwegen_mittels_Humansensorik_fur_Kommunen
- Harvey, F. J. & Krizek, K. J. (2007). Commuter Bicyclist Behavior and Facility Disruption. *Transportation Research Board*, (60). Verfügbar unter <https://trid.trb.org/view.aspx?id=811576>
- Hood, J., Sall, E. & Charlton, B. (2011). A GPS-based bicycle route choice model for San Francisco, California. *Transportation Letters*, 3(1), 63–75. <https://doi.org/10.3328/TL.2011.03.01.63-75>
- ISUP GmbH and PGV-Alrutz GbR. (2017). Radverkehrskonzept Dresden (05 11). Verfügbar unter https://www.dresden.de/media/pdf/stadtplanung/verkehr/RadKonz_2017.pdf
- Jensen, M. (1999). Passion and heart in transport — a sociological analysis on transport behaviour. *Transport Policy*, 6(1), 19–33. [https://doi.org/10.1016/S0967-070X\(98\)00029-8](https://doi.org/10.1016/S0967-070X(98)00029-8)
- Jestico, B., Nelson, T. & Winters, M. (2016). Mapping ridership using crowdsourced cycling data. *Journal of Transport Geography*, 52, 90–97. <https://doi.org/10.1016/j.jtrangeo.2016.03.006>

- Jones, H. (2013). Understanding walking and cycling using a life course perspective. Verfügbar unter <http://eprints.uwe.ac.uk/22172/>
- Kroesen, M. & Handy, S. (2014). The relation between bicycle commuting and non-work cycling: results from a mobility panel. *Transportation*, 41(3), 507–527. <https://doi.org/10.1007/s11116-013-9491-4>
- Larsen, J. & El-Geneidy, A. (2011). A travel behavior analysis of urban cycling facilities in Montréal Canada. *Transportation Research Part D: Transport and Environment*, 16(2), 172–177. <https://doi.org/10.1016/j.trd.2010.07.011>
- Leben, J. (2016). *Rad Fahren. Wer sie sind und was sie brauchen*. Berlin: LIT Verlag.
- Mingus, C. (2015). *Bicyclists perceived level of traffic stress: A quality of service measure*. Atlanta, GA: Georgia Institute of Technology.
- Schelewsky, M., Jonuschat, H., Bock, B. & Stephan, K. (2014). *Smartphones unterstützen die Mobilitätsforschung*. Wiesbaden: Springer Fachmedien Wiesbaden. <https://doi.org/10.1007/978-3-658-01848-1>
- Schlag, B. & Schade, J. (2007). *Psychologie des Mobilitätsverhaltens*. Aus Politik und Zeitgeschehen, (29/30).
- Schüssler, N. & Axhausen, K. W. 2008. Identifying trips and activities and their characteristics from GPS raw data without further information. <https://doi.org/10.3929/ETHZ-A-005589980>
- Steg, L. (2005). Car use: lust and must. Instrumental, symbolic and affective motives for car use. *Transportation Research Part A: Policy and Practice*, 39(2-3), 147–162. <https://doi.org/10.1016/j.tra.2004.07.001>
- Steg, L., Vlek, C. & Slotegraaf, G. (2001). Instrumental-reasoned and symbolic-affective motives for using a motor car. *Transportation Research Part F: Traffic Psychology and Behaviour*, 4(3), 151–169. [https://doi.org/10.1016/S1369-8478\(01\)00020-1](https://doi.org/10.1016/S1369-8478(01)00020-1)
- Steinecke A. & Hallerbach B. (1996). *Fahrradtourismus-ein Bericht zur Forschungslage und zu den Forschungsdefiziten*. In A. Biermann (Hrsg.), *Fahrradtourismus–Baustein eines marktgerechten und umweltverträglichen Tourismus* (S. 25–50). Trier: ETI-Texte.
- Strauss, J. & Miranda-Moreno, L. F. (2017). Speed, travel time and delay for intersections and road segments in the Montreal network using cyclist Smartphone GPS data. *Transportation Research Part D: Transport and Environment*, 57, 155–171. <https://doi.org/10.1016/j.trd.2017.09.001>
- Von Harten, M. (2017). *Welche Radfahrtypen können aus GPS-Datensätzen abgeleitet werden?* Dresden.
- Wilkinson, W. C., Clarke, A., Epperson, B. & Knoblauch, R. (1994). *Selecting Roadway Design Treatments to Accomodate Bicycles (FHWA-RD-92-073)*. US Department of Transportation, Federal Highway Administration. Verfügbar unter <https://trid.trb.org/view/386082>