

Entwicklung einer Methodik zur Untersuchung der Determinanten der Routenwahl von Radfahrern

**Berichte der
Bundesanstalt für Straßenwesen**

Mensch und Sicherheit Heft M 321

bast

Entwicklung einer Methodik zur Untersuchung der Determinanten der Routenwahl von Radfahrern

von

Sophie Lux
Katja Schleinitz

Technische Universität Chemnitz
Professur für Allgemeine und Arbeitspsychologie

**Berichte der
Bundesanstalt für Straßenwesen**

Mensch und Sicherheit Heft M 321

bast

Die Bundesanstalt für Straßenwesen veröffentlicht ihre Arbeits- und Forschungsergebnisse in der Schriftenreihe **Berichte der Bundesanstalt für Straßenwesen**. Die Reihe besteht aus folgenden Unterreihen:

- A - Allgemeines
- B - Brücken- und Ingenieurbau
- F - Fahrzeugtechnik
- M - Mensch und Sicherheit
- S - Straßenbau
- V - Verkehrstechnik

Es wird darauf hingewiesen, dass die unter dem Namen der Verfasser veröffentlichten Berichte nicht in jedem Fall die Ansicht des Herausgebers wiedergeben.

Nachdruck und photomechanische Wiedergabe, auch auszugsweise, nur mit Genehmigung der Bundesanstalt für Straßenwesen, Stabsstelle Presse und Kommunikation.

Die Hefte der Schriftenreihe **Berichte der Bundesanstalt für Straßenwesen** können direkt bei der Carl Ed. Schünemann KG, Zweite Schlachtpforte 7, D-28195 Bremen, Telefon: (04 21) 3 69 03 - 53, bezogen werden.

Über die Forschungsergebnisse und ihre Veröffentlichungen wird in der Regel in Kurzform im Informationsdienst **Forschung kompakt** berichtet. Dieser Dienst wird kostenlos angeboten; Interessenten wenden sich bitte an die Bundesanstalt für Straßenwesen, Stabsstelle Presse und Kommunikation.

Die **Berichte der Bundesanstalt für Straßenwesen (BASt)** stehen zum Teil als kostenfreier Download im elektronischen BASt-Archiv ELBA zur Verfügung.
<https://bast.opus.hbz-nrw.de>

Impressum

Bericht zum Forschungsprojekt 82.0673
Entwicklung einer Methodik zur Untersuchung der Determinanten der Routenwahl von Radfahrern

Fachbetreuung

Markus Schumacher
Benjamin Schreck-von Below

Referate

Sicherheitskonzeptionen, Sicherheitskommunikation
Straßenentwurf, Verkehrsablauf, Verkehrsregelung

Herausgeber

Bundesanstalt für Straßenwesen
Brüderstraße 53, D-51427 Bergisch Gladbach
Telefon: (0 22 04) 43 - 0

Redaktion

Stabsstelle Presse und Kommunikation

Druck und Verlag

Fachverlag NW in der
Carl Ed. Schünemann KG
Zweite Schlachtpforte 7, D-28195 Bremen
Telefon: (04 21) 3 69 03 - 53
Telefax: (04 21) 3 69 03 - 48

www.schuenemann-verlag.de

ISSN 0943-9315
ISBN 978-3-95606-640-5

Bergisch Gladbach, November 2021

Kurzfassung – Abstract

Entwicklung einer Methodik zur Untersuchung der Determinanten der Routenwahl von Radfahrern

Fahrräder sind weit verbreitet und beliebt zur Freizeitgestaltung sowie als günstiges und umweltfreundliches Transportmittel (VON BELOW, 2016). Zunehmend verbreiten sich auch in Deutschland Fahrräder mit elektrischer Tretunterstützung, wie z.B. Pedelecs (ZIV, 2018). Im Rahmen dieses Projektes wurde eine Methodik entwickelt, mit der man die Routenwahl von Fahrrad- und Pedelecfahrern besonders in Deutschland untersuchen kann. Vorbereitend wurden verschiedene Untersuchungsmethoden betrachtet sowie aktuelle Erkenntnisse zur Routenwahl identifiziert. Der gewählte Ansatz besteht aus einem Zwischengruppen-Design, das eine Kombination aus Revealed-Preference-Ansatz (dem Schließen der Routenwahl aus realen Fahrten) und verschiedenen Befragungsformen beinhaltet. Er wurde mit 14 Probanden (8 Fahrrad- und 6 Pedelecfahrern) in einer naturalistischen Fahrradpilotstudie in Chemnitz getestet. Sie zeichneten über 3 Tage hinweg jede ihrer Routen mit einem Datenaufzeichnungsgerät auf, das Video- und GPS-Daten lieferte und so Rückschlüsse über die tatsächliche Nutzung verschiedener Routenwahldeterminanten zuließ. Zudem wurden Begleitumstände und Informationen zu Präferenzen der aktuell gewählten Route in einem Wegetagebuch erfasst, während Fragebögen Informationen zu Einstellungen und fahrtübergreifenden Präferenzen verschiedener Determinanten lieferten. Eingeschlossen, aufbereitet und ausgewertet wurden 81 Fahrten mit einer Gesamtlänge von 440 km. Die Auswertung zeigte oft Übereinstimmungen von angegebenen Präferenzen in der Befragung und tatsächlichen Routen in den Videos. Die Ergebnisse sollten jedoch vor dem Hintergrund der geringen Probandenzahl und der örtlichen Beschränkung nur mit Einschränkungen interpretiert werden. Der Fokus des Projektes lag auf der Testung und Diskussion der gewählten Methodik, welche sich in den meisten Punkten bewährt hat. Stärken und Verbesserungsmöglichkeiten werden ausführlich diskutiert. Auf Basis der Erfahrungen wurde ein Manual für die Nutzung bei Folgestudien erarbeitet.

Development of a methodology to examine determinants of cyclists' route choice

Bicycles are widely spread and are a popular recreational activity as well as a flexible, economical and environmentally friendly means of transport (VON BELOW, 2016). Besides conventional ones, bicycles with electric assistance, for instance Pedelecs, are undergoing rising popularity and distribution, leading to increased research efforts in the subject area (SCHLEINITZ et al., 2014). In the course of this project, a methodology to examine cyclists' route choice was developed to fit German data protection laws and to compare bicycle and pedelec riders. Therefore, at first different methods and results from other studies were identified. The chosen methodology was a between-subject-design consisting of a revealed-preference approach with complementary questionnaires and a trip diary. It was tested with 14 participants (8 bicyclists and 6 pedelec riders) in Chemnitz. During this naturalistic cycling study, participants recorded each of their cycling trips over a period of three days. For recording, a data acquisition system was used to gather video and GPS data and therefore provided insight into the real use of different route choice determinants. Additionally, circumstances and preferences concerning the chosen route were specified in the trip diary. General preferences for route choice determinants and related attitudes were obtained via questionnaires. 81 routes of a total 440 kilometers in length were included and analyzed. The analysis of the different data sources mostly showed consistency between stated preferences (from the questionnaire) and video data concerning determinants of route choice. Results should be interpreted with limitations, though, due to the small sample size and the study taking place in only one city of Germany. The main focus of the project was the test and discussion of the chosen methodology, which has worked well overall. Strengths and limitations are discussed in detail. Based on the pilot study, a manual for usage in subsequent research was developed.

Summary

Development of a methodology to examine determinants of cyclists' route choice

1. Introduction and objective

In 2017, nearly 80% of all households in Germany owned a bicycle, including 6% with an electric bicycle (Statistisches Bundesamt, 2017). Bicycling is a popular recreational activity as well as a flexible, economical and environmentally friendly means of transport (Näätänen & Summala, 1976; von Below, 2016). Bicycles with electric assistance, for instance pedelecs, are undergoing rising popularity and distribution (BMVI, 2014), which leads to increased research efforts in this field (Pucher & Buehler, 2017; Schleinitz et al., 2014). Pedelecs are bicycles with motor assistance up to 25km/h (250 watt). They are legally treated as bicycles (§ 63a Abs. 2 StVZO). Therefore, pedelec riders are allowed to use the designated bicycle infrastructure like conventional bicycles (Gehlert, 2017). To improve infrastructure and safety related circumstances for cyclists, knowledge concerning their route choice is crucial. Previous studies have used several approaches to investigate the route choice of cyclists. Using the stated preference approach, different route options are presented to participants, who have to decide between those options. Thus, individual route choice determinants can be compared well. However, results cannot be generalized easily (Vrtic & Fröhlich, 2006). The revealed preference approach overcomes this limitation by identifying cyclists' route choice from their real trips using video or GPS data. However, this method is very time consuming (Johnson, Charlton, & Oxley, 2010). Results from previous studies showed a preference for and an increased feeling of safety on cycling infrastructure, separated from motorized traffic. Cyclists were even willing to take detours for such infrastructure (Chen & Chen, 2013; Lantz, 2010; Zimmermann, Mai, & Frejinger, 2017). Additionally, cyclists preferred few intersections and traffic lights, a low speed of surrounding traffic, low traffic volumes as well as shorter and less steep routes (Broach, Dill, & Gliebe, 2012; Caulfield, Brick, & McCarthy, 2012; Menghini, Carrasco, Schüssler, & Axhausen, 2010; Zimmermann et al., 2017). Because of their motorized support, pedelec users might choose their routes differently (MacArthur, Dill, & Person, 2014), for example by using longer routes or not avoiding cycling uphill (Cherry & Cervero, 2007; Dill & Rose, 2012; Schleinitz et al., 2014).

In the course of this project, we developed a method to examine determinants of cyclist's and pedelec rider's route choice in consideration of strengths and weaknesses of classic approaches. The methodology was then tested within a pilot study.

2. Method

2.1. Design and materials

A naturalistic cycling study (NCS), meaning the observation of cyclists' usual behavior in real world conditions was conducted. Several methods were combined within this approach: the revealed preference approach using video and GPS data as well as questionnaires and a trip diary to compensate disadvantages of one single approach.

To record the routes of the participants, the data acquisition system (DAS) VIRB X from Garmin was used. It gathers video and GPS data as well as information on velocity, acceleration, altitude, and slope. The DAS was mounted on the handlebar of the bicycle and could be dismounted and reinstalled by the participants to prevent theft. A combined switch facilitated the starting and stopping of the recording. Additionally, participants were provided with a charging cable and a spare battery. The DAS was suitable for recording during rain and dusk, but not darkness. To protect personal information like faces of other road users or license plates, video quality was reduced via the application of a sanded adhesive film in front of the camera lens. This ensured data protection while route choice relevant information remained visible.

To gain insight into the general conditions of the individual trips and the specific subjective route choice factors, participants had to fill in a trip diary after each trip. It was available for smartphones and as a pen-and-paper version. It included questions about start and end time and place, trip purpose, companions as well as up to three most important route choice factors.

The third instrument was a questionnaire, which was divided into two parts. The first part consisted of questions concerning demographic information, cycling habits, several route choice determinants and – in the case of pedelec riders – differences in riding behavior between pedelecs and conventional bicycles. In the second part, participants were asked about their riding style and their experience with the study materials.

2.2. Sample and procedure

The study was conducted from September to November 2017. Participants consisted of six pedelec riders and eight conventional bicyclists (six women and eight men) who were on average 53.1 (SD = 16.4) years old. Because the main goal of the study was to test the developed methodology, representativeness of the study sample was neglected. Each participant had to keep to two appointments. At the first appointment, the DAS was installed; participants were informed and instructed with regard to the study in general, the usage of the DAS and the trip diary. Additionally, they filled in the first part of the questionnaire. Subsequently, they recorded each one of their cycling trips, including entries of the trip diary, for the rest of the first day, a following day, and the day of the second

appointment. During the appointment of deinstallation, the second part of the questionnaire was filled in and the study equipment was returned.

2.3. Data preparation and data analysis

GPS data were integrated in the videos with the VIRB Edit software (Garmin, 2017) and matched with the trip diary entries. Trips for which an analysis was not possible, e.g. because of darkness, were excluded. Afterwards, the exported videos were coded with the ELAN software (The Language Archive, 2017; Wittenburg, Brugman, Russel, Klassmann, & Sloetjes, 2006). This was done using a coding scheme developed by the authors, containing the following variables: infrastructure (used and provided), junctions with visual obstructions, crossings, surface conditions, traffic density (motorized and non-motorized), landscape/ nature, gradient of the road, and weather. Data gained from this coding procedure help to get insights into the frequency and the proportion of the total trip duration of the different categories. In addition to the video coding, the route with the shortest distance was determined for every trip recorded using the map service www.openrouteservice.org (Rylov et al., 2008). The data from the questionnaires and the trip diary were checked for plausibility. Only descriptive analyses were performed since inferential statistical analyses would not be valid because of the small sample size.

3. Evaluation of the approach

Overall, participants were very willing to record all of their trips as well as fill in the trip diary. This good commitment was enhanced by the intuitive and easy handling of the study materials. Participants reported that they did not feel observed by the camera, thus behavioral changes due to the DAS are rather unlikely. Participants of all ages handled the DAS very well. Only few difficulties with the installation of the camera were reported, however those problems could be solved during the phase of data acquisition. Most of the participants recorded all of their trips. Only less than half of the participants did not record one or two trips, mostly because of issues with the battery of the DAS. With the VIRB X it was not possible to record trips during darkness with sufficient visibility. To overcome such problems, the camera has to be equipped with an infrared sensor. The GPS based altitude sensor was unreliable to some extent. For future studies, using an additional device could be considered. Data protection worked especially well for faces of other road users.

The trip diary caused only very few problems. There was no difference between the online version and the pen-and-paper version. This was, among other things, due to the fact that participants were able to decide which version they wanted to use. Overall, a very good completion rate was achieved. Possible improvements concern a special smartphone app

with e.g. auto-fill features for addresses and which do not require constantly internet connection. Participants stated that they had no problems with the two questionnaires.

Concerning data preparation, recording of video and GPS data by the same device proved to be very beneficial. Therefore, no synchronization problems occurred. The coding of the trip videos was very time consuming because the coding system was very detailed. However, the simultaneous recording of the used and provided infrastructure, made possible by video data, enabled a thorough comparison between the two.

4. Results

Over 100 trips were recorded in total. The video data revealed that, on average, participants took around two trips per day with an average length of about five kilometers. Nearly one fifth of the trip distances were detours (compared with the shortest routes), which is similar to findings of other studies (Aultman-Hall, Hall, & Baetz, 1997; Broach et al., 2012; Krenn, Oja, & Titze, 2014). In line with results of other studies (Caulfield et al., 2012; Tilahun, Levinson, & Krizek, 2007), participants stated in the questionnaire to prefer cycling paths separated from traffic. In contrast to that, the video data showed that the road for mixed traffic was the infrastructure type mostly used. This might be explained by the limited availability of cycling infrastructure in the city where the study was conducted. Asphalt was the preferred surface type according to the answers in the questionnaire. The video data showed that it was the mostly used surface type as well. However, the comparison of used and provided infrastructure revealed that cyclists sometimes used other infrastructure types such as sidewalks instead of the mixed traffic road which were obligated to use. The participants stated preferences for few traffic lights and intersections, low speed of surrounding traffic, and low traffic density in the questionnaire like in other studies (Caulfield et al., 2012; Lantz, 2010). Interestingly, differences could be observed between the questionnaire ratings and the trip diary concerning the importance of the route choice determinants. The data from the trip diary demonstrated that the trip length was the most important factor in contrast to landscape being the factor rated most important in the questionnaire. With respect to trip purpose, one third of the participants was using the bicycle or pedelec to ride to work or for education purpose, another third used it for leisure activities, and about one fifth for shopping (trip diary data).

In comparison to conventional bicyclists, pedelec riders stated that they had less trouble with steep route sections or acceleration, rode longer distances, and rode with higher speeds. These findings correspond with results from other studies (Dozza, Bianchi Piccinini, & Werneke, 2016; Schleinitz et al., 2014; Vlakveld et al., 2015).

The most important reasons for bicycling in general were joy of riding a bike and fitness/health. Economical or deficit-orientated reasons like a high fuel price or the lack of a car

were less important. Conventional bicyclists put the joy of riding a bicycle in the first place, while health and fitness were the most important reasons for pedelec riders.

5. Conclusion

In this project, a methodology to investigate cyclists' route choice was developed. It was tested by conducting a pilot study with 14 participants. In general, participants were able to handle the study materials very well. In a follow-up study, it should be considered to shorten some categories of the variables to limit the data preparation effort. This should be done in accordance with the research subject. In combination with a manual that was developed within this project, a profound basis for the examination of cyclists' route choice in Germany is provided.

References

- Aultman-Hall, L., Hall, F., & Baetz, B. (1997). Analysis of bicycle commuter routes using geographic information systems: implications for bicycle planning, in: *Transportation Research Record: Journal of the Transportation Research Board*, 1578, 102-110. <https://doi.org/10.3141/1578-13>
- Below, A. von (2016). *Verkehrssicherheit von Radfahrern – Analyse sicherheitsrelevanter Motive, Einstellungen und Verhaltensweisen* (Heft 264). Bergisch Gladbach: Bundesanstalt für Straßenwesen.
- BMVI. (2014). *Radverkehr in Deutschland - Zahlen, Daten, Fakten*. Abgerufen von https://www.bmvi.de/SharedDocs/DE/Publikationen/K/radverkehr-in-zahlen.pdf?__blob=publicationFile
- Broach, J., Dill, J., & Gliebe, J. (2012). Where do cyclists ride? A route choice model developed with revealed preference GPS data, in: *Transportation Research Part A: Policy and Practice*, 46(10), 1730–1740. <https://doi.org/10.1016/j.tra.2012.07.005>
- Caulfield, B., Brick, E., & McCarthy, O. T. (2012). Determining bicycle infrastructure preferences – A case study of Dublin, in: *Transportation Research Part D: Transport and Environment*, 17(5), 413–417. <https://doi.org/10.1016/j.trd.2012.04.001>
- Chen, C., & Chen, P. (2013). Estimating recreational cyclists' preferences for bicycle routes – Evidence from Taiwan, in: *Transport Policy*, 26, 23–30. <https://doi.org/10.1016/J.TRANPOL.2012.01.001>
- Cherry, C., & Cervero, R. (2007). Use characteristics and mode choice behavior of electric bike users in China, in: *Transport Policy*, 14(3), 247–257. <https://doi.org/10.1016/j.tranpol.2007.02.005>
- Dill, J., & Rose, G. (2012). Electric bikes and transportation policy: Insights from early adopters, in: *Transportation Research Record: Journal of the Transportation Research Board*, 2314, 1–6. <https://doi.org/10.3141/2314-01>
- Dozza, M., Bianchi Piccinini, G. F., & Werneke, J. (2016). Using naturalistic data to assess e-cyclist behavior, in: *Transportation Research Part F: Traffic Psychology and Behaviour*, 41, 217–226. <https://doi.org/10.1016/j.trf.2015.04.003>
- Garmin. (2017). VIRB® Edit. Garmin. Retrieved from <https://buy.garmin.com/de-DE/DE/p/573412> [23.10.2017]
- Gehlert, T. (2017). *Verkehrssicherheit von Elektrofahrrädern*. Berlin.
- Johnson, M., Charlton, J., & Oxley, J. (2010). The application of a naturalistic driving method to investigate on-road cyclist behaviour: A feasibility study, in: *Road & Transport Research: A Journal of Australian and New Zealand Research and Practice*, 19(2), 32–41.
- Krenn, P. J., Oja, P., & Titze, S. (2014). Route choices of transport bicyclists: a

- comparison of actually used and shortest routes, in: *International Journal of Behavioral Nutrition and Physical Activity*, 11(1), 31. <https://doi.org/10.1186/1479-5868-11-31>
- Lantz, J. (2010). *Cycling in Los Angeles: Findings from a survey of Los angeles cyclists*. University of California.
- MacArthur, J., Dill, J., & Person, M. (2014). Electric Bikes in North America: Results of an Online Survey, in: *Transportation Research Record: Journal of the Transportation Research Board*, 2468, 123–130. <https://doi.org/10.3141/2468-14>
- Menghini, G., Carrasco, N., Schüssler, N., & Axhausen, K. W. (2010). Route choice of cyclists in Zurich, in: *Transportation Research Part A: Policy and Practice*, 44(9), 754–765. <https://doi.org/10.1016/j.tra.2010.07.008>
- Näätänen, R., & Summala, H. (1976). *Road-user Behaviour an Traffic Accidents*. Amsterdam: North-Holland Publishing Company.
- Pucher, J., & Buehler, R. (2017). Cycling towards a more sustainable transport future, in: *Transport Reviews*, 37(6), 689–694. <https://doi.org/10.1080/01441647.2017.1340234>
- Rylov, M., Liu, L., Ellersiek, T., Leuschner, H., Butzer, A., & Rousell, A. (2008). www.openrouteservice.org. Retrieved from <https://openrouteservice.org> [14.02.2018]
- Schleinitz, K., Franke-Bartholdt, L., Petzolt, T., Schwanitz, S., Gehlert, T., & Kühn, M. (2014). *Pedelec-Naturalistic Cycling Study*. Berlin: GDV UdV.
- Statistisches Bundesamt (Destatis). (2017). *Ausstattung privater Haushalte mit ausgewählten Gebrauchsgütern*.
- Straßenverkehrs-Zulassungs-Ordnung (StVZO) idF vom 26.04.2012 (BGBl. Teil I S. 679), zuletzt geändert durch Artikel 1 der Ersten Verordnung zur Änderung der Straßenverkehrs-Zulassungs-Ordnung vom 20. Oktober 2017 (BGBl. Teil I Nr. 72 S. 3723).
- The Language Archive. (2017). ELAN. Nijmegen: Max Planck Institute for Psycholinguistics. Retrieved from <https://tla.mpi.nl/tools/tla-tools/elan/> [16.12.2017]
- Tilahun, N. Y., Levinson, D. M., & Krizek, K. J. (2007). Trails, lanes, or traffic: Valuing bicycle facilities with an adaptive stated preference survey, in: *Transportation Research Part A: Policy and Practice*, 41(4), 287–301. <https://doi.org/10.1016/j.tra.2006.09.007>
- Vlakveld, W. P., Twisk, D., Christoph, M., Boele, M., Sikkema, R., Remy, R., & Schwab, A. L. (2015). Speed choice and mental workload of elderly cyclists on e-bikes in simple and complex traffic situations: A field experiment, in: *Accident Analysis & Prevention*, 74, 97–106. <https://doi.org/10.1016/j.aap.2014.10.018>
- Vrtic, M., & Fröhlich, P. (2006). Was beeinflusst die Wahl der Verkehrsmittel? ETH Zürich:

Arbeitsbericht Verkehrs- Und Raumplanung, 363. <https://doi.org/10.3929/ETHZ-A-005227004>

Wittenburg, P., Brugman, H., Russel, A., Klassmann, A., & Sloetjes, H. (2006). ELAN: a Professional Framework for Multimodality Research. In *Proceedings of LREC 2006, Fifth International Conference on Language Resources and Evaluation*.

Zimmermann, M., Mai, T., & Frejinger, E. (2017). Bike route choice modeling using GPS data without choice sets of paths, in: *Transportation Research Part C: Emerging Technologies*, 75, 183–196. <https://doi.org/10.1016/J.TRC.2016.12.009>

Inhalt

1	Einführung	15
1.1	Theoretischer Hintergrund.....	16
1.1.1	Methoden zur Analyse der Routenwahl von Radfahrern	16
1.1.2	Determinanten der Routenwahl von Fahrrad- und Pedelecfahrern.....	18
1.2	Relevanz und Zielstellung der Studie	20
2	Methode	21
2.1	Stichprobe	21
2.2	Design	22
2.3	Materialien	22
2.3.1	Datenaufzeichnungssystem	22
2.3.2	Wegetagebuch.....	28
2.3.3	Fragebogen	29
2.4	Durchführung	29
2.5	Datenaufbereitung und -auswertung.....	31
2.5.1	Aufbereitung der Daten aus Fragebogen und Wegetagebuch.....	32
2.5.2	Integration von Video- und GPS-Daten mit VIRB Edit.....	33
2.5.3	Bestimmen der kürzesten Route	34
2.5.4	Aufbereitung der Videodaten mit ELAN	34
2.5.5	Auswertung.....	37
3	Ergebnisse	38
3.1	Fragebogendaten I: Evaluation der Methodik durch die Probanden	38
3.1.1	Datenaufzeichnungsgerät	38
3.1.2	Wegetagebuch.....	39
3.1.3	Fazit der Evaluation durch die Probanden	40
3.2	Fragebogendaten II: Fahrgewohnheiten, Nutzungsgründe, Routenwahl	40
3.2.1	Fahrerfahrung und Fahrgewohnheiten	40
3.2.2	Nutzungsgründe	41
3.2.3	Fahrstil.....	43
3.2.4	Nutzungsunterschiede zwischen Fahrrad und Pedelec.....	43
3.2.5	Wegeplanung.....	44
3.3	Wegetagebuchdaten	54
3.3.1	Wegetagebuchtypen	54
3.3.2	Fahrtzweck	55
3.3.3	Begleitung.....	56
3.3.4	Wichtigkeit Routenwahldeterminanten und Vergleich mit Fragebogen-Daten	56
3.3.5	Wichtigkeit Infrastrukturtypen	58
3.4	Videodaten	58
3.4.1	Fahrten-Charakteristika.....	59
3.4.2	Routenwahldeterminanten: reale Nutzung	60
3.4.3	Vergleich zwischen genutzter und kürzester Route.....	72
4	Diskussion und Reflektion	76
4.1.	Reflektion der Methode	76
4.1.1.	Datenaufzeichnungsgerät	76
4.1.2.	Wegetagebuch und Fragebogen	77
4.1.3.	Datenaufbereitung	78
4.2.	Zusammenfassung und Einordnung der Ergebnisse.....	79

4.3. Fazit und Ausblick.....	83
Literatur.....	84
Tabellen.....	91
Bilder	89
Anhang.....	92

1 Einführung

In Deutschland verfügten im Jahr 2017 fast 80% aller Haushalte über ein Fahrrad, darunter 6,1% über ein Fahrrad mit elektrischer Tretunterstützung (STATISTISCHES BUNDESAMT, 2017). Damit liegt die Ausstattung mit Fahrrädern noch über der mit Pkws (78,4%) und Motorrädern bzw. Mofas (11,4%). Fahrradfahren ist sowohl als Freizeitaktivität als auch als Transportmöglichkeit sehr beliebt (VON BELOW, 2016) und bringt verschiedenste Vorteile mit sich. Ein Fahrrad ist vergleichsweise kostengünstig in Anschaffung und Unterhalt und bietet große Flexibilität als Transportmittel (AKAR & CLIFTON, 2009; LANTZ, 2010; NÄÄTÄNEN & SUMMALA, 1976). Am häufigsten wird das Fahrrad zweckmäßig eingesetzt, so machen Fahrten zum Einkaufen oder für persönliche Erledigungen, sowie zur Arbeit oder nach Hause bis zu einem Drittel der Fahrten aus (ALRUTZ et al., 2007; DILL & GLIEBE, 2008; LANTZ, 2010; ROYAL & MILLER-STEIGER, 2008). Für viele steht jedoch auch der Spaß am Fahren im Vordergrund. Das Fahrrad wird für einen substantiellen Anteil der Fahrten auch zur Freizeitgestaltung und als Mittel zum Erleben von Risiko oder Selbstbestätigung herangezogen (NÄÄTÄNEN & SUMMALA, 1976; VON BELOW, 2016). Durch den Antrieb mit Muskelkraft ist es Fortbewegungsmittel und Sportgerät gleichzeitig (ALRUTZ et al., 2007) und damit eine einfach in den Alltag einzubauende Maßnahme zur Gesundheitsförderung (MENGHINI, CARRASCO, SCHÜSSLER, & AXHAUSEN, 2010; MERTENS et al., 2014). Bis zu einem Viertel der Fahrten werden aus sportlichen Gründen getätigt (ALRUTZ ET AL., 2007; DILL & GLIEBE, 2008; ROYAL & MILLER-STEIGER, 2008). Durch seine Emissionsfreiheit und geringe Geräuschbelastung gilt es als das nachhaltigste städtische Transportmittel für kurze bis mittlere Strecken (BAIER, GÖBBELS, & KLEMP-S-KOHNEN, 2013; PUCHER & BUEHLER, 2017) und kann so dazu beitragen, die Umwelt zu schonen und die Lebensqualität und Flexibilität vor allem im urbanen Raum zu verbessern (AKAR & CLIFTON, 2009; ALRUTZ et al., 2007; BAIER et al., 2013; MENGHINI et al., 2010). Neben konventionellen Fahrrädern erfreuen sich auch Fahrräder mit elektrischer Antriebsunterstützung, z.B. Pedelecs, steigender Beliebtheit und verbreiten sich immer stärker. Als Pedelecs werden Fahrräder mit Antriebsunterstützung beim Treten bis 25 km/h bzw. 250 Watt bezeichnet (§ 63a Abs. 2 StVZO; GEHLERT, 2017). Sie ermöglichen unter anderem Personen wie älteren Menschen, die körperlich weniger leistungsfähig sind, die Benutzung eines Rades, z.B. bei der Bewältigung von Anstiegen oder beim Anfahren (SCHLEINITZ et al., 2014), und sind in Alltag und Freizeit ein wichtiges Verkehrsmittel (ALRUTZ, 2015). Sie sind aber auch für Pendler attraktiv, da sie weniger Anstrengung auf dem Arbeitsweg im Vergleich zum nichtmotorisierten Fahrrad bieten können (CHERRY & CERVERO, 2007; PUCHER & BUEHLER, 2017). Somit rückten auch Pedelecs verstärkt in den Fokus der Forschung.

Die konkrete Entscheidung, das Fahrrad zu benutzen, wird von einer Reihe

verschiedener Faktoren beeinflusst. Die Jahreszeit, das Wetter oder auch die Tageszeit spielen dabei eine wichtige Rolle. So ist das Radverkehrsaufkommen im Sommer etwa doppelt so hoch wie im Winter (ALRUTZ et al., 2007). Schlechte Witterung wie Regen, Wind oder Schnee vermindern die Motivation, Rad zu fahren, während warmes (nicht heißes) Wetter den gegenteiligen Effekt hat (ALRUTZ et al., 2007; FLYNN, DANA, SEARS, & AULTMAN-HALL, 2012; RIETVELD & DANIEL, 2004; SPENCER, WATTS, VIVANCO, & FLYNN, 2013; THOMAS, JAARSMA, & TUTERT, 2009). Auch Dunkelheit kann vom Radfahren abhalten (CERVERO & DUNCAN, 2003; SPENCER et al., 2013). Schweres Gepäck oder Sicherheitsbedenken, wie z.B. hohes Verkehrsaufkommen oder nicht ausreichende Beleuchtung, werden als Hindernisse wahrgenommen (AKAR & CLIFTON, 2009; WINTERS, DAVIDSON, KAO, & TESCHKE, 2011). Nicht zuletzt spielen auch die Infrastruktur und ihre Eigenschaften eine wichtige Rolle (PUCHER, KOMANOFF, & SCHIMEK, 1999; SENER, ELURU, & BHAT, 2009). So ist es beispielsweise motivierend für Radfahrer, geeignete Radverkehrsanlagen in einem guten Zustand (z.B. glatte Oberfläche) zur Verfügung zu haben (MERTENS et al., 2014; WINTERS et al., 2011). Ein Ausbau der Radverkehrsinfrastruktur kann helfen, den Anteil der mit dem Rad zurückgelegten Wege zu steigern (MARQUÉS, HERNÁNDEZ-HERRADOR, CALVO-SALAZAR, & GARCÍA-CEBRIÁN, 2015).

An diesen Faktoren kann angesetzt werden, um das Radfahren mit all seinen Vorteilen weiter zu stärken sowie die Sicherheit und die Zufriedenheit der Radfahrer als ungeschützte Verkehrsteilnehmer noch zu steigern. Bei der Planung von entsprechenden Maßnahmen ist es jedoch nicht nur wichtig zu wissen, warum Radfahrer überhaupt fahren, sondern auch, welche Faktoren eine Rolle bei der konkreten Wahl ihrer Route spielen. Dazu gibt der folgende Abschnitt 1.1 einen Überblick über den bisherigen Stand der Forschung zur Routenwahl von Fahrrad- und Pedelecfahrern. Zunächst sollen gängige Ansätze zur Untersuchung der Routenwahl dargestellt werden, bevor auf konkrete Erkenntnisse zur Routenwahl eingegangen wird.

1.1 Theoretischer Hintergrund

1.1.1 Methoden zur Analyse der Routenwahl von Radfahrern

Die Routenwahl von Fahrradfahrern kann auf unterschiedliche Weise untersucht werden. An dieser Stelle soll auf drei verschiedene Methoden eingegangen werden: Die Befragung der Probanden, den Stated-Preference-Approach und den Revealed-Preference-Approach.

Bei der Befragung werden die Präferenzen und Abneigungen hinsichtlich der Routenwahl mittels Fragebogen, Telefon- oder Face-to-face-Interview erhoben. Sie ist im Allgemeinen eine wenig aufwändige, zeiteffiziente und vergleichsweise günstige

Erhebungsmethode (DÖRING & BORTZ, 2016). Zudem sind auch Rückschlüsse auf eventuell vorher nicht bedachte Einflussfaktoren möglich (GERIKE & PARKIN, 2016). Nachteilig an Befragungen sind Verzerrungen durch soziale Erwünschtheit, mögliche Einschränkungen der externen Validität, da nicht das direkte Verhalten erhoben wird (DÖRING & BORTZ, 2016), sowie die Tatsache, dass keine Aussagen über die relativen Werte der Routenattribute untereinander getroffen werden können (SENER et al., 2009).

Beim Stated-Preference-Approach werden dem Probanden verschiedene Routen präsentiert, die durch ein bestimmtes Set an Attributen gekennzeichnet sind. Dies kann durch die Beschreibung der Route oder durch Bild- bzw. Videomaterial erfolgen. Der Proband bestimmt dann beispielsweise in mehreren Runden, welche Route von zwei möglichen für ihn subjektiv besser wäre und er wählen würde (z.B. Länge fünf Kilometer mit Wegtyp „Straße“ versus sieben Kilometer mit Wegtyp „Radweg“). Dies macht eine Quantifizierbarkeit und Vergleichbarkeit der Wichtigkeit der Einflussfaktoren auf die Routenwahl möglich (SENER et al., 2009; TILAHUN, LEVINSON, & KRIZEK et al., 2007; VRTIC & FRÖHLICH, 2006). Zudem bietet die Stated-Preference-Methode die Möglichkeit der Untersuchung ungewöhnlicher oder noch nicht real vorhandener Optionen, z.B. gesondert beleuchtete Radwege (BROACH, DILL, & GLIEBE, 2012). Im Vergleich zur im nächsten Absatz betrachteten Methode, dem Revealed-Preference-Approach, ist der Stated-Preference-Approach in Durchführung und Auswertung zudem einfacher, kostengünstiger und weniger zeitaufwändig (BROACH et al., 2012; SENNER et al., 2009) und lässt eine gute Kontrolle der zu untersuchenden Determinanten zu (SENER et al., 2009; TILAHUN et al., 2007). Mit dieser Methode geht allerdings eine Beschränkung auf ein klar umgrenztes Set an Merkmalen einher. Da nicht alle Faktoren, die in der realen Fahrsituation eine Rolle spielen, berücksichtigt werden können, könnten Probanden anders wählen als in der Realität (BROACH et al., 2012; SENNER et al., 2009; TILAHUN et al., 2007). Zudem ist unklar, wie gut Probanden in der Lage sind, den Vergleich hypothetischer Situationen anhand ihrer tatsächlichen Gewohnheiten zu treffen (BROACH et al., 2012).

Beim Revealed-Preference-Approach wird die Routenwahl der Probanden aus dem beobachteten Fahrverhalten geschlossen. Die Fahrräder der Probanden werden dafür mit GPS-Sensoren und teilweise auch mit Videokameras ausgestattet, um deren Fahrten, und damit die tatsächlich gewählten Routen, aufzuzeichnen. Untersuchungen der Routen von Radfahrern in ihrer natürlichen Fahrumgebung werden als naturalistische Fahrradstudien (Naturalistic Cycling Studies, NCS) bezeichnet (SCHLEINITZ et al., 2014). Möglich ist zudem der Vergleich der gewählten Routen mit Alternativrouten. Dafür werden zwischen Start- und Zielpunkt der tatsächlich gefahrenen Route des Probanden hypothetische, alternative Strecken generiert, die man dann mit der gewählten Route hinsichtlich verschiedener Determinanten (z.B. Streckenlänge) vergleichen kann. Der natürliche Kontext dieser Untersuchungsmethode

gewährleistet eine hohe externe Validität, da den Probanden alle Hinweisreize bezüglich der Routenwahl zur Verfügung stehen (JOHNSON, CHARLTON, & OXLEY, 2010). Durch Hinzunahme von Videokameras können NCS zudem Merkmale wie Oberflächenbeschaffenheit erfassen oder bestimmen, welche Art Verkehrsanlage bei Vorhandensein verschiedener Arten konkret genutzt wird, welche durch die Erhebung von GPS-Daten nicht zugänglich sind. Zudem ist auch hier die Bestimmung der relativen Wertigkeiten der Routenwahldeterminanten untereinander möglich (SENER et al., 2009). Dieser Ansatz ist jedoch aufwändiger als andere Methoden, vor allem, wenn viele Alternativrouten generiert und mit den gewählten verglichen werden sollen (JOHNSON et al., 2010; SENNER et al., 2009). Die Durchführung im Feld beschränkt die Untersuchung der Routenwahldeterminanten auf bereits vorhandene Optionen (BROACH et al., 2012), z.B. können Fahrradstraßen in Städten, in denen sie nicht vorhanden sind, auch nicht mit in die Untersuchung einbezogen werden. Zudem kann bei der reinen Betrachtung der gewählten Routen keine Einsicht in die Gründe für diese Routenwahl gewonnen werden (TILAHUN et al., 2007).

1.1.2 Determinanten der Routenwahl von Fahrrad- und Pedelecfahrern

Verschiedene Faktoren beeinflussen die bewusste oder unbewusste Wahl der Route von Fahrrad- und Pedelecfahrern. Eine viel untersuchte Determinante ist die Art der Radverkehrsanlage, die Fahrradfahrer bevorzugen. Eine gut international gesicherte Erkenntnis ist, dass für Fahrräder ausgelegte Radverkehrsanlagen anderen Anlagen vorgezogen und entsprechend viel genutzt werden (CHEN & CHEN, 2013; KRENN, OJA, & TITZE, 2014; MENGHINI et al., 2010). Dies könnte u.a. durch subjektive Sicherheitsbedenken bedingt sein (HUNT & ABRAHAM, 2007). Innerhalb der Arten der Radverkehrsanlagen gibt es Unterschiede in den Präferenzen, so sind vom Verkehr komplett getrennte Wege beliebter als z.B. markierte Lösungen auf der Fahrbahn (CAULFIELD, BRICK, & MCCARTHY, 2012; TILAHUN et al., 2007). Um präferierte Infrastruktur nutzen zu können, werden auch Umwege in Kauf genommen (ZIMMERMANN, MAI, & FREJINGER, 2017). Verschiedene Faktoren nehmen jedoch Einfluss auf die Infrastrukturpräferenzen, z.B. die Verkehrsdichte. Generell zeigt sich eine Präferenz für ein geringes Kfz-Verkehrsaufkommen (BROACH et al., 2012; LANTZ, 2010) und speziell auch für wenig Radverkehr (CAULFIELD et al., 2012). So sind markierte Lösungen auf der Fahrbahn für Radfahrer¹ auf vielbefahrenen Straßen nicht attraktiver als normale Straßen mit wenig Verkehr ohne Radverkehrsanlagen (BROACH et al., 2012) und Infrastruktur ohne parkende Fahrzeuge wird der gleichen Infrastruktur mit parkenden Fahrzeugen generell vorgezogen (TILAHUN et al., 2007). Das Fahren auf Radverkehrsanlagen, auf denen sich auch Fußgänger befinden, wird im Vergleich zum Fahren auf einer markierten Lösung auf der Fahrbahn² als weniger

¹ In der entsprechenden US-amerikanischen Veröffentlichung wurden diese als „bike lanes“ bezeichnet.

² In der entsprechenden kanadischen Veröffentlichung wird diese als „bike lane“ bezeichnet.

wünschenswert empfunden (HUNT & ABRAHAM, 2007). Insgesamt lässt sich konstatieren, dass von Radfahrern offenbar Infrastrukturtypen bevorzugt werden, die wenig Interaktionsmöglichkeiten mit anderen Verkehrsteilnehmern - insbesondere Kfz-Verkehr – bieten, und die subjektive Sicherheit erhöhen. Dies spiegelt sich auch in verschiedenen Untersuchungen wider, die diese Faktoren untersucht haben. Bezogen auf das subjektive Sicherheitsempfinden werden verschiedene Radverkehrsanlagen als unterschiedlich sicher empfunden, wobei separat geführte Radwege als am sichersten bewertet wurden (LANTZ, 2010). Zudem sind parkende Autos am Straßenrand eine potentielle Gefahrenquelle und betroffene Anlagen werden von Frauen mehr gemieden als von Männern (JOHNSON, NEWSTEAD, OXLEY, & CHARLTON, 2013). Radfahrer nutzen verschiedene Flächen im Straßenraum und Routen im Stadtverkehr. So gaben in einer Befragung von LANTZ (2010) 6,5% der Männer und 14,0% der Frauen an, regelmäßig Gehwege zu nutzen. Dieselbe Studie kam zu dem Ergebnis, dass Fahrradfahrer in Los Angeles (USA) häufiger „Nebenstraßen“ als „Hauptstraßen“ nutzten. Radfahrer bevorzugten außerdem wenige Kreuzungen bzw. Abbiegungen, geringes Auftreten von Lichtsignalanlagen und eine geringe Geschwindigkeit des angrenzenden Verkehrs (CAULFIELD et al., 2012; KRENN et al., 2014; MENGHINI et al., 2010; ZIMMERMANN et al., 2017). Hinsichtlich der Streckenlänge bestehen generell Präferenzen für kürzere Strecken und Fahrtzeiten im Vergleich zu Alternativrouten (CAULFIELD et al., 2012; MENGHINI et al., 2010) bzw. Abneigung gegen längere Strecken (HUNT & ABRAHAM, 2007; ZIMMERMANN et al., 2017). Eine kurze Route ist vor allem für Pendler wichtig (BROACH et al., 2012). Andere Untersuchungen zeigen, bezogen auf Steigungen, dass die gefahrenen Routen weniger steil im Vergleich zu Alternativrouten sind (KRENN et al., 2014; MENGHINI et al., 2010) bzw. „steile“ Streckenabschnitte vermieden werden (BROACH et al., 2012). Sie lassen die Route länger erscheinen (ZIMMERMANN et al., 2017). Auch „Points of Interest“ entlang einer potentiellen Route beeinflussen die Entscheidung für diese Route. So präferieren Radfahrer bei ihren Freizeitfahrten Strecken entlang von Touristenattraktionen, Informationszentren und Einrichtungen wie Toiletten und Wartungsstationen (CHEN & CHEN, 2013). Auch zeichnen sich real gewählte Routen im Vergleich zur kürzesten Option durch eine abwechslungsreiche Umgebung hinsichtlich Freizeitstätten und Wasserflächen aus. Allerdings schien die Begrünung am Wegesrand nur eine untergeordnete Rolle für die Routenwahl zu spielen (KRENN et al., 2014).

Da Pedelecfahrer als eigene Gruppe zunehmend in den Fokus der Forschung rücken, stellt sich die Frage, ob diese sich von Fahrern konventioneller Fahrräder unterscheiden. Allgemein kann davon ausgegangen werden, dass sich ein substantieller Anteil der Pedelecfahrer in ihrer Routenwahl anders verhält (MACARTHUR, DILL, & PERSON, 2014). Vor allem betrifft dies die Streckenlänge und den Einfluss von Steigungen. So fahren Pedelecfahrer längere Strecken bzw. unternehmen häufiger Fahrten (ALRUTZ, 2015; CHERRY & CERVERO, 2007; DOZZA,

BIANCHI PICCININI, & WERNEKE, 2016; SCHLEINITZ et al., 2014), meiden seltener Hügel (MACARTHUR et al., 2014) und können dadurch direktere Strecken fahren (DILL & ROSE, 2012). Eine Befragung in der Schweiz fand jedoch auch, dass die Vermeidung sehr steiler Streckenabschnitte für Pedelecfahrer signifikant wichtiger war als für Radfahrer, was am höheren Gewicht des Pedelecs liegen könnte (ALLEMANN & RAUBAL, 2015). Bezogen auf die Infrastruktur sind sich die Forschungsergebnisse uneins. Eine Befragung in Österreich ergab, dass sich die Flächennutzung von Pedelec- und Fahrradfahrern ähnelt (ALRUTZ, 2015). GPS-Daten einer Studie aus der Schweiz zeigten hingegen, dass Pedelecfahrer signifikant häufiger als Fahrradfahrer im Mischverkehr und auf Radwegen ohne Trennung von der Straße unterwegs waren (ALLEMANN & RAUBAL, 2015). Das Sicherheitsgefühl ist bei 60% der Befragten auf Pedelecs höher als auf einem konventionellen Fahrrad (MACARTHUR et al., 2014). Durch ein gesteigertes Empfinden von Stabilität und Sicherheit nutzen Pedelecfahrer auch Wege mit stärkerem Verkehrsaufkommen (DILL & ROSE, 2012).

1.2 Relevanz und Zielstellung der Studie

In Anbetracht beispielsweise der ökologischen Bedeutung des Fahrradfahrens und der immer weiter steigenden Verbreitung von Pedelecs (BMVI, 2014), aber auch stetig wachsenden Nutzungszahlen konventioneller Fahrräder (BORGSTEDT, HECHT, & JURCZOK, 2017) ist es von größter Wichtigkeit, die Wissensgrundlage zu den Determinanten der Routenwahl von Fahrrad- und Pedelecfahrern gleichermaßen zu erweitern. Sie bietet die empirisch fundierte Basis für zielgerichtete verhaltenswissenschaftliche und infrastrukturelle Maßnahmen zur weiteren Förderung des Radverkehrs. Daher wurde im Rahmen des Projektes eine Methodik zur Untersuchung der Routenwahl von Fahrrad- und Pedelecfahrern unter Berücksichtigung von Stärken und Schwächen von gängigen Erhebungsmethoden entwickelt, die speziell auch die Datenschutzbestimmungen in Deutschland berücksichtigt. Die entwickelte Methodik kann für andere Studien zur Erhebung der Routenwahl von Radfahrern verwendet und adaptiert werden. Die Beschreibung der Methodik erfolgt im Abschnitt 2. Diese Methodik wurde im Rahmen einer Pilotstudie getestet und exemplarisch ausgewertet (siehe Abschnitt 3). Zudem werden Stärken, Schwächen und sich aus der Pilotstudie ergebende Verbesserungsmöglichkeiten der Methodik diskutiert (siehe Abschnitt 4).

2 Methode

2.1 Stichprobe

Die Anwerbung der Probanden erfolgte über die Probandendatenbank per Email oder über Empfehlungen von Probanden an weitere Bekannte. Es wurden 43 Personen kontaktiert und eine Stichprobengröße von mindestens zehn Probanden (also fünf pro Radtyp: Pedelecfahrer bzw. Fahrer konventioneller Fahrräder) angestrebt. Nach Bestätigung der Teilnahme erfolgte eine telefonische Terminvereinbarung. Die Probanden wurden nach den Kriterien regelmäßige Nutzung (mindestens dreimal pro Woche) und dem Besitz eines Fahrrades oder Pedelecs ausgewählt. Die Repräsentativität der Stichprobe war nicht vorrangig, da die Studie in erster Linie zum Überprüfen der entwickelten Methodik diente.

An der Pilotstudie nahmen insgesamt 14 Personen (sechs Frauen, acht Männer) teil. Dabei fuhren acht Probanden (57,1%) mit einem Fahrrad und sechs Probanden (42,9%) mit einem Pedelec (siehe Tabelle 1). Das Durchschnittsalter der Probanden betrug 53,1 Jahre ($SD = 16,4$; Altersspanne von 28 bis 73 Jahre, siehe auch Tabelle 1). Dieser recht hohe Altersdurchschnitt ist durch verschiedene Faktoren bedingt. Pedelecfahrer sind tendenziell älter als konventionelle Fahrradfahrer (GEHLERT, 2017). Daher war es schwierig, jüngere Pedelecfahrer für die Studie zu gewinnen. Um die beiden Gruppen vergleichen zu können, wurde das Alter der rekrutierten Fahrradfahrer dem der Pedelecfahrer angepasst. Das Testen der Methodik an älteren Probanden ist aber durchaus vorteilhaft, da sie gerade in Bezug auf den Umgang mit den Erhebungsinstrumenten eine besondere Gruppe darstellen. Daher ist das Überprüfen der Methodik an älteren Personen eine gute Möglichkeit, sie für Probanden aller Altersklassen gut zugänglich zu machen. Auf ihr Alter bezogen wurden die Probanden in zwei Gruppen geteilt. Die Probanden in der jüngeren Altersgruppe waren bis einschließlich 62 Jahre alt ($n = 8$, 57,1%) und in der älteren ab 63 Jahre ($n = 6$, 42,9%). Auf Grund der geringen Probandenzahl wurden die Altersgruppen über alle Probanden hinweg gebildet und nicht noch einmal nach Fahrrad und Pedelec unterschieden.

Überwiegend arbeiteten die Probanden in Vollzeit (42,9%) oder waren nicht berufstätig (42,9%). 14,3% gingen einer Teilzeitbeschäftigung nach. Als Bildungsabschluss gaben knapp zwei Drittel ein Fach-/Hochschulstudium an (64,3%), einige hatten eine Ausbildung zum Meister (28,6%) oder eine Lehre (7,1%) absolviert. Für die NCS nutzten die Probanden ihr eigenes Fahrrad oder Pedelec, um die Bedingungen so natürlich wie möglich zu halten.

	Anzahl	Alter in Jahren	
		M	SD
Gesamt	14	53,1	16,4
<i>Nach Radtyp</i>			
Fahrrad	8	56,0	15,8
Pedelec	6	49,2	17,9
<i>Nach Geschlecht</i>			
Männlich	8	56,8	14,7
Weiblich	6	48,2	18,6
<i>Nach Altersgruppen</i>			
<63 Jahre	8	41,0	10,3
≥63 Jahre	6	69,2	3,0

Tabelle 1: Anzahl und Durchschnittsalter der Probanden gesamt und nach Gruppen.

2.2 Design

Zur Untersuchung der Routenwahl von Fahrrad- und Pedelecfahrern wurde eine NCS im Zwischen-Gruppen-Design mit zwei Versuchsgruppen durchgeführt: Fahrradfahrer (Probanden, die ein konventionelles Fahrrad ohne elektrische Tretunterstützung nutzen) und Pedelecfahrer. Der Studienablauf (siehe Abschnitt 2.4) war für beide Gruppen identisch. Der gewählte Ansatz kombiniert den Revealed-Preference-Ansatz sowie Befragungen. Dadurch ist es möglich, die Nachteile bestimmter Methoden zu kompensieren.

2.3 Materialien

Für die Durchführung der Pilotstudie wurden ein Datenaufzeichnungssystem zur Erfassung von Video- und GPS-Daten, ein Wegetagebuch zur Erfassung von zusätzlichen Charakteristika der einzelnen Routen und den Gründen der Routenwahl sowie zwei Fragebögen verwendet. Diese werden im Folgenden detailliert erläutert.

2.3.1 Datenaufzeichnungssystem

Das erste Ziel des Projektes bestand darin, ein passendes Datenaufzeichnungsgerät für die NCS zur Erfassung von Routenwahldeterminanten während der Fahrten der Probanden auszuwählen. Die Auswahl dieses Gerätes erfolgte auf Basis vorher festgelegter spezifischer Anforderungskriterien (siehe Tabelle 2).

Die beiden Kernfähigkeiten des Gerätes sollten die Aufzeichnung von Bildmaterial

sowie die Positionsbestimmung per GPS sein. Daher sollten in dem Datenaufzeichnungsgerät mindestens Kamera und GPS-Sensoren verbaut sein. Es wurde ein Gerät gesucht, welches sich mit möglichst wenig Aufwand ohne Beschädigungen zu hinterlassen am eigenen Fahrrad der Probanden montieren und demontieren ließ. Die Kameras und Sensoren sollten in einem Gerät vereint sein, um die Gefahr zu minimieren, dass bei der Aufbereitung der Daten Probleme mit der Synchronisation auftreten. Zudem verringert dies den Aufwand bei den Probanden, da diese nur ein Gerät ein- bzw. ausschalten müssen. Des Weiteren erleichtert es den An- und Abbau des Gerätes durch den Versuchsleiter und ermöglicht einen unkomplizierten An- und Abbau durch die Probanden selbst. Es war wichtig, dass sie selbst das Gerät vom Fahrrad oder Pedelec entfernen können, um möglichem Diebstahl vorzubeugen. Außerdem sollte das Datenaufzeichnungsgerät möglichst leicht sein, um die Probanden nicht beim Lenken einzuschränken. Ferner wurde auf eine lange Akkulaufzeit Wert gelegt bzw. sollten die Probanden das Datenaufzeichnungsgerät problemlos selber laden können. Wichtig war zudem die Wetterfestigkeit des Gerätes, damit es im Freien bei jeder Witterung ohne Einschränkungen verwendet werden kann. Die maximale Speicherkartenkapazität sollte so hoch wie möglich sein, um sicherzustellen, dass die Speicherkapazität für die Dauer der Untersuchung ausreichend ist. Von Vorteil sind zudem universelle Datenformate, die eine Weiterverarbeitung der Daten unabhängig von firmeneigener Software ermöglichen. Hinsichtlich Bildqualität, Display und Mikrofon waren einfache Umsetzungen ausreichend, da Bilder mit einer sehr hohen Auflösung den Datenschutzbemühungen zuwiderlaufen, ein farbiges, leuchtendes Display ablenken könnte und keine Tonaufzeichnung benötigt wird.

Durch eine Vorrecherche standen fünf Kamerasysteme zur Auswahl. Eine Auflistung von Anforderungen und den entsprechenden Spezifikationen der zur Auswahl stehenden Geräte findet sich im Anhang A. Die Prüfung der verschiedenen Optionen führte zur Entscheidung für das Modell VIRB X der Firma Garmin, das eine Kamera (12,4 MP, 1/2,3 Zoll, CMOS-Sensor), GPS-Sensoren und einen Beschleunigungsmesser enthält (siehe Bild 1). Bei diesem Gerät ist ein unkomplizierter Start der Aufzeichnung mittels eines Schalters möglich, der beim Umlegen das Gerät einschaltet und die Aufnahme von Video- und GPS-Daten gleichzeitig startet. Meist dauert es einige Sekunden bis zu einer Minute, bis das GPS-Signal gefunden ist. Nach Beendigung der Fahrt kann durch erneutes Umlegen des Hebels gleichzeitig die Aufnahme beendet und das Gerät ausgeschaltet werden. Neben Videodaten und dem Standort erfasst die VIRB X u.a. Geschwindigkeit, Beschleunigung, Höhenmeter und Neigung. Die Höhenmessung des Gerätes verursachte zum Teil Probleme – darauf wird in Abschnitt 4.1 detaillierter eingegangen. Auf dem Display sind Informationen zur aktuellen Aufnahme, zum GPS- und Akkustatus sowie der verbleibenden Speicherkapazität dargestellt. Das Display zeigt nicht das aufgenommene Bild und ist nicht farbig, sodass die Ablenkung der Probanden durch das Display gering gehalten wird. Das rote Blinken, welches die Aufzeichnung signalisiert, wurde deaktiviert, um

Ablenkung zu vermeiden. Die Akkulaufzeit des Datenaufzeichnungsgerätes beträgt mit eingeschaltetem GPS etwa zwei Stunden, was ausreichend für die meisten Fahrten ist. Um auch die Aufzeichnung längerer Radtouren zu ermöglichen oder eine Absicherung bereitzustellen, falls die Probanden das Laden vergessen hatten, wurde ein Ersatz-Akku bereitgestellt. Die Anschaffungskosten der VIRB X betragen 299€. Zusätzlich war die Beschaffung eines Ersatz-Akkus zum Wechseln während längerer Fahrten, einer Fahrradlenkerhalterung sowie einer Micro-SD-Speicherkarte erforderlich. Die Lenkerhalterung des Herstellers erwies sich bei häufigem An- und Abbau als umständlich, weshalb nach einiger Zeit eine Clip-Halterung des Herstellers GoPro angeschafft wurde. Damit beliefen sich die Anschaffungskosten pro Datenaufzeichnungssystem auf ca. 330€. Es wurden in Abstimmung mit dem Auftraggeber drei Systeme angeschafft.

Kriterien	Anforderungen	Eigenschaften der Garmin VIRB® X
Preis	Möglichst gering	299€ für Gerät, exklusive Kosten für Ersatz-Akku, Halterung, Speicherkarte
Erfassung von Videodaten	Qualität regulierbar	Aufnahmen bis 25fps und 720p herunterregulierbar Schnellstarthebel: Kombiniertes Einschalten und Aufnahmestart bzw. Video beenden und Ausschalten Verzerrungskorrektur
Erfassung von GPS-Daten	Parallel zur Videoaufzeichnung, im Gerät integriert	Erfassung von GPS-Daten zu Position, Beschleunigung, Höhe, Geschwindigkeit, Distanz zum Startpunkt, G-Kraft
Anbringung	beschädigungsfrei	Halterungsset zum beschädigungsfreien Anschrauben verfügbar
Gewicht	Möglichst gering	152g
Akkulaufzeit	Mindestens 2 Stunden	980mAh Akku (bis max. 2h), Ersatz-Akkus verfügbar
Lade-Anschluss	Außen, von den Probanden bedienbar	Außen, mit robuster Einrast-Klemme
Wetterfestigkeit	Regenbeständigkeit	Komplett wasserdicht (bis 50m) ohne extra Gehäuse
Speichermedium	Kapazität mindestens 64 GB	Micro-SD Karte bis 128GB möglich
Datentyp	Möglichst universelle Formate	Videodateiformat: MP4, GPS-Daten Format: .fit
Datenexport/ -integration	Einfache Zugänglichkeit der Daten	Schnittstelle: USB 2.0, Bluetooth Rohdaten-Videos, GPS-Daten müssen über VIRB® Edit -Software hinzugefügt werden

Kriterien	Anforderungen	Eigenschaften der Garmin VIRB® X
Display	Einfache, ablenkungsarme Gestaltung	Top-Display (einfarbige Digital-Anzeige)
Mikrofon	deaktivierbar	Mikrofon deaktivierbar
Extras	-	Trockenmittelbeutel, um Beschlagen zu verhindern

Tabelle 2: Anforderungen an das Datenaufzeichnungsgerät und Eigenschaften des ausgewählten Gerätes.



Bild 1: Datenaufzeichnungsgerät VIRB X mit Folie zur Heruntersetzung der Bildqualität.

Eine Prämisse lag in der besonderen Betrachtung des Datenschutzes. Besonders bei der Aufzeichnung der Videos ist dies unerlässlich und muss unbedingt beachtet werden. Hierbei sollte darauf geachtet werden, dass keine personenbezogenen Daten wie Gesichter oder Nummernschilder aufgezeichnet werden. In verschiedenen Testläufen wurden Lösungen zur Einhaltung des Datenschutzes getestet. Die Einstellung der Bildqualität auf 720p stellte sich als nicht ausreichend heraus. Testfahrten mit einer mattierten Displayschutzfolie, z.B. für Smartphonebildschirme (siehe Bild 2, links), zeigten starke Blendeffekte und eine zu gravierende Einschränkung der Bildqualität. Als praktikabel stellte sich das Aufbringen eines mit feinem Schleifpapier angerauten Klebestreifens innen am Fenster im Gehäuse heraus (siehe Bild 1). Durch die manuelle Änderung des Klebestreifens kann die Schnittmenge zwischen ausreichendem Datenschutz und Aussagekraft der Videoaufzeichnungen ideal eingestellt werden (siehe Bild 2, rechts).



Bild 2: Blendeffekte bei mattierter Displayschutzfolie (links) und zufriedenstellende Bildqualität-Regelung mit manipuliertem Klebestreifen (rechts).

Das wetterfeste Gehäuse des Datenaufzeichnungsgeräts macht sie auch bei Niederschlag einsetzbar. In der Dämmerung aufgezeichnete Testfahrten zeigten eine hinreichende Aufnahmequalität. Bei Fahrten bei Dunkelheit jedoch ist keine Auswertung der Videos möglich, da das Datenaufzeichnungsgerät weder über eine eigene Lichtquelle noch Infrarot verfügt und die Fahrradbeleuchtung nicht für genügend Helligkeit sorgt, wie Testfahrten zeigten. Ein Vergleich der Aufnahmequalität bei Dämmerung und bei Nacht ist in Bild 3 zu sehen.



Bild 3: Aufnahmequalität bei verschiedenen Lichtverhältnissen: ausreichend bei Dämmerung (links) und nicht ausreichend bei Dunkelheit (rechts).

Die Anbringung des Datenaufzeichnungsgerätes erfolgte am Lenker. Zwar birgt die Montage am Lenker die potentielle Gefahr einer Ablenkung des Probanden bzw. könnte es durch andere vorhandene Instrumente Platzprobleme beim Anbau geben, dennoch wurde sich bewusst gegen eine Anbringung als Helmkamera entschieden. Am Lenker angebracht, beeinträchtigt sie durch ihr Gewicht nicht den Probanden, ist weniger auffällig, birgt ein geringeres Risiko zu verrutschen und gewährleistet eine gleichbleibende und stabile Aufnahme der Fahrstrecke, da keine Kopfbewegungen auftreten (JOHNSON et al., 2010; KNOWLES, AIGNER-BREUSS, STROHMAYER, & ORLET, 2012). Zudem tragen nicht alle Fahrradfahrer regelmäßig einen Helm. Um den Diebstahl der Datenaufzeichnungsgeräte zu verhindern, wenn das Fahrrad unbeaufsichtigt ist, nahmen die Probanden die Geräte in diesen Situationen ab und bauten sie später wieder an. Bei der zuerst genutzten Version der Halterung von

Garmin war es notwendig, die gesamte Halterung vom Lenker zu entfernen. Um eine gleichbleibende Ausrichtung des Gerätes beim Wiederaufbau sicherzustellen, wurde beim ersten Ausrichten ein Markierungsklebeband auf dem Lenker des Fahrrads angebracht. Das Gerät sollte dann immer wieder so angebracht werden, dass die Linie auf der Halterung mit der Linie auf dem Lenker übereinstimmt (siehe Bild 4). Da sich dies als für die Probanden recht umständlich herausstellte, wurde eine zweite Halterung der Firma GoPro getestet. Durch ein einfaches An- und Ab-Clippen des Datenaufzeichnungsgerätes entstand den Probanden weniger Aufwand. Diese Version erlaubte zudem ein Verbleiben der Halterungsbasis am Lenker, sodass Markierungsstreifen nicht nötig waren (siehe Bild 5) und es keine Möglichkeit gab, das Gerät mit falscher Ausrichtung wieder anzubauen. Beim erstmaligen Aufbau des Datenaufzeichnungssystems wurde unabhängig vom Typ der Halterung die Ausrichtung der Kamera (z.B. Winkel der Aufnahme) durch den Versuchsleiter über die VIRB®-App kontrolliert, mit der sich das aufgenommene Bild in Echtzeit auf dem Smartphone betrachten lässt. So wurde für das jeweilige Fahrrad oder Pedelec der ideale Anbringungswinkel sichergestellt, um einen möglichst großen Bildausschnitt aufzuzeichnen, auf dem sowohl die Infrastruktur als auch die Umgebung des Radfahrers zu sehen waren.



Bild 4: Sicherstellung der korrekten Ausrichtung des Datenaufzeichnungssystems bei An- und Abbau durch den Probanden bei Nutzung der ursprünglich gewählten Halterung vom Garmin.



Bild 5: Basis der Cliphalterung am Lenker (links) und mit montiertem Datenaufzeichnungsgerät (rechts).

2.3.2 Wegetagebuch

Das Wegetagebuch diente der Erfassung von Rahmenbedingungen der einzelnen Routen und von konkreten Gründen zur Routenwahl der einzelnen Fahrten. Zur Entlastung der Probanden und zur störungsfreien Integration in den Alltag wurde versucht, das Wegetagebuch möglichst knapp zu halten, ohne die Inhalte zu vernachlässigen. Weiterhin war bei der Konzeption von besonderem Interesse, dass es überall zugänglich bzw. transportabel ist. Daher wurde das Wegetagebuch online umgesetzt, sodass es am Smartphone ausgefüllt werden konnte. Es war leicht zugänglich und der Aufwand, welcher mit dem Ausfüllen verbunden war, war gering. Eine zeitnahe Bearbeitung direkt im Anschluss an eine Fahrt ist wichtig, um das Auftreten von Erinnerungslücken oder -verzerrungen zu minimieren. Die Onlineversion des Wegetagebuchs wurde als Fragebogen im Umfragetool LimeSurvey (LimeSurvey GmbH, 2017) umgesetzt (siehe Anhang B), welches sich unproblematisch adaptiv im Smartphone anzeigen lässt. Das Programm LimeSurvey wurde gewählt, da die Speicherung der Daten auf Servern der TU Chemnitz möglich ist und dadurch der unbefugte Zugriff von außen auf die Daten nicht möglich war. Für Probanden, die kein Smartphone besitzen, im Umgang mit diesem unsicher sind oder nicht bzw. nicht zuverlässig auf mobiles Internet zugreifen können, wurde eine Papierversion des Wegetagebuchs zur Verfügung gestellt (siehe Anhang C). Diese weist einen geringen Umfang auf, sodass es bequem während des Fahrradfahrens mitgeführt werden kann. Das Wegetagebuch erfasst den Probandenkode, Start- und Ankunftszeit sowie den Ort bei Fahrtbeginn und Fahrtende. Dies war nötig, um die Daten mit den GPS-Daten abzugleichen und so eine Zuordnung der Fahrten zu ermöglichen. Für die Zuordnung wurde zusätzlich der Zeitstempel genutzt, allerdings erledigten nicht alle Probanden ihre Eintragungen direkt nach der Fahrt. Das Kernelement des Wegetagebuchs war die Angabe der wichtigsten Gründe für die Routenwahl. Hierbei konnten die Probanden bis zu drei Gründen auswählen, die mittels der Rangplätze eins bis drei priorisiert wurden (siehe Bild 6). Außerdem wurden der Fahrtzweck (z.B. Arbeit) und mögliche Begleiter

(z.B. Kinder oder Tiere) erfragt.

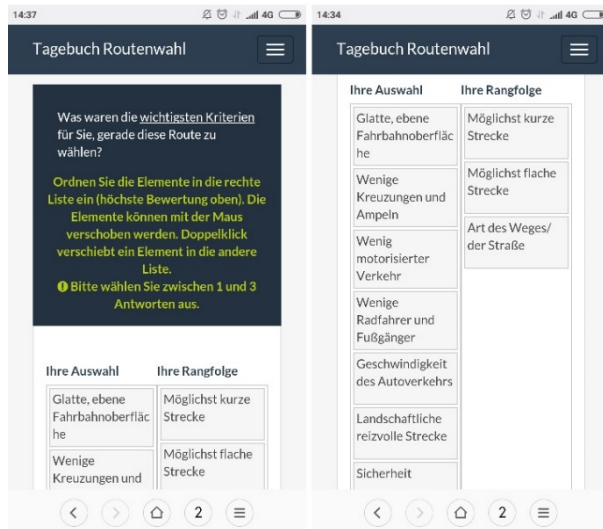


Bild 6: Umsetzung der Rangplatzierung der Routenwahlkriterien im Onlinewegetagebuch (LimeSurvey).

2.3.3 Fragebogen

Der Fragebogen wurde in zwei Teile gegliedert. Im ersten Teil bearbeiteten die Probanden am Anbautermin. Darin wurden demografische Angaben zur Person, Fahrgewohnheiten, generelle Gründe zur Nutzung des Fahrrades oder Pedelecs (z.B. Fitness und Gesundheit, Alternative zum Pkw...) sowie zur Planung von Wegen erfragt. Ferner wurden Fragen zu verschiedenen Gründen für die Routenwahl - wie auch im Wegetagebuch - gestellt. Dies diente dazu, die generelle Wichtigkeit von bestimmten Gründen über die Routen hinweg mit den Gründen für die jeweiligen Routen vergleichen zu können. Zusätzlich wurden bei den Pedelecfahrern Unterschiede im Fahrverhalten zwischen Pedelecs und konventionellen Fahrrädern erhoben. Der zweite Teil wurde beim Abbautermin bearbeitet. Dieser beinhaltete Angaben zum Fahrstil sowie zum Verhalten der Probanden während der Erhebungsphase (z.B. ob alle Routen aufgezeichnet wurden), zum Umgang mit dem Datenaufzeichnungssystem und zur Praktikabilität des Wegetagebuchs. Die beiden Teile des Fragebogens befinden sich in Anhang D und E.

2.4 Durchführung

Die Durchführung der NCS erfolgte von September bis November 2017. Jeder Proband erschien zu zwei Terminen zum An- und Abbau des Datenaufzeichnungssystems

inklusive der Bearbeitung der Fragebögen in Räumen der Technischen Universität Chemnitz (siehe Bild 7).

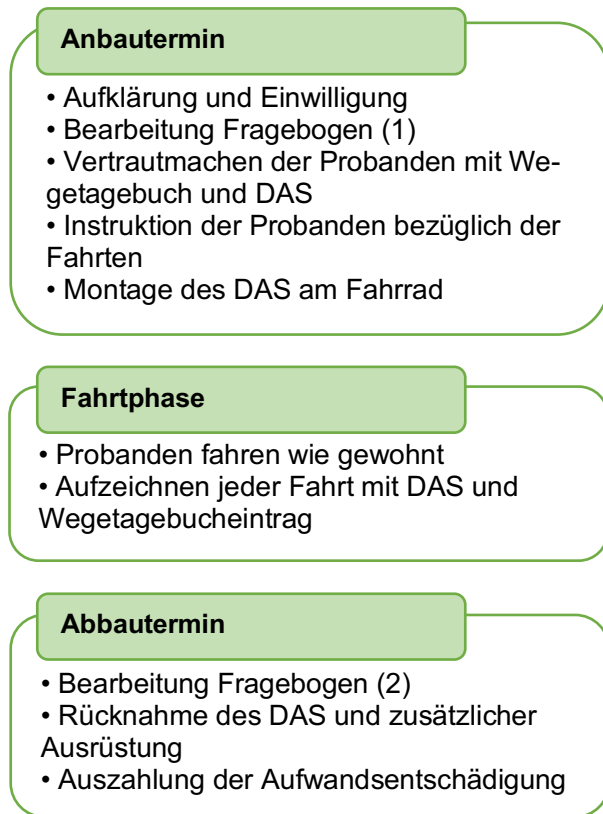


Bild 7: Ablauf der Erhebungsphase.

Der erste Termin nahm etwa eine bis eineinhalb Stunden in Anspruch. Durch den Versuchsleiter erfolgte eine vollständige Aufklärung über Ablauf und Ziele der Studie sowie die Anonymisierung der Daten. Anschließend wurden die Probanden instruiert, während der Erhebungsdauer ihr Fahrrad oder Pedelec ganz natürlich, wie sonst im Alltag, zu nutzen. Anschließend füllten die Probanden den ersten Teil des Fragebogens aus. Im Anschluss wurden sie durch den Versuchsleiter mit der Benutzung des Wegetagebuchs und des Datenaufzeichnungsgerätes vertraut gemacht. Um eine sachgerechte Bedienung sicherzustellen, wurden die Eintragungen und die Benutzung des Datenaufzeichnungssystems mit den Probanden geübt. Dabei durften sich die Probanden abhängig vom Vorhandensein und/oder ihrer Sicherheit im Umgang mit einem Smartphone für die Online- oder Papierversion des Wegetagebuchs entscheiden. Eine den Probanden ausgehändigte Kurzanleitung zur Bedienung des Gerätes sollte die reibungslose Bedienung seitens der Probanden während der drei Tage sicherstellen. Probanden bekamen neben dem Zugang zum Online-Wegetagebuch bzw. der Papierversion des Wegetagebuchs, das Datenaufzeichnungssystem mit Ladekabel und einen Ersatz-Akku ausgehändigt. Zuletzt erfolgte die non-invasive Montage des Gerätes am eigenen Fahrrad der Probanden

durch den Versuchsleiter, wobei die korrekte Ausrichtung durch eine Live-Übertragung des Bildes auf die VIRB®-App via Smartphone kontrolliert wurde.

Der aufgezeichnete Zeitraum umfasste den restlichen Tag des ersten Termins, einen vollen darauffolgenden Tag sowie am dritten Tag den Teil des Tages vor dem Abbautermin. Währenddessen sollte jede gefahrene Route mit dem Datenaufzeichnungssystem aufgezeichnet und direkt im Anschluss in das Wegetagebuch eingetragen werden.

Der Abbautermin nahm etwa eine halbe Stunde in Anspruch. Dabei bearbeiteten die Probanden den zweiten Teil des Fragebogens. Zudem erfolgten die Demontage des Datenaufzeichnungssystems sowie die Entgegennahme sämtlicher restlicher Ausrüstung durch den Versuchsleiter. Zuletzt erfolgte die Auszahlung einer Aufwandsentschädigung.

2.5 Datenaufbereitung und -auswertung

Im Folgenden wird der Prozess der Datenaufbereitung und im Anschluss die Datenauswertung beschrieben. Zur besseren Übersicht befindet sich eine zusammenfassende Darstellung der einzelnen Arbeitsschritte der Datenaufbereitung in Bild 8.

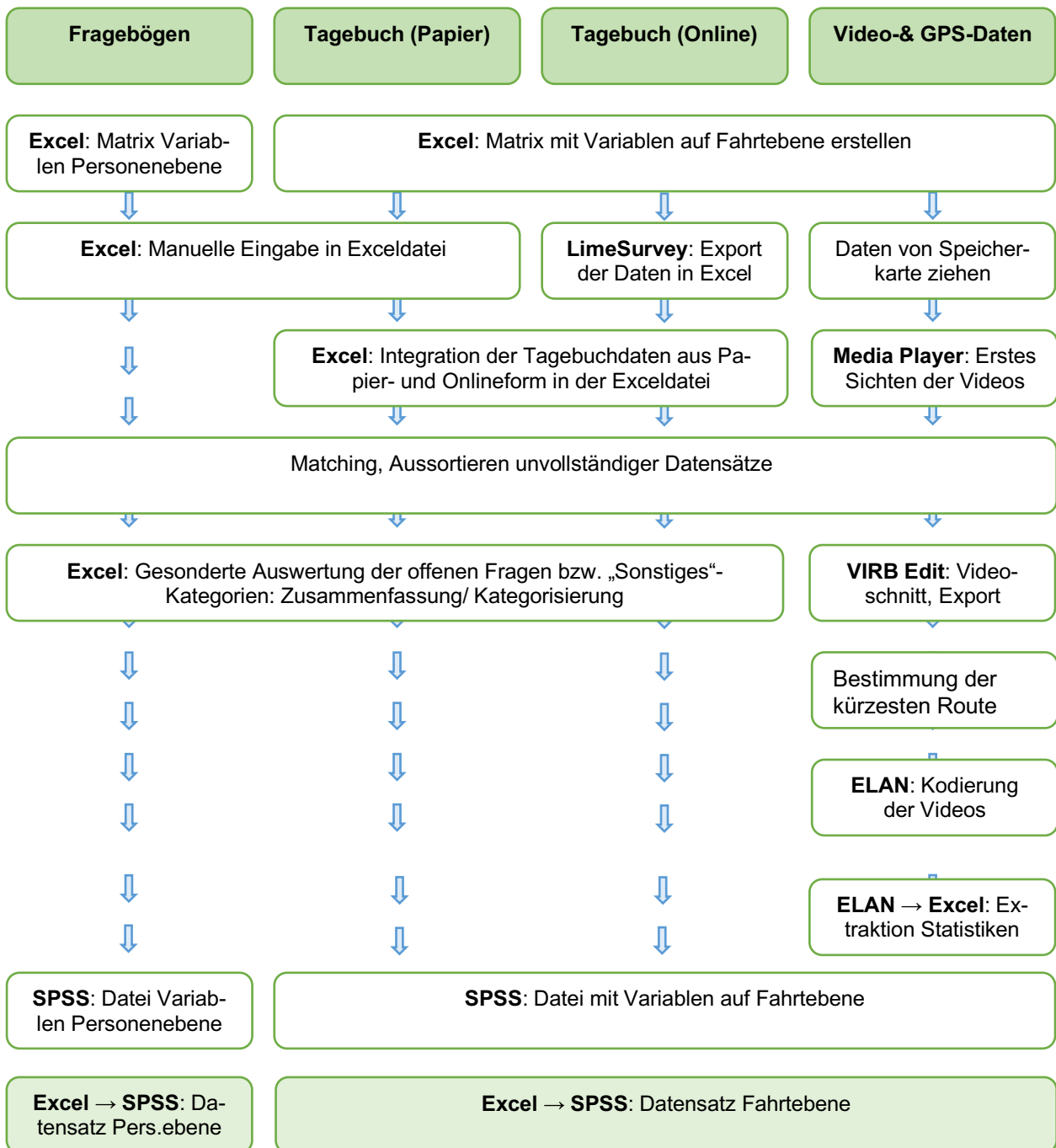


Bild 8: Prozess der Datenaufbereitung.

2.5.1 Aufbereitung der Daten aus Fragebogen und Wegetagebuch

Die Eintragungen in die Fragebögen und die Papierversionen des Wegetagebuchs wurden manuell in ein Excel-Dokument übertragen. Die Daten des Online-Wegetagebuchs wurden zuvor aus dem Programm LimeSurvey (LIMESURVEY GMBH, 2017) exportiert. Die Variablen der Fragebögen enthalten jeweils eine Angabe pro Person (Personenebene), die Variablen der Wegetagebücher enthalten Angaben für

jede einzelne gefahrene Route (Fahrtebene). Bei der Übertragung der Daten wurden Plausibilitätsprüfungen durchgeführt, u.a. unter Rückgriff auf das entsprechende Videomaterial. Offene Fragen und die Antwortoptionen „Sonstiges“ wurden gesondert ausgewertet, indem alle diese Antworten separat aufgeführt und im Anschluss zusammengefasst bzw. kategorisiert wurden.

2.5.2 Integration von Video- und GPS-Daten mit VIRB Edit

Zu jeder gefahrenen Route zeichnete die VIRB X eine Videodatei und eine GPS-Datei auf. Zuerst erfolgte eine oberflächliche Sichtung des Videomaterials, um zu bestimmen, ob die Aufnahmequalität ausreichend für eine Analyse war. Waren die Lichtverhältnisse nicht ausreichend oder war die Kamera in einem Winkel positioniert, der die Sicht gravierend einschränkte, so konnte die Route nicht in die Auswertung einbezogen werden. Zudem wurden während der Probandeninstruktion entstandene Übungsvideos entfernt. Die Kamera teilte die Videos während der Aufzeichnung so, dass jeweils nach 15 Minuten Fahrt eine neue Datei erstellt wurde. Mithilfe des Programms VIRB Edit (GARMIN, 2017), welches eine unkomplizierte Bearbeitung der VIRB X-Daten ermöglicht, wurden dann Gesamtvideos für die einzelnen Fahrten erstellt. Nach dem Zusammenfassen erfolgte die Integration der GPS-Daten, indem die zum Video passenden entsprechenden Dateien geladen wurden. In diesem Zuge konnte auch eine Zuordnung der aufgezeichneten Route zu den Eintragungen im Wegetagebuch anhand von Start- und Zielort sowie Uhrzeit erfolgen. Standzeiten am Anfang und Ende des Videos, z.B. das Warten auf das GPS-Signal bzw. ein Vergessen des Ausschaltens des Gerätes, wurden weggeschnitten. Unvollständige Fahrten, bei denen entweder keine Aufzeichnung oder kein Wegetagebucheintrag vorlag, wurden von der Auswertung ausgeschlossen. Bei vollständigen Fahrten wurde die Dauer und Distanz der Route aus den GPS-Daten ausgelesen. Zuletzt wurden Informationen zu Neigung, Höhe und Höhenprofil sowie zurückgelegter Distanz direkt in das Videobild integriert, so dass alle Informationen dort synchron verfügbar waren, ohne die Sicht einzuschränken (siehe Bild 9).



Bild 9: Screenshot eines exportierten Videos mit Informationen zu Neigung, Höhe, Höhenprofil und zurückgelegter Distanz.

2.5.3 Bestimmen der kürzesten Route

Über den Kartendienst www.openrouteservice.org (RYLOV et al., 2008) wurde die kürzeste Route zwischen Start und Ziel der jeweiligen Route bestimmt. Die Start- und Zielkoordinaten konnten aus der beim Videoexport entstehenden Ausgabe entnommen werden. In dem Kartendienst wurde eingestellt, dass es eine Route für Fahrradfahrer sein und die kürzeste Route ermittelt werden soll. Die angegebene Distanz wurde als Maß für die kürzeste Route verwendet.

Dies ermöglicht einen Vergleich der kürzesten Route mit der tatsächlichen gewählten Route hinsichtlich einiger Routenwahldeterminanten. In beschränktem Ausmaß lassen sich einige Determinanten auch aus www.openrouteservice.org entnehmen. Das Programm gibt Auskunft über Oberflächenbeschaffenheit, Wegtyp und Steigung, die in eher größere Oberkategorien zusammengefasst sind. Dafür kann die GPS-Datei der jeweiligen Route hochgeladen werden und Anteile der verschiedenen Unterkategorien können abgelesen werden. Genauso wird dann mit der ermittelten kürzesten Route verfahren und es kann ein Vergleich erfolgen. Die Anzahl der Kreuzungen und Einmündungen kann per Auszählung bestimmt werden. Dieses Vorgehen wurde anhand einer Route exemplarisch durchgeführt, um die Praktikabilität zu überprüfen.

2.5.4 Aufbereitung der Videodaten mit ELAN

Um detaillierte Einblicke in die gefahrenen Routen der Probanden zu erhalten, wurden die Fahrtenvideos anhand des in Anlehnung an die Pedelec NCS von SCHLEINITZ et al. (2014) entwickelten Kodiersystems (siehe Anhang F) kodiert. Die Kodierer erhielten im Vorfeld eine umfassende Einweisung in das Kategoriensystem. Zur Steigerung der Objektivität und Reliabilität fanden regelmäßige Treffen zwischen den Kodierern und dem Projektverantwortlichen statt, bei denen Probleme und unklare Einzelfälle

besprochen wurden. Zusätzlich wurden die Kodierungen von den Projektverantwortlichen nachträglich stichprobenartig überprüft und gegebenenfalls korrigiert. Es wurden ca. 30 Stunden Videomaterial kodiert, was insgesamt ca. 215 Stunden in Anspruch nahm. Das bedeutet, man muss pro Minute Videomaterial mit ca. sieben Minuten Kodieraufwand rechnen. Der Aufwand der Methode rechtfertigt sich durch den Gewinn genauer Informationen über die genutzte Route der Probanden. So können z.B. die Anteile der genutzten Anlagentypen ermittelt und mit den vorhandenen Anlagen für Radfahrer verglichen werden bzw. Häufigkeiten von Routenwahl-relevanten Elementen wie z.B. Knotenpunkten ermittelt werden.

Die Kodierung erfolgte mit dem Programm ELAN (The Language Archive, 2017; WITTENBURG, BRUGMAN, RUSSEL, KLASSMANN, & SLOETJES, 2006). In diesem Programm können mehrere Variablen gleichzeitig betrachtet werden. Zu den einzelnen Ausprägungen jeder Variable war im Kodiersystem zudem eine erklärende Beschreibung mit unterstützenden Fotos aufgeführt, die den Kodierern die Einordnung vereinfachen sollte. Für eine Übersicht über die einzelnen Kategorien siehe Anhang F. Für die Pilotstudie wurden elf verschiedene Variablen betrachtet, die relevant für die Routenwahl sein können:

- genutzte Fläche, also die Infrastruktur, auf der sich die Probanden tatsächlich bewegten (z.B. Radweg, Mischverkehr ohne Radfahrstreifen);
- vorhandene Anlagen für Radfahrer, also die Infrastruktur, die im Straßenraum vorhanden war, für die die Probanden ein Benutzungsrecht oder eine Benutzungspflicht hatten;
- befahrene Knotenpunkte, unter anderem Kreuzungen und Einmündungen;
- Mögliche Sichtbehinderungen an den befahrenen Knotenpunkten, um zu ermitteln, ob die Einsicht in den Knotenpunkt (zum Erkennen motorisierten und nichtmotorisierten Verkehrs) aus Sicht der Radfahrer vorhanden bzw. eingeschränkt war;
- Überquerungsstellen, an denen die Probanden Straßen oder Wege überquerten;
- Oberflächenbeschaffenheit der genutzten Strecke;
- Verkehrsdichte des motorisierten Verkehrs;
- Verkehrsdichte des nichtmotorisierten Verkehrs, also z.B. Fußgänger oder andere Radfahrer;
- Landschaft/ Natur, an den Seiten des jeweils aktuell befahrenen Weges;

- Wetter;
- Steigung und Gefälle.

Die Kategorien der Variablen „genutzte Fläche“ und „vorhandene Anlagen für Radfahrer“ erfolgten in Abstimmung mit dem Auftraggeber und sind sehr feingliedrig. Aus diesem Grund wurden diese zusätzlich gruppiert in die Kategorien Fahrbahn, Radverkehrsanlagen, Anlagen für Fußgänger und sonstige Infrastruktur, um das Arbeiten mit dem Kodiersystem intuitiver und effizienter zu gestalten. Die beiden Infrastrukturvariablen (genutzte Fläche und vorhandene Anlagen für Radfahrer) wurden kontinuierlich kodiert. Das bedeutet, dass über die gesamte Dauer des Videos lückenlos von Beginn bis Ende die Abschnitte bestimmten Kategorien zugeordnet wurden. Damit können später Aussagen darüber getroffen werden, welche Kategorie welchen Anteil an der Gesamtdauer der Route ausmacht. Um zu ermitteln, inwieweit die ausführliche Aufgliederung der Infrastruktur praktikabel bei der Kodierung ist, wurde eine weitere Variable, Sonderfälle und Unsicherheiten, erstellt. Hier konnten Freitext-Anmerkungen zu Unklarheiten während der Infrastrukturkodierung gemacht werden. Die Variablen Knotenpunkte, Sichtbehinderungen sowie Überquerungsstellen wurden jeweils nur stellenweise kodiert, um einen Überblick über die Anzahl pro Kilometer zu erhalten. Die Sichtbehinderungen wurden jeweils nur über die Dauer der Überquerung des Knotenpunktes kodiert, um einen Einblick zu erhalten, ob der Fahrrad- und Pedelecfahrer über gut oder schlecht einsehbare Kreuzungen fährt. Die Überquerungsstellen wurden dann kodiert, wenn der Radfahrer auch tatsächlich eine Überquerung vollzog. Die Verkehrsdichte wurde für motorisierten und nichtmotorisierten Verkehr erfasst. Aufgrund der Eigenbewegung des Fahrers und nur einer Kameraperspektive (nach vorne) konnte keine objektive Auszählung der Fahrzeuge bzw. Passanten in der Umgebung erfolgen. Aufgrund dessen wurde die Verkehrsdichte jeweils in den größer gefassten Kategorien „Wenig“, „Viel“ und „Nicht entscheidbar“ eingeschätzt. Pedelecs wurden zum nichtmotorisierten Verkehr gezählt. Für die Codierer wäre eine Unterscheidung zwischen konventionellen Fahrradfahrern und Pedelecfahrern aufgrund der Bildqualität nicht zuverlässig möglich gewesen. Für die Erfassung der Landschaft bzw. Natur wurde das Ausmaß an Begrünung als Indikator herangezogen (Keine Begrünung; Straßenbegleitgrün: Gräser, Sträucher, Hecken; Straßenbegleitgrün: inklusive Bäume; Viel Begrünung: Park, Wald, Feld). Kontinuierlich erfasst wurden die Kategorien Oberflächenbeschaffenheit, Landschaft / Natur, Verkehrsdichte, Wetter sowie Steigung und Gefälle. Bei der Kodierung von Steigung und Gefälle wurde zusätzlich die Information des Höhensensors genutzt. Aus dem Programm konnten dann die interessierenden Statistiken exportiert werden. Zuletzt wurden die ELAN-Daten in den bestehenden SPSS-Datensatz (IBM, 2016) der Variablen auf Fahrtebene integriert. Damit bestanden zwei Datensätze (siehe Bild 8).

2.5.5 Auswertung

Die erhobenen Datensätze wurden deskriptiv ausgewertet und die Ergebnisse zur Veranschaulichung grafisch dargestellt. Dabei wurden die beiden Radtypen im Vergleich betrachtet. Für ausgewählte Variablen, z.B. den Fahrtzweck, ist auch der Vergleich zwischen den Altersgruppen dargestellt. Die restlichen Darstellungen zu den Altersgruppen sowie für den Vergleich nach Geschlecht befinden sich im Anhang H.

Die Datensätze auf Personenebene (aus den Fragebögen) enthielten jeweils Angaben pro Person (Personenebene), die Datensätze auf Fahrtebene (Daten der Wegetagebücher und Videodaten) enthielten Werte für jede einzelne Fahrt. Ergebnisse einer inferenzstatistischen Auswertung wären bei der geringen Stichprobengröße nicht aussagekräftig. Für die Daten einer Folgestudie sind z.B. Mittelwertvergleiche zwischen den Gruppen hinsichtlich Radtyp, Alter und Geschlecht denkbar, um signifikante Unterschiede zu ermitteln.

3 Ergebnisse

Da das Projekt vorrangig dem Test der ausgewählten Methodik zur Untersuchung der Routenwahl von Radfahrern diente, wird zunächst auf die Evaluation dieser Methodik eingegangen. Im Anschluss wird die exemplarische deskriptive Auswertung der aufbereiteten Daten berichtet. Alle dargestellten Ergebnisse sind vor dem Hintergrund der geringen Stichprobengröße und der örtlichen Beschränkung auf den Studienort Chemnitz zu betrachten. Sie sind durch diese Einschränkungen nur bedingt aussagekräftig.

Insgesamt wurden von den 14 Probanden 104 Fahrten getätigt. In die Auswertung wurden nur vollständige Datensätze übernommen, zu denen verwertbare Videoaufzeichnungen sowie der entsprechende Eintrag im Wegetagebuch vorlagen. Ausschlussgründe waren Dunkelheit während der Videoaufzeichnung (55% der ausgeschlossenen Fahrten), die fehlende Kameraaufzeichnung (25% der ausgeschlossenen Fahrten), fehlende Wegetagebucheinträge (10% der ausgeschlossenen Fahrten) sowie ein ungünstiger Winkel der Kamera (10% der ausgeschlossenen Fahrten). Eine ungünstige Ausrichtung entstand z.B. durch eine zu lockere Wiederanbringung des DAS durch den Probanden, sodass das DAS während der Fahrt verrutschte, oder auch eine Anbringung durch den Probanden, die zwar die Markierungen beachtete, die Kameralinse aber nach hinten statt nach vorn zeigen ließ. Nach Eliminierung aller nicht-auswertbaren Fahrten blieben 81 vollständige Datensätze auf Fahrtebene, die in die Auswertung einbezogen wurden. Die Datensätze aus dem Fragebogen auf Personenebene konnten von allen 14 Probanden ausgewertet werden.

3.1 Fragebogendaten I: Evaluation der Methodik durch die Probanden

Die Bewertung des Wegetagebuchs und des Datenaufzeichnungsgerätes erfolgte durch die Probanden per Fragebogen zum Abbautermin. Zudem wurden allgemeine Fragen zur Teilnahme gestellt.

3.1.1 Datenaufzeichnungsgerät

Etwas weniger als die Hälfte (42,9%, $n = 6$) der 14 Probanden gab an, ein bis zwei Fahrten ohne Aufzeichnung gemacht zu haben. Die Gründe dafür (Mehrfachangaben waren möglich) waren Probleme mit dem Akku des Datenaufzeichnungsgerätes ($n = 4$), Vergessen des Gerätes ($n = 1$) und sonstige Probleme ($n = 2$) wie Funktionsprobleme der Halterung und Diebstahlgefahr. Kein Proband gab an, eine Route ohne Wegetagebucheintrag gefahren zu sein. Tatsächlich wurden lediglich zwei Routen identifiziert, bei denen der Wegetagebucheintrag fehlte.

Der überwiegende Anteil (85,7%, $n = 12$) der Probanden gab an, typisches Fahrverhalten während der Erhebung gezeigt zu haben. Die restlichen zwei Probanden fuhren mehr als gewöhnlich, da die Witterung gut war bzw. wenige Arbeitstermine anstanden und sie einige Fahrten extra für die Studie tätigten. Der Großteil der Routen der Probanden unterschied sich allerdings nicht von Fahrten, die sie ohne Datenaufzeichnungssystem getätigt hätten.

Die Probanden kamen gut bis sehr gut mit dem Gerät zurecht. Auf einer Skala von eins (sehr schlecht) bis fünf (sehr gut) wurde das Handling der VIRB X über alle Probanden hinweg im Mittel mit 4,43 ($SD = 0,51$) bewertet. Auch zwischen den Altersgruppen bestanden dabei keine Unterschiede. Demnach hatten auch die tendenziell weniger technikaffinen älteren Probanden nicht mehr Probleme mit der Bedienung als die jüngeren Probanden. Bis auf einen Probanden gab niemand an, sich durch die Kamera beobachtet gefühlt zu haben und kein Proband gab an, sich aufgrund der Kamera anders verhalten zu haben. Es wurden nur wenige Schwierigkeiten im Zusammenhang mit der Bedienung berichtet. Dabei wurden die umständliche Befestigung ($n = 3$) und die Wartezeit auf das GPS-Signal ($n = 1$) bemängelt. Die Schwierigkeiten mit der Halterung bezogen sich ausnahmslos auf die Schraubversion der Halterung. Die Clip-Halterung wurde nicht mehr als Problem bewertet. Die Verbesserungsvorschläge der Probanden bezogen sich daher ebenfalls vor allem auf die Schraubversion der Halterung ($n = 3$). Weiterhin wurde angegeben, dass die Akkulaufzeit ($n = 2$) verbessert sowie die GPS-Wartezeit verringert werden sollte ($n = 2$). Ein Proband wünschte sich eine ausführlichere Erklärung des Datenaufzeichnungsgerätes.

3.1.2 Wegetagebuch

Auch das Wegetagebuch wurde hinsichtlich seiner Gebrauchstauglichkeit auf der gleichen Skala bewertet und erzielte dort im Mittel einen Wert von 4,29 ($SD = 0,61$). Die Probanden kamen insgesamt also gut bis sehr gut mit dem Wegetagebuch zurecht. Diese Wertung unterschied sich zwischen der Online-Version und der Papierversion nicht, da jeder Proband die seiner Ausstattung und seinen Fähigkeiten entsprechende Version wählen konnte ($M_{\text{Online}} = 4,29$, $SD = 0,76$; $M_{\text{Papier}} = 4,29$, $SD = 0,49$). Drei Probanden berichteten Schwierigkeiten bei der Bedienung der App. In zwei Fällen wurde berichtet, dass es Probleme bereitet hatte, die Eintragung ins Wegetagebuch gleich im Anschluss an die Fahrt vorzunehmen und einer berichtete von einer Fehlermeldung. Die Probanden schlugen - bezogen auf die Onlineversion - vor, eine automatische Ausfüllfunktion bei mehrfach gefahrenen Strecken zur Verfügung zu stellen sowie eine von der Internetverbindung unabhängige App bereitzustellen. Bezogen auf die Papierversion wurde von einer Versuchsperson eine übersichtlichere Gestaltung vorgeschlagen. Andere Verbesserungsvorschläge bezogen sich auf die Möglichkeit, die Routen gesammelt am Computer eintragen zu können. Dies ist jedoch

nicht wünschenswert, um Erinnerungsverzerrungen zu vermeiden.

3.1.3 Fazit der Evaluation durch die Probanden

Insgesamt war die Bereitschaft der Probanden zu Aufzeichnungen und Eintragungen als gut einzuschätzen. Wurden Fahrten vom Datenaufzeichnungsgerät nicht aufgezeichnet, so lag dies meistens an der Akkulaufzeit und nie an mangelnder Bereitschaft der Probanden. Ebenso sind die zwei vergessenen Eintragungen im Wegetagebuch eine sehr geringe Zahl bei insgesamt 104 erfassten Fahrten. Die gute Einsatzbereitschaft der Probanden ist durch die leichte Bedienung von Datenaufzeichnungsgerät und Wegetagebuch gefördert worden. Hilfreich war dabei zweifelsohne die Wahlmöglichkeit zwischen den beiden Wegetagebuchversionen. Da die Probanden berichteten, sich durch die Anwesenheit der Kamera nicht anders verhalten zu haben, können durch Reaktivität bedingte Verhaltensänderungen, z.B. ein regelkonformeres Verhalten, weitgehend ausgeschlossen werden.

3.2 Fragebogendaten II: Fahrgewohnheiten, Nutzungsgründe, Routenwahl

Die Angaben aus dem Fragebogen liefern Informationen zu Fahrgewohnheiten und Nutzungsgründen der Probanden, sowie seitens der Pedelecfahrer erlebte Unterschiede zwischen der Nutzung von Fahrrad und Pedelec. Zudem wurde beleuchtet, wie die Probanden ihre Routen planen. Weiterhin wurden die Wichtigkeit verschiedener Routenwahldeterminanten sowie die Präferenzen für ihre einzelnen Ausprägungen erfragt. Die Daten des Fragebogens wurden auf Personenebene ausgewertet (siehe Abschnitt 2.5 sowie Bild 8).

3.2.1 Fahrerfahrung und Fahrgewohnheiten

Im Mittel wiesen die Probanden mit 32,6 Jahren ($SD = 20,0$) viel Fahrerfahrung mit dem Fahrrad oder Pedelec auf. Zwischen Probanden der beiden Altersgruppen lässt sich ein Unterschied erkennen: Probanden ab 63 Jahren wiesen mehr Jahre Fahrerfahrung auf ($M = 43,8$, $SD = 20,8$) als Probanden unter 63 Jahren ($M = 24,3$, $SD = 15,6$). Hinsichtlich des Geschlechts stellten sich keine größeren Unterschiede heraus ($M_{\text{Männer}}=31,5$, $SD = 21,6$; $M_{\text{Frauen}} = 34,2$, $SD = 19,5$). Die Probanden waren gebeten worden, ihre Fahrleistung in dem von ihnen subjektiv empfundenen Teil des Jahres mit gutem Wetter („Gutwetterperiode“) oder mit schlechtem Wetter („Schlechtwetterperiode“) anzugeben. In der „Gutwetterperiode“ gaben die Probanden an, im Durchschnitt etwa 95 km pro Woche zu fahren. Während der „Schlechtwetterperiode“ wurde nur noch gut ein Drittel davon gefahren. Bezogen auf die „Gutwetterperiode“ zeigten sich Unterschiede: Ältere Probanden fuhren im Mittel mehr Kilometer als jüngere und Männer mehr als Frauen. In der Schlechtwetterperiode gaben

die Fahrradfahrer im Mittel an, mehr als doppelt so viele Kilometer zu fahren wie die Pedelec-fahrer. Auch hier gaben ältere Probanden mehr Kilometer an als jüngere. Hinsichtlich des Geschlechts sind keine Unterschiede auffällig (siehe Tabelle 3).

	Fahrtkilometer pro Woche			
	„Gutwetterperiode“		„Schlechtwetterperiode“	
	<i>M</i>	<i>SD</i>	<i>M</i>	<i>SD</i>
Gesamt	94,6	56,6	34,6	24,7
<i>Nach Radtyp</i>				
Fahrrad	96,3	59,5	44,4	26,9
Pedelec	92,5	57,9	21,7	14,7
<i>Nach Altersgruppe</i>				
< 63 Jahre	79,4	52,4	30,6	22,1
≥ 63 Jahre	115,0	59,9	40,0	29,0
<i>Nach Geschlecht</i>				
Männer	116,9	21,6	35,6	25,0
Frauen	65,0	30,8	33,3	26,6

Tabelle 3: Fahrtkilometer in Gut- und Schlechtwetterperiode gesamt und nach Untergruppen (Angaben im Fragebogen).

3.2.2 Nutzungsgründe

Um einen Einblick zu erhalten, warum die Probanden ihr Fahrrad generell nutzen, bewerteten sie auf einer sechsstufigen Skala ihren Grad der Zustimmung zu verschiedenen Statements, wobei „1 = stimmt gar nicht“ und „6 = stimmt völlig“ bedeutete (siehe Bild 10). Die wichtigsten Gründe waren eher Gründe, die mit einem Zugewinn an Freude oder Lebensqualität in Verbindung standen. Die meiste Zustimmung erhielt das Item „Wegen der Freude am Radfahren“. Der zweitwichtigste Grund war, etwas „für die Gesundheit und Fitness zu tun“. Auf dem dritten Platz zeigte sich „weil ich direkt zum Ziel fahren kann“. Die Nutzungsgründe, die die wenigste Zustimmung erhielten, waren eher ökonomische bzw. defizitorientierte Gründe. Demnach fallen geringere Parkgebühren, fehlender ÖPNV oder fehlender Pkw als Fahrrad-/Pedelecnutzungsgrund eher weniger ins Gewicht.

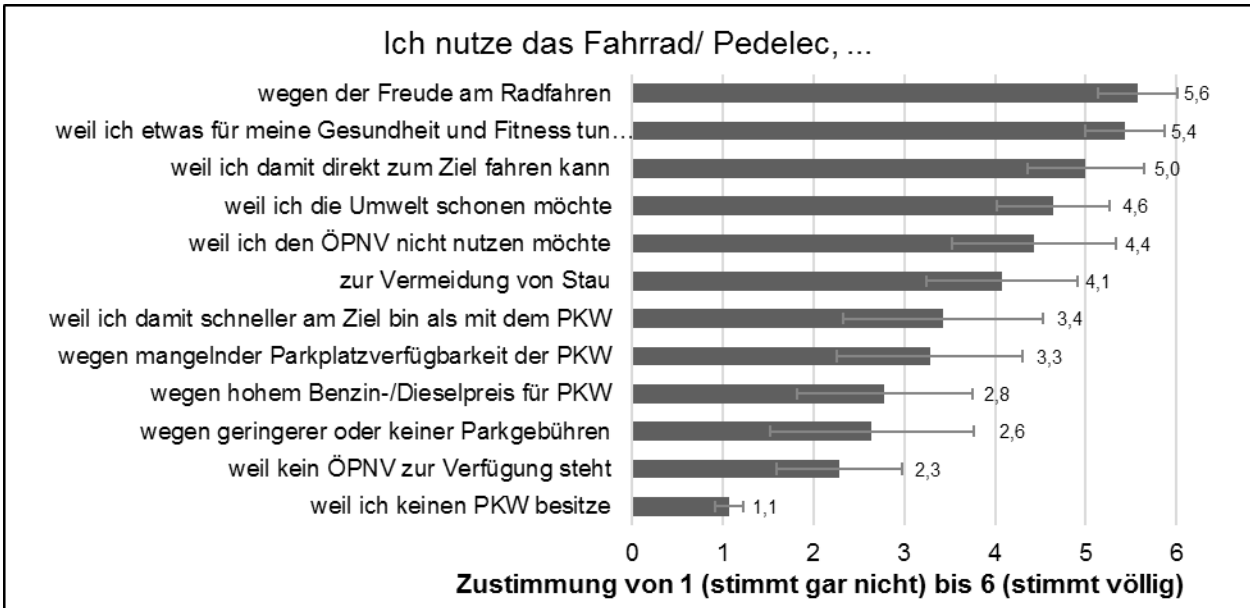


Bild 10: Nutzungsgründe für Fahrrad und Pedelec im Gesamtdurchschnitt (Angaben aus Fragebogen; N = 14).

Für Fahrrad- und Pedelecfahrer zeigten sich zum Teil Unterschiede bei der Bewertung der Nutzungsgründe ihres jeweiligen Fahrrads (siehe Tabelle 4). Für Fahrradfahrer ist die Freude am Radfahren der wichtigste Nutzungsgrund, für Pedelecfahrer ist es die Gesundheit und Fitness. Bei den beiden unwichtigsten Gründen stimmen die Fahrer beider Radtypen hingegen überein.

Nutzungsgründe Fahrradfahrer		Nutzungsgründe Pedelecfahrer	
	M SD		M SD
wegen der Freude am Radfahren	6,0 0,0	weil ich etwas für meine Gesundheit und Fitness tun möchte	5,2 0,8
weil ich etwas für meine Gesundheit und Fitness tun möchte	5,6 0,7	wegen der Freude am Radfahren*	5,0 0,9
weil ich damit direkt zum Ziel fahren kann	5,3 0,9	weil ich damit direkt zum Ziel fahren kann	4,7 1,4
weil ich den ÖPNV nicht nutzen möchte	5,0 1,1	weil ich die Umwelt schonen möchte	4,5 1,1
weil ich die Umwelt schonen möchte	4,8 1,2	zur Vermeidung von Stau	4,0 0,9
zur Vermeidung von Stau	4,1 1,8	weil ich den ÖPNV nicht nutzen möchte	3,7 1,9
weil ich damit schneller am Ziel bin als mit dem Pkw	3,6 1,9	wegen mangelnder Parkplatzverfügbarkeit der Pkw	3,3 2,2
wegen mangelnder Parkplatzverfügbarkeit der Pkw	3,3 2,2	weil ich damit schneller am Ziel bin als mit dem Pkw	3,1 2,1
wegen hohem Benzin-/Dieselpreis für Pkw	3,0 1,8	wegen geringerer oder keiner Parkgebühren	2,8 2,2
wegen geringerer oder keiner Parkgebühren	2,50 1,85	wegen hohem Benzin-/Dieselpreis für Pkw	2,50 1,64

Nutzungsgründe Fahrradfahrer		Nutzungsgründe Pedelecfahrer	
bühren			
weil kein ÖPNV zur Verfügung steht	2,25 1,39	weil kein ÖPNV zur Verfügung steht	2,33 1,03
weil ich keinen Pkw besitze	1,13 0,35	weil ich keinen Pkw besitze	1,00 0,00

Tabelle 4: Zustimmung zu Items bezogen auf die Nutzungsgründe, getrennt nach Radtyp, erhoben auf einer Skala von 1 - "stimmt gar nicht" bis 6 - "stimmt völlig" (erhoben im Fragebogen). Auflistung beginnend bei größter Zustimmung, endend bei geringster Zustimmung.

3.2.3 Fahrstil

Der Fahrstil der Probanden wurde auf einer Skala (POPKEN, 2009) erfasst, und zwischen routiniertem und vorsichtigem Fahrstil unterschieden. Auf einer siebenstufigen Skala, bei denen sich die Probanden je zwischen zwei gegenteiligen Adjektiven einordnen sollten, bewerteten sich die Probanden als durchschnittlich vorsichtig und als eher routiniert (siehe Tabelle 5). Im Vergleich zu Fahrradfahrern schätzen sich Pedelecfahrer etwas vorsichtiger ein. Auch die älteren Probanden schätzten sich als vorsichtiger ein als die Probanden unter 63 Jahren. Frauen gaben an, etwas vorsichtiger zu fahren als Männer. Hinsichtlich der Routine sind keine größeren Unterschiede zwischen den Gruppen erkennbar.

	Fahrstil			
	Vorsichtig- keit		Routine	
	M	SD	M	SD
Gesamt	3,77	1,16	5,41	0,58
<i>Nach Radtyp</i>				
Fahrrad	3,35	0,99	5,5	0,68
Pedelec	4,33	1,22	5,3	0,45
<i>Nach Altersgruppe</i>				
<63 Jahre	3,52	1,14	5,45	0,33
≥63 Jahre	4,11	1,21	5,37	0,85
<i>Nach Geschlecht</i>				
Männer	3,46	1,01	5,4	0,45
Frauen	4,19	1,31	5,43	0,77

Tabelle 5: Fahrstil gesamt und nach Untergruppen (Angaben im Fragebogen).

3.2.4 Nutzungsunterschiede zwischen Fahrrad und Pedelec

Probanden, die in der vorliegenden Studie ein Pedelec nutzten, bewerteten auf einer siebenstufigen Skala, inwieweit sich die Nutzung ihres Pedelecs von der eines

konventionellen Fahrrads unterschied. Dafür ordneten sie ihre Einschätzung pro Frage zwischen zwei gegensätzlichen Adjektiven ein. Um zu ermitteln, wo Unterschiede zwischen Fahrrad und Pedelec bestehen, wurde pro Aussage die mittlere Abweichung von der mittleren, neutralen Antwortoption ermittelt. Die Ergebnisse sind in Tabelle 6 dargestellt. Die größten Unterschiede zeigten sich für die Aussagen zur Bewältigung steiler Anstiege und dem Beschleunigen (Abweichung 2,5 Punkte). Steilere Anstiege würden mit dem Pedelec häufiger als mit dem konventionellen Rad gefahren werden und das Beschleunigen falle mit einem Pedelec leichter. Bezogen auf die Streckenlänge seien die gefahrenen Strecken mit dem Pedelec länger als die mit dem Fahrrad. Bezüglich der Geschwindigkeit gaben die Fahrer an, mit dem Pedelec schneller zu fahren als mit dem Fahrrad. Für die Fragen bezüglich des Wohlbefindens auf Strecken mit motorisiertem Verkehr, der Kontrolle über das Rad und die Routenwahl zeigten sich keine klaren Unterschiede.

Abweichung zur Mitte	Aussage	Tendenz	M	SD
2,50	Im Vergleich zum Rad fahre ich steile Anstiege...	häufiger	5,83	0,75
2,50	Im Vergleich zum Rad fällt mir das Beschleunigen...	leichter	6,17	0,75
2,17	Im Vergleich zum Rad sind die gefahrenen Strecken...	länger	6,50	0,84
1,83	Im Vergleich zum Rad fahre ich...	schneller	3,83	0,41
0,50	Im Vergleich zum Rad fühle ich mich auf Strecken mit motorisiertem Verkehr...	wohler	4,50	0,55
-0,17	Im Vergleich zum Rad fühle ich mich bezogen auf die Kontrolle über mein Rad...	unsicherer	6,50	0,55
-0,17	Im Vergleich zum Rad mache ich mir... Gedanken über die Routenwahl	weniger	3,83	1,94

Tabelle 6: Unterschiede zwischen Fahrrad und Pedelec, von Pedelecfahrern bewertet, geordnet nach der Abweichung von der neutralen Mittelkategorie (Angaben aus Fragebogen; $N = 6$).

3.2.5 Wegeplanung

Um einen Einblick zu erhalten, wie Fahrrad- und Pedelecfahrer bei der Planung neuer Routen vorgehen, wurden sie sowohl hinsichtlich des Planungszeitpunktes als auch der Informationsquelle befragt. Dabei waren Mehrfachangaben zulässig. Wie in Bild 11 ersichtlich, gab die Mehrzahl der Probanden an, neue Routen generell spontan (71,4%) oder am selben Tag der Fahrt (42,9%) zu planen. Nur noch ein knappes Drittel berichtete am Vortag bzw. mehrere Tage im Voraus zu planen. Bei der Betrachtung der

Radtypen sticht heraus, dass Pedelecfahrer jeweils häufiger als der Gesamtschnitt angeben, die Routen spontan bzw. am selben Tag der Fahrt zu planen, während die in etwa gleich alten Fahrradfahrer überdurchschnittlich häufig ein oder mehrere Tage im Voraus planen. Dies könnte durch die zum Teil bessere technische Ausstattung von Pedelecs mit Navigationssystemen o.ä. begründet sein. Ein ähnliches Muster zeigte sich für die Altersgruppen (siehe Bild 12). Dort gaben überdurchschnittlich häufig Probanden unter 63 Jahren an, spontan bzw. am gleichen Tag zu planen, während von älteren Probanden am Vortag oder mehrere Tage im Voraus geplant wurde. Hier könnte eine zwischen den Altersgruppen unterschiedliche Technikaffinität eine Rolle spielen, wenn die jüngeren z.B. Navigationsgeräte einsetzen.

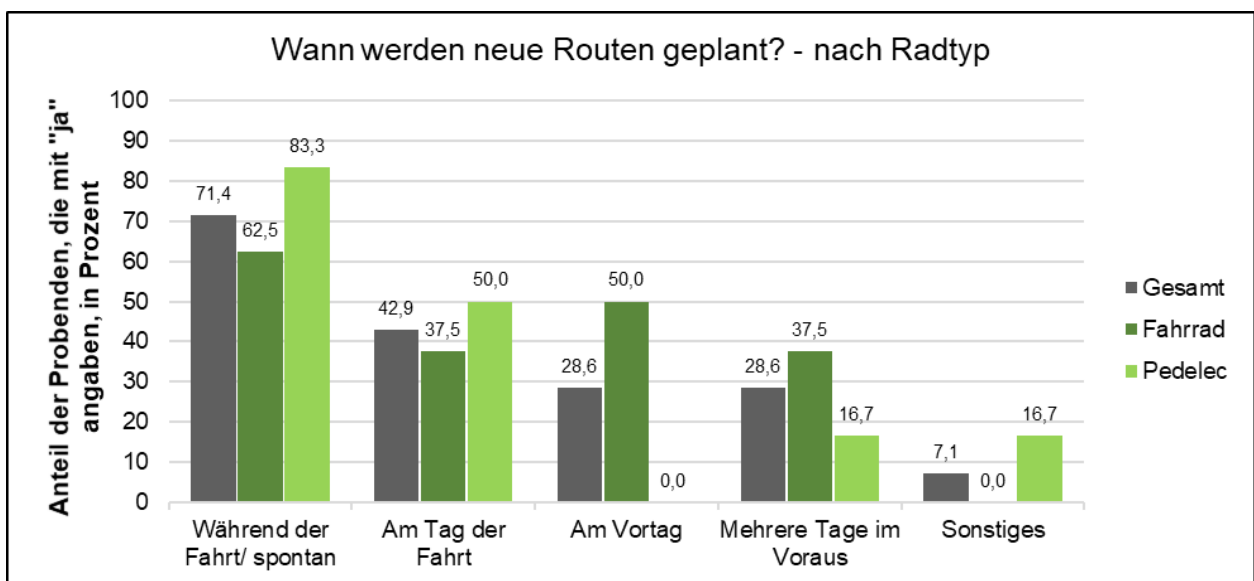


Bild 11: Planungszeitpunkt neuer Routen nach Radtyp (Angaben aus Fragebogen; Gesamt: $N = 25$; Fahrrad: $n = 15$; Pedelec: $n = 10$), Mehrfachantworten möglich.

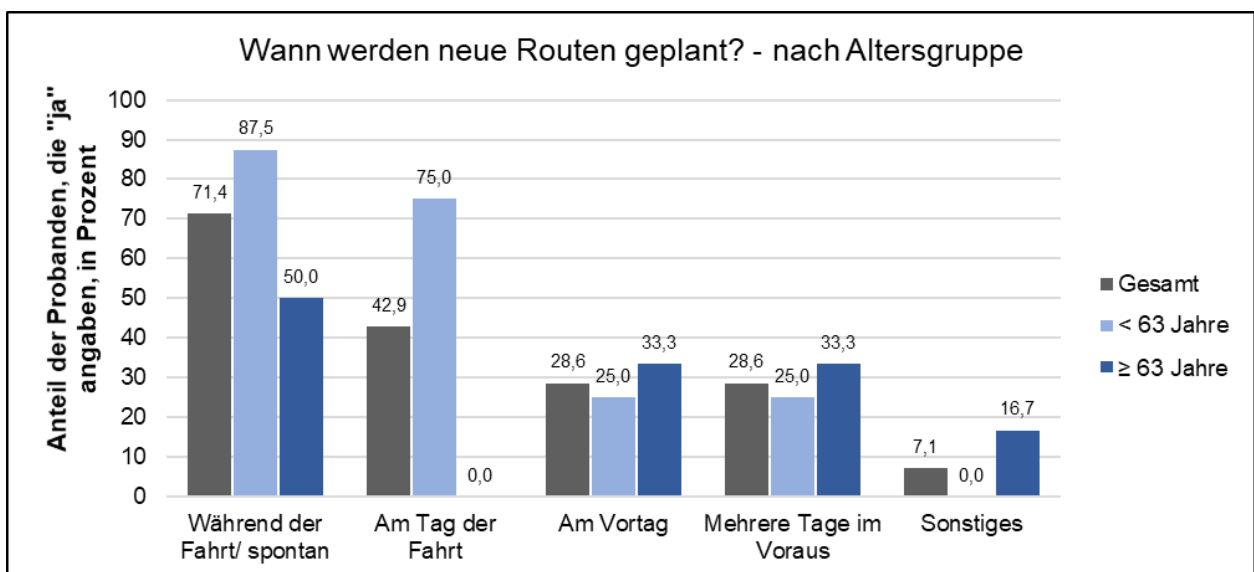


Bild 12: Planungszeitpunkt neuer Routen nach Altersgruppe (Angaben aus Fragebogen; Gesamt: $N = 25$; < 63 Jahre: $n = 17$; ≥ 63 Jahre: $n = 8$), Mehrfachantworten möglich.

Am häufigsten werden neue Routen mithilfe von Informationen aus dem Gedächtnis geplant (92,2%, siehe Bild 13). Auf dem zweiten Platz liegen Online-Kartendienste wie z.B. Google Maps, werden also häufiger als die herkömmlichen Karten genutzt. Weiterhin nutzen die Probanden Straßenschilder, Tipps von Bekannten und klassische Karten. Auffällig ist die große Diskrepanz zwischen Fahrrad- und Pedelecfahrern bei den Onlinekartendiensten. Diese nutzen die Pedelecfahrer ihrer Aussage nach mehr als doppelt so häufig wie die Fahrradfahrer. Wie in Bild 14 zu erkennen ist, nutzen Probanden unter 63 Jahren etwas weniger Informationen aus dem Gedächtnis, während sie alle anderen Informationsquellen, darunter auch Onlinekartendienste, häufiger als die Probanden ab 63 Jahren angaben.

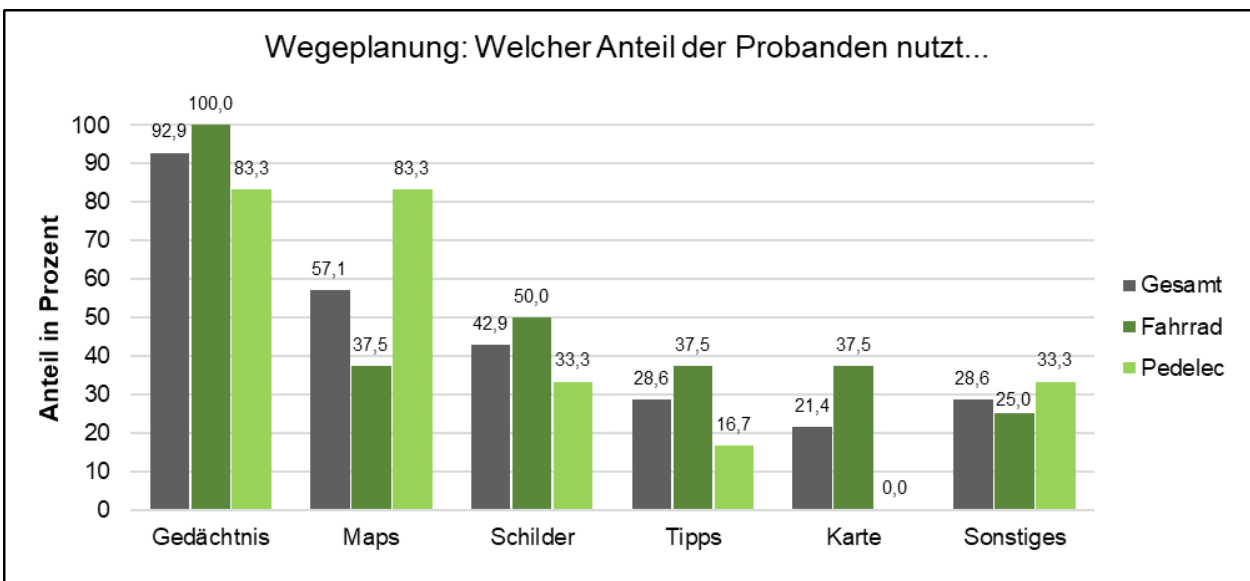


Bild 13: Informationsquellen zur Planung neuer Routen nach Radtyp (Angaben aus Fragebogen; Gesamt: N = 38; Fahrrad: n = 23; Pedelec: n = 15), Mehrfachantworten möglich.

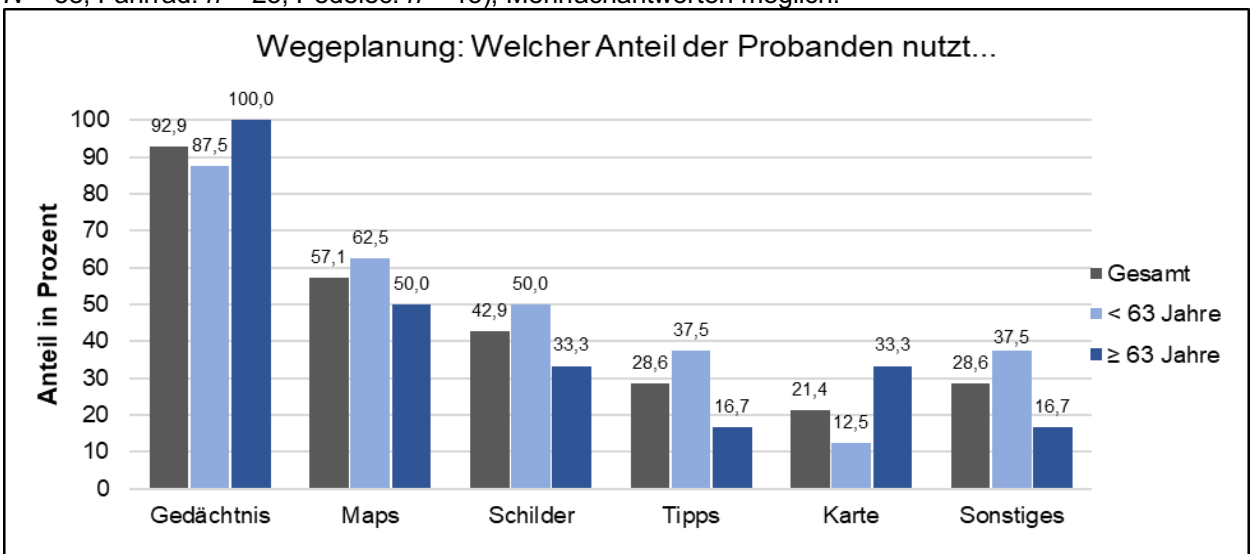


Bild 14: Informationsquellen zur Planung neuer Routen nach Altersgruppe (Angaben aus Fragebogen; Gesamt: N = 38; < 63 Jahre: n = 23 ; ≥ 63 Jahre: n = 15), Mehrfachantworten möglich.

Fahrtübergreifende Routenwahl-Determinanten

Im Fragebogen wurden den Probanden folgende Routenwahldeterminanten präsentiert:

- Infrastruktur
- Streckenlänge
- Oberflächenbeschaffenheit
- Steigungen
- Kreuzungen und Lichtsignalanlagen
- Verkehrsdichte
- Geschwindigkeit des angrenzenden Verkehrs
- Landschaft/ Natur
- „Sicherheit“

Diese wurden zunächst hinsichtlich ihrer Wichtigkeit für die Routenwahl auf einer Skala von „1 = gar nicht wichtig“ bis „6 = sehr wichtig“ bewertet (siehe Bild 15). Insgesamt lässt sich erkennen, dass alle Mittelwerte in den oberen Bereichen ab drei angesiedelt sind. Das bedeutet, dass den Probanden alle genannten Optionen zumindest teilweise wichtig sind. Es zeigen sich klare Präferenzen. Die wichtigsten situationsübergreifenden Determinanten sind für die Probanden Landschaft/ Natur, Sicherheit und Infrastruktur. Als relativ wichtig für die Routenwahl wurden ebenfalls die Geschwindigkeit des angrenzenden Verkehrs, die Verkehrsdichte, Oberflächenbeschaffenheit und Streckenlänge bewertet. Weniger relevant, aber dennoch mit Werten über drei als ein wenig wichtig eingestuft, liegen Kreuzungen und Lichtsignalanlagen sowie Steigungen. Diese Faktoren sind laut Angabe der Probanden weniger wichtig für die Wahl ihrer Route. Den Probanden wurde auch die Möglichkeit gegeben, weitere für sie wichtige Routenwahldeterminanten frei anzugeben. Dabei traten einige wenige Einzelnennungen auf, u.a. seien wenige Hauptstraßen, die Tageszeit (Tag oder Nacht) sowie die Verknüpfung von Punkten mit Besorgungen oder „Points of Interest“ wichtig. Ein Vergleich dieser berichteten Determinanten mit den Ergebnissen der Videoauswertungen findet sich in Abschnitt 3.2.9.

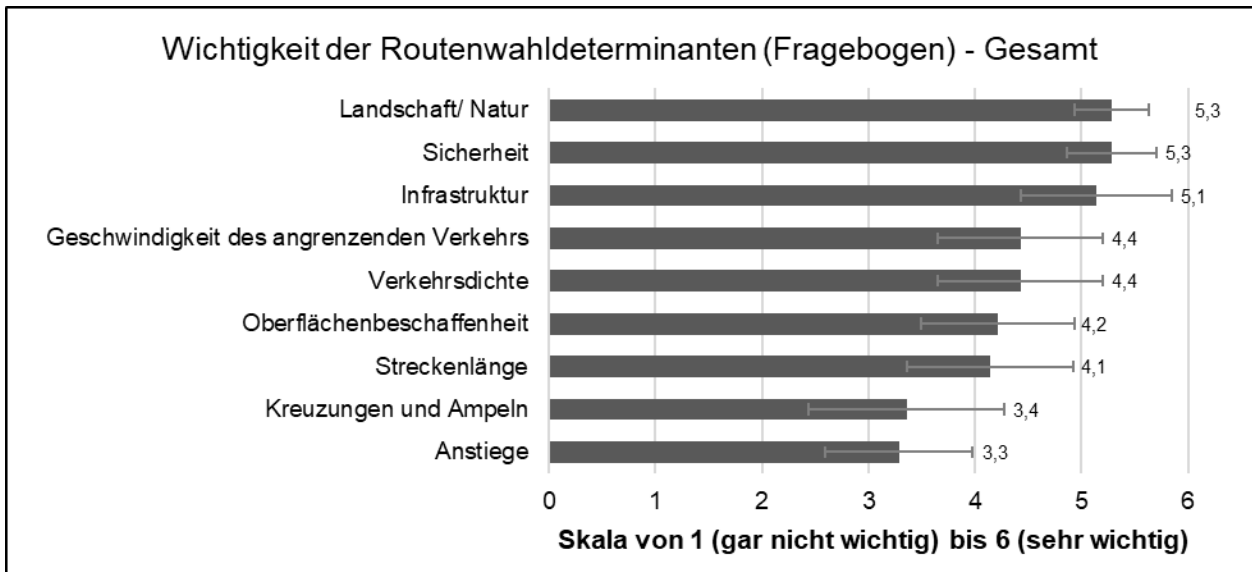


Bild 15: Wichtigkeit von Routenwahldeterminanten, bewertet auf einer 6-stufigen Skala (Angaben aus Fragebogen; $N = 14$).

Zu jeder dieser Determinanten wurden die Probanden zu ihren Präferenzen für verschiedene Ausprägungen der einzelnen Determinanten (siehe Anhang D) befragt, um einen Einblick zu gewinnen, welche Ausprägungen bevorzugt und welche eher abgelehnt werden. Dafür bewerteten die Probanden ihre Haltung gegenüber den einzelnen Optionen auf einer Skala von minus drei bis drei, wobei minus drei Abneigung („mag ich nicht“), null keine Meinung und drei Präferenz („mag ich sehr“) bedeutete. Über alle Probanden hinweg zeigte sich, dass hinsichtlich der Infrastrukturtypen (siehe Bild 16) die stärkste Präferenz für den separaten Radweg besteht. Ebenso präferiert werden weitere Anlagen wie Feld- bzw. Waldwege, Radfahrstreifen, verkehrsberuhigter Bereich und gemeinsamer Geh- und Radweg. Leichte Abneigung besteht gegen den Gehweg, den Mischverkehr ohne Schutzstreifen („normale Fahrbahn“) sowie die Fußgängerzone, bei denen eine (starke) Mischung der verschiedenen Verkehrsteilnehmergruppen stattfindet bzw. der Verkehr generell dichter ist. Zwischen den Radtypen zeigten sich bei einigen Ausprägungen der Infrastruktur Unterschiede. Besonders interessant sind dabei Infrastrukturarten, bei denen sich die grundlegende Ausrichtung bezüglich Präferenz oder Abneigung unterscheidet. Dies betrifft den gemeinsamen Geh- und Radweg, welchen Fahrradfahrer mit einer leichten Abneigung bewerteten, Pedelec-fahrer jedoch präferieren. Da Pedelec- und Radfahrer im Schnitt etwa gleich alt waren, könnte dies durch die Tatsache begründet sein, dass Pedelec-fahrer das Beschleunigen, z.B. wenn sie durch Fußgänger bremsen mussten, leichter fällt. Demgegenüber zeigten Fahrradfahrer eine leichte Präferenz für den Mischverkehr (normale Fahrbahn) und Pedelec-fahrer hier eher Abneigung.

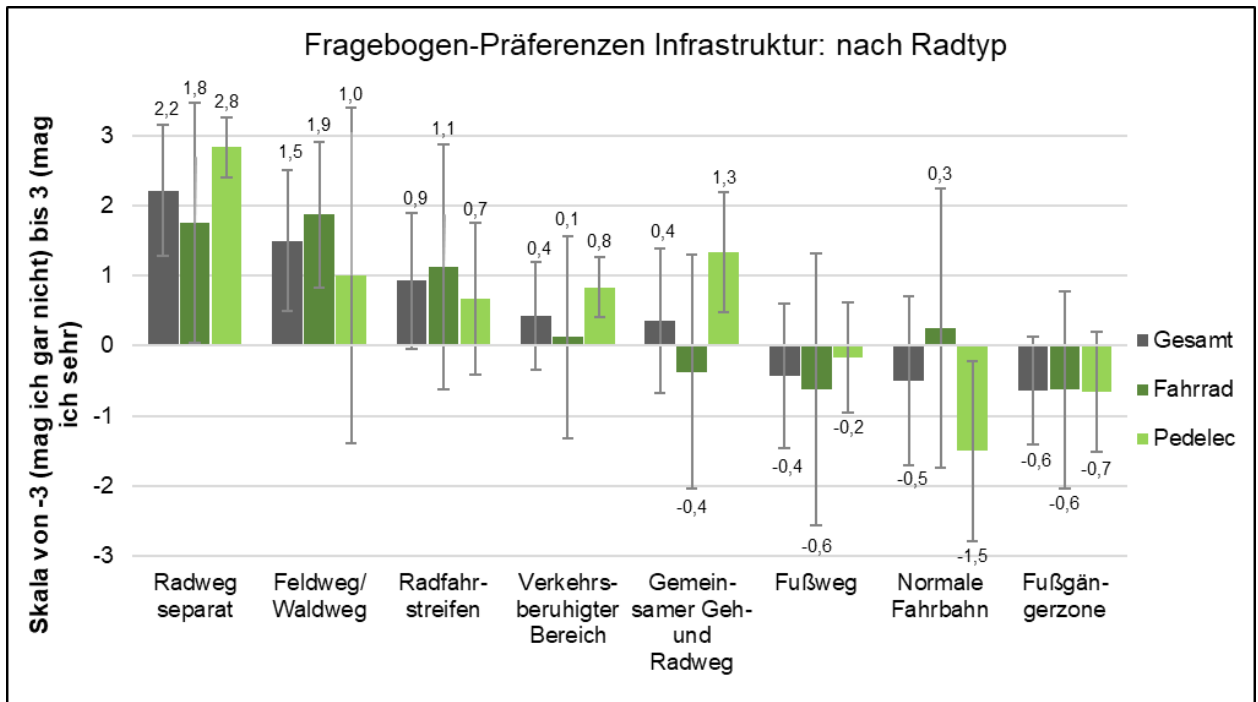


Bild 16: Präferenzen für Infrastrukturtypen, bewertet auf einer 7-stufigen Skala, nach Radtypen (Angaben aus Fragebogen; Gesamt: $N = 14$; Fahrrad: $n = 8$; Pedelec: $n = 6$).

Die Angaben hinsichtlich der Präferenzen zu verschiedenen Ausprägungen der Streckenlänge unterschieden sich über alle Probanden hinweg eher wenig (siehe Bild 17). Mit geringem Abstand wurde eine kurze Fahrtroute über alle Probanden hinweg stärker präferiert als eine längere Route bzw. kürzere Fahrtzeit. Eine Ausnahme zeigt sich für die Fahrradfahrer, welche eine längere Route präferierten, während die Pedelec-fahrer eine minimale Abneigung gegen eine längere Route angaben. Die Fahrradfahrer sind möglicherweise bereit, Umwege in Kauf zu nehmen, um z.B. Anstiege zu vermeiden.

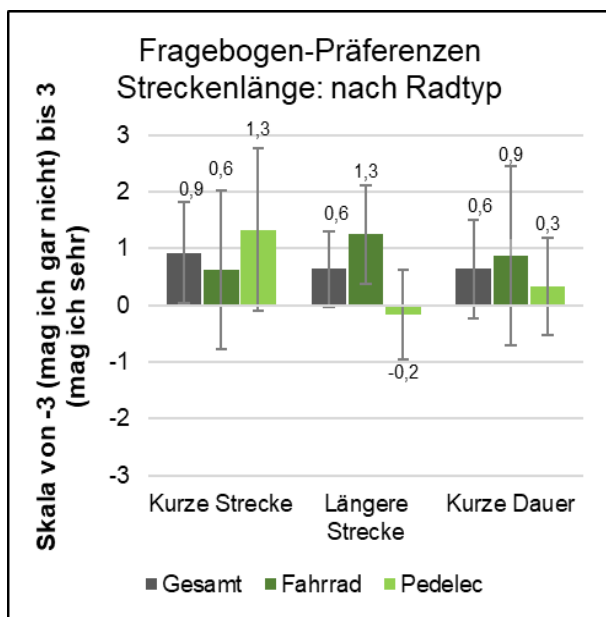


Bild 17: Präferenzen für Streckenlängen, bewertet auf einer 7-stufigen Skala, nach Radtypen (Angaben aus Fragebogen; Gesamt: $N = 14$; Fahrrad: $n = 8$; Pedelec: $n = 6$).

In Hinblick auf die Determinante Oberflächenbeschaffenheit ist die am stärksten präferierte Oberfläche (siehe Bild 18) für Rad- und Pedelecfahrer gleichermaßen glatter Beton oder Asphalt. Eine Oberfläche aus Pflaster, unbefestigte Oberflächen (wie „Sand/ Kies/ Erde“) sowie Kopfsteinpflaster werden jeweils nicht präferiert, wobei das unwegsame Kopfsteinpflaster die am geringsten präferierte Oberfläche darstellt.

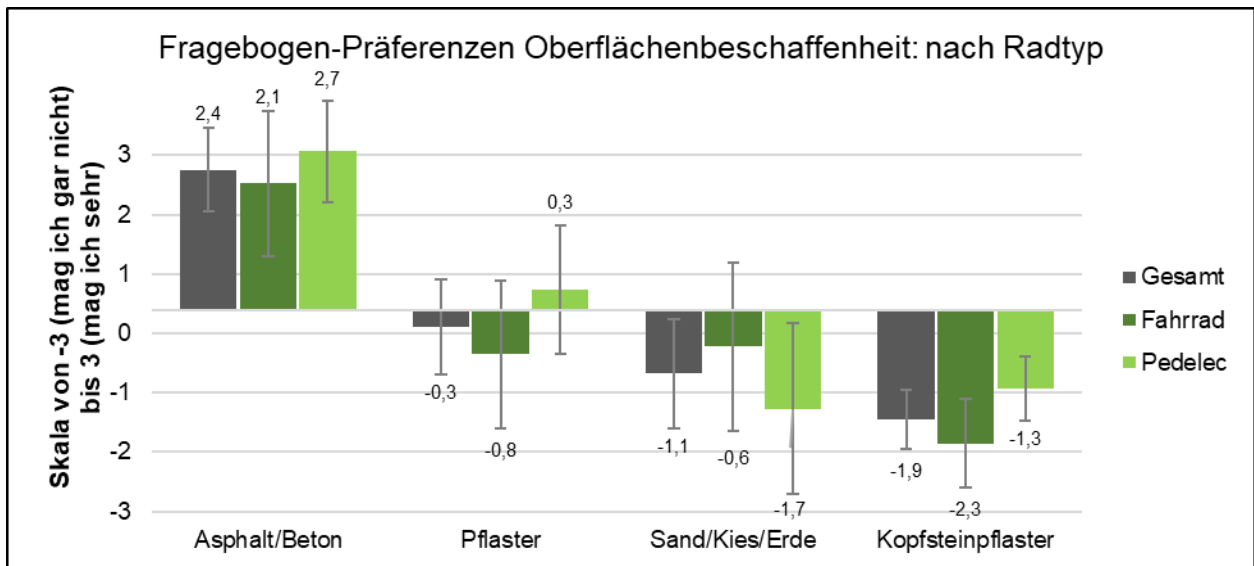


Bild 18: Präferenzen für Arten von Oberflächenbeschaffenheit, bewertet auf einer 7-stufigen Skala, nach Radtypen (Angaben aus Fragebogen; Gesamt: $N = 14$; Fahrrad: $n = 8$; Pedelec: $n = 6$).

Bezogen auf die Steigungen (siehe Bild 19) standen lediglich die Ausprägungen „flach“ und „hügelig“ zur Bewertung. Mit kleinem Abstand wurde die flache Route positiver bewertet als eine hügelige Route. Pedelecfahrer präferierten die flache Route stärker als Fahrradfahrer. Möglicherweise kann man auf der flachen Route die Vorteile des Pedelecs, wie eine höhere Geschwindigkeit, besser nutzen. Bei der hügeligen Route sind kaum Unterschiede auszumachen.

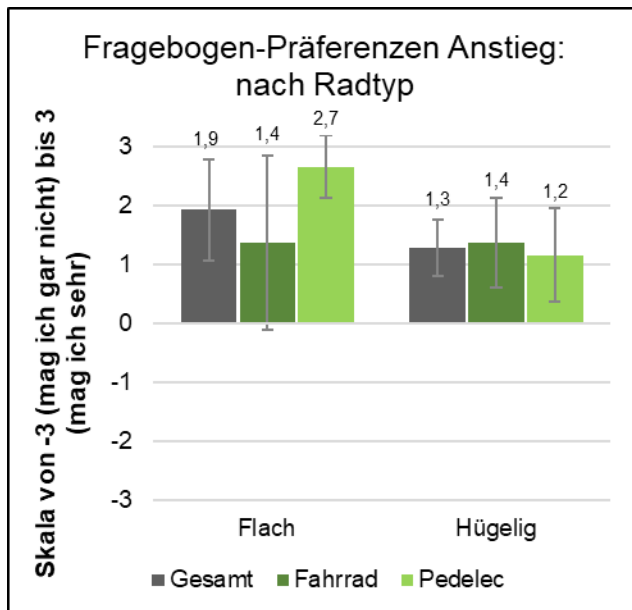


Bild 19: Präferenzen für Steigungen, bewertet auf einer 7-stufigen Skala, nach Radtypen (Angaben aus Fragebogen; Gesamt: $N = 14$; Fahrrad: $n = 8$; Pedelec: $n = 6$).

Für Kreuzungen und Lichtsignalanlagen wurden sowohl wenige Lichtsignalanlagen ($M = 1,9$; $SD = 1,1$) als auch wenige Kreuzungen ($M = 1,6$; $SD = 1,2$) von den Probanden präferiert. Dabei ließen sich keine auffallenden Unterschiede zwischen Fahrrad- und Pedelecfahrern erkennen, weder bei den Lichtsignalanlagen ($M_{\text{Fahrrad}} = 2,0$, $SD = 1,3$; $M_{\text{Pedelec}} = 1,8$, $SD = 0,8$), noch bei den Kreuzungen ($M_{\text{Fahrrad}} = 1,6$, $SD = 1,2$; $M_{\text{Pedelec}} = 1,5$, $SD = 1,4$).

Auch bezogen auf die Verkehrsdichte (siehe Bild 20) wurden alle Ausprägungen positiv bewertet. Eine sehr deutliche Präferenz gaben die Probanden für eine geringe Dichte des motorisierten Verkehrs an. Ebenfalls, aber nicht ganz so deutlich, wurde eine geringe Dichte des nichtmotorisierten Verkehrs bevorzugt, sowohl bezogen auf Fußgänger als auch andere Radfahrer. Zwischen Fahrrad- und Pedelecfahrern zeigten sich diesbezüglich keine größeren Unterschiede.

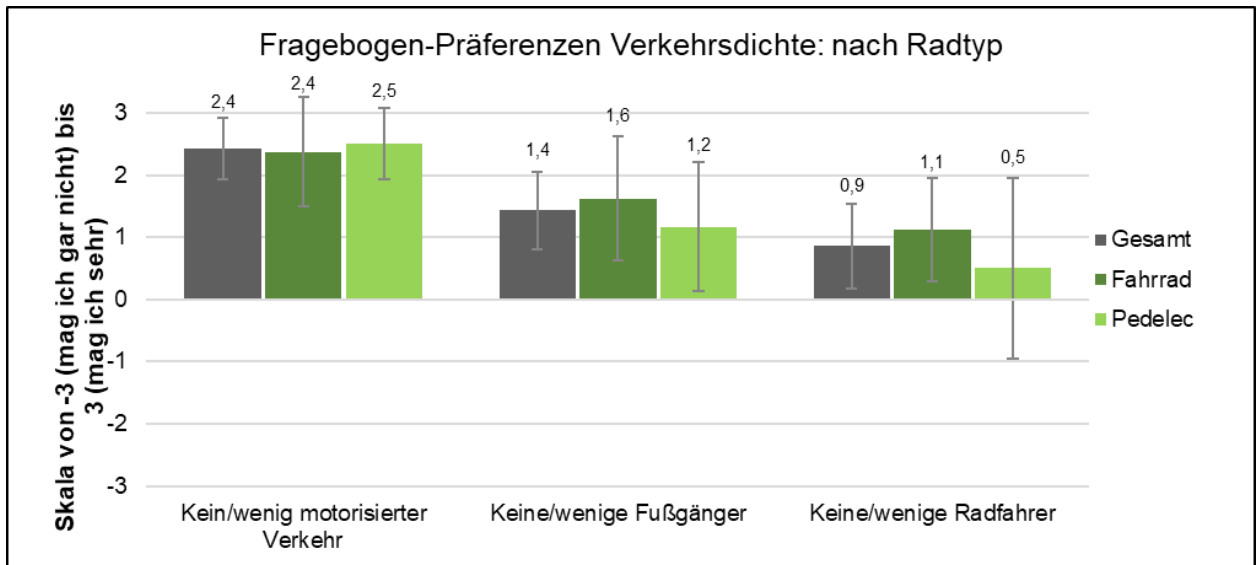


Bild 20: Präferenzen für Verkehrsdichte unterteilt nach Verkehrsteilnehmern, bewertet auf einer 7-stufigen Skala, nach Radtypen (Angaben aus Fragebogen; Gesamt: $N = 14$; Fahrrad: $n = 8$; Pedelec: $n = 6$).

Angrenzender Verkehr, der eher langsam ist, wurde im Vergleich zu dem in Innenstädten schnelleren Verkehr bevorzugt (siehe Bild 21). So zeigten alle Probanden, unabhängig vom Radtyp, eine Präferenz für Schrittgeschwindigkeit des Umgebungsverkehrs bzw. eine Geschwindigkeit bis 30 km/h der anderen Verkehrsteilnehmer, während schnellere Fahrzeuge eher abgelehnt wurden.

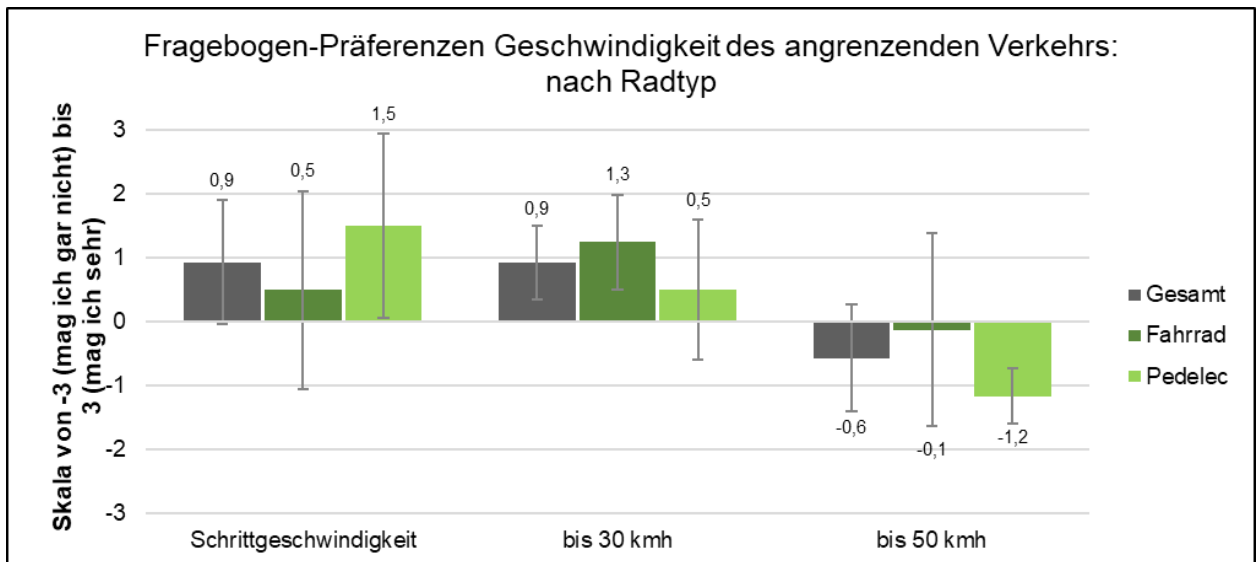


Bild 21: Präferenzen für die Geschwindigkeit des angrenzenden Verkehrs, bewertet auf einer 7-stufigen Skala, nach Radtypen (Angaben aus Fragebogen; Gesamt: $N = 14$; Fahrrad: $n = 8$; Pedelec: $n = 6$).

Alle Probanden, Fahrrad- und Pedelecfahrer gleichermaßen, berichteten eine hohe Präferenz ($M = 2,7$; $SD = 0,6$) für eine schöne Landschaft und Natur. Es zeigten sich

keine Unterschiede zwischen Fahrrad- ($M = 2,8$; $SD = 0,7$) und Pedelecfahrern ($M = 2,7$; $SD = 0,5$).

Die Probanden sollten zudem verschiedene Faktoren zur Sicherheit bewerten (siehe Bild 22). Alle wurden positiv bewertet und es fallen dabei keine deutlichen Unterschiede zwischen Fahrrad- und Pedelecfahrern auf. Die Verkehrssicherheit wurde am höchsten bewertet. Diese ist ihnen bei der Wahl einer Route am wichtigsten. Auch eine gute Beleuchtung der Route und die Vermeidung kriminalitätsbelasteter Bereiche werden deutlich präferiert. Dass die Route nicht einsam ist, spielte eine geringere Rolle.

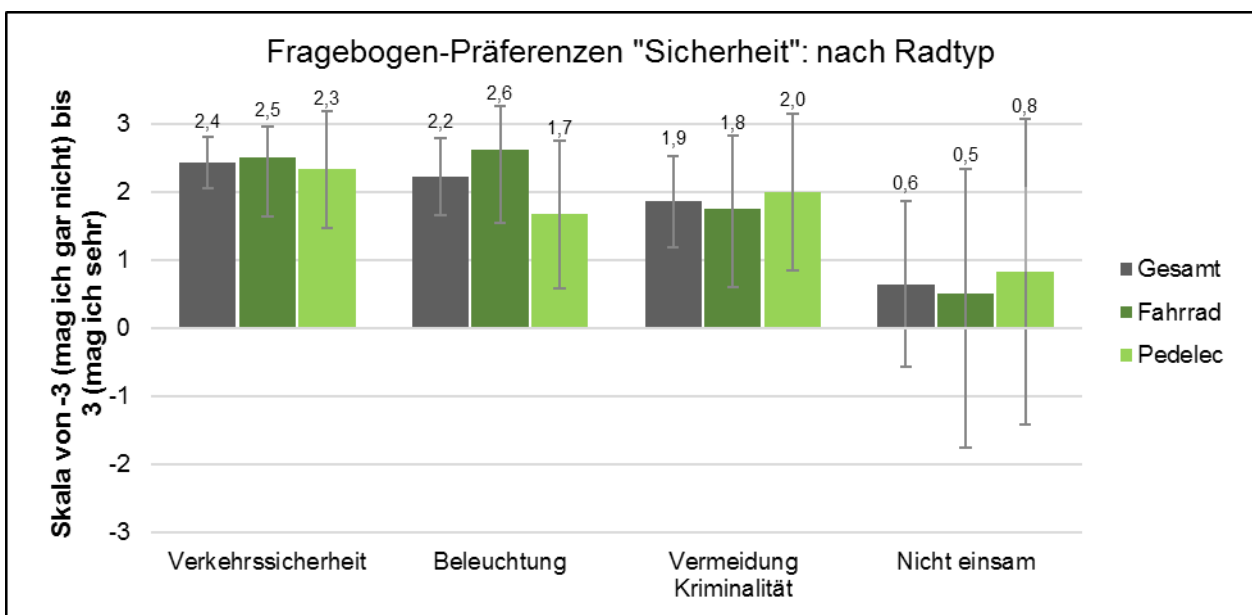


Bild 22: Präferenzen für Formen von Sicherheit, bewertet auf einer 7-stufigen Skala, nach Radtypen (Angaben aus Fragebogen; Gesamt: $N = 14$; Fahrrad: $n = 8$; Pedelec: $n = 6$).

Wegetagebuchdaten

Das Wegetagebuch liefert genauere Einblicke in den Zweck der Fahrt, Begleiter während des Fahrens sowie die konkret für die entsprechende Route wichtigen Routenwahldeterminanten. Die Daten des Wegetagebuchs wurden auf Fahrtebene ausgewertet (siehe Abschnitt 2.5.1 sowie Bild 8).

3.2.6 Wegetagebuchtypen

Das Wegetagebuch lag in zwei verschiedenen Formen vor (siehe Abschnitt 2.3.2). Beide Versionen wurden jeweils von sieben Probanden verwendet. Die Onlineversion wurde hauptsächlich von jüngeren Probanden genutzt ($n_{\text{Jüngere}}=6$ (85,7%), $n_{\text{Ältere}}=1$ (14,3%)). Probanden über 63 Jahre nutzten mehrheitlich die Papierversion des

Wegetagebuchs ($n_{\text{Jüngere}}=2$ (28,6%), $n_{\text{Ältere}}=5$ (71,4%)).

3.2.7 Fahrtzweck

Je ein Drittel der Fahrten wurde als Arbeits- bzw. Ausbildungswege oder Freizeitfahrten getätigt (siehe Bild 23). Einkäufe machten ca. ein Fünftel aller Routen aus. Bei den sonstigen Angaben nannten einige Probanden, Routen speziell für die Studie getätigt zu haben, z.B. An- und Abreise zu den Terminen oder die Wahl einer besonders abwechslungsreichen Route ($n = 6$; 75% der Sonstiges-Antworten). Weitere Angaben betrafen private Erledigungen wie z.B. einen Zahnarztbesuch ($n = 2$; 25% der Sonstiges-Antworten). Erkennbar ist ein höherer Anteil der Pendler- und Freizeitfahrten bei Pedelecfahrern im Vergleich zu Fahrradfahrern. Dagegen gaben mehr Fahrradfahrer als Pedelecfahrer an, Fahrten zum Einkaufen gemacht zu haben. In der Gruppe der Fahrradfahrer ist aber eine höhere Anzahl an Personen nicht berufstätig als in der Gruppe der Pedelecfahrer. Eventuell könnte in dieser Gruppe mehr Zeit für Einkäufe mit dem Rad vorhanden sein.

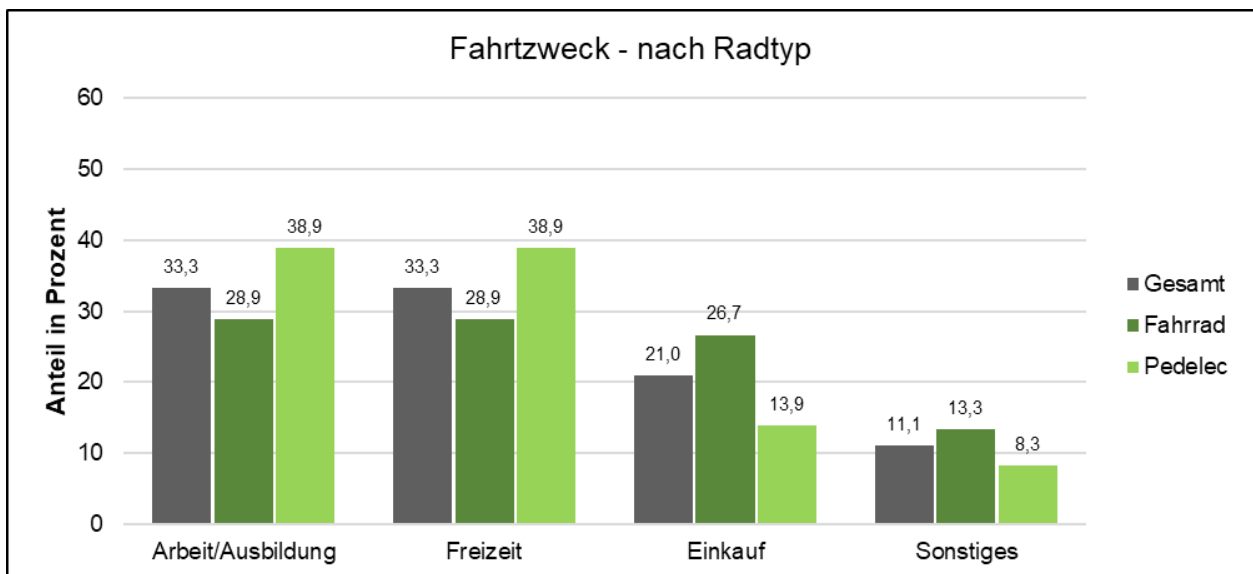


Bild 23: Anteile der Fahrtzwecke an allen Fahrten, nach Radtypen (Angabe im Wegetagebuch; Gesamt: $n = 80$; Fahrrad: $n = 44$; Pedelec: $n = 36$).

Bei der Betrachtung der Fahrtzwecke nach Altersgruppen (siehe Bild 24) ist erkennbar, dass die Probanden unter 63 Jahren aufgrund ihrer Berufstätigkeit weitaus häufiger (52,3%) als die älteren (10,8%) angaben, zur Arbeit oder Ausbildung zu fahren. Die älteren Probanden tätigten überdurchschnittlich viele Freizeit- oder Einkaufsfahrten.

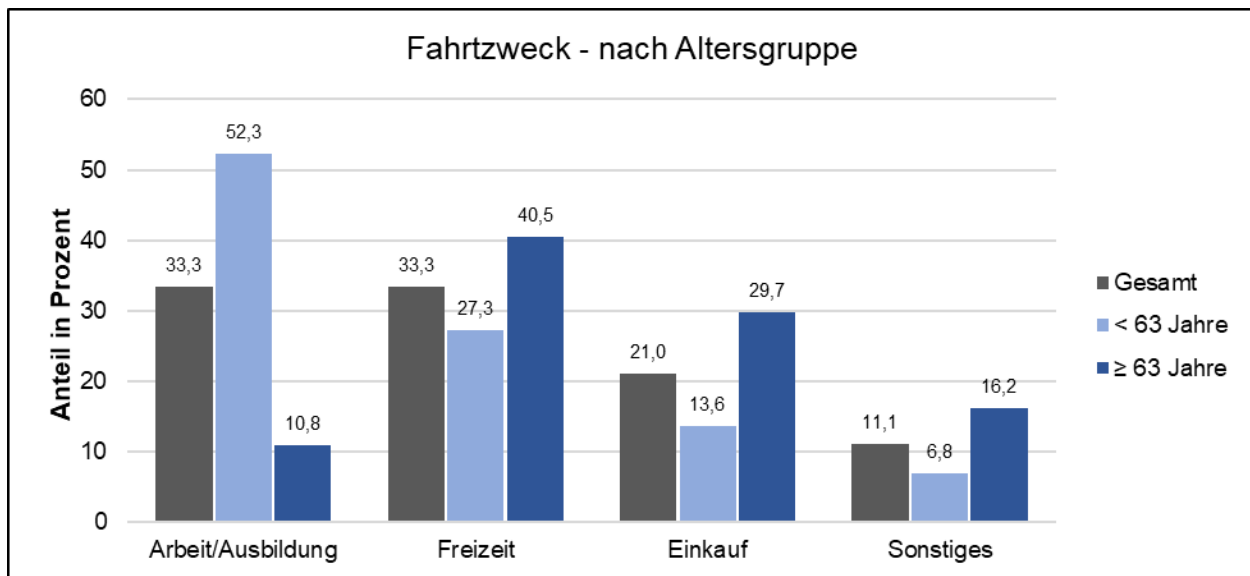


Bild 24: Anteile der Fahrtzwecke an allen Fahrten, nach Altersgruppe (Angabe im Wegetagebuch; Gesamt: $n = 80$; < 63 Jahre: $n = 44$; ≥ 63 Jahre: $n = 36$).

3.2.8 Begleitung

Die meisten Fahrten ($n = 74$; 91,4%) fanden ohne Begleitung statt. Wenn eine Begleitperson beim Fahren dabei war, war es ein Erwachsener ($n = 4$; 4,9%). Zudem wurde bei $n = 6$ (7,4%) der Fahrten angegeben, Gepäck dabeizuhaben. Zum Teil wurden die Begleitung durch einen Erwachsenen und Gepäck beide bei der selben Route angegeben.

3.2.9 Wichtigkeit Routenwahldeterminanten und Vergleich mit Fragebogen-Daten

Im Wegetagebuch wurden ebenfalls die Routenwahldeterminanten - hier jedoch für die jeweilige Route - erhoben. Die Probanden sollten dafür aus einer Liste maximal drei für ihre Routenwahl relevante Kriterien auswählen und diese der Wichtigkeit nach ordnen. Das wichtigste Kriterium wurde dabei ganz nach oben gestellt. Es wurde im Rahmen der Auswertung mit dem Punktwert drei bewertet. Das zweitwichtigste Kriterium (falls vorhanden) bekam zwei Punkte und das dritte einen Punkt. Aus diesen Daten wurde ein Punktwert für jedes Kriterium errechnet. Je höher die Werte, desto wichtiger ist die Determinante. Die Ergebnisse werden im folgenden Abschnitt dargestellt und gleichzeitig mit den Angaben zur generellen Wichtigkeit der Determinanten aus dem Fragebogen verglichen.

Im Wegetagebuch gaben die Probanden am häufigsten an, sich für eine Route entschieden zu haben, weil es die kürzeste Route war. Wichtig war außerdem, dass wenig motorisierter Verkehr auf der Route unterwegs war. Außerdem spielte die Art des Weges, d.h. die genutzte Fläche eine wichtige Rolle. Etwas weniger wichtig für die

Routenwahl war die Oberflächenbeschaffenheit und dass die Route möglichst wenige Kreuzungen und Lichtsignalanlagen enthielt. Auch das Fahren in einer schönen Landschaft war bei der Wahl der Route nicht so ausschlaggebend, genauso wie die Sicherheit. Am wenigsten wichtig waren den Probanden eine flache Strecke, wenig nichtmotorisierter Verkehr und die Geschwindigkeit des angrenzenden Verkehrs. Sonstige Antworten bezogen sich darauf, extra für die Studie einen anderen Rückweg genommen zu haben ($n = 2$), Baustellen gemieden zu haben ($n = 2$) sowie die Strecke genutzt zu haben, die durch Gewohnheit bekannt war ($n = 1$).

Vergleicht man diese Ergebnisse mit der im Fragebogen global angegebenen Wichtigkeit der einzelnen Determinanten (siehe Tabelle 7), so ist ersichtlich, dass die Probanden bei ihren tatsächlichen Routen ihre Route auf Basis anderer Determinanten gewählt haben als die Angabe der allgemein angegebenen Wichtigkeit der Determinanten im Fragebogen vermuten lassen würde. Während im Fragebogen die Landschaft bzw. Natur und die Sicherheit gemeinsam Platz eins und zwei belegen, war für die tatsächlichen Routen hingegen die Streckenlänge der wichtigste Grund. Bei beiden Bewertungen lag die Infrastruktur auf Platz drei der präferierten Streckencharakteristika. Bei der Betrachtung der unteren Plätze zeigte sich, dass im Fragebogen bei den globalen Präferenzen die Streckenlänge, Kreuzungen/Lichtsignalanlagen sowie Steigungen die unwichtigsten Faktoren waren. Bei der aktuellen Entscheidung für oder gegen eine Route waren dagegen Sicherheit, Steigungen und die Geschwindigkeit des angrenzenden Verkehrs weniger wichtig.

Fragebogen (Personenebene, $N = 14$)			Wegetagebuch (Fahrtebene, $N = 81$)		
	<i>M</i>	<i>SD</i>		<i>M</i>	<i>SD</i>
Landschaft/ Natur	5,3	0,7	Streckenlänge ("Kurze Strecke")	1,6	1,4
Sicherheit	5,3	0,6	Verkehrsdichte motorisierter Verkehr	0,8	1,1
Infrastruktur	5,1	1,2	Infrastruktur ("Art des Weges")	0,5	1,0
Geschwindigkeit des angrenzenden Verkehrs	4,4	1,3	Oberflächenbeschaffenheit	0,4	0,9
Verkehrsdichte	4,4	1,3	Kreuzungen und Lichtsignalanlagen („Wenige Kreuzungen“)	0,4	0,8
Oberflächenbeschaffenheit	4,2	1,3	Landschaft/ Natur	0,4	0,9
Streckenlänge	4,1	1,4	Sicherheit	0,4	0,7
Kreuzungen und Lichtsignalanlagen	3,4	1,6	Steigungen („Flache Strecke“)	0,3	0,7
Steigungen	3,3	1,2	Geschwindigkeit des angrenzenden Verkehrs	0,1	0,4

Tabelle 7: Vergleich der Wichtigkeit der Routenwahl-Determinanten als Rangreihe zwischen Fragebogen (Skala von 1=gar nicht wichtig bis 6=sehr wichtig) und Wegetagebuch (3=wichtigstes Kriterium, 2=zweitwichtigstes Kriterium, 1=drittwichtigstes Kriterium; für die Verkehrsdichte im Wegetagebuch wurde nur der motorisierte Verkehr betrachtet).

3.2.10 Wichtigkeit Infrastrukturtypen

Um einen tieferen Einblick in die Wahl des Weges bezogen auf die Infrastruktur zu erlangen, wurden die Probanden zusätzlich nach dem präferierten Typ der Infrastruktur gefragt, wenn sie zuvor die Infrastruktur als wichtig eingestuft hatten. Dies war bei 40 Routen der Fall (siehe Tabelle 8). Am wichtigsten wurde der Radweg bewertet, was wiederum für eine Präferenz für separierten Radverkehr spricht, insbesondere da der Fahrradstreifen nicht so positiv gewertet wurde. An zweiter Stelle folgte der Mischverkehr („normale Fahrbahn“) und danach der Gehweg. Weniger häufig wurden der Fahrradstreifen, die Fußgängerzone und der Feld- bzw. Waldweg genannt. Diese waren seltener ausschlaggebender Grund für die Routenwahl.

Infrastrukturtyp	Rangplatz	<i>M</i>	<i>SD</i>
Radweg	1	2,90	0,32
Mischverkehr („Normale Fahrbahn“)	2	2,31	0,79
Gehweg	3	2,00	-
Markierte Lösung auf der Fahrbahn (Schutzstreifen oder Radfahrstreifen)	4	1,88	0,64
Fußgängerzone	5	1,00	-
Feldweg/Waldweg	5	1,00	0,00
Verkehrsberuhigter Bereich („Spielstraße“)	6	-	-

Tabelle 8: Rangfolge der Infrastrukturtypen (Angabe im Wegetagebuch; 3 = wichtigstes Kriterium, 2 = zweitwichtigstes Kriterium, 1 = drittwichtigstes Kriterium).

3.3 Videodaten

Die Ergebnisse der Fahrtenvideos und GPS-Daten bieten Informationen über Fahrtencharakteristika wie Länge und Dauer der Routen und die reale Nutzung der einzelnen Ausprägungen der Routenwahldeterminanten. Zudem erfolgt ein Vergleich zwischen der gewählten und kürzesten Route. Die Daten der Videoaufzeichnungen wurden auf

der Fahrtebene ausgewertet (siehe Abschnitt 2.5.4 sowie Bild 8).

3.3.1 Fahrten-Charakteristika

Jeder Proband tätigte insgesamt im Schnitt 5,8 ($SD = 2,1$) Fahrten. Am zweiten Tag der Erhebung, dem vollen Tag ohne An- oder Abbaetermin zu unterschiedlichen Zeitpunkten, tätigte jeder Proband im Schnitt 2,2 ($SD = 1,3$) Fahrten. Männer fuhren dabei häufiger als Frauen ($M_{\text{Männer}} = 2,9$; $SD = 1,3$; $M_{\text{Frauen}} = 1,3$; $SD = 0,8$). Die Gesamtdistanz der eingeschlossenen und ausgewerteten Routen betrug 440,2 Kilometer.

Im Schnitt war eine gefahrene Route knapp sechs Kilometer lang (siehe Tabelle 9). Fahrradfahrer fuhren etwas längere Strecken als Pedelecfahrer, und ältere Probanden etwas mehr als Jüngere. Männer fuhren zudem längere Strecken als Frauen. Die Fahrtdauer wurde einerseits an der Videoaufzeichnung abgelesen (objektive Messung), andererseits auch als Zeitspanne im Wegetagebuch festgehalten (subjektive Bestimmung). Im Mittel dauerte eine Route 22,5 Minuten. Fahrradfahrer fuhren länger als Pedelecfahrer und wiesen eine deutlich größere Varianz in ihren Fahrtzeiten auf. Da die Fahrradfahrer aber keine längeren Strecken fuhren, deutet die längere Fahrtzeit auf deren geringere Geschwindigkeit im Vergleich zu Pedelecfahrern hin. Bei älteren Probanden lagen die Fahrtzeiten deutlich höher als bei jüngeren und wiesen ebenfalls eine größere Varianz auf. Die Fahrten der Männer dauerten im Schnitt länger als die der Frauen. Tabelle 9 zeigt zudem einen Vergleich von subjektiver und objektiver durchschnittlicher Fahrtdauer. Dieser Vergleich zeigte, dass die Probanden allgemein ihre Fahrtzeit etwas überschätzten.

	Länge in km		Fahrtdauer in min (Videodaten)		Fahrtdauer in min (Tagebuch)	
	<i>M</i>	<i>SD</i>	<i>M</i>	<i>SD</i>	<i>M</i>	<i>SD</i>
Gesamt	5,92	3,88	22,5	19,4	26,8	22,2
<i>Nach Radtyp</i>						
Fahrrad	6,86	4,89	25,0	22,1	28,7	26,6
Pedelec	4,68	1,52	19,3	5,2	24,6	15,2
<i>Nach Altersgruppe</i>						
< 63 Jahre	4,95	1,69	16,4	9,9	21,7	11,6
≥ 63 Jahre	7,23	5,61	29,6	29,4	32,7	29,4
<i>Nach Geschlecht</i>						
Männer	7,12	4,82	24,2	21,7	29,8	24,6
Frauen	4,33	1,06	19,6	14,6	21,8	16,7

Tabelle 9: Streckenlänge sowie Vergleich der Fahrtdauer zwischen Wegetagebuch (subjektiv) und Videodaten (objektiv).

3.3.2 Routenwahldeterminanten: reale Nutzung

Alle Videodaten stammen aus der Stadt Chemnitz. Die kodierten Videodaten geben Auskunft darüber, wie die genutzten Strecken hinsichtlich der erhobenen Determinanten charakterisiert waren. Bis auf Knotenpunkte, Sichtbehinderungen und Überquerungsstellen wurde für jede Unterkategorie ihr Nutzungsanteil an der gesamten Route erfasst. Knotenpunkte und Überquerungsstellen wurden jeweils hinsichtlich ihrer Anzahl pro Kilometer ausgewertet. Sichtbehinderungen wurden über den Verlauf der Knotenpunktbereiche erfasst, sodass man einen Überblick über die an Knotenpunkten aufgetretenen Sichtbehinderungen erhält.

In Bild 25 sind die Anteile der verschiedenen Infrastrukturtypen an den Routen dargestellt. Dabei handelt es sich um die Fläche, die tatsächlich von den Rad- und Pedelec-fahrern befahren wurde. Mit großem Abstand am häufigsten - über die Hälfte der Fahrtzeit - wurde der Mischverkehr ohne Schutzstreifen genutzt. Auf Platz zwei und drei liegen mit knapp acht Prozent der getrennte Geh- und Radweg im Seitenraum sowie der Gehweg direkt neben der Straße. Dieser am dritthäufigsten genutzte Flächentyp war nicht für Rad- und Pedelec-fahrer freigegeben.

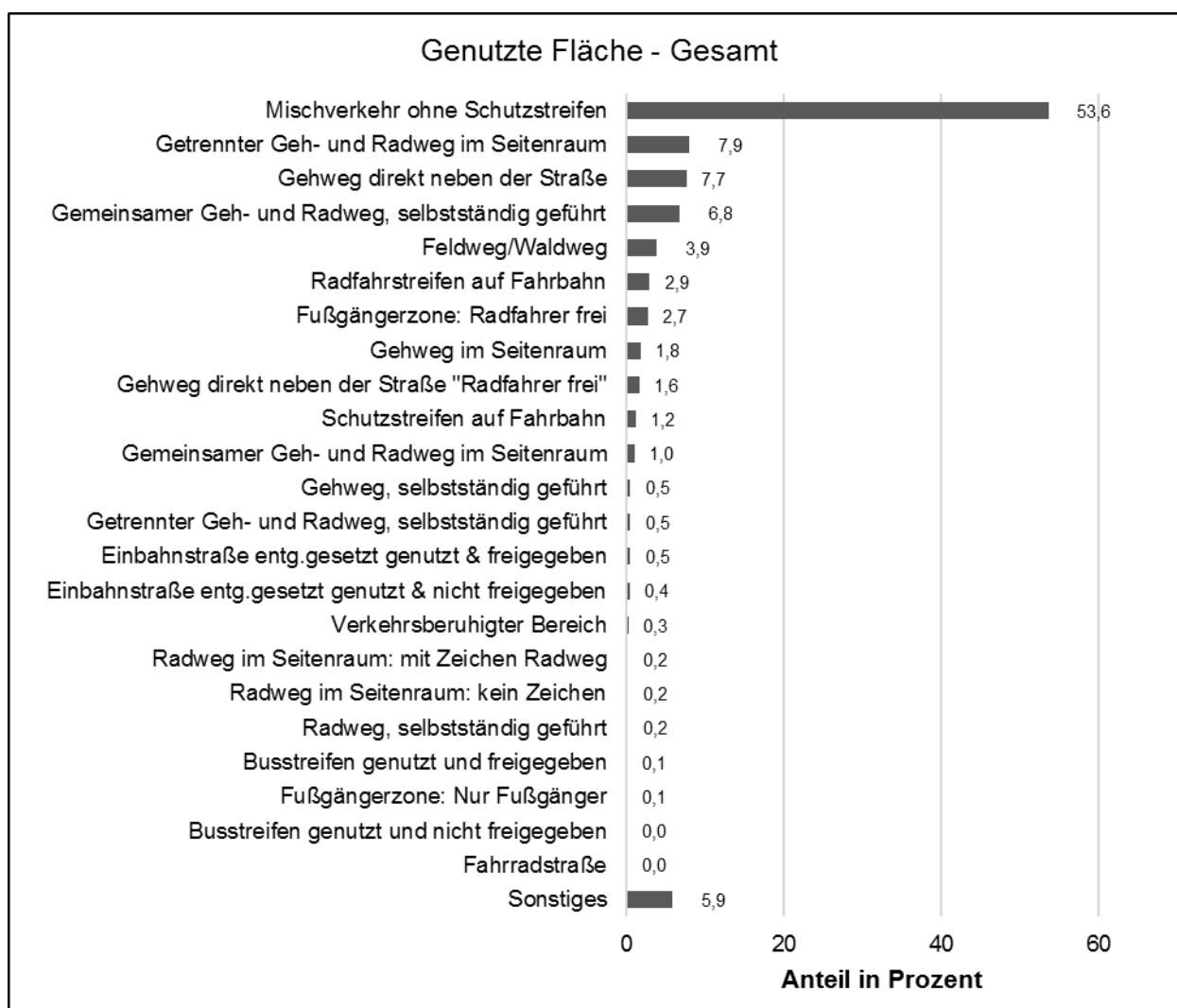


Bild 25: Anteile der genutzten Infrastrukturtypen an der Fahrtzeit, gesamt (Videodaten; N = 81).

Einige der fein aufgeschlüsselten Infrastrukturkategorien wurden nur zu einem sehr geringen Anteil bzw. so gut wie gar nicht genutzt. Daher wurden für den Vergleich von Fahrrad und Pedelec (siehe Bild 26) nur die Infrastrukturtypen mit einem Nutzungsanteil von mindestens einem Prozent herangezogen. Als „Sonstiges“ kodierte Abschnitte sind hauptsächlich nichtöffentliche Bereiche wie Parkplätze und Grundstückseinfahrten. Die Betrachtung der genutzten Fläche nach Radtypen zeigt, dass Fahrradfahrer (58,5%) den Mischverkehr prozentual an der Fahrtzeit gemessen etwas mehr nutzten als Pedelec-fahrer (47,5%). Anlagen mit Benutzungsrecht (wie der getrennte Geh- und Radweg im Seitenraum sowie der selbstständig geführte gemeinsame Geh- und Radweg) wurden häufiger vom Pedelec-fahrern genutzt, während Fahrradfahrer häufiger auf dem nicht freigegebenen Gehweg neben der Straße fahren. Für die weiteren Kategorien sind kaum Unterschiede erkennbar.

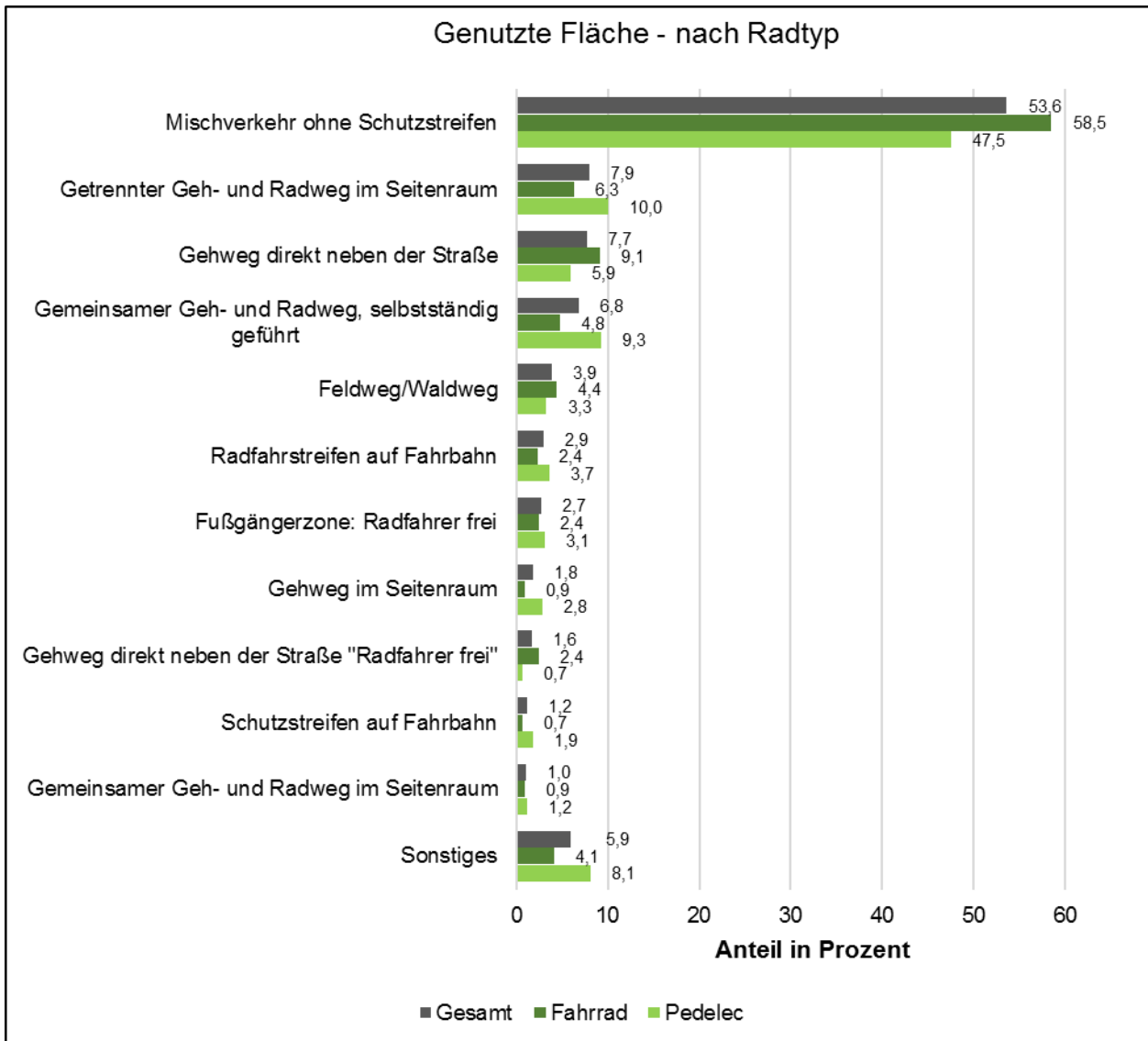


Bild 26: Anteile der genutzten Infrastrukturtypen (ab 1% Anteil), nach Radtyp (Videodaten; Gesamt: $N = 81$; Fahrrad: $n = 45$; Pedelec: $n = 36$).

Neben der genutzten Fläche wurden auch die vorhandenen Anlagen für Radfahrer erhoben. Bild 27 zeigt, dass vor allem der Mischverkehr ohne Schutzstreifen von einem gewissen Anteil der Radfahrer nicht genutzt wurde, obwohl diese Infrastruktur zu diesem Zeitpunkt eigentlich als einzige für den Fahrrad- und Pedelecfahrer legal zur Verfügung stand. Dafür wird, wie im unteren Drittel der Abbildung zu sehen, auf nicht zulässigen Fußgängeranlagen bzw. auf nicht befestigten Wegen (Feldwegen, Waldwegen) gefahren. Selbst wenn Infrastruktur vorhanden war, passiert es demnach, dass - vor allem beim Mischverkehr ohne Schutzstreifen - diese von Rad- und Pedelecfahrern zugunsten von Infrastruktur ohne Benutzungsrecht, die vom motorisierten Verkehr getrennt ist, abgelehnt wird.

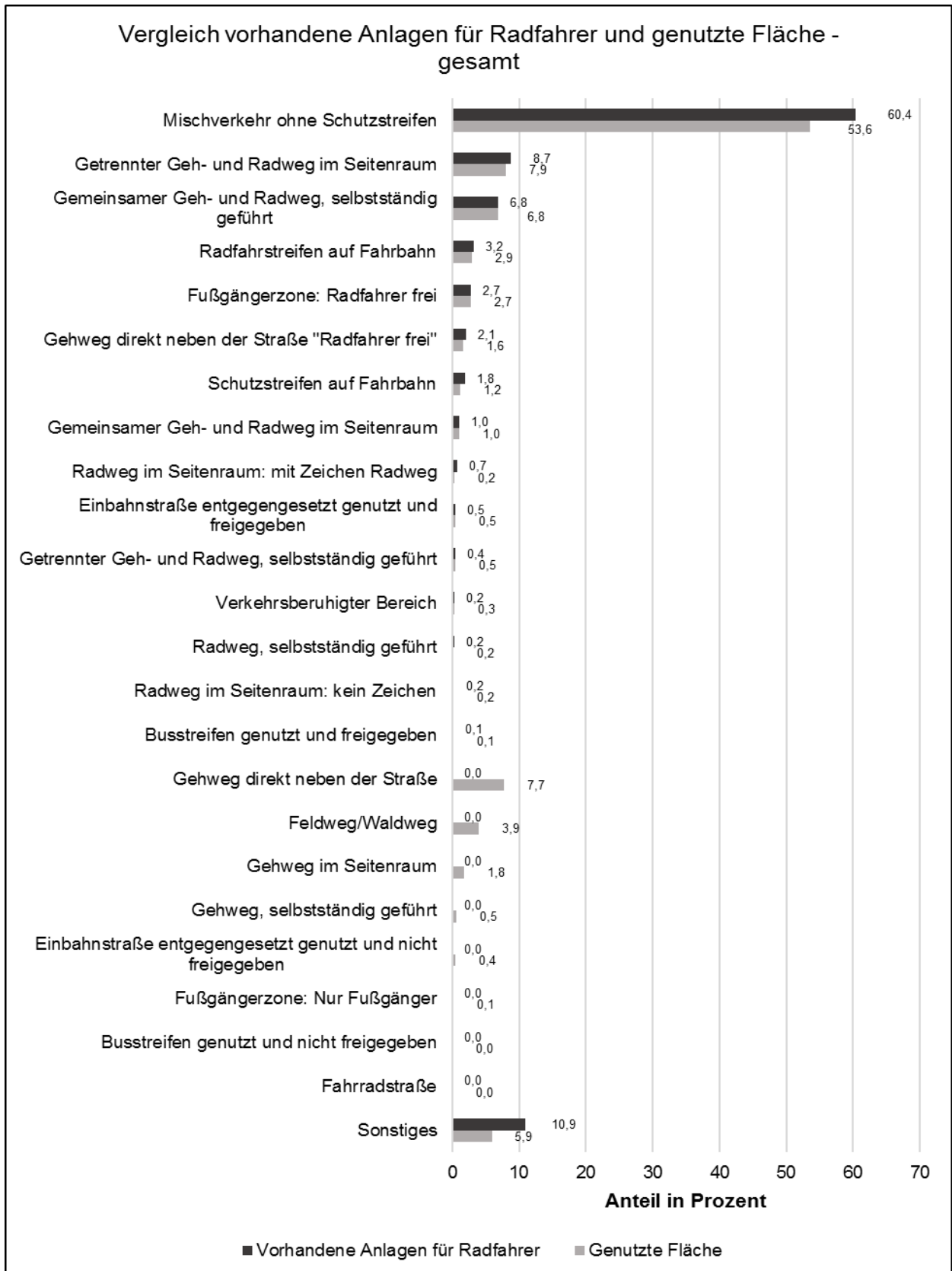


Bild 27: Vergleich der Anteile der genutzten Fläche und vorhandenen Anlagen für Radfahrer, gesamt (Videodaten; Genutzte Fläche: $N = 81$; vorhandene Anlagen für Radfahrer: $N = 81$).

Bild 28 zeigt die Knotenpunkte, die die Fahrrad- und Pedelecfahrer passierten. Dies waren zu knapp zwei Dritteln Einmündungen (66,0%). Etwa ein weiteres Drittel entfiel auf Kreuzungen (32,2%) und ein kleiner Anteil waren Kreisverkehre (1,8%). Abgebildet ist die Gesamtanzahl der durchquerten Knotenpunkte pro Kilometer sowie der Vergleich zwischen Fahrrad und Pedelec. Die Gesamtzahl zeigt keine größeren Unterschiede zwischen Fahrrad- und Pedelecfahrern. In Hinblick auf die Arten der Knotenpunkte führen Fahrradfahrer häufiger durch Einmündungen und seltener durch Kreuzungen, als Pedelecfahrer dies taten. Hinsichtlich der Kreisverkehre sind keine Unterschiede zu erkennen.

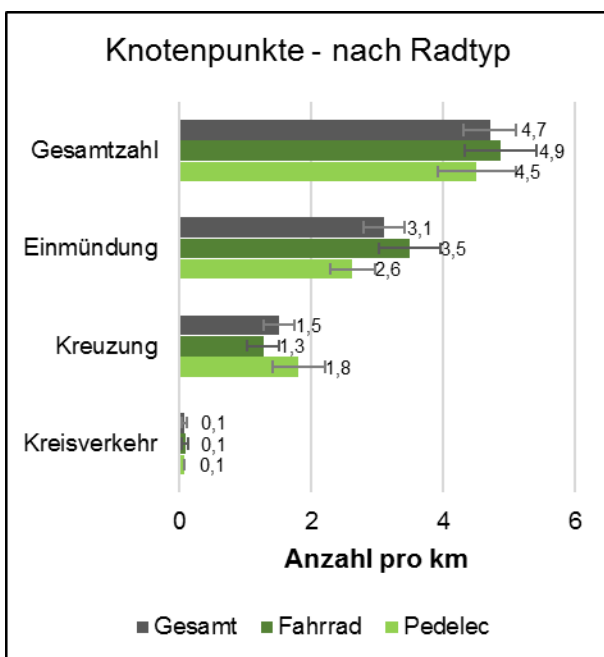


Bild 28: Anzahl der Arten von Knotenpunkten, nach Radtyp (Videodaten; Gesamt: $N = 81$; Fahrrad: $n = 45$; Pedelec: $n = 36$).

Die meisten Knotenpunkte wiesen keine möglichen Sichtbehinderungen auf und daher bestand freie Sicht für die Radfahrer in die Knotenpunkte hinein. Den höchsten Anteil (22,8%) an bestehenden Sichtbehinderungen machten Elemente der Grundstücksgestaltung, wie Hecken oder Mauern, aus. Ruhender Verkehr behinderte in 9,5% der Knotenpunkte die Sicht. In keinem Fall verhinderte eine ÖPNV-Einrichtung die Sicht in einen Knotenpunkt. Bild 29 veranschaulicht die Unterschiede zwischen den Radtypen. Pedelec-fahrer überquerten etwas häufiger als Fahrradfahrer Knotenpunkte, die keine Sichtbehinderungen aufwiesen. Fahrradfahrer querten häufiger Knotenpunkte, an denen die Sicht von Elementen der Grundstücksgestaltung eingeschränkt war als Pedelec-fahrer. Hinsichtlich des ruhenden Verkehrs lassen sich keine Unterschiede erkennen.

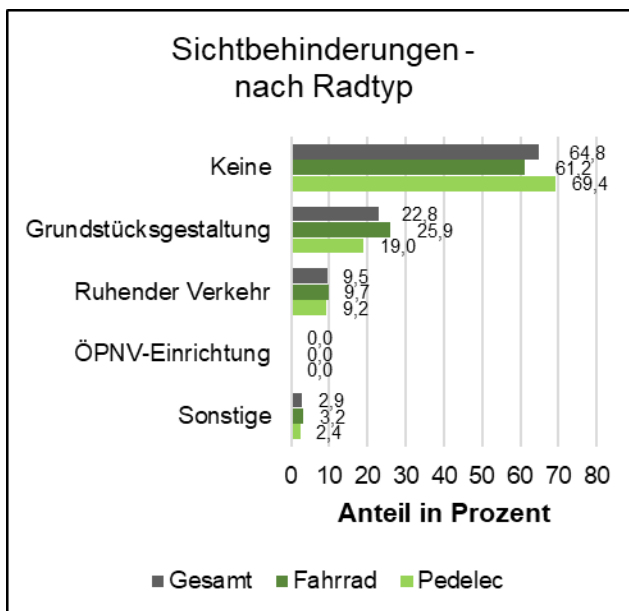


Bild 29: Anteile der Arten von möglichen Sichtbehinderungen an der Gesamtzahl der Sichtbehinderungen, nach Radtyp (Videodaten; Gesamt: $N = 81$; Fahrrad: $n = 45$; Pedelec: $n = 36$).

Die Überquerungsstellen, die Fahrrad- und Pedelecfahrer nutzten, waren am häufigsten Unterführungen (34,4%). Darauf folgten Stellen mit Lichtsignalanlagen (27,2%) sowie Überführungen (21,2%). Die Überquerung besonderer Bahnkörper machte knapp 15% der Überquerungsstellen aus. Nur 2,4% der Überquerungsstellen waren sonstige Stellen mit Wartepflicht für Radfahrer. Die Gesamtzahl der Überquerungsstellen betrug im Mittel 0,7 (SD = 0,6) pro Kilometer (siehe

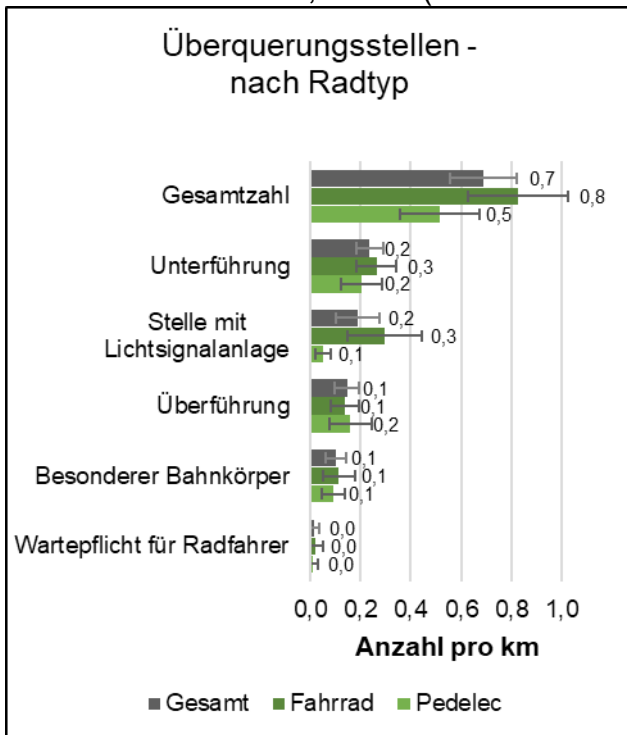


Bild 30), was im städtischen Verkehr einer eher geringen Anzahl entspricht. Fahrradfahrer überquerten die Fahrbahn insgesamt häufiger als Pedelecfahrer. Auch nutzten sie Stellen mit Lichtsignalanlagen deutlich häufiger als Pedelecfahrer.

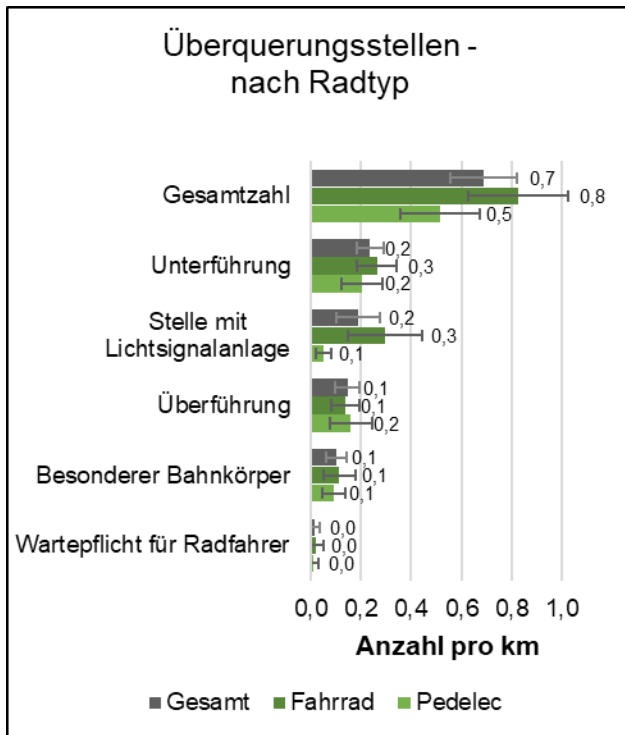


Bild 30: Anzahl der Nutzung verschiedener Arten von Überquerungsstellen, nach Radtyp (Videodaten; Gesamt: $N = 81$; Fahrrad: $n = 45$; Pedelec: $n = 36$).

Bild 31 stellt dar, auf welcher Oberfläche die Probanden während ihrer Routen fahren. Den größten Anteil mit 72,7% machte dabei eine ebene Fahrbahnoberfläche wie Asphalt oder Beton aus. Betonsteinpflaster war die zweithäufigste Oberfläche, während nur 5,6% der Fahrtzeit auf unbefestigte Wege aus Sand, Kies, Erde oder ähnlichem entfiel. Am seltensten vertreten war das Natursteinpflaster bzw. Kopfsteinpflaster. Diese Rangfolge spiegelt sich genau in den im Fragebogen angegebenen Präferenzen der Probanden wider (siehe Bild 18). Fahrradfahrer nutzten Asphalt und Beton häufiger als Pedelecfahrer, dafür fuhren Pedelecfahrer etwas häufiger auf den anderen Wegarten.

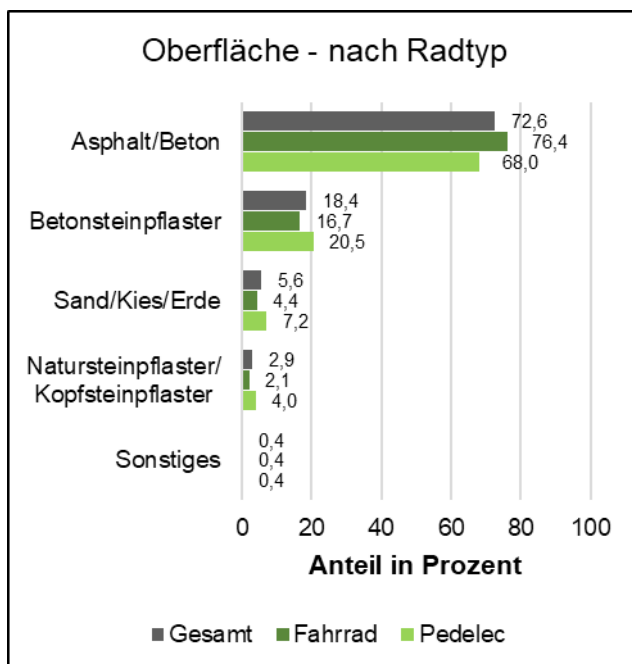


Bild 31: Anteile der Oberfläche, nach Radtyp (Videodaten; Gesamt: $N = 81$; Fahrrad: $n = 45$; Pedelec: $n = 36$).

Der Großteil der Streckenabschnitte war flach (80,2%) und wies keine oder eine sehr geringe Steigung auf. Ein bestimmter Anteil der Strecken wurde als „nicht entscheidbar“ kodiert. Dies weist auf Schwierigkeiten der Kodierer bei der Einordnung hin. Es war teilweise schwierig, in den Videos klar zu erkennen, wie die Route verläuft. Dies könnte auch die Diskrepanz zwischen den Anteilen von Steigung und Gefälle erklären. Fahrradfahrer fuhren prozentual mehr auf flachen Strecken als Pedelec-fahrer. Bei Steigung oder Gefälle unterscheiden sie sich kaum (siehe Bild 32).

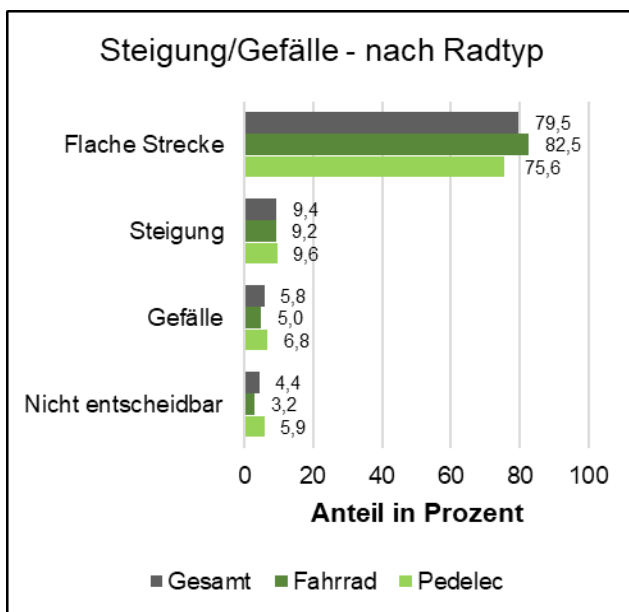


Bild 32: Anteile der Anstiegsarten, nach Radtyp (Videodaten; Gesamt: $N = 81$; Fahrrad: $n = 45$; Pedelec: $n = 36$).

Als weitere Determinante der Routenwahl wurde die Begrünung entlang der Route erfasst. Die Routen der Probanden zeichneten sich allgemein durch einen hohen Grad an Begrünung aus. Knapp zwei Drittel der Fahrtzeit verbrachten Probanden in einer Umgebung mit Bäumen. Am zweithäufigsten waren sie in sehr begrünter Umgebung unterwegs, wie z.B. Parks oder Wäldern. Ähnlich viel, ca. 11% der Fahrtzeit, zeichnete sich die Route jeweils durch kleineres Straßenbegleitgrün (wie Gras oder Hecken) sowie keine Begrünung aus. Fahrradfahrer fuhren etwas mehr auf Strecken mit Bäumen als Straßenbegleitgrün, die oftmals in der Stadt zu finden sind, während Pedelecfahrer etwas mehr in Park- oder Waldgebieten fuhren (siehe Bild 33). Hinsichtlich des Aufenthalts in den beiden anderen Kategorien traten keine Unterschiede auf.

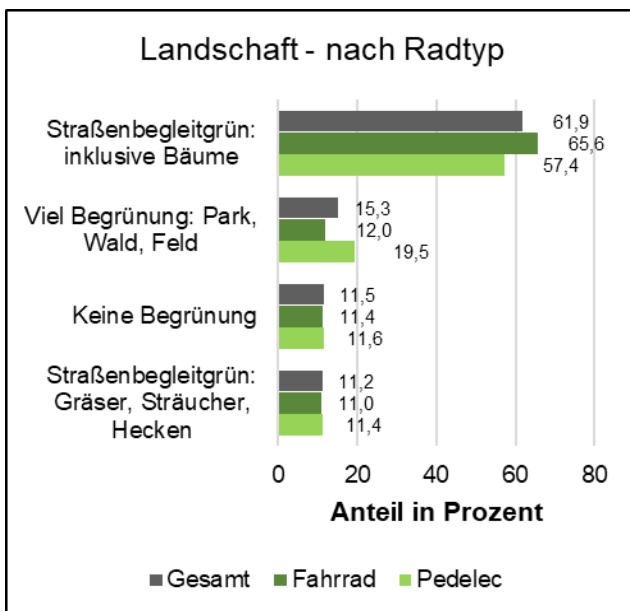


Bild 33: Anteile der Begrünungsgrade, nach Radtyp (Videodaten; Gesamt: $N = 81$; Fahrrad: $n = 45$; Pedelec: $n = 36$).

Die Verkehrsdichte wurde für Kfz-Verkehr und Fußgänger bzw. Radverkehr getrennt erhoben und jeweils in die Kategorien „viel“, „wenig“ und „nicht entscheidbar“ eingeteilt. Bild 34 zeigt, dass die meiste Zeit über ein geringes Verkehrsaufkommen zu beobachten war. Dies spiegelt die Angabe im Wegetagebuch wider, wo „wenig motorisierter Verkehr“ als zweitwichtigste Determinante gewertet wurde. Das Auftreten einer hohen Verkehrsdichte wurde häufiger für den motorisierten Verkehr beobachtet als für den nichtmotorisierten Verkehr. Auf die Kategorie „nicht entscheidbar“ entfiel nur ein sehr kleiner Anteil der kodierten Fahrtzeit. Zwischen Fahrrad- und Pedelec-fahrern zeigten sich hinsichtlich der Verkehrsdichte auf den gewählten Routen keine deutlichen Unterschiede.

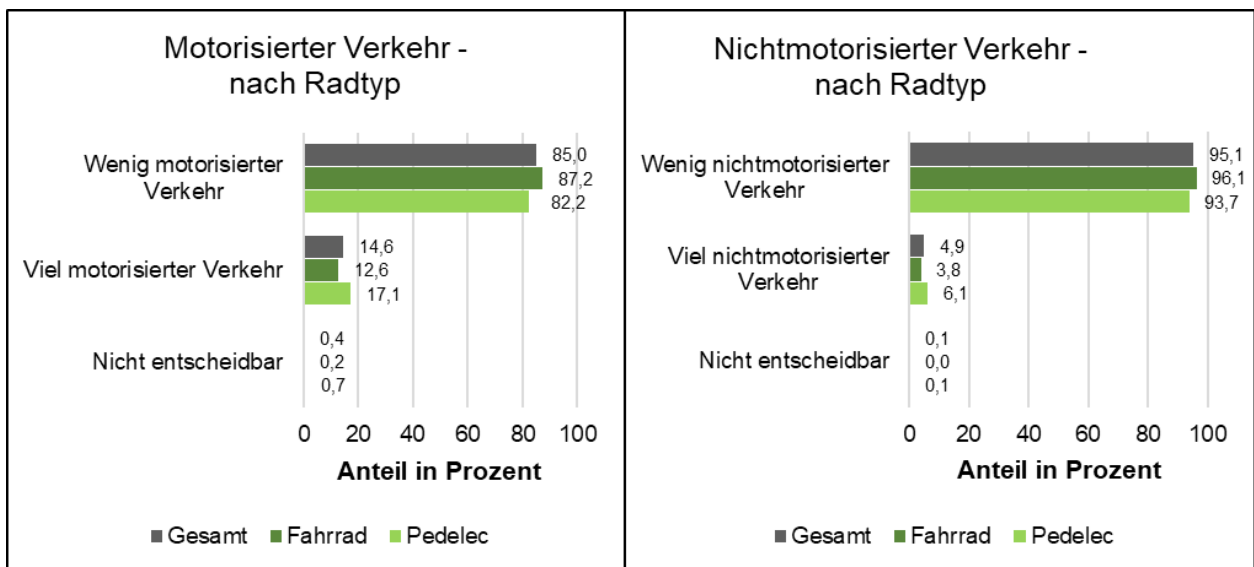


Bild 34: Anteile Verkehrsdichte motorisierter und nichtmotorisierter Verkehr, nach Radtyp (Videodaten; Gesamt: $N = 81$; Fahrrad: $n = 45$; Pedelec: $n = 36$).

Das Wetter wurde ebenfalls erfasst, auch wenn es im engeren Sinn keine direkte Determinante der Routenwahl darstellt, sondern eher einen indirekten Einfluss ausübt, z.B. indem dann möglicherweise kürzere Strecken gefahren werden.

Bild 35 zeigt, dass Fahrrad- und Pedelec-fahrer etwas über die Hälfte der Fahrtzeit bei trockenem, bewölktem Wetter sowie zu etwa 35% bei sonnigem, trockenem Wetter fuhren. Bei Regen wurden im Erhebungszeitraum keine Fahrten getätigt, jedoch entfiel ein kleiner Teil auf regnerische Tage, bei denen regennasse Straßen beobachtet wurden. Da kein Schneefall während des Erhebungszeitraums auftrat, wurden die Kategorien bezüglich Schnee nicht genutzt und es kann keine Aussage darüber getroffen werden, ob die Probanden bei Schnee gefahren wären. Nach Radtyp betrachtet ist die Tendenz zu sehen, dass Fahrradfahrer etwas häufiger auf nasser Straße, also an Regentagen, fuhren als Pedelec-fahrer.

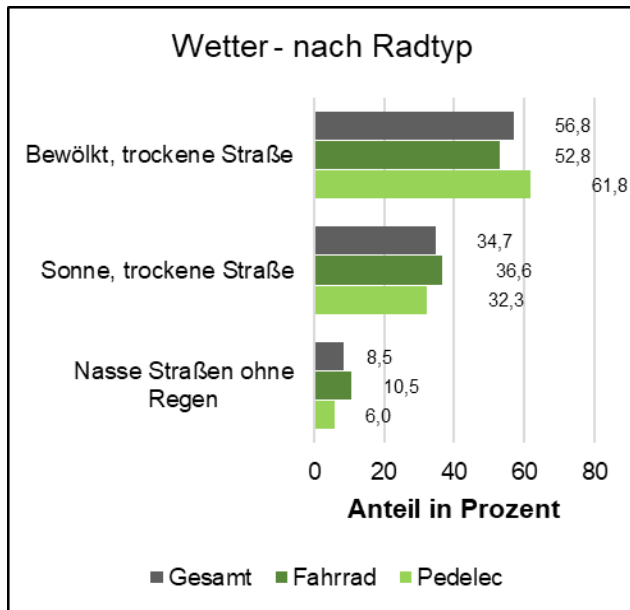


Bild 35: Anteile der unterschiedlichen Wiedereinflüsse, nach Radtyp (Videodaten; Gesamt: $N = 81$; Fahrrad: $n = 45$; Pedelec: $n = 36$).

3.3.3 Vergleich zwischen genutzter und kürzester Route

Die durchschnittliche Distanz der tatsächlich gefahrenen Strecken betrug 5,4 km ($SD = 4,1$). Die mit www.openrouteservice.org erstellten kürzesten Routen zwischen den Start- und Zielpunkten der Probanden waren im Schnitt nur 4,0 km ($SD = 2,4$) lang. Also fahren die Probanden pro gefahrener Route im Schnitt über einen Kilometer Umweg ($M = 1,4$; $SD = 3,5$). Der prozentuale Anteil des Umwegs an der Route war recht hoch, er betrug im Mittel 17,3%. Bild 36 zeigt den Anteil des Umwegs an der Gesamtstrecke innerhalb verschiedener Gruppen. Für diese Auswertung wurde speziell der Fahrtzweck betrachtet, da sich dadurch Unterschiede hinsichtlich der Länge der Route ergeben können. Hinsichtlich des Fahrtzwecks ist deutlich zu erkennen, dass bei Freizeitfahrten der höchste Anteil von Umwegen zwischen Start und Ziel verglichen mit allen anderen Untergruppen auftrat. Freizeitfahrten könnten sich eher an Kriterien wie der Landschaft oder auch Points of Interest orientieren statt an der Länge der Strecke. Fahrrad- und Pedelecfahrer unterschieden sich eher gering, wobei Fahrradfahrer etwas mehr Umwege fahren als Pedelecfahrer, möglicherweise um Anstiege zu vermeiden. Zwischen den Altersgruppen besteht ein deutlicher Unterschied. Der Anteil der Umwege ist bei älteren Zweiradfahrern mehr als doppelt so hoch wie bei den jüngeren. Dies kann daher rühren, dass Jüngere mehr Arbeitswege fahren, bei denen eine möglichst kurze Route wichtiger ist, während die Älteren mehr Freizeitfahrten unternahmen.

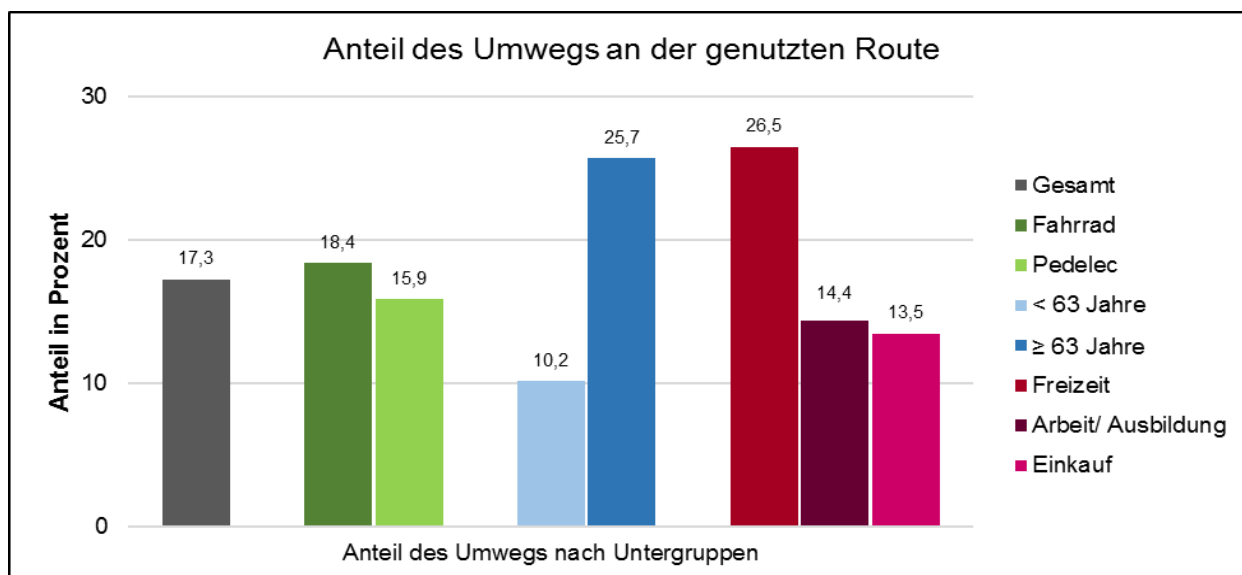


Bild 36: Anteil des Umwegs an der genutzten Route, nach Untergruppen (GPS-Daten; Gesamt: $N = 81$; Fahrrad: $n = 45$; Pedelec: $n = 36$; < 63 : $n = 44$; ≥ 63 : $n = 37$; Freizeit: $n = 27$; Arbeit/Ausbildung: $n = 27$; Einkauf: $n = 17$).

Exemplarisch wurde für eine Route (Fahrt 3, Proband BB12) die kürzeste Route hinsichtlich ausgewählter Merkmale mit der tatsächlich gefahrenen Route verglichen. Hierzu wurde vorher die Übereinstimmung ausgewählter Routenwahldeterminanten der Videodaten der tatsächlich gewählten Route mit der Ausgabe des Kartendienstes www.openrouteservice.org (ORS) abgeglichen. Dazu wurden die GPS-Informationen der tatsächlichen Route im Kartendienst hochgeladen. Es zeigte sich, dass Informationen zu den Kategorien Oberfläche, Infrastruktur („Wegtyp“), Steigung und Knotenpunkte, wie sie im hier verwendeten Kodierschema bei den Fahrtvideos ausgewertet wurden, vom Kartendienst nicht so detailliert ausgegeben werden können. Der Abgleich mit den Ergebnissen der kodierten Videodaten der tatsächlich genutzten Route (siehe Tabelle 10, Spalten zwei und drei) zeigt, dass wichtige Details bei der alleinigen Betrachtung der Route auf der Karte verloren gehen. Bei den Wegtypen ist erkennbar, dass die Kategorie Mischverkehr beim Vergleich der Ergebnisse der Videokodierung und der Daten des Kartendienstes bei der tatsächlichen Route einen geringeren Anteil aufweist. Weiterhin hat der Gehweg einen wesentlich höheren Nutzungsanteil, abgelesen aus den Videodaten. Dies ist damit zu erklären, dass der Proband beim Vorhandensein von Mischverkehr teilweise den Gehweg nutzte. Die Videodaten bilden also die wirkliche Nutzung ab, die Kartendaten die vorgesehene laut Benutzungspflicht oder -recht. Für die Oberflächenbeschaffenheit ergibt sich ein ähnliches Bild. Auch hier weichen die Angaben für die gleiche Route aus Videokodierung und Kartendienst voneinander ab. Asphalt und Pflaster (also Fahrbahn und Gehwege) bei der Videokodierung ergeben gemeinsam in etwa den Anteil des vom Kartendienst ausgegebenen Anteils an Asphalt. Die Steigung wiederum wurde beim Videokodieren hinsichtlich der Prozentzahl gröber erfasst als beim Kartendienst. Es

wird zudem darauf hingewiesen, dass der Kartendienst nicht zwischen bergauf und bergab fahren unterscheidet. Daher wurden die Videodaten an dieser Stelle zusammengefasst. So zeigt sich eine annähernde Übereinstimmung der Anteile der Steigung zwischen Videodaten und Kartendienst-Ausgabe. Die Anzahl der Knotenpunkte ist in etwa vergleichbar zwischen beiden Informationsquellen. Aufgrund der genannten Abweichungen und der unterschiedlichen Definition der Anteile (Videodaten: Anteil an der Fahrtzeit; ORS: Anteil an der Strecke) kann der Kartendienst nur mit Einschränkungen zum Vergleich herangezogen werden (siehe Tabelle 10, Spalten drei und vier).

	Tatsächliche Route Videodaten (% der Fahrtzeit)	Tatsächliche Route ORS (% der Strecke)	Kürzeste Route ORS (% der Strecke)
<i>Wegtypen</i>			
Mischverkehr (Videodaten: Mischverkehr ohne Schutzstreifen; OSM: „Bundesstraße“, „Straße“)	76,4	94,4	98,9
Weg (Videodaten: Feldweg; OSM: „Weg“)	0,3	4,02	1,09
Fußgängerweg	20,2	1,62	0
Sonstiges	2,9	0	0
<i>Oberflächenbeschaffenheit</i>			
Asphalt	80,9	94,4	98,9
Betonstein (keine Kategorie in OSM)	15,9	-	-
Naturstein (keine Kategorie in OSM)	2,8	-	-
Sand/Kies/Erde (keine Kategorie in OSM)	0,4	-	-
Sonstiges	-	5,6	1,1
<i>Anstieg</i>			
Flach (Videodaten: keine Steigung; OSM: Steigung 0-3%)	93,7	89,6	100
Anstieg (Videodaten: Steigung oder Gefälle; OSM: Steigung 4-9%)	6,3	10,5	0
<i>Knotenpunkte</i>			
Kreuzungen	4	4	3
Einmündungen	17	19	12
Kreisverkehre	1	0	1

Tabelle 10: Vergleich der Eigenschaften der Route zwischen tatsächlich gewählter Route (erhoben mittels Videodaten und Kartendienst) sowie kürzester Route (erhoben mittels Kartendienst openrouteservice).

Die tatsächlich gewählte Route zeichnete sich im Vergleich zur kürzesten Route durch einen geringeren Anteil von Mischverkehr zugunsten anderer Wegtypen aus. Entsprechend ist auch der Anteil von Asphaltuntergrund geringer. Der Anstieg ist bei der kürzesten Route die ganze Zeit über mit 0% angegeben. Die Anzahl der Knotenpunkte (Kreuzungen und Einmündungen) war bei der tatsächlichen Route höher als bei der kürzesten Strecke.

4 Diskussion und Reflektion

Ziel des Projektes war die Entwicklung einer Methodik zur Untersuchung der Routenwahl von Fahrrad- und Pedelecfahrern und der Test dieser Methodik im Rahmen einer naturalistischen Fahrradpilotstudie. Dazu wurden ein Fragebogen, ein Wegetagebuch, ein Datenschutzkonzept und ein Konzept zur Datenaufbereitung und -auswertung entwickelt sowie ein Datenaufzeichnungsgerät ausgewählt. In diesem Abschnitt wird zunächst die verwendete Methodik diskutiert. Im Anschluss werden die Ergebnisse in die Literatur eingeordnet und kritisch beleuchtet.

4.1. Reflektion der Methode

4.1.1. Datenaufzeichnungsgerät

Die Aufzeichnung der VIRB X bestehend aus Video- und GPS-Daten war zuverlässig und nahezu ausfallfrei. Da beides vom selben Gerät aufgezeichnet wurde, gab es keine Probleme bei der Synchronisation der Daten. Beim Videoexport werden universell verwendbare .gpx-Daten bereitgestellt, die auch in anderen Programmen oder (mit Informationen angereicherten) Karten zur Weiterverwertung genutzt werden können. Mit entsprechenden Kompetenzen und sehr gutem Kartenmaterial könnte so auch eine Analyse ohne die Kodierung der Videodaten, wenn auch mit geringerem Detailgrad z.B. hinsichtlich Infrastrukturnutzung, vorgenommen werden (MENGHINI et al., 2010; ZIMMERMANN et al., 2017). Bestimmte Merkmale wie die Oberflächenbeschaffenheit lassen sich allerdings nicht allein durch GPS-Analyse ermitteln. Um die Routen in auswertbar und nicht auswertbar einzuteilen, musste das gesamte Videomaterial zeitaufwändig gesichtet werden. Dadurch, dass keine Aufnahmen bei Dunkelheit verwendet werden konnten, mussten viele der im Herbst erhobenen Fahrten ausgeschlossen werden. Dadurch könnten Verzerrungen aufgetreten sein, mindestens aber fehlen Informationen zur Routenwahl bei Dunkelheit. Alternativ könnte per Befragung geklärt werden, ob und wie die Routenwahl in der Dunkelheit anders ist. Als relativ störanfällig stellte sich der GPS-basierte Höhenmesser des Gerätes heraus. Diesbezüglich sollte bei der Vorbereitung einer Folgestudie eine Abwägung erfolgen, ob ein zusätzliches Gerät zur Absicherung eingesetzt wird.

Ein wichtiger Aspekt beim Einsatz einer Kamera im Straßenverkehr ist der Datenschutz, der durch die Reduktion der Bildqualität per Folie realisiert wurde. Personen, vor allem Gesichter, wurden damit zuverlässig unkenntlich gemacht. In einzelnen Situationen, in denen Probanden jedoch sehr dicht hinter Kfz stehenblieben, war es teilweise möglich, Kennzeichen schemenhaft zu erkennen. Dies war nicht zu vermeiden, da die Folie nur bis zu einem bestimmten Grad eingetrübt werden konnte, der noch das Erkennen von Straßenschildern und Oberflächenbeschaffenheit ermöglichte. Alle Personen, die die

Daten einsehen konnten, waren jedoch dem Datenschutz verpflichtet. Die verwendete Lösung ist aus Sicht der Autoren ein akzeptabler Kompromiss. Falls jegliche Erkennbarkeit von Kennzeichen zu jedem Zeitpunkt in Echtzeit ausgeschlossen werden soll, müsste auf aufwendige und kostenintensive Softwarelösungen zurückgegriffen werden.

Die Halterung des Datenaufzeichnungsgerätes per Clip, wie sie im Laufe der Erhebung neu eingesetzt wurde, ist sehr empfehlenswert, da sie eine gleichbleibende Ausrichtung und den Komfort für den Probanden sicherstellt. Da sie einfach und schnell (de-)montiert werden kann, war zudem der Diebstahlschutz gewährleistet. Wie erwartet wurde das Gerät als nicht störend empfunden. Der Blick nach vorne über den Lenker erwies sich wie auch in anderen Untersuchungen als praxistauglich (JOHNSON et al., 2010; KNOWLES et al., 2012). Er verschaffte eine gute Sicht auf alle für die Routenwahl relevanten Informationen. Eine Ausnahme stellt die Aufzeichnung der Verkehrsdichte dar. Für eine genaue Auszählung der anderen Verkehrsteilnehmer würde man noch eine zusätzliche Perspektive nach hinten benötigen.

Hinsichtlich der Bedienbarkeit wurde die VIRB X als sehr positiv von den jüngeren und älteren Probanden bewertet. Vor allem der Hebel, mit dem das Gerät gleichzeitig eingeschaltet und die Aufzeichnung begonnen wird, stellte die Aufzeichnung aller relevanter Daten sicher. Das Laden und Austauschen des Akkus bereitete kaum Probleme. Bei einzelnen längeren Routen war die Akkulaufzeit jedoch zu gering. Die Speicherkapazität der Karten (64 GB) war im Erhebungszeitraum mehr als ausreichend. Im Durchschnitt benötigte jeder Proband pro Tag ca. 3,5 GB Speicherplatz. Die Wartezeit auf das GPS-Signal wurde z.T. als unangenehm empfunden, ist aber leider nicht vermeidbar. Wichtig ist hier die Instruktion, dass das Signal innerhalb von Gebäuden nicht gefunden werden kann.

4.1.2. Wegetagebuch und Fragebogen

Eine NCS besitzt den Vorteil, dass das Verhalten der Fahrradfahrer direkt beobachtet wird ohne Einfluss durch Versuchsleiter oder Verzerrungen im experimentellen Setting. Allerdings sollten auch mögliche Nachteile nicht außer Acht gelassen werden, so z.B. die Tatsache, dass nur diejenigen Gegebenheiten untersucht werden können, die vor Ort bereits vorhanden sind. Es könnte sein, dass Probanden bestimmte nichtvorhandene Infrastrukturarten oder landschaftliche Umgebungen bevorzugen oder meiden würden, man darüber jedoch keine Informationen gewinnen kann. Daher ist die ergänzende Befragung mit Fragebögen, wie hier geschehen, sehr empfehlenswert.

Die Bedienbarkeit der Onlineversion des Wegetagebuchs sowie der Papierversion wurde von den Probanden ebenfalls als gut bis sehr gut eingeschätzt. Das Anbieten

zweier Versionen ist sehr empfehlenswert, da damit eine hohe Eintragequote sichergestellt werden konnte. Die Umsetzung per Limesurvey und damit Speicherung der Daten auf Servern der TU Chemnitz stellte den Datenschutz sicher. Es wurden dennoch Verbesserungsmöglichkeiten identifiziert. Eine App selber zu programmieren, könnte Komfortaspekte wie das automatische Vervollständigen von häufig genutzten Adressen oder die Benutzbarkeit auch ohne Internetverbindung mit sich bringen, dabei müsste aber darauf geachtet werden, dass die Daten keinen Dritten zur Verfügung stehen und sicher an den Server übertragen werden.

Inhaltlich bereitete die Frage nach der Begleitung den Probanden gelegentlich Probleme, da die Option „Ohne Begleitung“ sowie die Option „Erwachsener auf eigenem Fahrrad“ zur Verfügung standen. Letztere wurde zum Teil als zweite Angabe für „keine Begleitung“ verstanden, obwohl sie sich darauf bezog, dass ein Erwachsener der Begleiter war. Um Missverständnissen vorzubeugen, empfehlen wir zukünftig die Aufteilung in zwei separate Fragen, erstens, ob Begleitung dabei war und zweitens, wenn ja, welche.

Für einen noch feiner aufgelösten Einblick in die genaue Rangfolge der Routenwahldeterminanten könnte eine Rangreihe aus allen Determinanten gebildet werden, die bei der aktuellen Route eine Rolle für die Wahl dieser Route gespielt haben. Dabei könnten auch deren Relation zueinander betrachtet werden und nicht nur, welche die wichtigsten waren. Dies wäre jedoch für die Probanden sehr viel aufwändiger und könnte das Bearbeiten des Wegetagebuchs unwahrscheinlicher machen. Daher stellt die Abfrage der bis zu drei wichtigsten Determinanten einen guten Kompromiss dar.

Bei der Bearbeitung der Fragebögen traten keine Probleme auf und deren Dauer war insgesamt zumutbar für die Probanden. Ergänzt werden könnte ggf. ein Teil mit Fragen zur Routenwahl bei Dunkelheit. Für zukünftige Studien sollten alle Items auf die Relevanz für die jeweilige konkrete Fragestellung überprüft und ggf. ergänzt oder herausgelassen werden.

4.1.3. Datenaufbereitung

Die Datenaufbereitung war vor allem durch das Kodieren der Videoaufzeichnungen zeitintensiv. Das Kategoriensystem weist einen hohen Detailgrad auf, der an manchen Stellen Kürzungen bedarf. Dies betrifft vor allem die Variable „genutzte Fläche“. Viele der Kategorien wiesen nur sehr kleine Nutzungsanteile auf und sind damit unzureichend interpretierbar. Weniger Kategorien würden zudem den Aufwand beim Kodieren verringern. Ein Vorschlag zur Zusammenfassung der Kategorien ist in Anhang G beigefügt. Dies betrifft im gleichen Ausmaß auch die vorhandenen Anlagen für

Radfahrer. Allgemein ist die Erfassung der genutzten Fläche und vorhandenen Anlagen als sehr positiv zu werten, da man einen genauen Überblick darüber erhält, wann Probanden eine Infrastruktur nicht nutzen, obwohl sie diese nutzen könnten, und wann sie eine illegal befahren. Dies spielt insbesondere bei der Analyse der Kriterien zur Routenwahl eine wichtige Rolle. Einer Kodierung der Videodaten bedarf es, da die Infrastrukturnutzung oder auch die Oberflächenbeschaffenheit selbst mit einem guten GPS-Modell auf Karten in diesem Detailgrad nur schwer zu erkennen ist. Für die Variable Sichtbehinderungen zeigte sich, dass die Kategorie „ÖPNV-Einrichtung“ nicht genutzt wurde. Daher könnte diese Kategorie bei einer Folgestudie entfernt werden. Sichtbehinderungen durch ÖPNV-Einrichtungen könnten unter „Sonstiges“ kodiert werden. Außerdem wurde die Variable Wetter in dieser Pilotstudie durchgängig kodiert, wies aber keine Veränderungen während der Fahrten auf. Hier könnte es zukünftig genügen, das Wetter zu einem Zeitpunkt zu Beginn der Aufzeichnung einmalig festzustellen.

Im Durchschnitt wurden pro Proband an einem vollen Tag etwa 12 Kilometer gefahren und damit 63 Minuten Videomaterial gesammelt. Dies bedeutete etwa 7,5 Stunden Kodieraufwand pro eine Stunde Videomaterial. Für eine Folgestudie wird zur Verringerung des Aufwandes eine Einkürzung mancher Kategorien (siehe oben) und ggf. auch eine Beschränkung auf nur einige der erhobenen Variablen empfohlen. Dazu kommen (unabhängig von der Dauer der Erhebungsphase) etwa 30 Minuten zur Eingabe der Fragebogendaten und dem Export der Wegetagebuchdaten. Die Sichtung und der Export des Videomaterials dauern in etwa eine weitere halbe Stunde. Somit kann von mindestens 8,5 Stunden Datenaufbereitungsaufwand pro Proband und Erhebungstag ausgegangen werden. Über alle Probanden hinweg (unabhängig von der Anzahl der Probanden) kommt noch die Erstellung der SPSS-Datensätze hinzu.

4.2. Zusammenfassung und Einordnung der Ergebnisse

Die Methodik wurde mit 14 Probanden (acht Fahrradfahrer und sechs Pedelecfahrer) getestet, die jeweils über einen Zeitraum von drei Tagen jede ihrer Routen mit dem Fahrrad oder Pedelec aufzeichneten und im Wegetagebuch erfassten. Die Pilotstudie diente vorrangig dem Test der entwickelten Methodik und wurde nicht primär unter dem Gesichtspunkt der Repräsentativität durchgeführt. Zudem fand die Erhebung nur in einer einzigen Stadt statt. Dadurch, und durch die geringe Anzahl an Probanden, können die Ergebnisse nicht verallgemeinert werden und sind gegebenenfalls durch einzelne Probanden oder Routen verzerrt.

Die Probanden waren alle langjährige und regelmäßige Fahrrad- oder Pedelecfahrer. Es zeigten sich allerdings deutliche Unterschiede zwischen den Jahreszeiten und Witterungsbedingungen. Die Probanden fuhren während der „Schlechtwetterperiode“

nur etwa ein Drittel der Kilometer der „Gutwetterperiode“. Auch ALRUTZ et al. (2007) beschreiben einen deutlichen Rückgang des Radverkehrsaufkommens im Winter. Die wichtigsten Gründe für die Nutzung des Rades waren Gründe, die mit einem Zugewinn an Freude oder Lebensqualität in Verbindung standen, z.B. die Freude am Radfahren. Dies fand sich auch in anderen Studien, z.B. in der Pedelec NCS von SCHLEINITZ et al. (2014) und dem Fahrrad-Monitor 2017 (BORGSTEDT, HECHT, & JURCZOK, 2017). Nicht so wichtig waren dagegen ökonomische Gründe, z.B. Treibstoff-, Kostenersparnisse, und defizitorientierte Gründe wie ein fehlender Pkw. Für Fahrradfahrer stand die Freude am Radfahren an erster Stelle, für Pedelecfahrer hingegen der Gesundheits- und Fitnessaspekt des Radfahrens. Im Vergleich zu einem konventionellen Fahrrad gaben die Pedelecfahrer Unterschiede in der Nutzung an. Das Bewältigen steiler Anstiege und das Beschleunigen falle ihnen leichter, sie führen zudem längere Strecken und mit höheren Geschwindigkeiten. Diese Ergebnisse decken sich mehrheitlich mit den Angaben der Probanden der Pedelec NCS von SCHLEINITZ et al. (2014). Auch im internationalen Vergleich fanden eine Vielzahl Studien unterschiedlicher methodischer Ansätze, dass Pedelecfahrer geringfügig schneller als Fahrradfahrer unterwegs sind (DOZZA et al., 2016; MACARTHUR et al., 2014; VLAKVELD et al., 2015), wobei aber erwähnt werden muss, dass andere rechtliche Einstufungen von Fahrzeugen existieren. Keine großen Unterschiede zum konventionellen Fahrrad berichteten die Pedelecfahrer bezogen auf das Wohlbefinden auf Strecken mit motorisiertem Verkehr, die Kontrolle über das Rad und ihre Routenwahl. Demgegenüber berichteten MACARTHUR et al. (2014), dass 45% der Probanden mit dem Fahrrad mit elektrischer Tretunterstützung ihre Routen anders wählen würden. DILL & ROSE (2012) fanden, dass Wege mit höherem Verkehrsaufkommen, aufgrund eines stabileren Fahrgefühls mit dem Pedelec und damit erhöhtem Sicherheitsgefühls, verstärkt genutzt wurden. Die Befragung bezogen auf die Wegeplanung zeigte, dass neue Wege von Fahrrad- und Pedelecfahrern meistens spontan oder am gleichen Tag der Fahrt mithilfe von Informationen aus dem Gedächtnis oder Kartendiensten wie Google Maps geplant werden. Die überdurchschnittlich häufige Nutzung von Onlinekartendiensten durch Pedelecfahrer und jüngere Probanden lässt sich vermutlich durch eine hohe Technikaffinität der beiden Gruppen erklären (KARRER, GLASER, CLEMENS, & BRUDER, 2009). Der selbstverständliche Zugriff auf Onlinekartendienste könnte dann auch die spontane Routenplanung begünstigen, da eine Vorrecherche entfällt.

Insgesamt wurden über 100 Routen aufgezeichnet. Im Schnitt tätigten die Probanden ungefähr zwei Fahrten pro Tag, was gut mit den Ergebnissen von BROACH et al. (2012) übereinstimmt. Die durchschnittliche Länge der Routen mit etwas mehr als fünf Kilometern ist nur teilweise mit den Befunden aus anderen Erhebungen vergleichbar. Übereinstimmend berichteten BROACH et al. (2012), dass die Pendlerfahrten im Schnitt sechs Kilometer lang waren. Allerdings fanden KRENN et al. (2014) für Österreich und AULTMAN-HALL, HALL, & BAETZ (1997) für Kanada kürzere

durchschnittliche Wegelängen von zwei bis vier Kilometern Länge. Durch die öfter berichtete hohe Motivation der Probanden und einen recht hohen Altersschnitt (dadurch mehr Zeit für Radtouren) sind die Routen in dieser Studie wahrscheinlich eher länger als in anderen Studien. Dies könnte auch das hohe Maß an Umwegen zwischen Start und Ziel im Vergleich zur kürzesten Route erklären, im Mittel betrug es knapp ein Fünftel der Strecke. Dahingehend zeigen Ergebnisse von KRENN et al. (2014), dass teilweise sehr starke Schwankungen in der Länge der Umwege bestehen. Die österreichischen Fahrer nahmen zwischen 0 und 37% Umweg der gefahrenen Route in Kauf.

Die verschiedenen Wegzwecke verteilten sich zu je einem Drittel auf Fahrten zu Arbeits- bzw. Ausbildungszwecken sowie auf Fahrten zu Freizeitzielen. Ein Fünftel der Fahrten machten Einkäufe aus. In anderen Studien wurden teilweise geringere Anteile für die kombinierten Fahrtzwecke gefunden (DILL & GLIEBE, 2008; ROYAL & MILLER-STEIGER, 2008). In einer ebenfalls in Deutschland durchgeführten Studie von ALRUTZ et al. (2007) zeigte sich hinsichtlich der Freizeitfahrten das gleiche Bild, die ein gutes Drittel (37,3%) ausmachten. Arbeits- und Ausbildungszwecke machten in dieser Studie gemeinsam etwas weniger - ca. ein Viertel (24,6%) - der Fahrten aus, während ein größerer Anteil auf Fahrten für Einkäufe entfiel (31,9%). Da auch die Begleitung durch andere Radfahrer, Kinder oder Haustiere einen Einfluss auf die Routenwahl haben kann, wurde auch dies berücksichtigt, wobei allerdings über 90% der Fahrten ohne Begleitung stattfanden.

Die im Fragebogen angegebenen Präferenzen für fahrtübergreifende Routenwahldeterminanten spiegeln mehrheitlich den Erkenntnisstand aus Befragungen von Fahrradfahrern wider (CAULFIELD et al., 2012; LANTZ, 2010). Besonders hohe Präferenzen wurden fahrtübergreifend für eine landschaftlich schöne Route angegeben. Allerdings gab es z.T. Unterschiede zwischen den Angaben im Fragebogen (fahrtübergreifende Präferenzen) und im Wegetagebuch (fahrtspezifische Präferenzen bei tatsächlichen Routen). Bei den tatsächlichen Routen war nicht mehr eine landschaftlich schöne Route ausschlaggebend, sondern das wichtigste Kriterium war die Streckenlänge („Kurze Strecke“). Dies deckt sich mit den Ergebnissen anderer Studien, bei denen ebenfalls die Kürze der Route eines der wichtigsten Routenwahlkriterien war (BROACH et al., 2012; MENGHINI et al. 2010; ZIMMERMANN et al., 2017). Auch die hohen Präferenzen in Fragebogen und Wegetagebuch für eine geringe Verkehrsdichte wurden bereits zuvor aus Befragungen berichtet (CAULFIELD et al., 2012; LANTZ, 2010). Die Fahrrad- und Pedelecfahrer verhielten sich auch dementsprechend. Sie nutzten Strecken mit vorwiegend geringem Verkehrsaufkommen (siehe auch ALLEMANN & RAUBAL, 2015; BROACH et al., 2012).

Hinsichtlich der Präferenzen für bestimmte Radverkehrsanlagen zeigte sich ein recht

deutliches Bild. In dieser Studie wurden separate, vom Verkehr getrennte Radwege fahrtübergreifend und auch bei den tatsächlichen Fahrten, angegeben im Wegetagebuch, allen anderen Radverkehrsanlagen vorgezogen. Auch in anderen Studien wurde diese Art der Radverkehrsanlage am häufigsten präferiert (BROACH et al., 2012; CAULFIELD et al., 2012; TILAHUN et al., 2007)

Über alle Routen hinweg zeigte sich, dass die Probanden trotz der angegebenen Präferenz für Radverkehrsanlagen am häufigsten (zu 53,6% der Fahrtzeit) den Mischverkehr ohne Schutzstreifen nutzten. Der Nutzungsanteil von etwa der Hälfte der Routen korrespondiert aber mit den Ergebnissen von ROYAL und MILLER-STEIGER (2008). Diese Probanden nutzten asphaltierte bzw. gepflasterte Straßen zur Hälfte ihrer Fahrtzeit. Eine Oberfläche wie Asphalt oder Beton war auch der präferierte Oberflächentyp der Fahrrad- und Pedelecfahrer.

Es fällt auf, dass der Mischverkehr zu einem nicht geringen Anteil zugunsten anderer Infrastrukturtypen nicht befahren wurde, z.B. fuhren die Probanden auf dem Gehweg. In dieser Studie wurden ähnliche Nutzungsquoten wie in anderen Studien für Gehwege gefunden (ROYAL & MILLER-STEIGER, 2008; SCHLEINITZ et al., 2014), auch wenn diese eigentlich nicht für Fahrrad- und Pedelecfahrer freigegeben sind. Es zeigte sich deutlich, dass diese wahrscheinlich insbesondere als Ersatz für die Fahrt auf einer Fahrbahn genutzt wurden. Dies korrespondiert auch wieder mit der Präferenz für mehr subjektive Sicherheit und die geringe Präferenz für angrenzenden Verkehr mit hohen Geschwindigkeiten.

Die Fahrrad- und Pedelecfahrer zeigten zudem klare Präferenzen für eine geringe Zahl an Kreuzungen und Lichtsignalanlagen auf den von ihnen befahrenen Strecken. Dabei könnte ggf. der Aufwand beim Stoppen und wieder Antreten beim Start eine Rolle spielen, was insbesondere für Fahrradfahrer eine körperliche Anstrengung bedeuten könnte. Umso überraschender ist es, dass sowohl Fahrrad- als auch Pedelecfahrer etwa gleich viele Knotenpunkte passierten. Von den Knotenpunkten wiesen etwa zwei Drittel keine Sichtbehinderungen auf, die häufigste potentielle Sichtbehinderung machte die Grundstücksgestaltung aus.

Ungewöhnlich ist, dass das Kriterium „Flache Strecke“ sowohl bei den fahrtübergreifenden Präferenzen als auch bei den Determinanten der tatsächlichen Routen als relativ unwichtig eingeordnet wurde. Dies könnte unter anderem daran liegen, dass ein Großteil der Routenabschnitte tatsächlich keine Steigungen aufwies wie die Videodaten zeigten. Es könnte auch durch den Anteil der Pedelecfahrer bedingt sein, für die dieser Faktor eine geringere bis keine Rolle spielt.

Die Pilotstudie diente dem Test der entwickelten Methodik und wurde nicht primär unter

dem Gesichtspunkt der Repräsentativität durchgeführt. Dadurch, und durch die geringe Anzahl an Probanden, können die Ergebnisse nicht verallgemeinert werden und sind gegebenenfalls durch einzelne Probanden oder Fahrten in einer Stadt verzerrt. Durch den Ausschluss von Fahrten bei Dunkelheit fehlen dementsprechend Informationen zur Routenwahl bei Dunkelheit. Eine NCS besitzt den Vorteil, dass das Verhalten der Fahrradfahrer direkt beobachtet wird, ohne Einfluss durch Versuchsleiter oder Verzerrungen im experimentellen Setting. Allerdings sollten auch mögliche Nachteile nicht außer Acht gelassen werden, so z.B. die Tatsache, dass nur diejenigen Gegebenheiten untersucht werden können, die vor Ort bereits vorhanden sind. Es könnte sein, dass Probanden bestimmte nichtvorhandene Infrastrukturarten oder landschaftliche Umgebungen bevorzugen oder meiden würden, man darüber jedoch keine Informationen gewinnen kann. Daher ist die ergänzende Befragung mit Fragebögen, wie hier geschehen, sehr empfehlenswert.

4.3. Fazit und Ausblick

Im Rahmen des Projektes ist eine vielseitige Methodik zur Untersuchung der Routenwahl von Fahrrad- und Pedelecfahrern entstanden, die mit einer Pilotstudie an 14 Probanden getestet wurde. Die Ergebnisse der Pilotstudie wurden exemplarisch ausgewertet und in die aktuelle Literatur eingeordnet. Die Evaluation der Methodik durch die Probanden zeigte, dass die meisten Probanden gut mit den einzelnen Erhebungsinstrumenten zurechtkamen. Die Erhebung verlief in Bezug auf die meisten Aspekte reibungslos. Bei einer größer angelegten Studie besteht jedoch unter Umständen Kürzungsbedarf bei den untersuchten Routenwahldeterminanten, um den Aufwand in Grenzen zu halten. Dies muss in Abhängigkeit des Untersuchungsgegenstandes entschieden werden. In Kombination mit einem ebenfalls in diesem Projekt erarbeiteten Manual mit Empfehlungen zur Durchführung liegt eine fundierte Grundlage zur Untersuchung der Routenwahl von Fahrradfahrern in Deutschland vor. Zudem können durch die Kombination von Befragungen per Fragebogen und Wegetagebuch sowie Beobachtungen des Routenwahlverhaltens Schlüsse darüber gezogen werden, inwieweit die Angaben der Probanden zur Routenwahl mit ihrem tatsächlichen Verhalten übereinstimmen.

Literatur

- Akar, G., & Clifton, K. (2009). Influence of individual perceptions and bicycle infrastructure on decision to bike. *Transportation Research Record: Journal of the Transportation Research Board*, 2140, 165–172. <https://doi.org/10.3141/2140-18>
- Allemann, D., & Raubal, M. (2015). Usage differences between bikes and E-bikes. In F. Bacao, M. Y. Santos, & M. Painho (Eds.), *AGILE 2015: Geographic Information Science as an Enabler of Smarter Cities and Communities* (pp. 201–217). Cham: Springer International Publishing. https://doi.org/10.1007/978-3-319-16787-9_12
- Alrutz, D. (2015). *Potenzielle Einflüsse von Pedelecs auf die Verkehrssicherheit*. Bergisch Gladbach: Bundesanstalt für Straßenwesen.
- Alrutz, D., Bohle, W., Gündel, D., Müller, H., Proell, K., Krause, J., ... Schäfer, U. (2007). *Zweiter Fahrradbericht der Bundesregierung*. Hannover.
- Aultman-Hall, L., Hall, F., & Baetz, B. (1997). Analysis of bicycle commuter routes using geographic information systems: implications for bicycle planning. *Trans Res Record*, 1578. <https://doi.org/10.3141/1578-13>
- Baier, R., Göbbels, A., & Klemps-Kohnen, A. (2013). *Sicherheitskenngrößen für den Radverkehr*. Bergisch Gladbach.
- Below, A. von (2016). *Verkehrssicherheit von Radfahrern – Analyse sicherheitsrelevanter Motive, Einstellungen und Verhaltensweisen* (Heft 264). Bergisch Gladbach: Bundesanstalt für Straßenwesen.
- BMVI. (2014). *Radverkehr in Deutschland - Zahlen, Daten, Fakten*. Abgerufen von https://www.bmvi.de/SharedDocs/DE/Publikationen/K/radverkehr-in-zahlen.pdf?__blob=publicationFile
- Borgstedt, S., Hecht, J., & Jurczok, F. (2017). *Fahrrad-Monitor 2017*. Heidelberg.
- 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>
- Caulfield, B., Brick, E., & McCarthy, O. T. (2012). Determining bicycle infrastructure preferences – A case study of Dublin. *Transportation Research Part D: Transport and Environment*, 17(5), 413–417. <https://doi.org/10.1016/j.trd.2012.04.001>
- Cervero, R., & Duncan, M. (2003). Walking, bicycling, and urban landscapes: evidence from the San Francisco Bay Area. *American Journal of Public Health*, 93(9), 1478–83. <https://doi.org/10.2105/AJPH.93.9.1478>
- Chen, C., & Chen, P. (2013). Estimating recreational cyclists' preferences for bicycle

-
- routes – Evidence from Taiwan. *Transport Policy*, 26, 23–30.
<https://doi.org/10.1016/J.TRANPOL.2012.01.001>
- Cherry, C., & Cervero, R. (2007). Use characteristics and mode choice behavior of electric bike users in China. *Transport Policy*, 14(3), 247–257.
<https://doi.org/10.1016/j.tranpol.2007.02.005>
- Dill, J., & Gliebe, J. (2008). *Understanding and Measuring Bicycling Behavior: a Focus on Travel Time and Route Choice*. Urban Studies and Planning Faculty Publications and Presentations. <https://doi.org/10.15760/trec.151>
- Dill, J., & Rose, G. (2012). Electric bikes and transportation policy. *Transportation Research Record: Journal of the Transportation Research Board*, 2314, 1–6.
<https://doi.org/10.3141/2314-01>
- Döring, N., & Bortz, J. (2016). *Forschungsmethoden und Evaluation in den Sozial- und Humanwissenschaften*. Berlin, Heidelberg: Springer. <https://doi.org/10.1007/978-3-642-41089-5>
- Dozza, M., Bianchi Piccinini, G. F., & Werneke, J. (2016). Using naturalistic data to assess e-cyclist behavior. *Transportation Research Part F: Traffic Psychology and Behaviour*, 41, 217–226. <https://doi.org/10.1016/j.trf.2015.04.003>
- Flynn, B. S., Dana, G. S., Sears, J., & Aultman-Hall, L. (2012). Weather factor impacts on commuting to work by bicycle. *Preventive Medicine*, 54(2), 122–124.
<https://doi.org/10.1016/J.YPMED.2011.11.002>
- Garmin. (2017). VIRB® Edit. Garmin. Abgerufen von <https://buy.garmin.com/de-DE/DE/p/573412>
- Gehlert, T. (2017). *Verkehrssicherheit von Elektrofahrrädern*. Berlin: GDV UdV.
- Gerike, R., & Parkin, J. (2016). *Cycling Futures: From Research Into Practice*. London: Routledge.
- Hunt, J. D., & Abraham, J. E. (2007). Influences on bicycle use. *Transportation*, 34(4), 453–470. <https://doi.org/10.1007/s11116-006-9109-1>
- IBM. (2016). IBM SPSS Statistics. IBM. Abgerufen von <https://www.ibm.com/de-de/marketplace/spss-statistics>
- Johnson, M., Charlton, J., & Oxley, J. (2010). The application of a naturalistic driving method to investigate on-road cyclist behaviour: A feasibility study. *Road & Transport Research: A Journal of Australian and New Zealand Research and Practice*, 19(2), 32–41.
- Johnson, M., Newstead, S., Oxley, J., & Charlton, J. (2013). Cyclists and open vehicle doors: Crash characteristics and risk factors. *Safety Science*, 59, 135–140.

<https://doi.org/10.1016/j.ssci.2013.04.010>

- Karrer, K., Glaser, C., Clemens, C., & Bruder, C. (2009). Technikaffinität erfassen—der Fragebogen TA-EG. *Der Mensch Im Mittelpunkt Technischer Systeme*, 8, 191–201.
- Knowles, D., Aigner-Breuss, E., Strohmayer, F., & Orlet, P. (2012). *Naturalistic Cycling. Ablenkung beim Radfahren*. Wien: Kuratorium für Verkehrssicherheit.
- Krenn, P. J., Oja, P., & Titze, S. (2014). Route choices of transport bicyclists: a comparison of actually used and shortest routes. *International Journal of Behavioral Nutrition and Physical Activity*, 11(1), 31. <https://doi.org/10.1186/1479-5868-11-31>
- Lantz, J. (2010). *Cycling in Los Angeles: Findings from a survey of Los angeles cyclists*. University of California.
- LimeSurvey GmbH. (2017). LimeSurvey. LimeSurvey GmbH. Abgerufen von www.limesurvey.org
- MacArthur, J., Dill, J., & Person, M. (2014). Electric Bikes in North America. *Transportation Research Record: Journal of the Transportation Research Board*, 2468, 123–130. <https://doi.org/10.3141/2468-14>
- Marqués, R., Hernández-Herrador, V., Calvo-Salazar, M., & García-Cebrián, J. A. (2015). How infrastructure can promote cycling in cities: Lessons from Seville. *Research in Transportation Economics*, 53, 31–44. <https://doi.org/10.1016/J.RETREC.2015.10.017>
- Menghini, G., Carrasco, N., Schüssler, N., & Axhausen, K. W. (2010). Route choice of cyclists in Zurich. *Transportation Research Part A: Policy and Practice*, 44(9), 754–765. <https://doi.org/10.1016/j.tra.2010.07.008>
- Mertens, L., Van Holle, V., De Bourdeaudhuij, I., Deforche, B., Salmon, J., Nasar, J., ... Van Cauwenberg, J. (2014). The effect of changing micro-scale physical environmental factors on an environment's invitingness for transportation cycling in adults: an exploratory study using manipulated photographs. *International Journal of Behavioral Nutrition and Physical Activity*, 11(1), 88. <https://doi.org/10.1186/s12966-014-0088-x>
- Näätänen, R., & Summala, H. (1976). *Road-user Behaviour an Traffic Accidents*. Amsterdam: North-Holland Publishing Company.
- Popken, A. (2009). *Drivers' reliance on lane keeping assistance systems as a function of the level of assistance*. Technische Universität Chemnitz. Abgerufen von <http://nbn-resolving.de/urn:nbn:de:bsz:ch1-201000487>
- Pucher, J., & Buehler, R. (2017). Cycling towards a more sustainable transport future. *Transport Reviews*, 37(6), 689–694. <https://doi.org/10.1080/01441647.2017.1340234>

- Pucher, J., Komanoff, C., & Schimek, P. (1999). Bicycling renaissance in North America?: Recent trends and alternative policies to promote bicycling. *Transportation Research Part A: Policy and Practice*, 33(7–8), 625–654. [https://doi.org/10.1016/S0965-8564\(99\)00010-5](https://doi.org/10.1016/S0965-8564(99)00010-5)
- Rietveld, P., & Daniel, V. (2004). Determinants of bicycle use: do municipal policies matter? *Transportation Research Part A: Policy and Practice*, 38(7), 531–550. <https://doi.org/10.1016/J.TRA.2004.05.003>
- Royal, D., & Miller-Steiger, D. (2008). *National Survey of Bicyclist and Pedestrian Attitudes and Behavior. Volume I: Summary Report*. Washington, DC: National Highway Traffic Safety Administration.
- Rylov, M., Liu, L., Eilersiek, T., Leuschner, H., Butzer, A., & Rousell, A. (2008). www.openrouteservice.org. Abgerufen von <https://openrouteservice.org>
- Schleinitz, K., Franke-Bartholdt, L., Petzolt, T., Schwanitz, S., Gehlert, T., & Kühn, M. (2014). *Pedelec-Naturalistic Cycling Study*. Berlin: GDV UdV.
- Sener, I. N., Eluru, N., & Bhat, C. R. (2009). An analysis of bicycle route choice preferences in Texas, US. *Transportation*, 36(5), 511–539. <https://doi.org/10.1007/s11116-009-9201-4>
- Spencer, P., Watts, R., Vivanco, L., & Flynn, B. (2013). The effect of environmental factors on bicycle commuters in Vermont: influences of a northern climate. *Journal of Transport Geography*, 31, 11–17. <https://doi.org/10.1016/J.JTRANGEO.2013.05.003>
- Statistisches Bundesamt (Destatis). (2017). *Ausstattung privater Haushalte mit ausgewählten Gebrauchsgütern*.
- Straßenverkehrs-Zulassungs-Ordnung (StVZO) idF vom 26.04.2012 (BGBl. Teil I S. 679), zuletzt geändert durch Artikel 1 der Ersten Verordnung zur Änderung der Straßenverkehrs-Zulassungs-Ordnung vom 20. Oktober 2017 (BGBl. Teil I Nr. 72 S. 3723).
- The Language Archive. (2017). ELAN. Nijmegen: Max Planck Institute for Psycholinguistics. Abgerufen von <https://tla.mpi.nl/tools/tla-tools/elan/>
- Tilahun, N. Y., Levinson, D. M., & Krizek, K. J. (2007). Trails, lanes, or traffic: Valuing bicycle facilities with an adaptive stated preference survey. *Transportation Research Part A: Policy and Practice*, 41(4), 287–301. <https://doi.org/10.1016/j.tra.2006.09.007>
- Vlakveld, W. P., Twisk, D., Christoph, M., Boele, M., Sikkema, R., Remy, R., & Schwab, A. L. (2015). Speed choice and mental workload of elderly cyclists on e-bikes in simple and complex traffic situations: A field experiment. *Accident Analysis &*

Prevention, 74, 97–106. <https://doi.org/10.1016/j.aap.2014.10.018>

Vrtic, M., & Fröhlich, P. (2006). Was beeinflusst die Wahl der Verkehrsmittel? *Arbeitsbericht Verkehrs- Und Raumplanung*, 363. <https://doi.org/10.3929/ETHZ-A-005227004>

Winters, M., Davidson, G., Kao, D., & Teschke, K. (2011). Motivators and deterrents of bicycling: Comparing influences on decisions to ride. *Transportation*, 38(1), 153–168. <https://doi.org/10.1007/s11116-010-9284-y>

Wittenburg, P., Brugman, H., Russel, A., Klassmann, A., & Sloetjes, H. (2006). ELAN: a Professional Framework for Multimodality Research. In *Proceedings of LREC 2006, Fifth International Conference on Language Resources and Evaluation*.

Zimmermann, M., Mai, T., & Frejinger, E. (2017). Bike route choice modeling using GPS data without choice sets of paths. *Transportation Research Part C: Emerging Technologies*, 75, 183–196. <https://doi.org/10.1016/J.TRC.2016.12.009>

ZIV. (2018). Zahlen – Daten – Fakten zum Deutschen E-Bike-Markt 2017 [Pressemitteilung]. Abgerufen von http://www.ziv-zweirad.de/fileadmin/redakteure/Downloads/Marktdaten/PM_2018_13.03._E-Bike-Markt_2017.pdf

Bilder

Bild 1: Datenaufzeichnungsgerät VIRB X mit Folie zur Heruntersetzung der Bildqualität.	25
Bild 2: Blendeffekte bei mattierter Displayschutzfolie (links) und zufriedenstellende Bildqualität-Regelung mit manipuliertem Klebestreifen (rechts).	26
Bild 3: Aufnahmequalität bei verschiedenen Lichtverhältnissen: ausreichend bei Dämmerung (links) und nicht ausreichend bei Dunkelheit (rechts).....	26
Bild 4: Sicherstellung der korrekten Ausrichtung des Datenaufzeichnungssystems bei An- und Abbau durch den Probanden bei Nutzung der ursprünglich gewählten Halterung vom Garmin.	27
Bild 5: Basis der Cliphalterung am Lenker (links) und mit montiertem Datenaufzeichnungsgerät (rechts).....	28
Bild 6: Umsetzung der Rangplatzierung der Routenwahlkriterien im Onlinewegetagebuch (LimeSurvey).....	29
Bild 7: Ablauf der Erhebungsphase.....	30
Bild 8: Prozess der Datenaufbereitung.	32
Bild 9: Screenshot eines exportierten Videos mit Informationen zu Neigung, Höhe, Höhenprofil und zurückgelegter Distanz.	34
Bild 10: Nutzungsgründe für Fahrrad und Pedelec im Gesamtdurchschnitt (Angaben aus Fragebogen; N = 14).....	42
Bild 11: Planungszeitpunkt neuer Routen nach Radtyp (Angaben aus Fragebogen; Gesamt: N = 25; Fahrrad: n = 15; Pedelec: n = 10), Mehrfachantworten möglich.	45
Bild 12: Planungszeitpunkt neuer Routen nach Altersgruppe (Angaben aus Fragebogen; Gesamt: N = 25; < 63 Jahre: n = 17; ≥ 63 Jahre: n = 8), Mehrfachantworten möglich.	45
Bild 13: Informationsquellen zur Planung neuer Routen nach Radtyp (Angaben aus Fragebogen; Gesamt: N = 38; Fahrrad: n = 23; Pedelec: n = 15), Mehrfachantworten möglich.	46
Bild 14: Informationsquellen zur Planung neuer Routen nach Altersgruppe (Angaben aus Fragebogen; Gesamt: N = 38; < 63 Jahre: n = 23 ; ≥ 63 Jahre: n = 15), Mehrfachantworten möglich.	46
Bild 15: Wichtigkeit von Routenwahldeterminanten, bewertet auf einer 7-stufigen Skala (Angaben aus Fragebogen; N = 14).	48
Bild 16: Präferenzen für Infrastrukturtypen, bewertet auf einer 7-stufigen Skala, nach Radtypen (Angaben aus Fragebogen; Gesamt: N = 14; Fahrrad: n = 8; Pedelec: n = 6).	49
Bild 17: Präferenzen für Streckenlängen, bewertet auf einer 7-stufigen Skala, nach Radtypen (Angaben aus Fragebogen; Gesamt: N = 14; Fahrrad: n = 8; Pedelec: n = 6).	50

Bild 18: Präferenzen für Arten von Oberflächenbeschaffenheit, bewertet auf einer 7-stufigen Skala, nach Radtypen (Angaben aus Fragebogen; Gesamt: $N = 14$; Fahrrad: $n = 8$; Pedelec: $n = 6$).....	51
Bild 19: Präferenzen für Steigungen, bewertet auf einer 7-stufigen Skala, nach Radtypen (Angaben aus Fragebogen; Gesamt: $N = 14$; Fahrrad: $n = 8$; Pedelec: $n = 6$).	52
Bild 20: Präferenzen für Verkehrsdichte unterteilt nach Verkehrsteilnehmern, bewertet auf einer 7-stufigen Skala, nach Radtypen (Angaben aus Fragebogen; Gesamt: $N = 14$; Fahrrad: $n = 8$; Pedelec: $n = 6$).....	53
Bild 21: Präferenzen für die Geschwindigkeit des angrenzenden Verkehrs, bewertet auf einer 7-stufigen Skala, nach Radtypen (Angaben aus Fragebogen; Gesamt: $N = 14$; Fahrrad: $n = 8$; Pedelec: $n = 6$).....	53
Bild 22: Präferenzen für Formen von Sicherheit, bewertet auf einer 7-stufigen Skala, nach Radtypen (Angaben aus Fragebogen; Gesamt: $N = 14$; Fahrrad: $n = 8$; Pedelec: $n = 6$).	54
Bild 23: Anteile der Fahrtzwecke an allen Fahrten, nach Radtypen (Angabe im Wegetagebuch; Gesamt: $N = 80$; Fahrrad: $n = 44$; Pedelec: $n = 36$).....	55
Bild 24: Anteile der Fahrtzwecke an allen Fahrten, nach Altersgruppe (Angabe im Wegetagebuch; Gesamt: $N = 80$; < 63 Jahre: $n = 44$; ≥ 63 Jahre: $n = 36$).	56
Bild 25: Anteile der genutzten Infrastrukturtypen an der Fahrtzeit, gesamt (Videodaten; $N = 81$).....	61
Bild 26: Anteile der genutzten Infrastrukturtypen (ab 1% Anteil), nach Radtyp (Videodaten; Gesamt: $N = 81$; Fahrrad: $n = 45$; Pedelec: $n = 36$).....	62
Bild 27: Vergleich der Anteile der genutzten Fläche und vorhandenen Anlagen für Radfahrer, gesamt (Videodaten; Genutzte Fläche: $N = 81$; vorhandene Anlagen für Radfahrer: $N = 81$).....	63
Bild 28: Anzahl der Arten von Knotenpunkten, nach Radtyp (Videodaten; Gesamt: $N = 81$; Fahrrad: $n = 45$; Pedelec: $n = 36$).....	64
Bild 29: Anteile der Arten von möglichen Sichtbehinderungen an der Gesamtzahl der Sichtbehinderungen, nach Radtyp (Videodaten; Gesamt: $N = 81$; Fahrrad: $n = 45$; Pedelec: $n = 36$).	65
Bild 30: Anzahl der Nutzung verschiedener Arten von Überquerungsstellen, nach Radtyp (Videodaten; Gesamt: $N = 81$; Fahrrad: $n = 45$; Pedelec: $n = 36$).	67
Bild 31: Anteile der Oberfläche, nach Radtyp (Videodaten; Gesamt: $N = 81$; Fahrrad: $n = 45$; Pedelec: $n = 36$).	68
Bild 32: Anteile der Anstiegsarten, nach Radtyp (Videodaten; Gesamt: $N = 81$; Fahrrad: $n = 45$; Pedelec: $n = 36$).	69
Bild 33: Anteile der Begrünungsgrade, nach Radtyp (Videodaten; Gesamt: $N = 81$; Fahrrad: $n = 45$; Pedelec: $n = 36$).....	70
Bild 34: Anteile Verkehrsdichte motorisierter und nichtmotorisierter Verkehr, nach Radtyp (Videodaten; Gesamt: $N = 81$; Fahrrad: $n = 45$; Pedelec: $n = 36$).	71

Bild 35: Anteile der unterschiedlichen Wettereinflüsse, nach Radtyp (Videodaten; Gesamt: $N = 81$; Fahrrad: $n = 45$; Pedelec: $n = 36$).....	72
Bild 36: Anteil des Umwegs an der genutzten Route, nach Untergruppen (GPS-Daten; Gesamt: $N = 81$; Fahrrad: $n = 45$; Pedelec: $n = 36$; < 63 : $n = 44$; ≥ 63 : $n = 37$; Freizeit: $n = 27$; Arbeit/Ausbildung: $n = 27$; Einkauf: $n = 17$).....	73

Tabellen

Tabelle 1: Anzahl und Durchschnittsalter der Probanden gesamt und nach Gruppen..	22
Tabelle 2: Anforderungen an das Datenaufzeichnungsgerät und Eigenschaften des ausgewählten Gerätes.....	25
Tabelle 3: Fahrkilometer in Gut- und Schlechtwetterperiode gesamt und nach Untergruppen (Angaben im Fragebogen).....	41
Tabelle 4: Zustimmung zu Items bezogen auf die Nutzungsgründe, getrennt nach Radtyp, erhoben auf einer Skala von 1 - "stimmt gar nicht" bis 6 - "stimmt völlig" (erhoben im Fragebogen). Auflistung beginnend bei größter Zustimmung, endend bei geringster Zustimmung.	43
Tabelle 5: Fahrstil gesamt und nach Untergruppen (Angaben im Fragebogen).	43
Tabelle 6: Unterschiede zwischen Fahrrad und Pedelec, von Pedelecfahrern bewertet, geordnet nach der Abweichung von der neutralen Mittelkategorie (Angaben aus Fragebogen; $N = 6$).	44
Tabelle 7: Vergleich der Wichtigkeit der Routenwahl-Determinanten als Rangreihe zwischen Fragebogen (Skala von 1=gar nicht wichtig bis 6=sehr wichtig) und Wegetagebuch (3=wichtigstes Kriterium, 2=zweitwichtigstes Kriterium, 1=drittwichtigstes Kriterium; für die Verkehrsdichte im Wegetagebuch wurde nur der motorisierte Verkehr betrachtet).	57
Tabelle 8: Rangfolge der Infrastrukturtypen (Angabe im Wegetagebuch; 3 = wichtigstes Kriterium, 2 = zweitwichtigstes Kriterium, 1 = drittwichtigstes Kriterium).	58
Tabelle 9: Streckenlänge sowie Vergleich der Fahrdauer zwischen Wegetagebuch (subjektiv) und Videodaten (objektiv).....	59
Tabelle 10: Vergleich der Eigenschaften der Route zwischen tatsächlich gewählter Route (erhoben mittels Videodaten und Kartendienst) sowie kürzester Route(erhoben mittels Kartendienst openrouteservice).....	74

Anhang

Anhang A: Auswahl des Datenaufzeichnungssystems

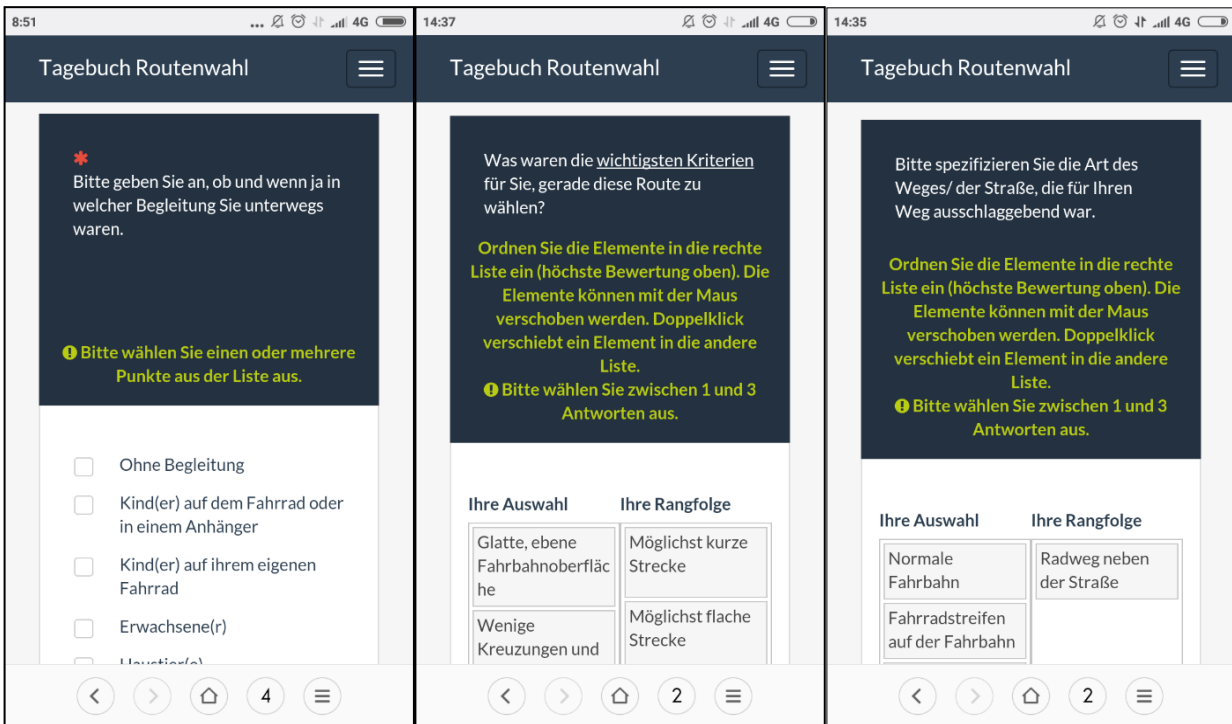
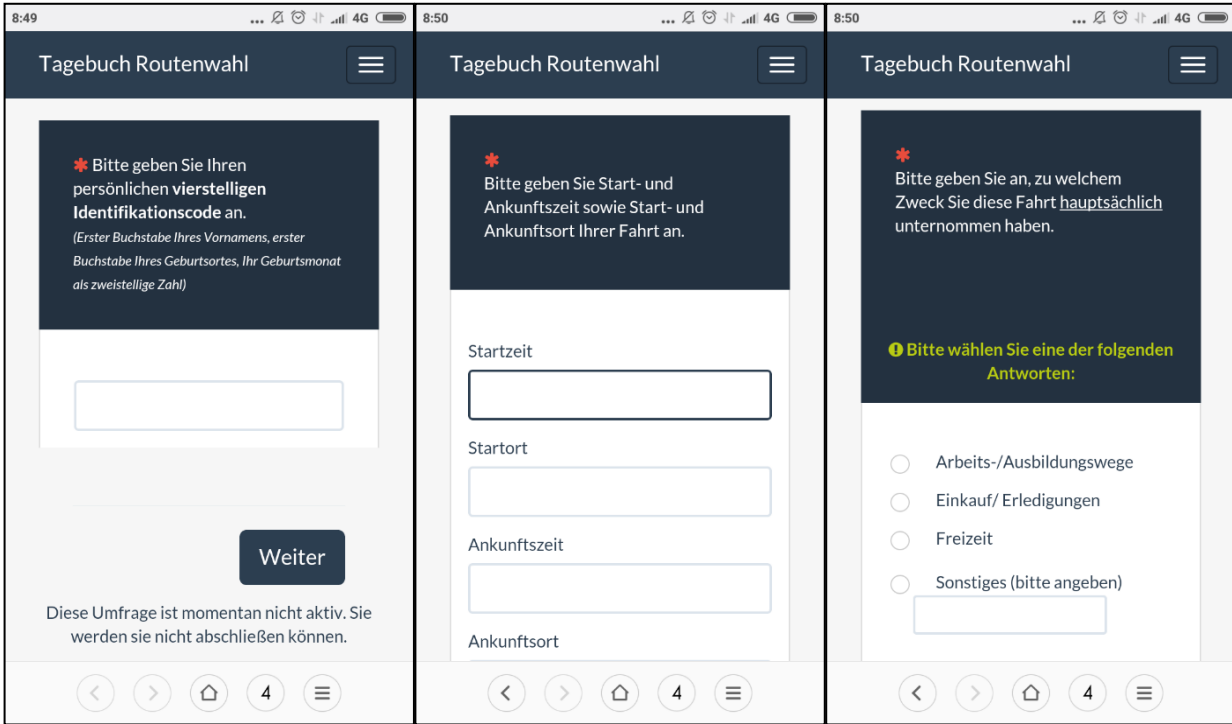
	Garmin VIRB® X (1)	Garmin VIRB® Elite (Fahrrad Bundle) (2)	DENVER ACG-8050W (3)	Sony HDR-AS200V (4)	Oregon Scientific ATC9K Action Cam (5)	Beste Option
Preis	299€ Kamera 25-30€ Halterungen	299€	ab 75€, Radhalterung inklusive	ab 299€ 449€ inkl. Fahrrad-Kit	90€, Lenkerhalterung inbegriffen 15€ GPS-Modul	3
Gewicht	152g	181g	100g	93g	159g	4
Akkulaufzeit	980mAh Akku (bis max. 2h) (Ersatzakkus verfügbar)	2000mAh Akku (bis max. 3h) (Ersatzakkus verfügbar)	45min bei GPS+WiFi nur mit GPS 95 min	maximal 2h	maximal 1,5h	2
Ladeanschluss	Robuste Einrast-Klemme	Mini-USB-Buchse hinten Laden bei entfernter Schutzkappe (Schmutz/ Nässe?)	Micro-USB-Port an der Seite	Mini-USB-Buchse unten Laden bei entfernter Schutzkappe (Schmutz/ Nässe?)	USB- Ladeanschluss Anschluss nur bei aufgeklappter Kamera zugänglich	1
Aufnahmequalität	Aufnahmen bis 25fps runterregulierbar (720p-HD-Video)	Aufnahmen bis 1280 × 720; 30fps runterregulierbar (720p-HD-Video)	bis 720p (30 fps) herunterregulierbar	Aufnahmequalität regulierbar	Aufnahmequalität bis 480p herunterregulierbar (60 fps)	1
Speichermedium	Micro-SD Karte bis 128GB möglich (nicht enthalten)	Micro-SD Karte nur 64GB möglich (16GB Micro-SD enthalten)	Micro-SD Karte bis 32GB möglich	Micro-SD Karte bis 64GB möglich	Micro-SD Karte bis 32GB möglich	1

<p>Relevante Funktionen</p>	<p>Automatische Aufnahme (GPS-basiert): Modus „In Bewegung“, nur Videoaufnahme, wenn sich die Kamera bewegt</p> <p>Automatisches Abschalten bei Nichtbenutzung möglich</p> <p>Beschleunigungsmesser, Höhenmesser, Verzerrungskorrektur, GPS-Position, Geschwindigkeit, Distanz zum Startpunkt, Zeit, Höhe, G-Kraft</p> <p>Schnellstarthebel: Kombiniertes Einschalten und Aufnahmestart bzw. Video beenden und Ausschalten</p>	<p>Automatische Aufnahme (GPS-basiert): 2 Modi: 1) In Bewegung: nur Videoaufnahme, wenn sich die Kamera bewegt; 2) Skimodus</p> <p>Automatisches Abschalten bei Nichtbenutzung möglich</p> <p>Beschleunigungsmesser, Höhenmesser, Bildstabilisierung (digital), Verzerrungskorrektur, GPS Track-Rate: 1Hz: GPS-Position, Geschwindigkeit, Distanz zum Startpunkt, Zeit, Höhe, G-Kraft</p> <p>Schnellstarthebel: Kombiniertes Einschalten und Aufnahmestart bzw. Video beenden und Ausschalten</p>	<p>Höhenmessung, Geschwindigkeit, Distanz, Zeit und Datum, Position</p> <p>GPS-Anzeige verwendet Google Maps</p>	<p>Automatisches Abschalten bei Nichtbenutzung möglich (Aufnahme muss gestoppt sein)</p> <p>Sperrschalter REC HOLD</p> <p>Anlegen von GPS-Protokollen möglich, Anzeige über Action Cam Movie Creator (verwendet Google Maps) -> Geschwindigkeit, Uhrzeit, Route</p> <p>Bildstabilisierung</p>	<p>Automatischer Standby bei Nichtbenutzung</p> <p>Einschalten über einen Knopf, der laut Berichten nicht gut erfinden lässt ob die Aufnahme ausgelöst wurde</p> <p>Beschleunigungsmesser, Laserpointer (zur Ausrichtung praktisch), Fernbedienung</p> <p>GPS-Anzeige verwendet Google Maps</p>	<p>1, 2</p>
<p>Fehlende Funktionen</p>	<p>GPS Track-Rate nicht angegeben, ob Uhrzeit bzw. Zeitstempel angezeigt werden kann, ist nicht gesichert</p> <p>keine Bildstabilisierung</p>	<p>Kein Bluetooth</p>	<p>Kein Schnellstarthebel, Gerät muss mit 3s Tastendruck eingeschaltet werden</p> <p>Video beendet sich automatisch nach 29min + muss neu gestartet werden</p>	<p>Kein Schnellstarthebel</p> <p>Fahrrad-Kit wohl nötig, Klebehalterungen, wenn einmal fixiert, nur einmal verwendbar</p> <p>Überhitzung bei längeren Aufnahmen</p>	<p>Software läuft nicht unter Windows 10, ermöglicht keinen Schnitt oder Integration von Daten ins Bild</p> <p>Auffällige Gelb-Schwarze Optik, recht groß → Ablenkung der VPs oder Anderer?</p> <p>Schlechte Performance bei Dämmerungslicht</p> <p>GPS unzuverlässig (Knowles et al., 2012)</p>	<p>2</p>

Datentyp	Videodateiformat MP4 GPS-Daten Format: .fit, wohl keine .gpx Dateien! – universell verwendbar? – läuft wahrscheinlich nur über die VIRB® Edit Software	Video Dateiformat MP4 Universell verwendbare GPS Daten (Format: .fit, wenn Kamera eingeschaltet ist + zusätzlich .gpx Dateien für jede Videoaufnahme)	Video Format .MOV Möglichkeit anderweitiger Nutzung der GPS Daten nicht gesichert	Format MP4 möglich Keine Angabe zu GPS-Dateiformat und Qualität des Trackens	Video Format .MOV Keine Angabe zu GPS-Dateiformat	2
Datenexport/ -integration	Schnittstelle: USB 2.0, Bluetooth WLAN-Streaming via Smartphone, Android + iOS App verfügbar ANT+™-Kompatibilität: Synchrones Einbinden von anderen Daten (z.B. Trittfrequenz usw.) Rohdaten-Videos, Geschwindigkeit + Map-Daten müssen über VIRB® Edit Software hinzugefügt werden	Schnittstelle: USB 2.0, Micro-HDMI-Ausgang WLAN-Streaming via Smartphone, Android + iOS App verfügbar ANT+™-Kompatibilität: Synchrones Einbinden von anderen Daten für evtl. Folgestudien (z.B. Trittfrequenz usw.) Rohdaten-Videos, Geschwindigkeit + Map-Daten müssen über VIRB® Edit Software hinzugefügt werden	Software zeigt Geschwindigkeit + Karte (google maps) direkt mit an WiFi / Android + iOS App verfügbar	Micro-HDMI WiFi / Bedienung per Smartphone verfügbar (Android / iOS), App: PlayMemories Mobile	HDMI-Ausgang	1,2
Wetterfestigkeit	Komplett wasserdicht (bis 50m) ohne extra Gehäuse	Wasserbeständigkeit: IPX7 bis 1m (ausreichend / kein Gehäuse nötig)	Gehäuse bei Nässe nötig (inklusive)	Wasserfestes Gehäuse nötig (enthalten)	Wasserdicht bis 20m	1
Display	Top-Display (einfarbige Digital-Anzeige)	Farbiges Top-Display (könnte beeinflussen/ablenken)	Display (Rückseite) zeigt aufgenommenes Bild	Einfarbiges kleines Display an der Seite	Display zeigt das gerade aufgezeichnete Motiv (könnte ablenken)	1,4
Mikrofon	Mikrofon deaktivierbar	Mikrofon deaktivierbar	Unklar ob deaktivierbar	Mikrofon deaktivierbar	Mikrofon deaktivierbar	1,2,4,5
Extras	Trockenmittelbeutel, um Beschlagen zu verhindern					1

Fazit	<p>9x beste Option, ähnlich wie VIRB Elite, überlegen bei SD-Kartengröße und hat robusteren Lade-Anschluss</p> <p>Extra Trockenbeutel → Entscheidung dafür</p>	<p>6x beste Option, ähnlich wie VIRB X, ist überlegen in Akkulaufzeit und universell verwendbaren Daten</p> <p>Etwas günstiger Nicht mehr erhältlich! (Juli 2017)</p>	<p>1x beste Option, viele negative Aspekte (Laden und Aufnahme nicht gleichzeitig möglich, geringe Speicherkartengröße, mov-Dateien...)</p>	<p>3x beste Option, viele negative Aspekte Umständlichere Bedienung, Klebehalterungen am Rad, Laden und Aufnahme nicht möglich...)</p>	<p>1x beste Option, relativ altes Modell, Software ermöglicht kein Bearbeiten, Laden während des Fahrens nicht möglich, insgesamt nicht ausreichend</p>
-------	--	--	--	---	--

Anhang B: Wegetagebuch Umsetzung Limesurvey



Anhang C: Wegetagebuch Umsetzung Papierform

Routenwahl von Fahrrad- und Pedelec-fahrern

Wegetagebuch



Bitte tragen Sie hier Ihren persönlichen Identifikationscode ein.

Beispielcode: MH07

Erster Buchstabe Ihres Vornamens, z.B. Martina

Erster Buchstabe Ihres Geburtsortes, z.B. Hamburg

Ihr Geburtsmonat als zweistellige Zahl, z.B. 07

Beginn der Fahrt	Ende der Fahrt
Datum:	
Uhrzeit:	Uhrzeit:
Startort (straßengenau angeben):	Ankunftsort (straßengenau angeben):

Bitte geben Sie an, zu welchem Zweck Sie diese Fahrt hauptsächlich unternommen haben.

Bitte wählen Sie nur eine der folgenden Antworten aus:

- Arbeits-/Ausbildungswege
- Einkauf/ Erledigungen
- Freizeit
- Sonstiges (bitte angeben):

Bitte geben Sie an, ob und wenn ja in welcher Begleitung Sie unterwegs waren.

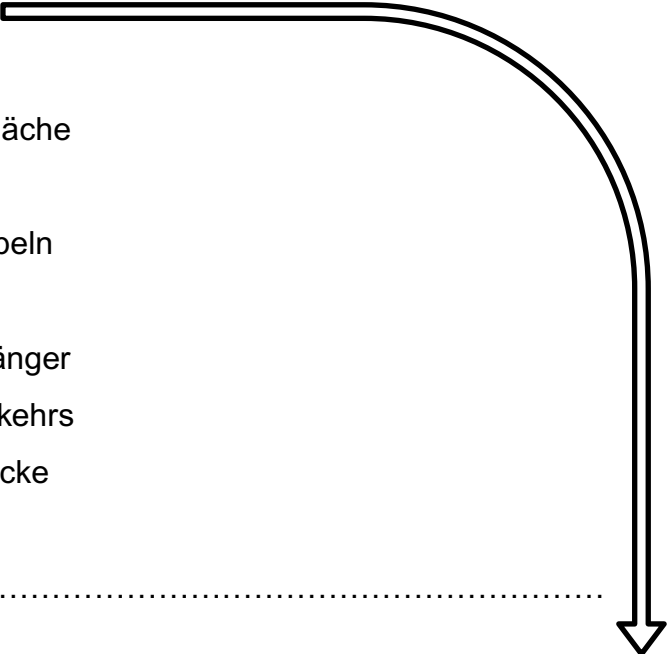
Bitte wählen Sie alle zutreffenden Antworten aus:

- Ohne Begleitung
- Kind(er) auf dem Fahrrad oder in einem Anhänger
- Kind(er) auf eigenem Fahrrad
- Erwachsene(r) auf eigenem Fahrrad
- Haustier(e) nebenher laufend
- Schweres Gepäck (z.B. Fahrradtaschen, Rucksack, ...)
- Sonstiges (bitte angeben):

Was waren die wichtigsten Kriterien für Sie, gerade diese Route zu wählen?

Geben Sie maximal drei Kriterien an. Vergeben Sie dazu Rangplätze von 1 bis maximal 3 und tragen Sie diese in den Kästchen ein.

<input type="checkbox"/>	Art des Weges/ der Straße*
<input type="checkbox"/>	Möglichst kurze Strecke
<input type="checkbox"/>	Glatte, ebene Fahrbahnoberfläche
<input type="checkbox"/>	Möglichst flache Strecke
<input type="checkbox"/>	Wenige Kreuzungen und Ampeln
<input type="checkbox"/>	Wenig motorisierter Verkehr
<input type="checkbox"/>	Wenige Radfahrer und Fußgänger
<input type="checkbox"/>	Geschwindigkeit des Autoverkehrs
<input type="checkbox"/>	Landschaftliche reizvolle Strecke
<input type="checkbox"/>	Sicherheit
<input type="checkbox"/>	Sonstiges (bitte angeben):



***Achtung:** Folgende Frage nur bearbeiten, falls Sie in der vorherigen Frage „Art des Weges/ der Straße“, egal auf welchem Rang, angegeben haben.

Bitte spezifizieren Sie die Art des Weges/ der Straße, die für Ihren Weg ausschlaggebend war.

Geben Sie maximal drei Kriterien an. Vergeben Sie dazu Rangplätze von 1 bis maximal 3 und tragen Sie diese in den Kästchen ein.

<input type="checkbox"/>	Normale Fahrbahn
<input type="checkbox"/>	Fahrradstreifen auf der Fahrbahn
<input type="checkbox"/>	Radweg neben der Straße
<input type="checkbox"/>	Fußweg
<input type="checkbox"/>	Fußgängerzone
<input type="checkbox"/>	Feldweg/ Waldweg
<input type="checkbox"/>	Spielstraße
<input type="checkbox"/>	Sonstiges (bitte angeben):

Ende der Eintragungen für diese Fahrt.

Anhang D: Fragebogen 1 inklusive Fragen für Pedelecfahrer (Frage 72 bis 79)

Sehr geehrte(r) Teilnehmer(in),

vielen Dank für Ihre Bereitschaft, an unserer Erhebung teilzunehmen. Die **sorgfältige Bearbeitung** dieses Fragebogens ist für uns von **größter Wichtigkeit**.

Es gibt keine richtigen und falschen Antworten! Es geht um Ihre **persönliche Meinung**.

Da die Befragung **anonymisiert** wird, möchten wir Sie bitten, **folgenden Code** auszufüllen, damit wir Ihre Antworten aus dieser Befragung Ihren Fahrdaten zuordnen können.

Persönlicher vierstelliger Code	
<i>Beispielcode: MH07</i>	
Erster Buchstabe Ihres Vornamens: z.B. <u>M</u> MARTINA	_____
Erster Buchstabe Ihres Geburtsortes: z.B. <u>H</u> HAMBURG	_____
Den Monat Ihres Geburtstags als zweistellige Zahl : z.B. <u>07</u>	_____

Nun geht es los!

*Zu Beginn bitten wir Sie um einige **Angaben zu Ihrer Person***

01	In welchem Jahr wurden Sie geboren?	_____
02	Welchem Geschlecht ordnen sie sich zu?	<input type="checkbox"/> männlich <input type="checkbox"/> weiblich <input type="checkbox"/> keine Angabe
03	Was ist Ihr höchster Berufsabschluss?	<input type="checkbox"/> noch in Ausbildung <input type="checkbox"/> Lehre <input type="checkbox"/> Meister, Fachschule <input type="checkbox"/> Fachhochschule, Universität <input type="checkbox"/> ohne Abschluss
04	Sind sie zurzeit...?	<input type="checkbox"/> Vollzeit berufstätig <input type="checkbox"/> Teilzeit berufstätig (11 bis unter 35 Stunden pro Woche) <input type="checkbox"/> nicht berufstätig

*Nun möchten wir etwas zu Ihren **Fahrgewohnheiten** wissen.*

05	Bitte schätzen Sie, in welchem Jahr Sie begannen regelmäßig Fahrrad zu fahren. (YYYY)	_____
06	Wie viele Kilometer legen Sie schätzungsweise in einer durchschnittlichen Woche in der Gutwetterperiode mit dem Fahrrad zurück?	_____
07	Wie viele Kilometer legen Sie schätzungsweise in einer durchschnittlichen Woche in der Schlechtwetterperiode mit dem Fahrrad zurück?	_____

Im Folgenden geht es um die **Planung neuer Wege** mit dem Fahrrad.

21	Wann planen Sie gewöhnlich neue Routen? (Mehrfachantworten möglich)	<input type="checkbox"/> während der Fahrt/ spontan <input type="checkbox"/> am gleichen Tag vor der Fahrt <input type="checkbox"/> am Vortag <input type="checkbox"/> mehrere Tage im Voraus <input type="checkbox"/> Sonstiges _____
22	Welche Informationen nutzen Sie hauptsächlich als Basis für die Planung neuer Routen? (Mehrfachantworten möglich)	<input type="checkbox"/> Informationen aus dem Gedächtnis <input type="checkbox"/> Beschilderungen auf der Straße <input type="checkbox"/> Kartenmaterial, Reiseführer <input type="checkbox"/> Online-Navigationsdienste wie Google Maps <input type="checkbox"/> Tipps von Bekannten <input type="checkbox"/> Sonstiges _____

Im folgenden Abschnitt geht es um die **Gründe für eine bestimmte Routenwahl**.

Bitte geben Sie an, wie wichtig Ihnen folgende Aspekte bei der **Wahl Ihrer Fahrradroute** allgemein sind. Bitte denken Sie dabei an diejenigen Fahrten, die den überwiegenden Anteil Ihrer Fahrten ausmachen.

1 = gar nicht wichtig	2	3	4	5	6 = sehr wichtig
-----------------------	---	---	---	---	------------------

ACHTUNG! Bitte beachten Sie, dass sich die Skalenüberschriften ändern.

23	Infrastruktur (wie Radwege, Schutzstreifen...)	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
24	Streckenlänge	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
25	Oberflächenbeschaffenheit	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
26	Anstiege	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
27	Kreuzungen & Ampeln	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
28	Verkehrsdichte	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
29	Geschwindigkeit des angrenzenden Verkehrs	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>

Im folgenden Abschnitt geht es weiter um die **Gründe für eine bestimmte Routenwahl**.

Bitte bewerten Sie nun Ihre Präferenzen für die verschiedenen Unter Aspekte bei der Wahl Ihrer Fahrradroute. Bitte denken Sie dabei an diejenigen Fahrten, die den überwiegenden Anteil Ihrer Fahrten ausmachen.		-3 = mag ich gar nicht	-2	-1	0 = keine Meinung	1	2	3 = mag ich sehr
69	Vermeidung kriminalitätsbelasteter Bereiche	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
70	Verkehrssicherheit/ Vermeidung von Unfallschwerpunkten	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
71	Sonstiges (bitte angeben) _____	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>

Nun geht es um den **Vergleich zwischen normalem Fahrrad und Pedelec**.

ACHTUNG! Bitte setzen Sie jeweils für die drei Punkte Ihre Einschätzung auf der jeweiligen Skala ein. Markieren Sie Ihre Einschätzung zwischen den Polen.

Im Vergleich zu einem herkömmlichen Fahrrad ...

		gleich							
72	fahre ich ...	langsamer	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	schneller
73	sind die gefahrenen Strecken ...	kürzer	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	länger
74	fahre ich steile Anstiege ...	seltener	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	häufiger
75	fühle ich mich bezogen auf die Kontrolle über mein Rad ...	unsicherer	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	sicherer
76	fühle ich mich auf Strecken mit motorisiertem Verkehr ...	unwohler	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	wohler
77	fällt mir das Beschleunigen...	schwerer	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	leichter
78	mache ich mir ... Gedanken über die Routenwahl.	weniger	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	mehr

Welche Unterschiede zwischen der Nutzung von normalem Fahrrad und Pedelec gibt es bei Ihnen außerdem?

79

Nun geht es um den **Vergleich zwischen normalem Fahrrad und Pedelec.**

ACHTUNG! Bitte setzen Sie jeweils für die drei Punkte Ihre Einschätzung auf der jeweiligen Skala ein. Markieren Sie Ihre Einschätzung zwischen den Polen.

Im Vergleich zu einem herkömmlichen Fahrrad ...

Geschafft!

Vielen Dank für Ihre Mühe!

Anhang E: Fragebogen 2 (Radfahrer und Pedelecfahrer)

Sehr geehrte(r) Teilnehmer(in),

vielen Dank für Ihre Bereitschaft, an unserer Erhebung teilzunehmen. Die **sorgfältige Bearbeitung** dieses Fragebogens ist für uns von **größter Wichtigkeit**.

Es gibt keine richtigen und falschen Antworten! Es geht um Ihre **persönliche Meinung**.

Da die Befragung **anonymisiert** wird, möchten wir Sie bitten, **folgenden Code** auszufüllen, damit wir Ihre Antworten aus dieser Befragung Ihren Fahrdaten zuordnen können.

Persönlicher vierstelliger Code

Beispielcode: MH07

Erster Buchstabe Ihres Vornamens: z.B. MMARTINA

Erster Buchstabe Ihres Geburtsortes: z.B. HHAMBURG

Den Monat Ihres **Geburtstags** als zweistellige Zahl : z.B. 07

Nun geht es los!

Es folgen ein paar generelle Aussagen **zu Ihrem persönlichen Fahrstil**.

Schätzen Sie bitte mit Hilfe der folgenden Adjektivpaare Ihren persönlichen Fahrstil im Vergleich zu anderen Fahrradfahrern ein.

Markieren Sie dazu die Stelle zwischen jedem der Eigenschaftspaare, welche Ihren Fahrstil am besten beschreibt.

	1	2	3	4	5	6	7	
01 sportlich	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	gemütlich
02 schlecht	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	gut
03 langsam	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	schnell
04 ängstlich	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	mutig
05 vorsichtig	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	risikobereit
06 ruhig	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	hektisch
07 zögerlich	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	bestimmt
08 defensiv	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	offensiv
09 aufmerksam	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	unaufmerksam
10 vorausschauend	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	impulsiv
11 unsicher	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	sicher

Folgender Abschnitt befasst sich mit Ihren **Fahrten während der Erhebungsphase**.

12	Haben Sie während der Erhebungsphase Fahrten gemacht, die nicht von der Kamera aufgezeichnet wurden? Falls Ja, bearbeiten Sie bitte Frage 13-14, ansonsten machen Sie bitte mit Frage 15 weiter:	<input type="checkbox"/> ja <input type="checkbox"/> nein <input type="checkbox"/> weiß nicht
13	Falls Ja , wie viele Fahrten wurden schätzungsweise <u>nicht</u> von der Kamera aufgezeichnet?	_____

Folgender Abschnitt befasst sich mit Ihren **Fahrten während der Erhebungsphase**.

<p>14 Falls ja, was waren die Gründe, dass die Fahrten <u>nicht</u> von der Kamera aufgezeichnet wurden? (Mehrfachantworten möglich)</p>	<p><input type="checkbox"/> Ich vergaß das Gerät anzuschalten.</p> <p><input type="checkbox"/> Ich wollte das Gerät nicht anschalten.</p> <p><input type="checkbox"/> Das Gerät war kaputt.</p> <p><input type="checkbox"/> Die Batterien waren leer.</p> <p><input type="checkbox"/> Sonstiges (bitte angeben)</p> <p>_____</p>
<p>15 Haben Sie während der Erhebungsphase Fahrten gemacht, die Sie nicht im Wegetagebuch eingetragen haben? Falls Ja, bearbeiten Sie bitte Frage 16-17, ansonsten machen Sie bitte mit Frage 18 weiter:</p>	<p><input type="checkbox"/> ja</p> <p><input type="checkbox"/> nein</p> <p><input type="checkbox"/> weiß nicht</p>
<p>16 Falls Ja, wie viele Fahrten haben Sie schätzungsweise <u>nicht</u> im Wegetagebuch eingetragen?</p>	<p>_____</p>
<p>17 Falls ja, was waren die Gründe, dass Sie die Fahrten <u>nicht</u> im Wegetagebuch eingetragen haben? (Mehrfachantworten möglich)</p>	<p><input type="checkbox"/> Ich vergaß die Fahrt einzutragen.</p> <p><input type="checkbox"/> Ich wollte die Fahrt nicht eintragen.</p> <p><input type="checkbox"/> Ich konnte nicht auf das Internet zugreifen.</p> <p><input type="checkbox"/> Die Batterien meines Smartphones waren leer.</p> <p><input type="checkbox"/> Sonstiges</p> <p>_____</p>
<p>18 Ist die Anzahl der aufgezeichneten Fahrten typisch für Ihr Fahrverhalten in dieser Jahreszeit?</p>	<p><input type="checkbox"/> ja</p> <p><input type="checkbox"/> nein, ich fahre sonst weniger</p> <p><input type="checkbox"/> nein, ich fahre sonst mehr</p>
<p>19 Falls Sie mehr oder weniger gefahren sind als üblicherweise, bitte erklären Sie warum:</p> <p>_____</p>	
<p>20 Unterscheiden sich die aufgezeichneten Fahrten in ihrer Art von denen die Sie normalerweise zu der Jahreszeit machen (z.B. bzgl. der Fahrtziele oder Fahrtzwecke)?</p>	<p><input type="checkbox"/> ja</p> <p><input type="checkbox"/> nein</p>
<p>21 Falls Ja, bitte erklären Sie inwiefern:</p> <p>_____</p> <p>_____</p> <p>_____</p>	

Nun folgen Fragen zu Ihrem Umgang mit der **Kamera** während der Testphase.

Bitte schätzen Sie Ihren **Umgang mit der Kamera** ein.

	sehr schlecht	schlecht	mittel	gut	sehr gut
22 Wie sind Sie mit dem Aufzeichnungssystem zurechtgekommen?	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>

Falls Schwierigkeiten auftraten: Welche waren das?

23 _____

24 Hatten Sie den Eindruck, sich durch die Anwesenheit der Kamera „beobachtet“ zu fühlen oder sich anders als gewöhnlich zu verhalten?	<input type="checkbox"/> ja <input type="checkbox"/> nein
--	--

Falls ja, beschreiben Sie dies bitte genauer.

25 _____

26 Hatten Sie den Eindruck, dass sich <u>andere Verkehrsteilnehmer</u> durch das Bemerkten der Kamera anders als gewöhnlich verhalten haben?	<input type="checkbox"/> ja <input type="checkbox"/> nein
--	--

Falls ja, beschreiben Sie dies bitte genauer.

27 _____

Haben Sie Ergänzungs- oder Verbesserungsvorschläge zum Einsatz der Kamera?

28 _____

Nun folgen Fragen zu Ihrem Umgang mit dem **Wegetagebuch auf dem Smartphone**.

Bitte schätzen Sie Ihren **Umgang mit dem Wegetagebuch** ein.

29 Wie sind Sie mit dem Wegetagebuch zurechtgekommen?

sehr schlecht

schlecht

mittel

gut

sehr gut

Falls Schwierigkeiten auftraten: Welche waren das?

30

Haben Sie Ergänzungs- oder Verbesserungsvorschläge zum Wegetagebuch?

31

Welche Fragen wären Ihrer Meinung nach bei dieser Studie noch wichtig gewesen?

32

Geschafft!

Vielen Dank für Ihre Mühe!

Anhang F: Vorschlag für ein Kodierschema zur Auswertung der Fahrtenvideos für Bearbeiter, Begriffe für Auswerter leicht angepasst

Codesystem Routenwahl

„Infrastruktur genutzt“/ genutzte Fläche		
Code	Beschreibung	Information/ Beispiel/ Zeichen
Fahrbahn		
4	Mischverkehr ohne Schutzstreifen	
43	Einbahnstraße entgegengesetzt genutzt und freigegeben	
44	Einbahnstraße entgegengesetzt genutzt und nicht freigegeben	
45	Busstreifen genutzt und freigegeben	Freigegeben durch Zeichen Radfahrer frei und/oder durch Markierung auf der Straße
46	Busstreifen genutzt und nicht freigegeben	
Fahrradinfrastruktur		
25	Radweg, selbstständig geführt	Zeichen 237 Radweg <u>Nicht</u> neben Fahrbahn (Benutzungspflicht)
23	Radweg im Seitenraum: kein Zeichen	Neben einer Fahrbahn, durch einen Bereich zwischen Fahrbahn und Weg abgetrennt (Benutzungsrecht)
24	Radweg im Seitenraum: mit Zeichen Radweg	Zeichen 237 Radweg Neben einer Fahrbahn, durch einen Bereich zwischen Fahrbahn und Weg abgetrennt (Benutzungspflicht)
32	Gemeinsamer Geh- und Radweg, selbstständig geführt	Zeichen 240 Gemeinsamer Geh- und Radweg <u>Nicht</u> neben der Fahrbahn (Benutzungspflicht)
31	gemeinsamer Geh- und Radweg im Seitenraum	Zeichen 240 Gemeinsamer Geh- und Radweg Getrennter geh und radweg Neben einer Fahrbahn, durch einen Bereich zwischen Fahrbahn und Weg abgetrennt <i>Anmerkung:</i> in der Regel sind dann Fuß- und Radweg farblich gleich gestaltet (Benutzungspflicht)
12	Getrennter Geh- und Radweg,	Zeichen 241 Getrennter Geh- und Radweg

	selbstständig geführt	Nicht neben der Fahrbahn (Benutzungspflicht)
11	getrennter Geh- und Radweg im Seitenraum	Zeichen 241 Getrennter Geh- und Radweg Neben einer Fahrbahn, durch einen Bereich zwischen Fahrbahn und Weg abgetrennt (Benutzungspflicht)
21	Schutzstreifen auf Fahrbahn	Durchbrochene Linie (Benutzungspflicht, wenn Radfahrer auf Fahrbahn ist; falls es einen Radweg zusätzlich gibt kann er wählen)
22	Radfahrstreifen auf Fahrbahn	Durchgezogene Linie, Radfahrstreifen könnte auch rot eingefärbt sein (Benutzungspflicht)
41	Fahrradstraße	Zeichen 244.1 Beginn einer Fahrradstraße, Markierungen auf der Straße Autos dürfen nur sie nur benutzen wenn durch zusätzli- ches Schild freigegeben, Höchstgeschwindigkeit für alle 30 km/h
Infrastruktur für Fußgänger		
53	Gehweg, selbstständig geführt	Zeichen 239 Gehweg <u>Nicht</u> neben einer Fahrbahn
52	Gehweg im Seitenraum	Zeichen 239 Gehweg Neben einer Fahrbahn, durch einen Bereich zwischen Fahrbahn und Weg abgetrennt
51	Gehweg direkt neben der Straße	Zeichen 239 Gehweg
9	Gehweg direkt neben der Straße „Radfahrer frei“	Zeichen 239 Gehweg mit Zusatzzeichen Radfahrer frei
62	Fußgängerzone: Nur Fußgän- ger	Zeichen 242.1 Beginn einer Fußgängerzone (Benutzungsverbot)
61	Fußgängerzone: Radfahrer frei	Zeichen 242.1 Beginn einer Fußgängerzone mit Zusatz- zeichen Radfahrer frei (Benutzungsrecht; bei zeitlichen Einschränkungen einge- schränkt)
8	Verkehrsberuhigter Bereich	Zeichen 325.1 Beginn eines verkehrsberuhigten Bereichs
Sonstige Infrastruktur		
7	Feldweg/ Waldweg	
0	Sonstiges	z.B. Parkplätze, nicht öffentliche Bereiche

Sonderfälle und Unsicherheiten (punktuell bei Bedarf kodieren)		
Code	Beschreibung	Information und (Bild-)Beispiel, Zeichen
1	Unklarheit	Bei genutzter Infrastruktur auftauchende Unsicherheiten oder fehlende Informationen zur Entscheidung, z.B. ob Busspur freigegeben war oder nicht etc. <i>Immer mit einer Anmerkung erläutern!</i>

„Infrastruktur angeboten“/ vorhandene Anlagen für Radfahrer → IS mit Benutzungsrecht oder Benutzungspflicht		
Code	Beschreibung	Information und (Bild-)Beispiel, Zeichen
Straße		
4	Mischverkehr ohne Schutzstreifen	
43	Einbahnstraße entgegengesetzt genutzt und freigegeben	
45	Busstreifen genutzt und freigegeben	Freigegeben durch Zeichen Radfahrer frei und/oder durch Markierung auf der Straße
Fahrradinfrastruktur		
25	Radweg, selbstständig geführt	Zeichen 237 Radweg Nicht neben Fahrbahn (Benutzungspflicht)
23	Radweg im Seitenraum: kein Zeichen	neben einer Fahrbahn, durch einen Bereich zwischen Fahrbahn und Weg abgetrennt (Benutzungsrecht)
24	Radweg im Seitenraum: mit Zeichen Radweg	Zeichen 237 Radweg neben einer Fahrbahn, durch einen Bereich zwischen Fahrbahn und Weg abgetrennt (Benutzungspflicht)
32	Gemeinsamer Geh- und Radweg, selbstständig geführt	Zeichen 240 Gemeinsamer Geh- und Radweg <u>Nicht</u> neben der Fahrbahn (Benutzungspflicht)
31	gemeinsamer Geh- und Radweg im Seitenraum	Zeichen 240 Gemeinsamer Geh- und Radweg neben einer Fahrbahn, durch einen Bereich zwischen Fahrbahn und Weg abgetrennt Anmerkung: in der Regel sind dann Fuß- und Radweg

		farblich gleich gestaltet (Benutzungspflicht)
12	Getrennter Geh- und Radweg, selbstständig geführt	Zeichen 241 Getrennter Geh- und Radweg <u>Nicht</u> neben der Fahrbahn (Benutzungspflicht)
11	getrennter Geh- und Radweg im Seitenraum	Zeichen 241 Getrennter Geh- und Radweg neben einer Fahrbahn, durch einen Bereich zwischen Fahrbahn und Weg abgetrennt (Benutzungspflicht)
21	Schutzstreifen auf Fahrbahn	Durchbrochene Linie (Benutzungspflicht)
22	Radfahrstreifen auf Fahrbahn	Durchgezogene Linie, Radfahrstreifen könnte auch rot eingefärbt sein (Benutzungspflicht)
41	Fahrradstraße	Zeichen 244.1 Beginn einer Fahrradstraße, Markierungen auf der Straße Autos dürfen nur sie nur benutzen wenn durch zusätzliches Schild freigegeben, Höchstgeschwindigkeit für alle 30 km/h
Infrastruktur für Fußgänger		
9	Gehweg direkt neben der Straße „Radfahrer frei“	Zeichen 239 Gehweg mit Zusatzzeichen Radfahrer frei
61	Fußgängerzone: Radfahrer frei	Zeichen 242.1 Beginn einer Fußgängerzone mit Zusatzzeichen Radfahrer frei (Benutzungsrecht; bei zeitlichen Einschränkungen eingeschränkt)
8	Verkehrsberuhigter Bereich	Zeichen 325.1 Beginn eines verkehrsberuhigten Bereichs
Sonstige Infrastruktur		
0	Keine Infrastruktur	Keine Infrastruktur für Radfahrer angeboten: z.B. Feldweg/ Waldweg/ Kleingartenanlage...

Knotenpunkte (punktuell kodieren)

Code	Beschreibung	Information und (Bild-)Beispiel, Zeichen
1	Kreuzung	Eine Kreuzung ist eine Schnittfläche mit mindestens 4 Kreuzungsarmen
2	Einmündung	Eine Einmündung ist eine Schnittfläche mit 3 Armen
3	Kreisverkehr	Ein Kreisverkehr besteht aus einer Kreisfahrbahn mit Mittelinsel und beliebig vielen abgehenden Armen.

Sichtbehinderungen → nur im engeren Knotenpunktbereich codieren!		
Code	Beschreibung	Information und (Bild-)Beispiel, Zeichen
1	Keine	
2	Ruhender Verkehr	Fahrzeuge, die die Einsicht in die Kreuzung erschweren oder blockieren
3	Grundstücksgestaltung: Begrünung und Mauern	Hohe Hecken oder Mauern, Zäune etc., die die Einsicht behindern
4	ÖPNV-Einrichtung	z.B. Bushäuschen
0	Sonstiges	z.B. Müllcontainer, Plakate/ Schilder, ...

Überquerungsstellen außerhalb der Knotenpunkte (<i>punktuell kodieren</i>)		
Code	Beschreibung	Information und (Bild-)Beispiel, Zeichen
1	Stelle mit Lichtsignalanlage	z.B. Überquerung einer Straße mit Ampel
2	Stelle mit Wartepflicht für Fahrradfahrer	z.B. wenn der Radfahrer über eine Verkehrsinsel die Straße überqueren will
3	Unterführung	
4	Überführung	
5	Überquerung besonderer Bahnkörper	Besondere Bahnkörper = Gleise/ Schienen, die im Verkehrsraum öffentlicher Straßen liegen, aber durch Bordsteine, Hecken o.ä. vom normalen Verkehr getrennt sind (in Abgrenzung zum straßenbündigen Bahnkörper, die den Verkehrsraum anderer ohne Abgrenzung mitnutzen, wie Tramschienen auf der Straße) Gleisbett kann Schotter, Gras oder auch Pflaster sein

Oberflächenbeschaffenheit		
Code	Beschreibung	Information und (Bild-)Beispiel, Zeichen
1	Asphalt/ Beton	
2	Betonsteinpflaster	
3	Natursteinpflaster/ Kopfsteinpflaster	
4	Sand/ Kies/ Erde	
0	Sonstiges	z.B. Rasen, Holzdielen

Verkehrsdichte motorisierter Verkehr

Code	Beschreibung	Information und (Bild-)Beispiel, Zeichen
11	Wenig motorisierter Verkehr	Keine bis wenige Fahrzeuge, große Lücken, freie Spuren, freie Fahrt
12	Viel motorisierter Verkehr	Viele Fahrzeuge, dichter Verkehr, volle Spuren
10	Nicht entscheidbar	

Verkehrsdichte nichtmotorisierter Verkehr

Code	Beschreibung	Information und (Bild-)Beispiel, Zeichen
21	Wenig nichtmotorisierter Verkehr	Vereinzelte Fußgänger und Radler, gut überblickbar
22	Viel nichtmotorisierter Verkehr	Viele Fußgänger und Radler, Ausweichen bzw. Verlangsamungen nötig
20	Nicht entscheidbar	

Landschaft/ Natur

Code	Beschreibung	Information und (Bild-)Beispiel, Zeichen
1	Keine Begrünung	
2	Straßenbegleitgrün: Gräser, Sträucher, Hecken	
3	Straßenbegleitgrün: inklusive Bäume	
4	Viel Begrünung: Park, Wald, Feld	

Wetter

Code	Beschreibung	Information und (Bild-)Beispiel, Zeichen
1	Sonne, trockene Straße	
2	Bewölkt, trockene Straße	
3	Regen, nasse Straße	
4	Nasse Straße ohne Regen	

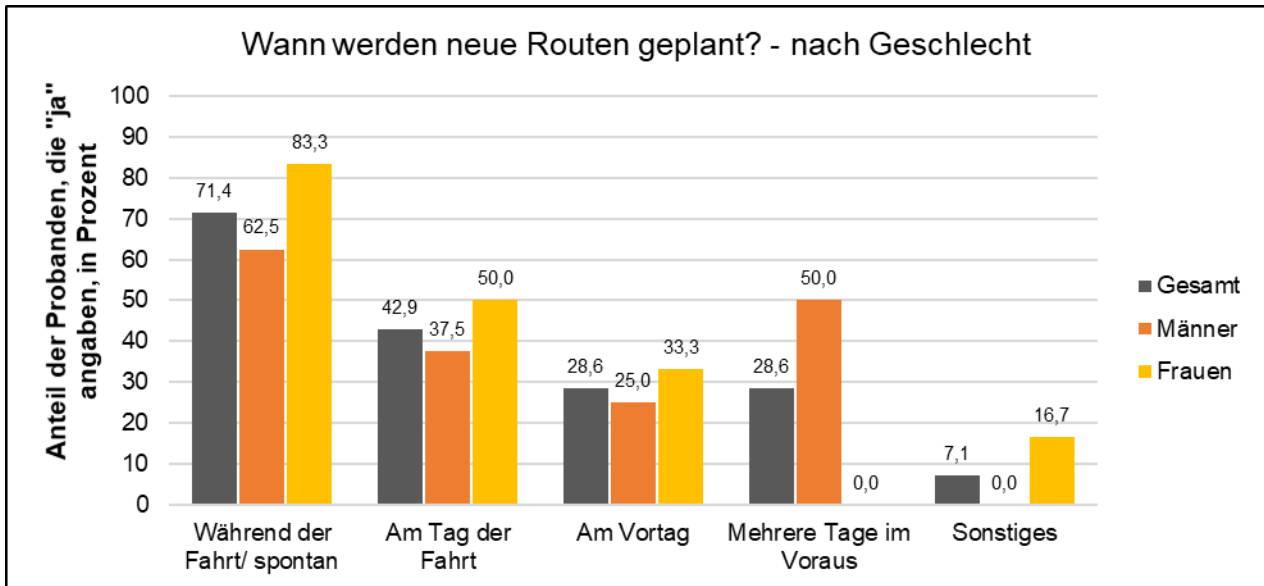
5	Schneefall	
6	Verschneite Straße ohne Schneefall	

Steigung und Gefälle		
Code	Beschreibung	Information und (Bild-)Beispiel, Zeichen
1	Flache Strecke	Weder Steigung noch Gefälle, Neigung der Kamera zwischen -3 und 3 Grad sowie aus Höhenprofil (und Video) ersichtlich
2	Steigung	Bergauf fahren, Neigung der Kamera ab 4 Grad und aus Höhenprofil (und Video) Steigung ersichtlich
3	Gefälle	Bergab fahren, Neigung der Kamera ab -4 Grad und aus Höhenprofil (und Video) Gefälle ersichtlich
0	Nicht entscheidbar	Keine Informationen vom Sensor/ Widersprüchliche Informationen von Sensor, Streckenprofil und Augenscheinprüfung

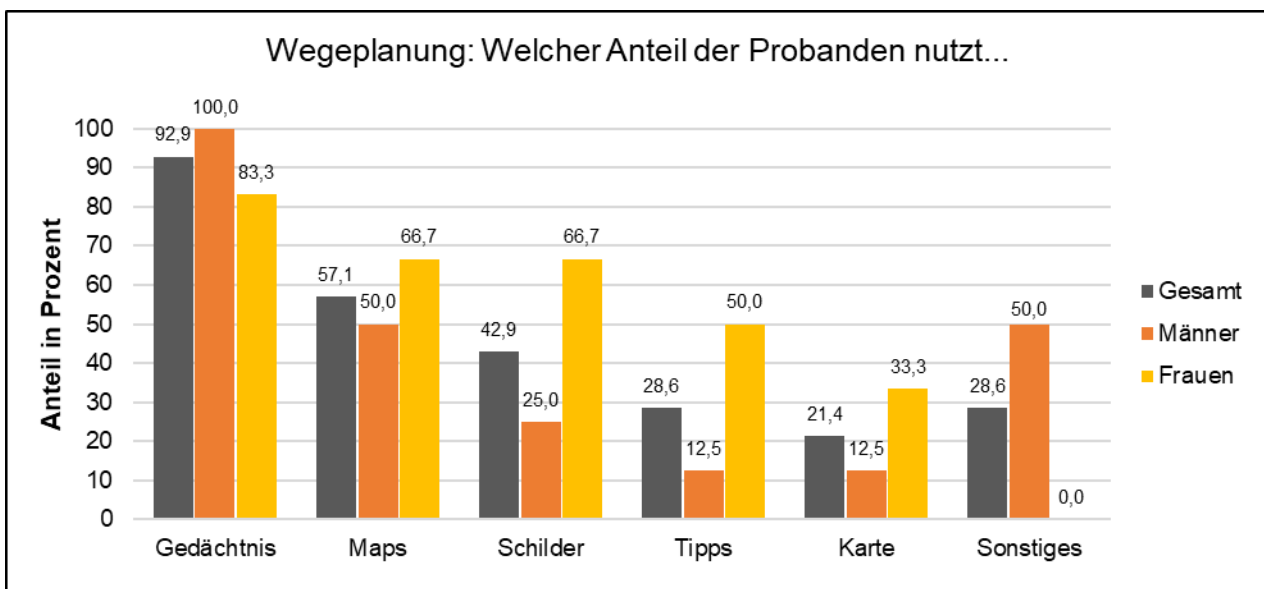
Anhang G: Vorschlag zur Zusammenfassung der Infrastruktur-Kategorien

	Nutzungsanteil in Pilotstudie (%)		
Gemeinsamer Geh- und Radweg, selbstständig geführt	6,8	Radverkehrsführung selbstständig geführt	
Getrennter Geh- und Radweg, selbstständig geführt	0,5		
Radweg, selbstständig geführt	0,2		
Getrennter Geh- und Radweg im Seitenraum	7,9	Radverkehrsführung im Seitenraum	
Gemeinsamer Geh- und Radweg im Seitenraum	1,0		
Radweg im Seitenraum: kein Zeichen StVO	0,2		
Radweg im Seitenraum: mit Z 237 StVO	0,2		
Radfahrstreifen auf Fahrbahn	2,9	Radverkehrsführung auf Fahrbahnniveau: vom Verkehr getrennt	
Schutzstreifen auf Fahrbahn	1,2		
Fahrradstraße	0,0		
Mischverkehr ohne Schutzstreifen	53,6	Radverkehrsführung auf Fahrbahnniveau: im Mischverkehr	
Einbahnstraße entgegengesetzt genutzt und freigegeben	0,5		
Verkehrsberuhigter Bereich	0,3		
Bussonderfahrstreifen genutzt und freigegeben	0,0		
Fußgängerzone: Radfahrer frei	2,7	„Fußgänger-Infrastruktur“ mit Benutzungsrecht	
Gehweg direkt neben der Straße "Radfahrer frei"	1,6		
Feldweg/Waldweg	3,9	Weitere Angaben mit Benutzungsrecht für Radverkehr	
Sonstiges - Benutzungsrecht	k.A.		
Gehweg direkt neben der Straße	7,7	Infrastruktur ohne Benutzungsrecht	
Gehweg im Seitenraum	1,8		
Gehweg, selbstständig geführt	0,5		
Einbahnstraße entgegengesetzt genutzt und nicht freigegeben	0,4		
Fußgängerzone: Nur Fußgänger	0,1		
Bussonderfahrstreifen genutzt und nicht freigegeben	0,1		
Sonstiges – kein Benutzungsrecht	k.A.		Weitere Angaben ohne Benutzungsrecht für Radverkehr

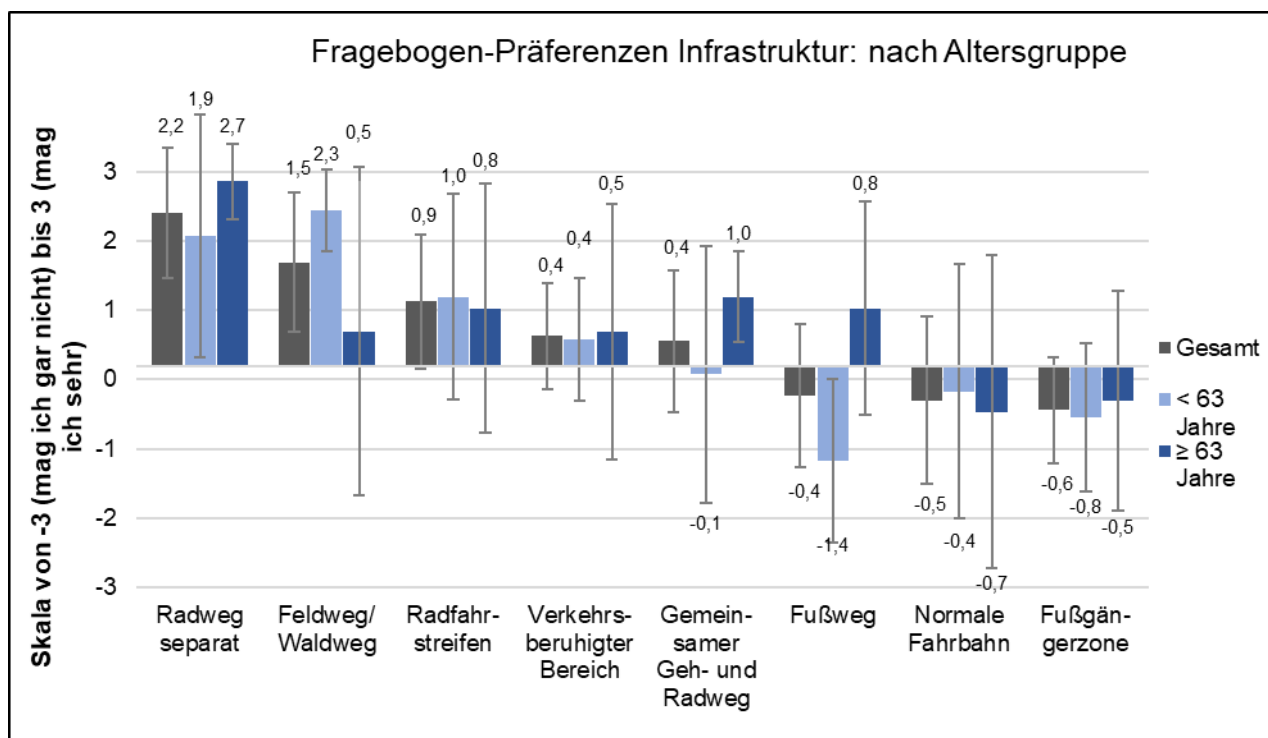
Anhang H: Diagramme zum Vergleich nach Altersgruppen und Geschlecht



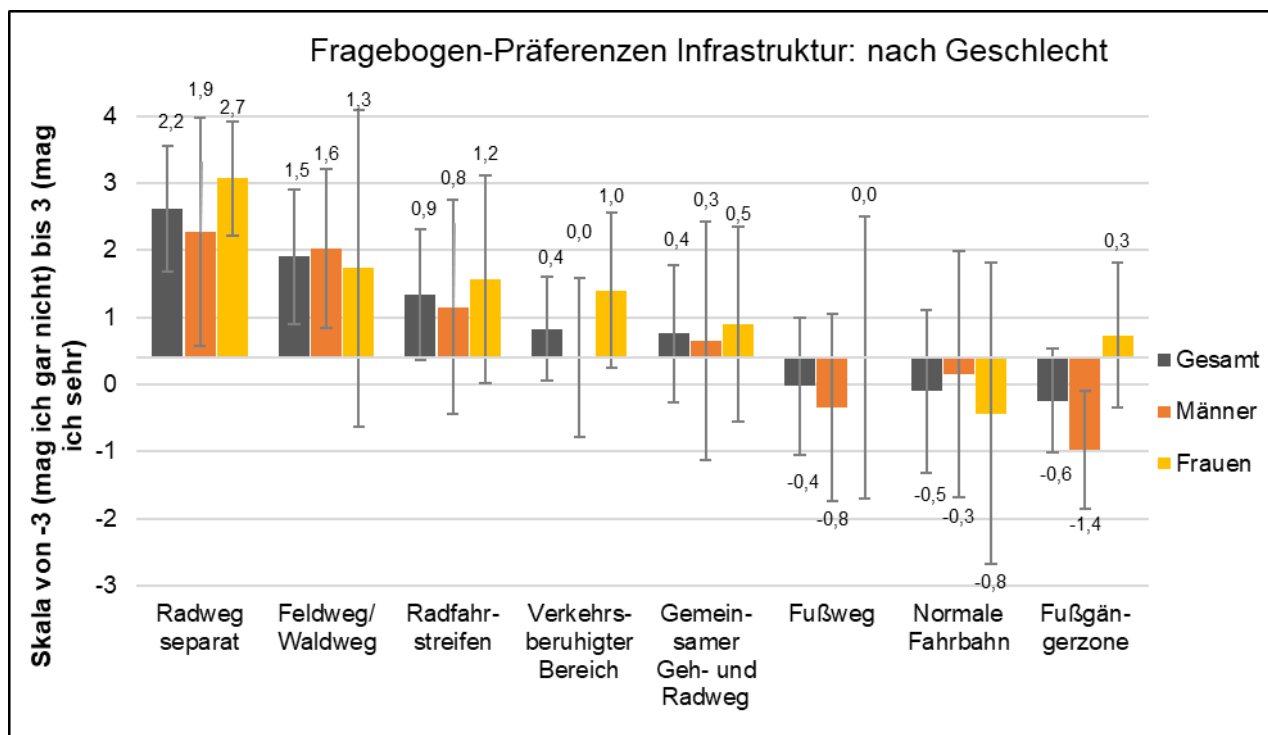
Planungszeitpunkt neuer Routen nach Geschlecht (Angaben aus Fragebogen; Gesamt: $n = 25$; Männer: $n = 14$; Frauen: $n = 11$), Mehrfachantworten möglich



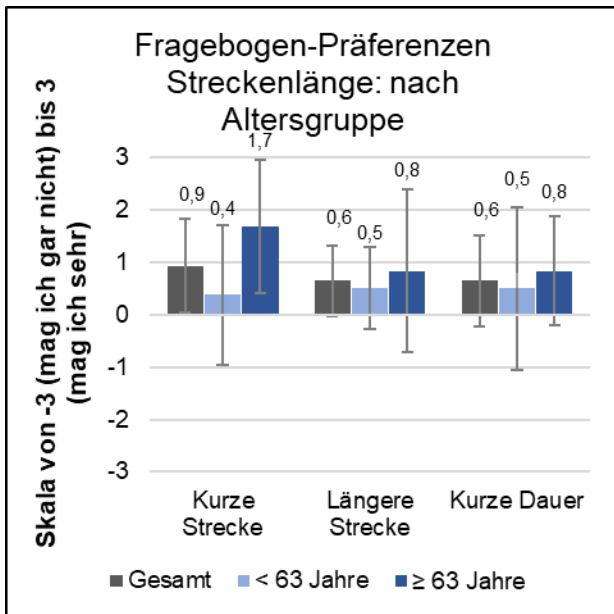
Informationsquellen zur Planung neuer Routen nach Geschlecht (Angaben aus Fragebogen; Gesamt: $n = 38$; Männer: $n = 20$; Frauen: $n = 18$), Mehrfachantworten möglich



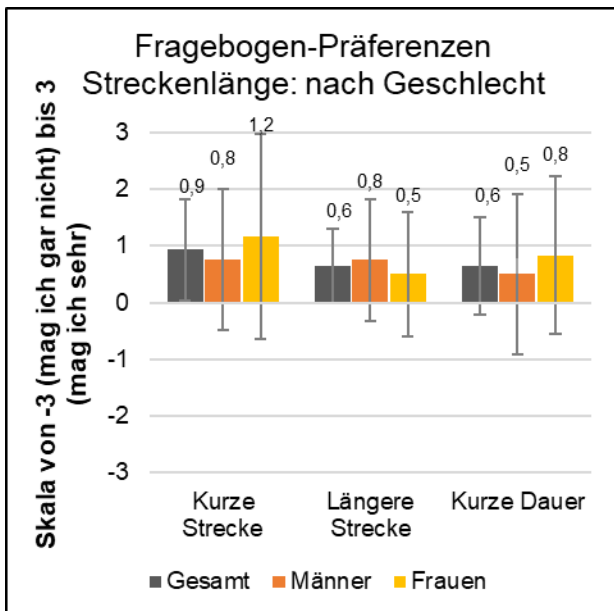
Präferenzen für Infrastrukturtypen, bewertet auf einer 7-stufigen Skala, nach Altersgruppe (Angaben aus Fragebogen; Gesamt: $n = 14$; < 63 Jahre: $n = 8$; ≥ 63 Jahre: $n = 6$)



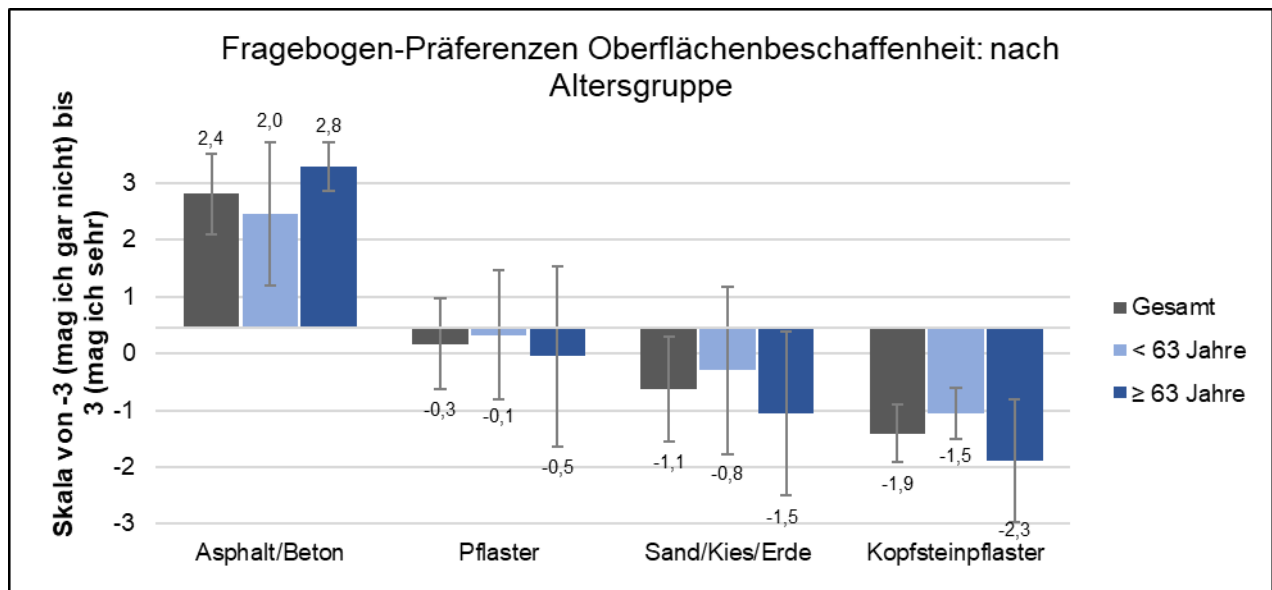
Präferenzen für Infrastrukturtypen, bewertet auf einer 7-stufigen Skala, nach Geschlecht (Angaben aus Fragebogen; Gesamt: $n = 14$; Männer: $n = 8$; Frauen: $n = 6$)



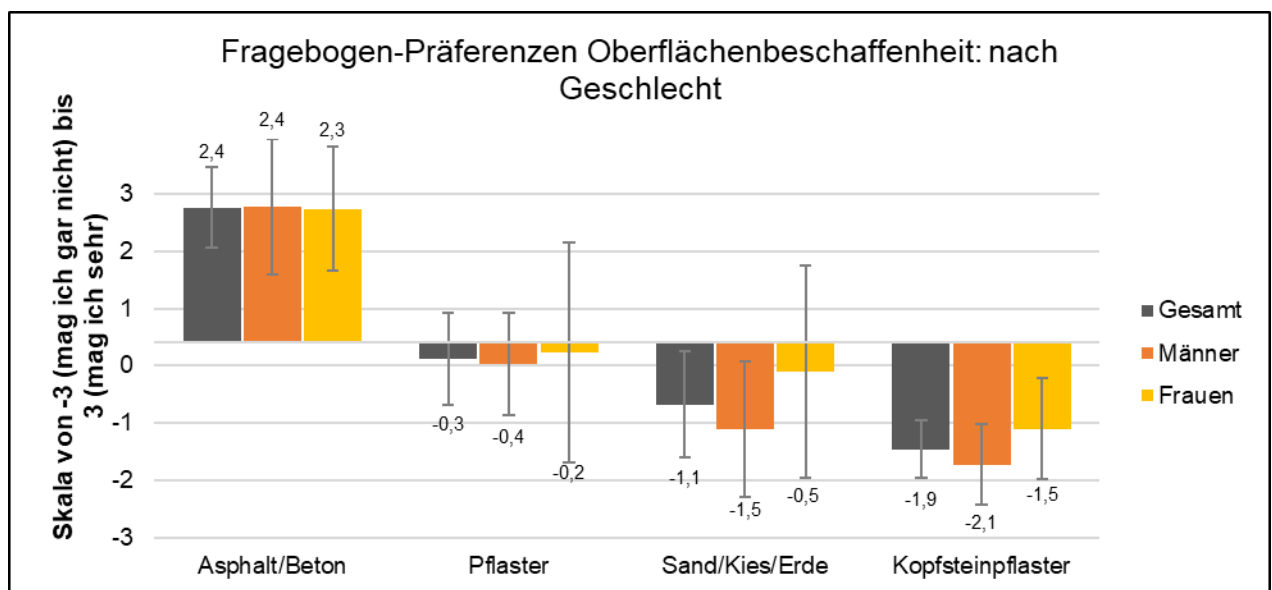
Präferenzen für Streckenlängen, bewertet auf einer 7-stufigen Skala, nach Altersgruppe (Angaben aus Fragebogen; Gesamt: $n = 14$; < 63 Jahre: $n = 8$; ≥ 63 Jahre: $n = 6$)



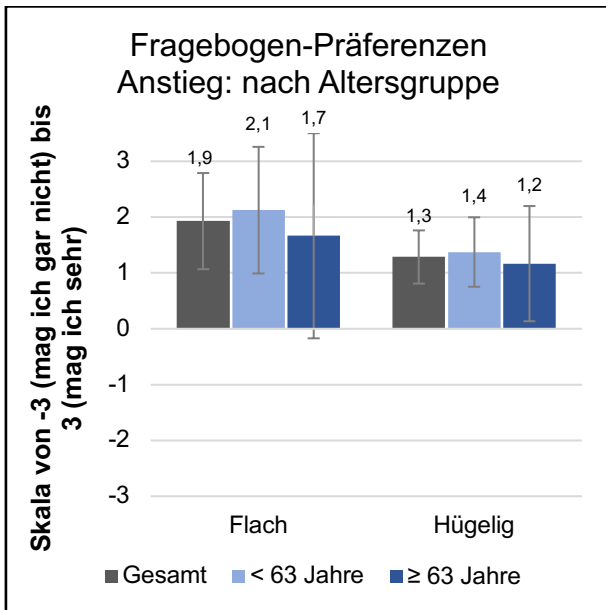
Präferenzen für Streckenlängen, bewertet auf einer 7-stufigen Skala, nach Geschlecht (Angaben aus Fragebogen; Gesamt: $n = 14$; Männer: $n = 8$; Frauen: $n = 6$)



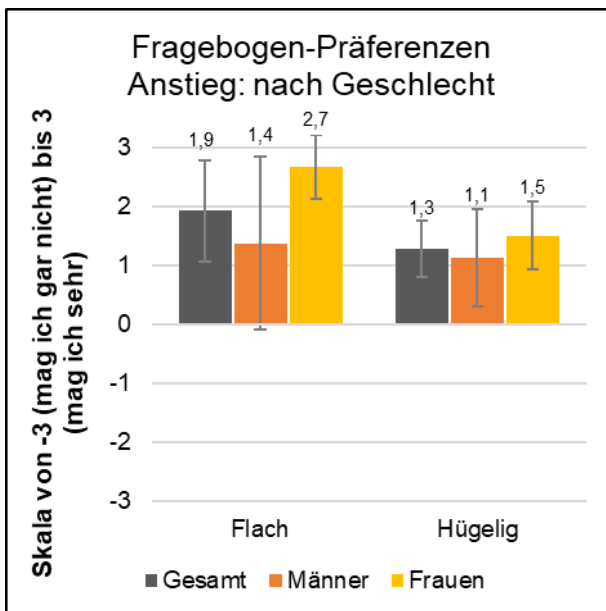
Präferenzen für Arten von Oberflächenbeschaffenheit, bewertet auf einer 7-stufigen Skala, nach Altersgruppe (Angaben aus Fragebogen; Gesamt: $n = 14$; < 63 Jahre: $n = 8$; ≥ 63 Jahre: $n = 6$)



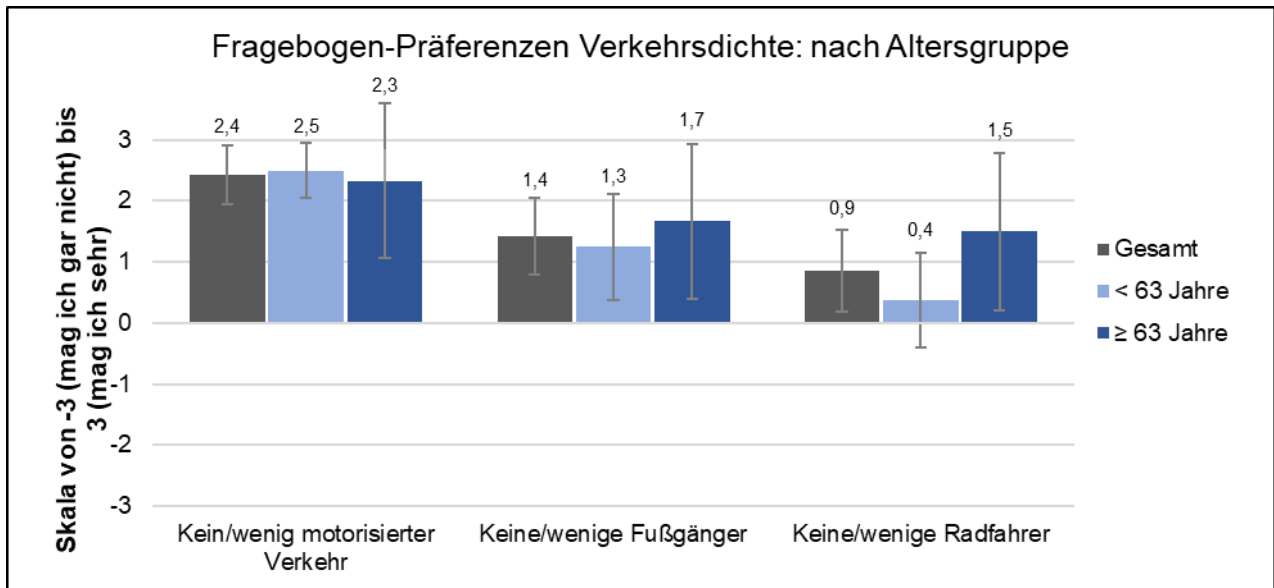
Präferenzen für Arten von Oberflächenbeschaffenheit, bewertet auf einer 7-stufigen Skala, nach Geschlecht (Angaben aus Fragebogen; Gesamt: $n = 14$; Männer: $n = 8$; Frauen: $n = 6$)



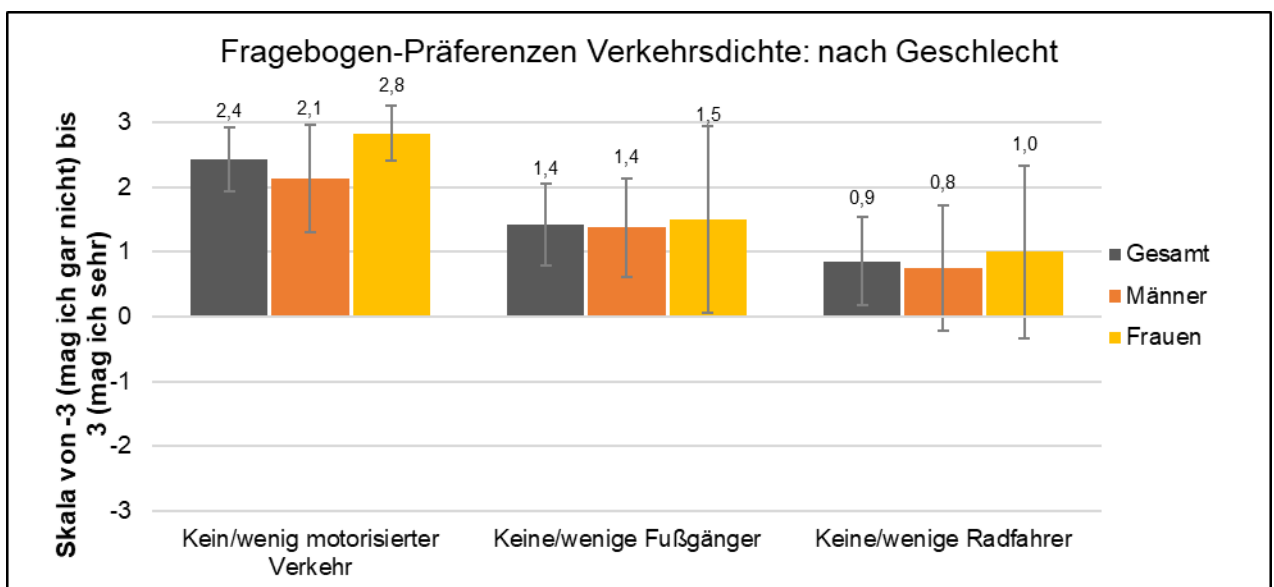
Präferenzen für Steigungen, bewertet auf einer 7-stufigen Skala, nach Altersgruppe (Angaben aus Fragebogen; Gesamt: $n = 14$; < 63 Jahre: $n = 8$; ≥ 63 Jahre: $n = 6$)



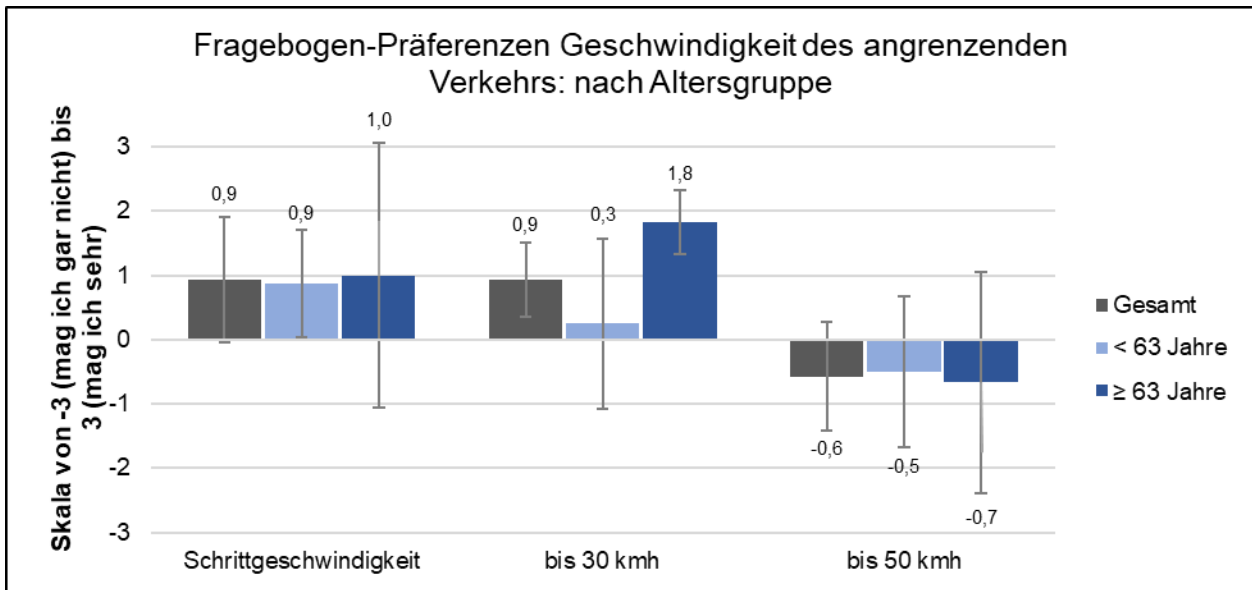
Präferenzen für Steigungen, bewertet auf einer 7-stufigen Skala, nach Geschlecht (Angaben aus Fragebogen; Gesamt: $n = 14$; Männer: $n = 8$; Frauen: $n = 6$)



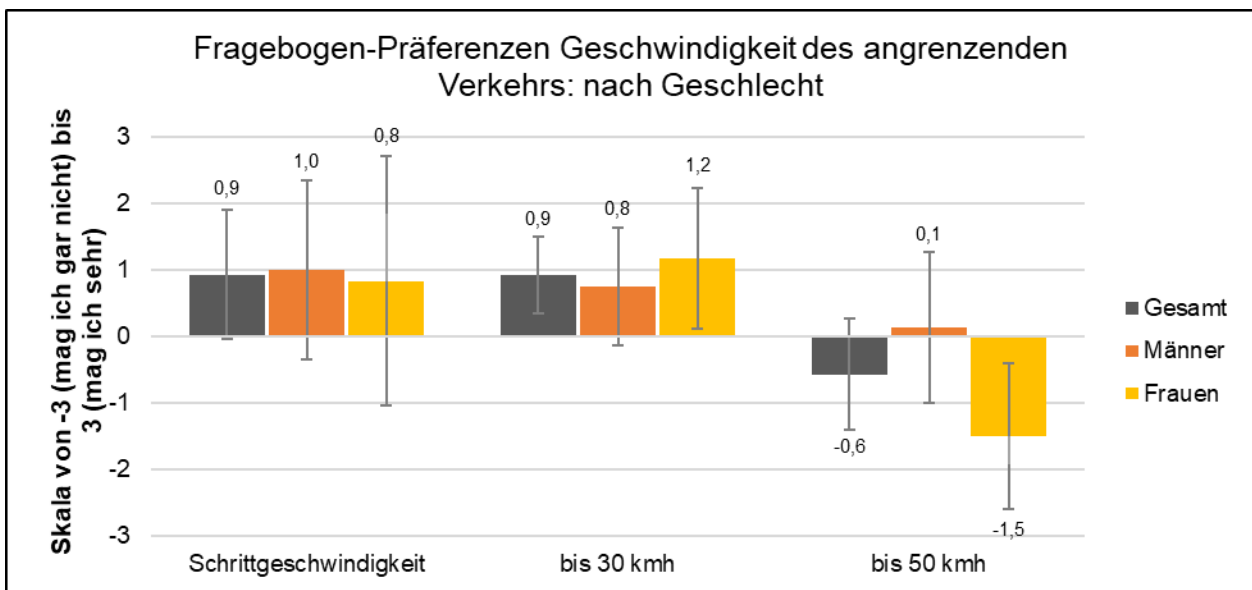
Präferenzen für Verkehrsdichte unterteilt nach Verkehrsteilnehmern, bewertet auf einer 7-stufigen Skala, nach Altersgruppe (Angaben aus Fragebogen; Gesamt: $n = 14$; < 63 Jahre: $n = 8$; ≥ 63 Jahre: $n = 6$)



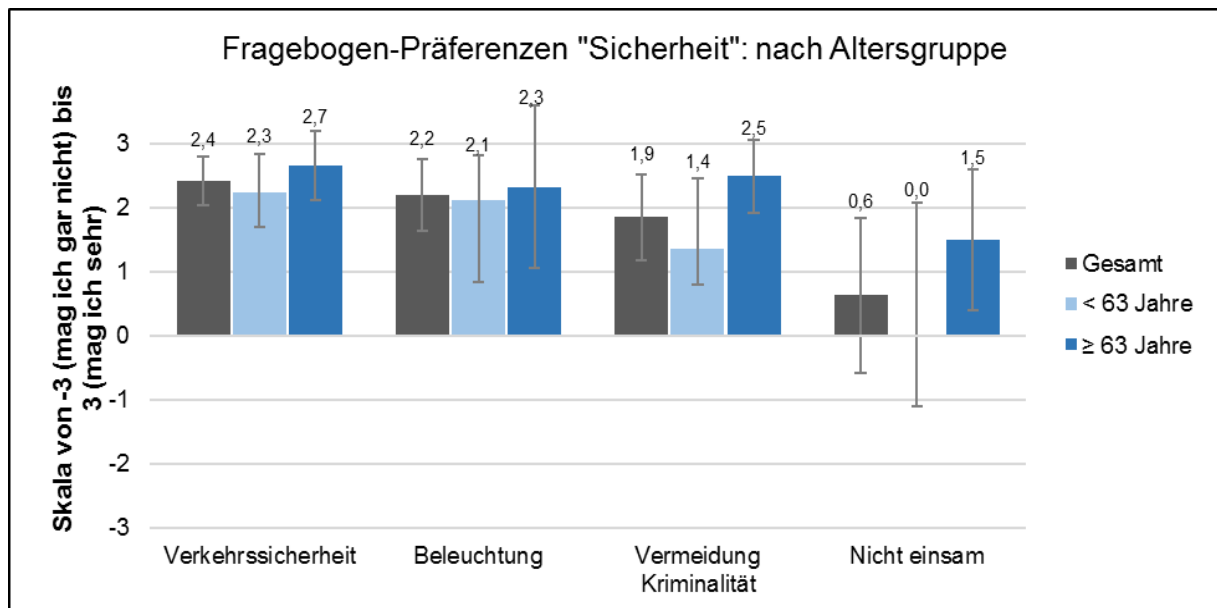
Präferenzen für Verkehrsdichte unterteilt nach Verkehrsteilnehmern, bewertet auf einer 7-stufigen Skala, nach Geschlecht (Angaben aus Fragebogen; Gesamt: $n = 14$; Männer: $n = 8$; Frauen: $n = 6$)



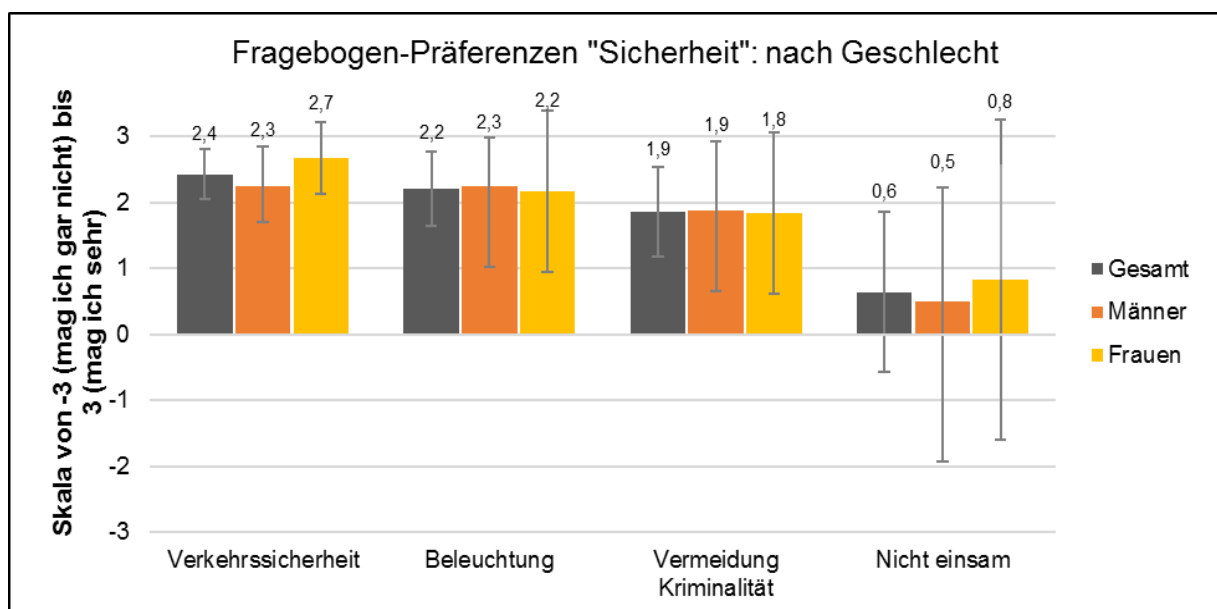
Präferenzen für die Geschwindigkeit des angrenzenden Verkehrs, bewertet auf einer 7-stufigen Skala, nach Altersgruppe (Angaben aus Fragebogen; Gesamt: $n = 14$; < 63 Jahre: $n = 8$; ≥ 63 Jahre: $n = 6$)



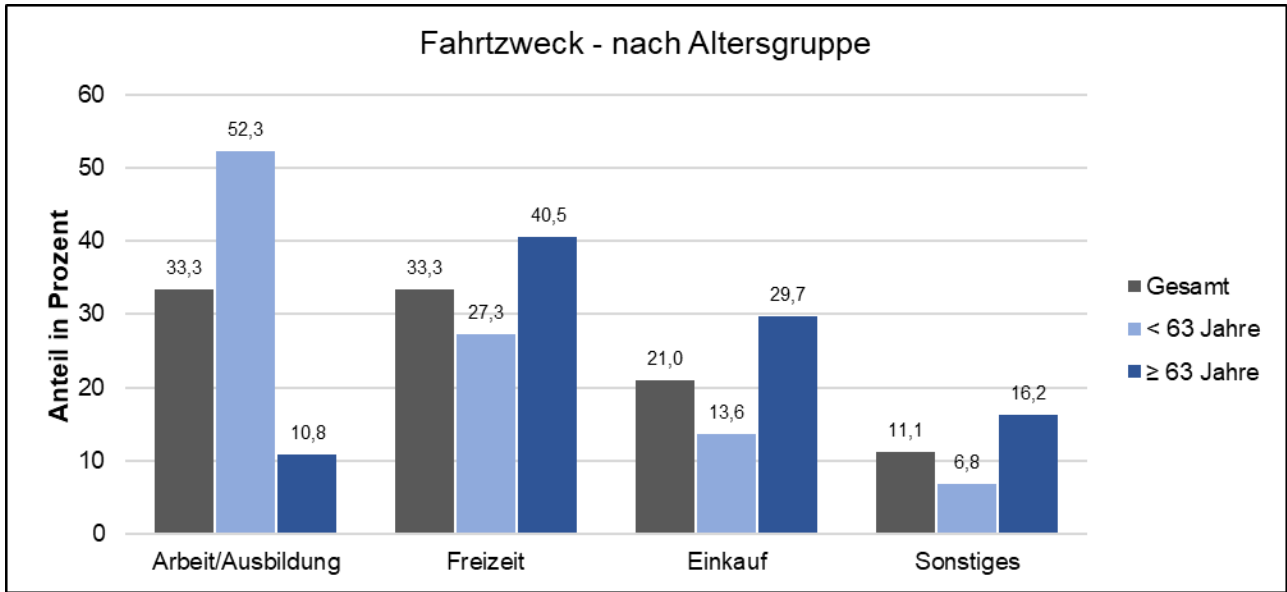
Präferenzen für die Geschwindigkeit des angrenzenden Verkehrs, bewertet auf einer 7-stufigen Skala, nach Geschlecht (Angaben aus Fragebogen; Gesamt: $n = 14$; Männer: $n = 8$; Frauen: $n = 6$)



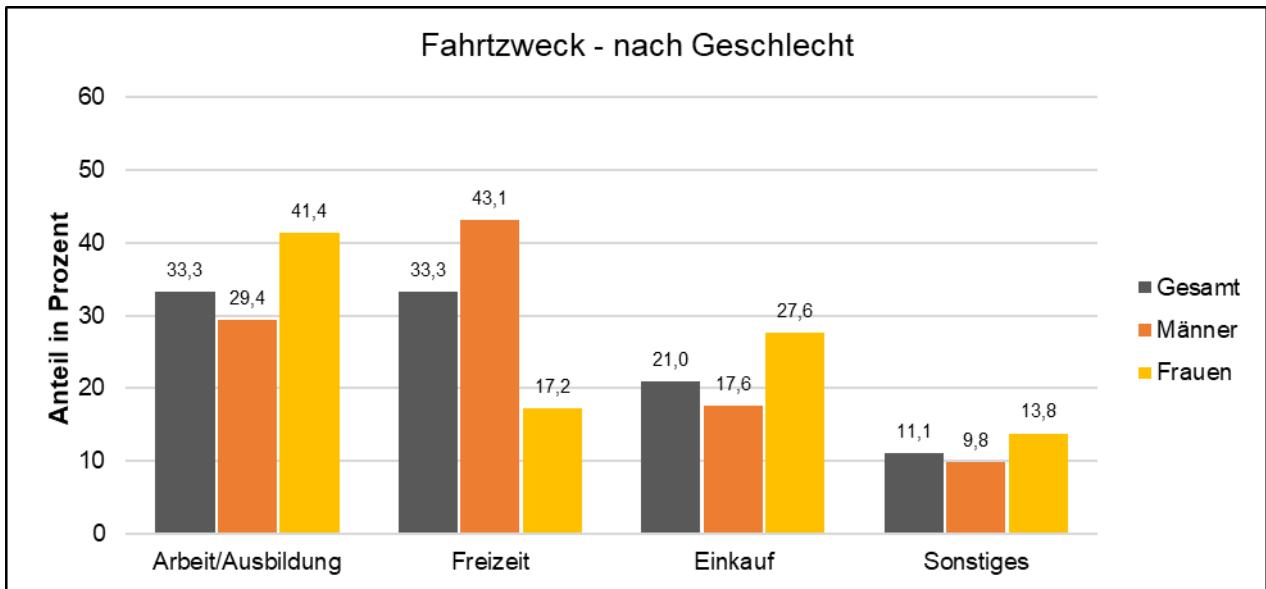
Präferenzen für Formen von Sicherheit, bewertet auf einer 7-stufigen Skala, nach Altersgruppen (Angaben aus Fragebogen; Gesamt: $n = 14$; < 63 Jahre: $n = 8$; ≥ 63 Jahre: $n = 6$)



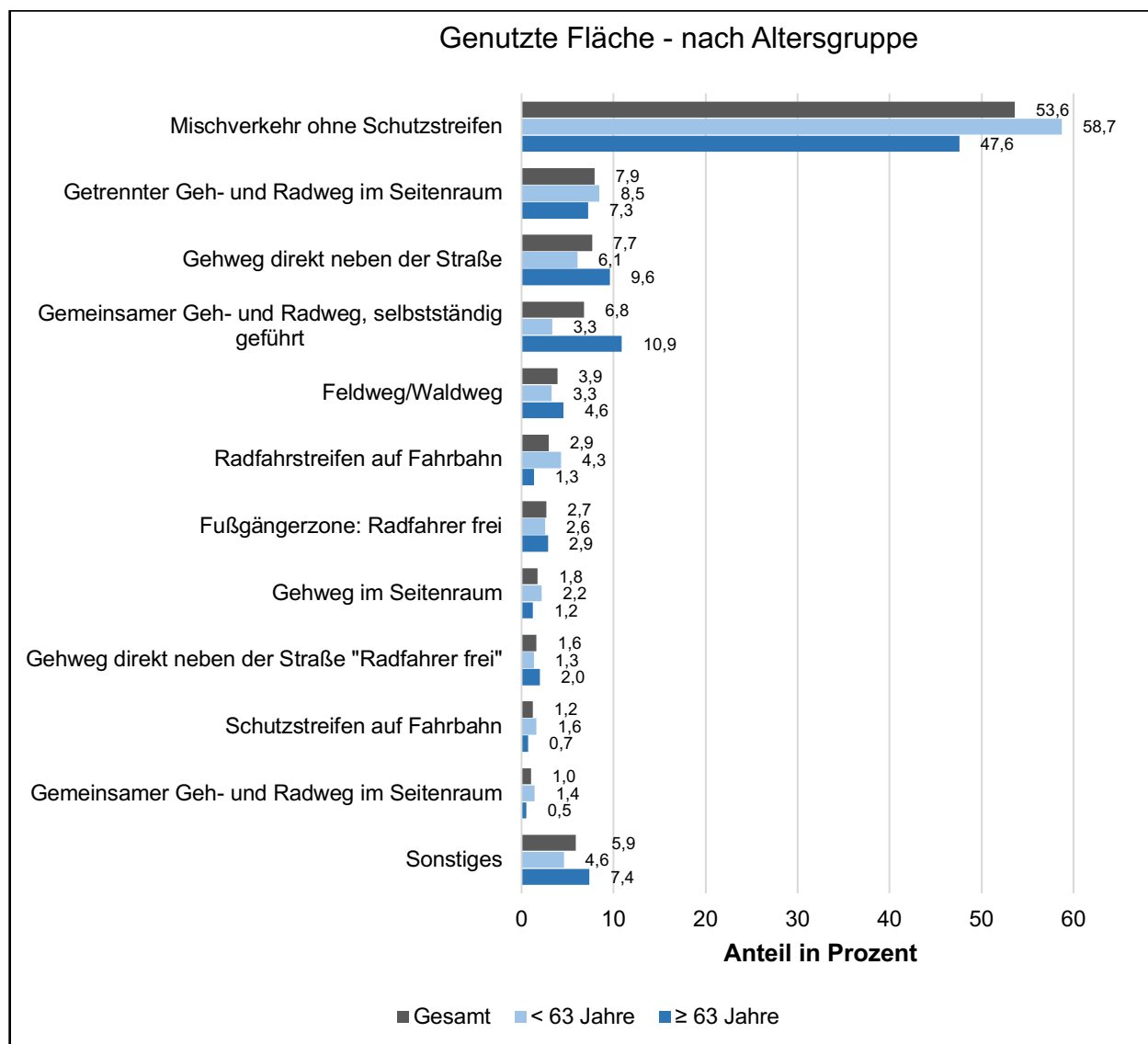
Präferenzen für Formen von Sicherheit, bewertet auf einer 7-stufigen Skala, nach Geschlecht (Angaben aus Fragebogen; Gesamt: $n = 14$; Männer: $n = 8$; Frauen: $n = 6$)



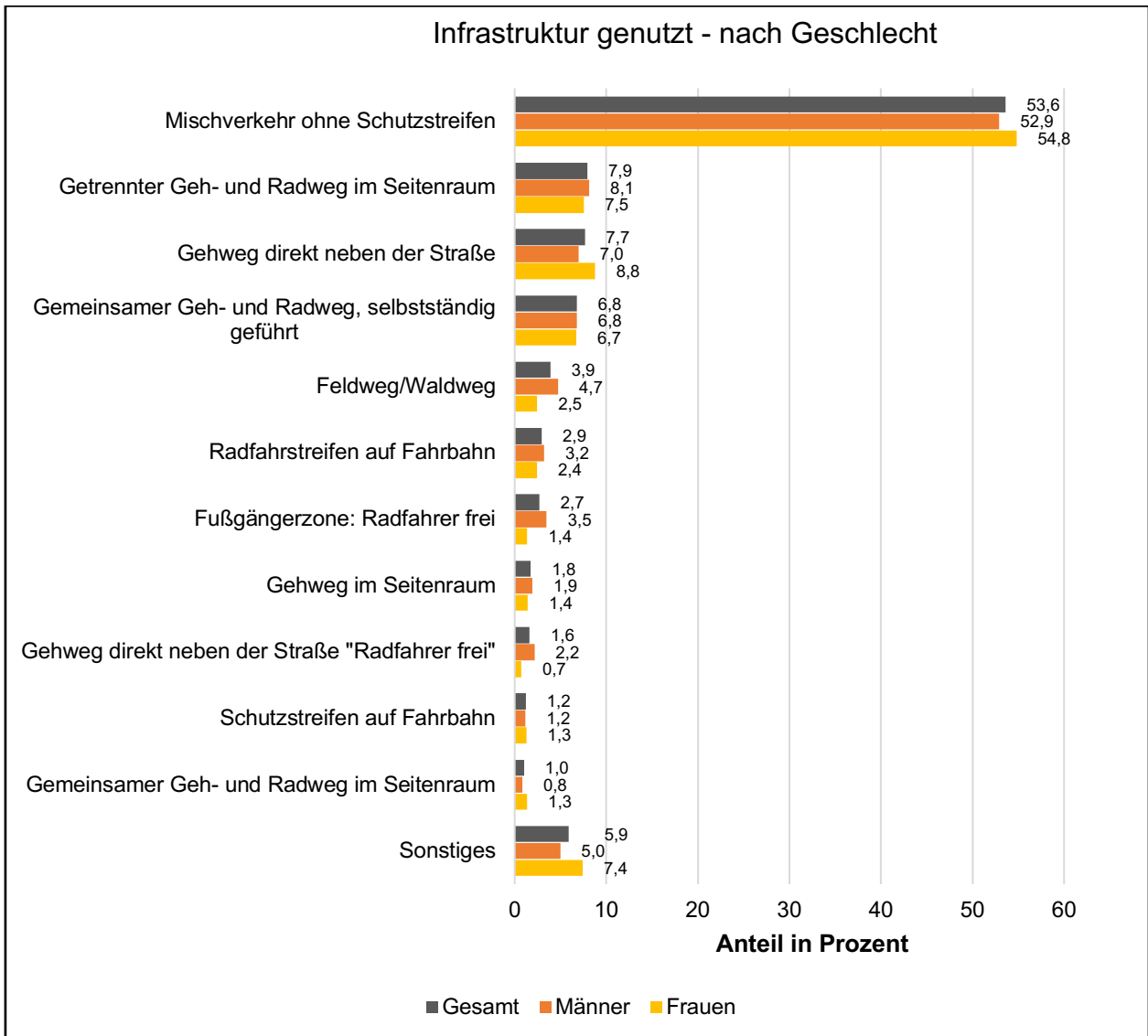
Anteile der Fahrtzwecke an allen Fahrten, nach Altersgruppe (Angabe im Wegetagebuch; Gesamt: $n = 80$; < 63 Jahre: $n = 44$; ≥ 63 Jahre: $n = 36$)



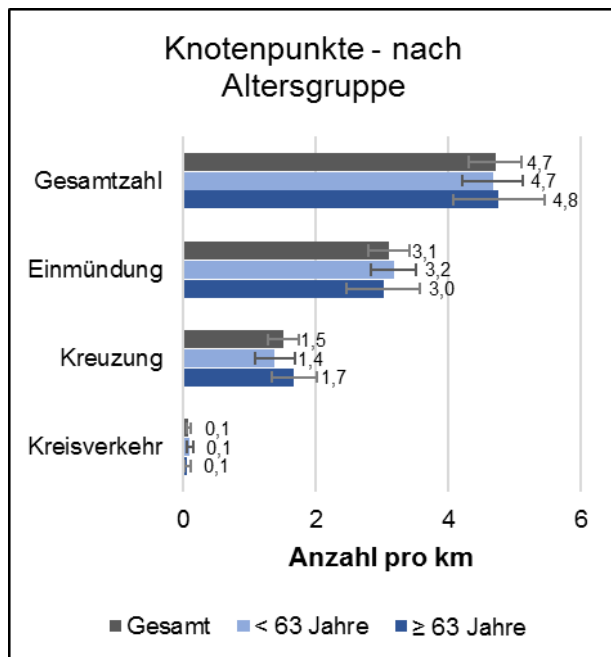
Anteile der Fahrtzwecke an allen Fahrten, nach Geschlecht (Angabe im Wegetagebuch; Gesamt: $n = 80$; Männer: $n = 51$; Frauen: $n = 29$)



Anteile der genutzten Infrastruktur-Arten (ab 1% Anteil), nach Altersgruppe (Videodaten; Gesamt: $n = 81$; < 63 Jahre: $n = 44$; ≥ 63 Jahre: $n = 37$)



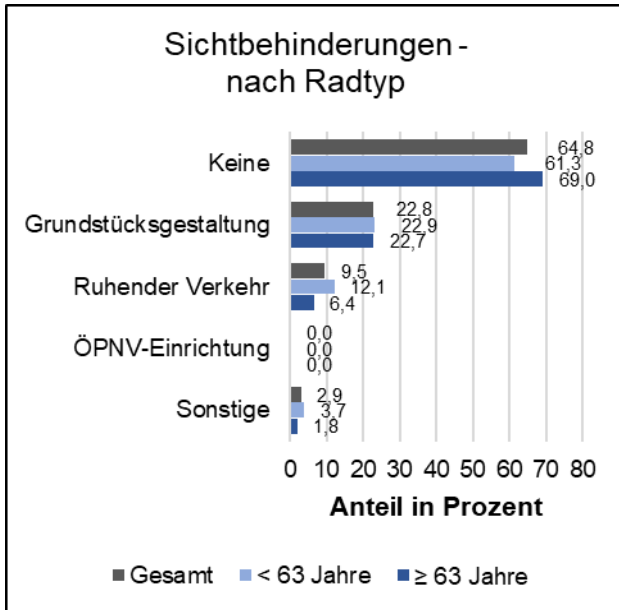
Anteile der genutzten Infrastruktur-Arten (ab 1% Anteil), nach Geschlecht (Videodaten; Gesamt: $n = 81$; Männer: $n = 51$; Frauen: $n = 30$)



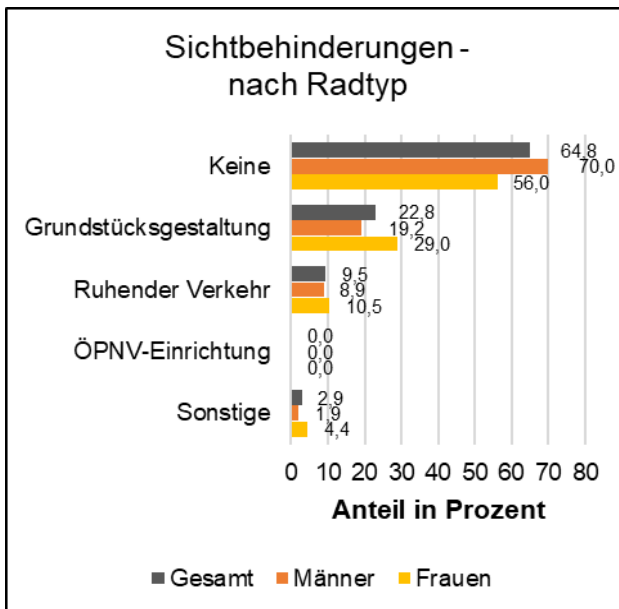
Anzahl der Arten von Knotenpunkten, nach Altersgruppe (Videodaten; Gesamt: $n = 81$; < 63 Jahre: $n = 44$; ≥ 63 Jahre: $n = 37$)



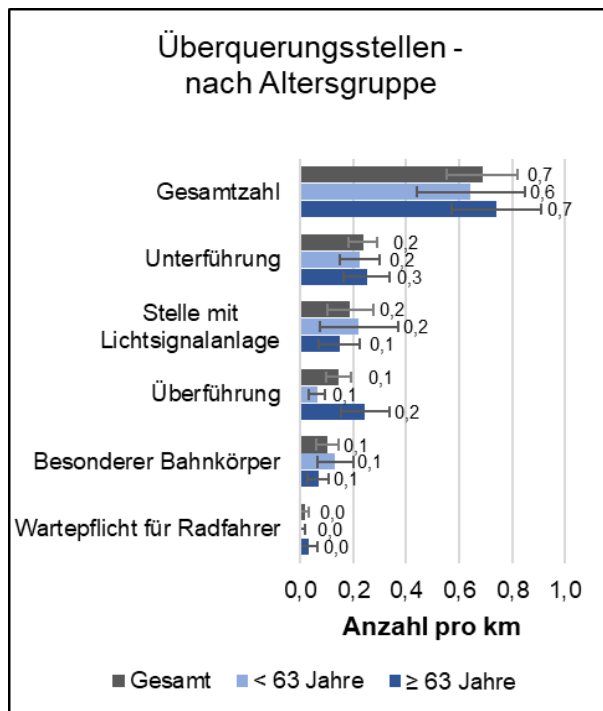
Anzahl der Arten von Knotenpunkten, nach Geschlecht (Videodaten; Gesamt: $n = 81$; Männer: $n = 51$; Frauen: $n = 30$)



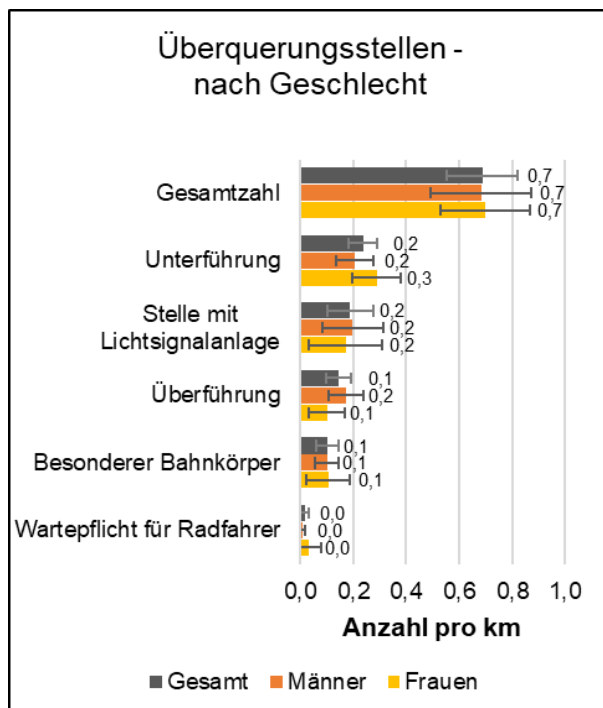
Anteile der Arten von Sichtbehinderungen an der Gesamtzahl der Sichtbehinderungen, nach Altersgruppe (Videodaten; Gesamt: $n = 81$; < 63 Jahre: $n = 44$; ≥ 63 Jahre: $n = 37$)



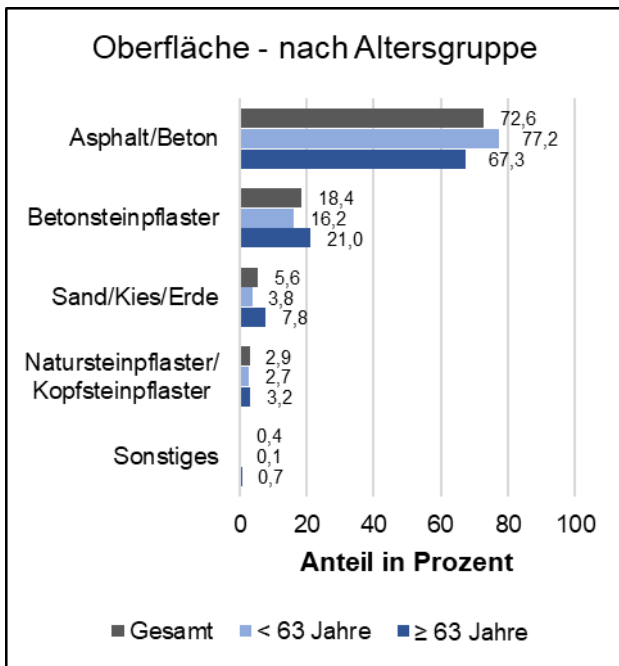
Anteile der Arten von Sichtbehinderungen an der Gesamtzahl der Sichtbehinderungen, nach Geschlecht (Videodaten; Gesamt: $n = 81$; Männer: $n = 51$; Frauen: $n = 30$)



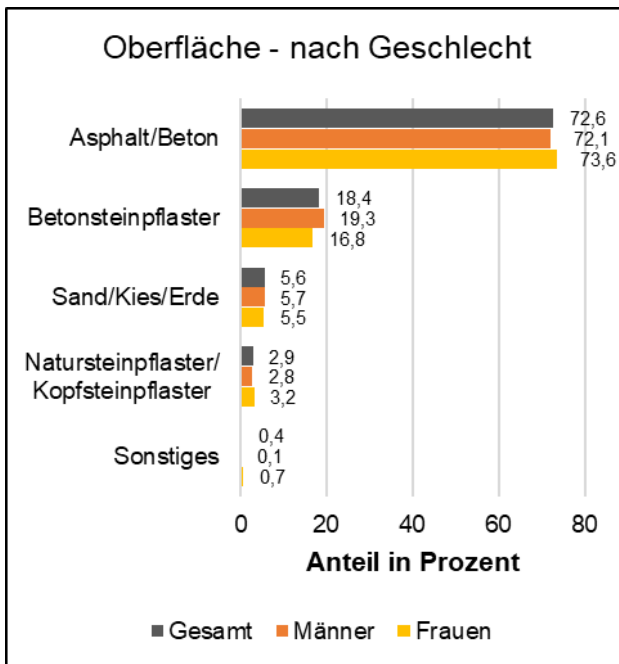
Anzahl der Arten von Überquerungsstellen, nach Altersgruppe (Videodaten; Gesamt: $n = 81$; < 63 Jahre: $n = 44$; ≥ 63 Jahre: $n = 37$)



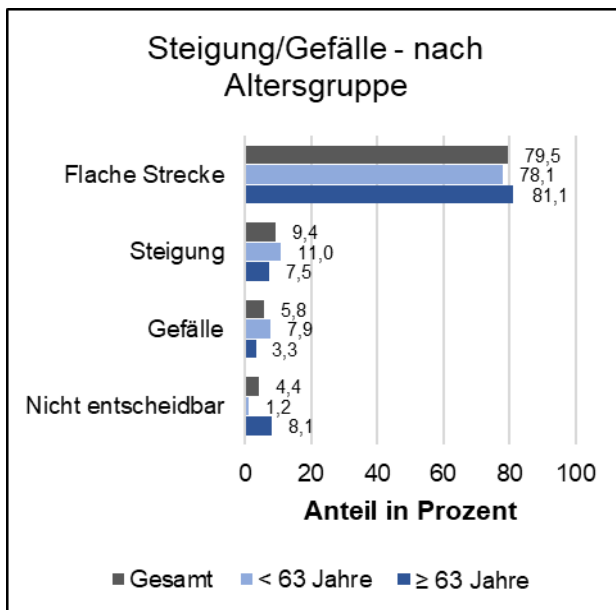
Anzahl der Arten von Überquerungsstellen, nach Geschlecht (Videodaten; Gesamt: $n = 81$; Männer: $n = 51$; Frauen: $n = 30$)



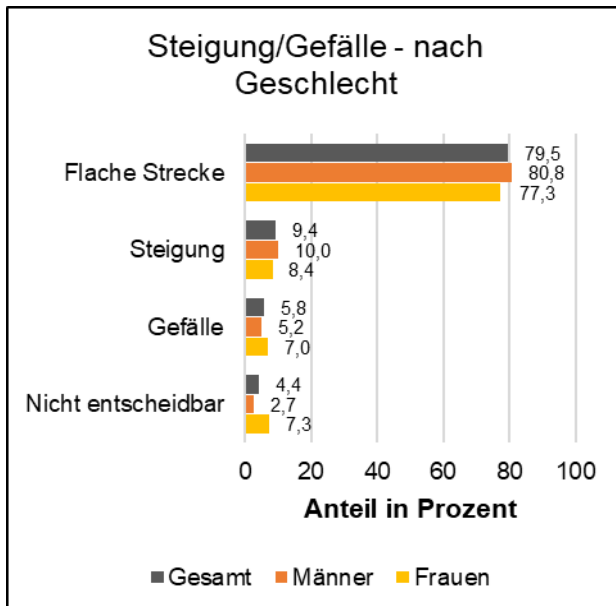
Anteile der Oberflächentypen, nach Altersgruppe (Videodaten; Gesamt: $n = 81$; < 63 Jahre: $n = 44$; ≥ 63 Jahre: $n = 37$)



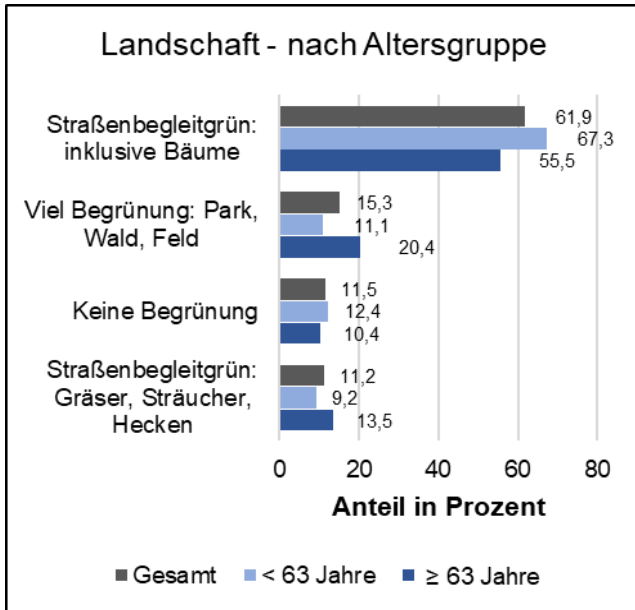
Anteile der Oberflächentypen, nach Geschlecht (Videodaten; Gesamt: $n = 81$; Männer: $n = 51$; Frauen: $n = 30$)



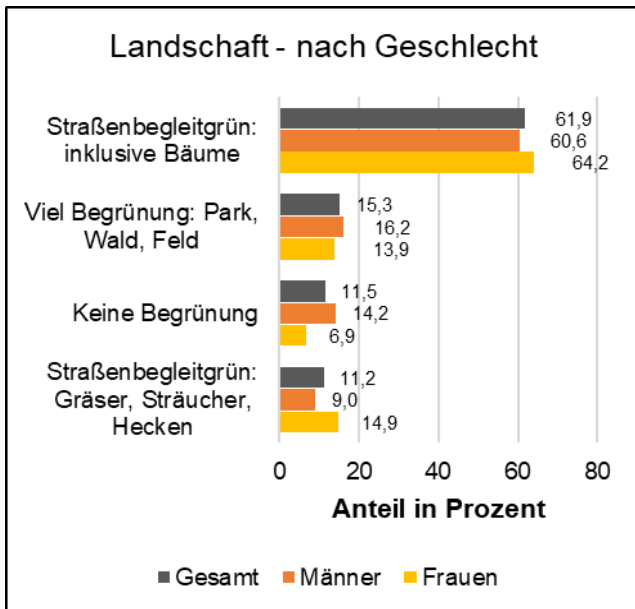
Anteile der „Längsneigung“, nach Altersgruppen (Videodaten; Gesamt: $n = 81$; < 63 Jahre: $n = 44$; ≥ 63 Jahre: $n = 37$)



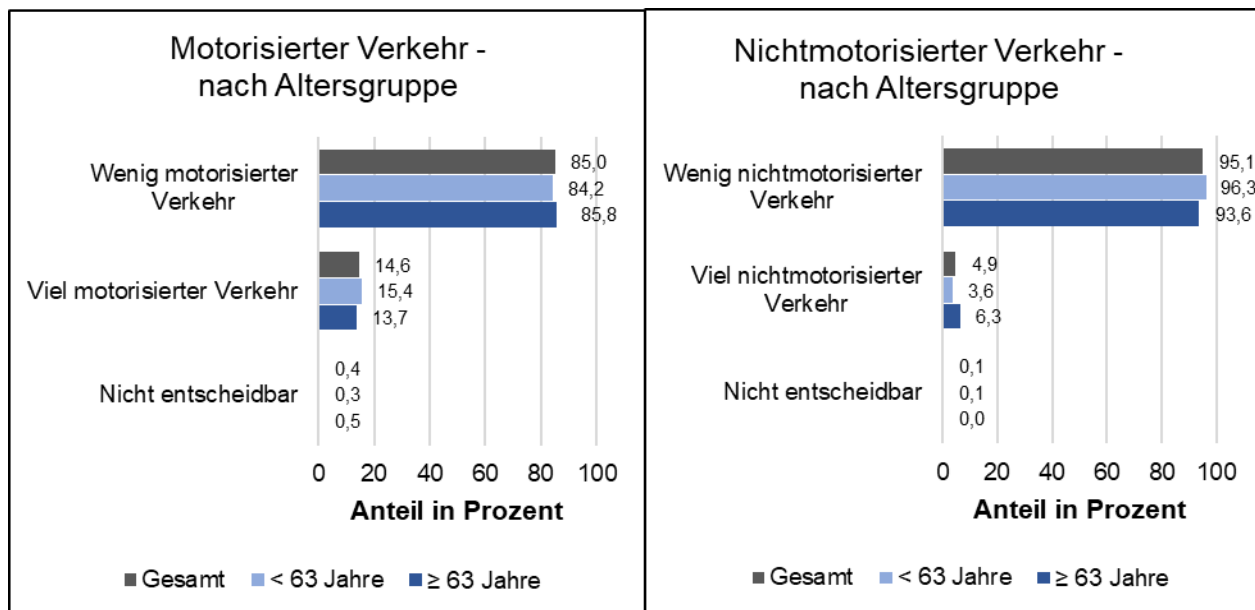
Anteile der „Längsneigung“, nach Geschlecht (Videodaten; Gesamt: $n = 81$; Männer: $n = 51$; Frauen: $n = 30$)



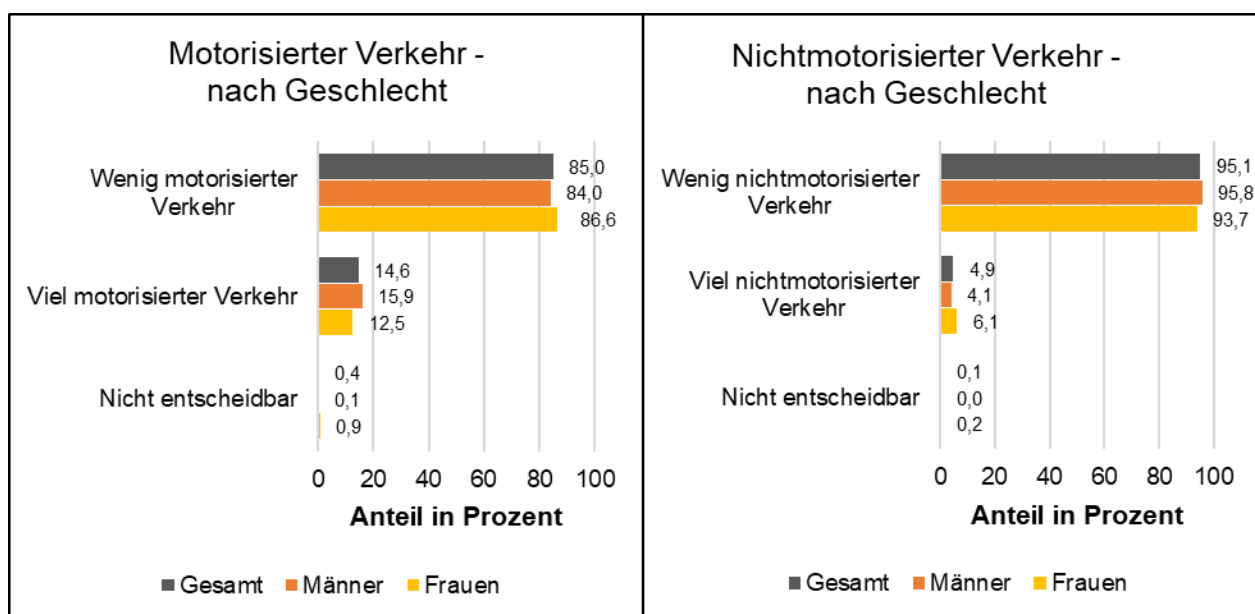
Anteile der Begrünungsgrade, nach Altersgruppen (Videodaten; Gesamt: $n = 81$; < 63 Jahre: $n = 44$; ≥ 63 Jahre: $n = 37$)



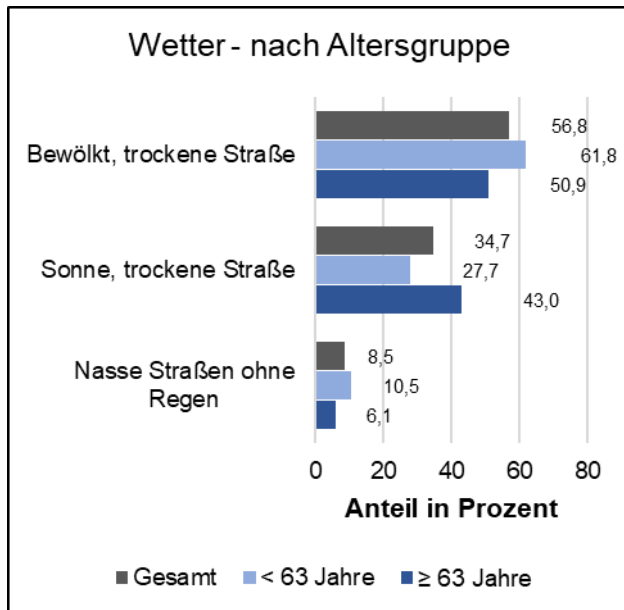
Anteile der Begrünungsgrade, nach Geschlecht (Videodaten; Gesamt: $n = 81$; Männer: $n = 51$; Frauen: $n = 30$)



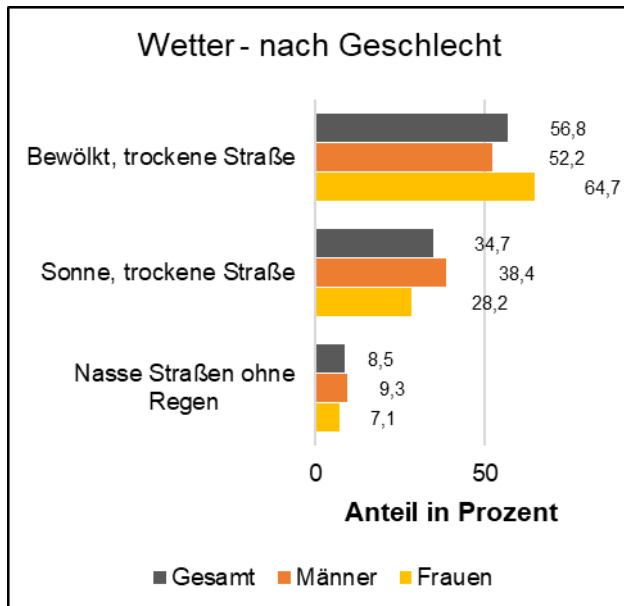
Anteile Verkehrsdichte motorisierter und nichtmotorisierter Verkehr, nach Altersgruppe (Videodaten; Gesamt: $n = 81$; < 63 Jahre: $n = 44$; ≥ 63 Jahre: $n = 37$)



Anteile Verkehrsdichte motorisierter und nichtmotorisierter Verkehr, nach Geschlecht (Videodaten; Gesamt: $n = 81$; Männer: $n = 51$; Frauen: $n = 30$)



Anteile der Wetter-Arten, nach Altersgruppe
(Videodaten; Gesamt: $n = 81$; < 63 Jahre: $n = 44$; ≥ 63 Jahre: $n = 37$)



Anteile der Wetter-Arten, nach Geschlecht
(Videodaten; Gesamt: $n = 81$; Männer: $n = 51$; Frauen: $n = 30$)

Schriftenreihe

Berichte der Bundesanstalt für Straßenwesen

Unterreihe „Mensch und Sicherheit“

2018

M 277: **Unfallgeschehen schwerer Güterkraftfahrzeuge**
Panwinkler € 18,50

M 278: **Alternative Antriebstechnologien: Marktdurchdringung und Konsequenzen für die Straßenverkehrssicherheit**
Schleh, Bierbach, Piasecki, Pöppel-Decker, Schönebeck
Dieser Bericht liegt nur in digitaler Form vor und kann unter <https://bast.opus.hbz-nrw.de/> heruntergeladen werden.

M 279: **Psychologische Aspekte des Einsatzes von Lang-Lkw – Zweite Erhebungsphase**
Glaser, Glaser, Schmid, Waschulewski
Dieser Bericht liegt nur in digitaler Form vor und kann unter <https://bast.opus.hbz-nrw.de/> heruntergeladen werden.

M 280: **Entwicklung der Fahr- und Verkehrskompetenz mit zunehmender Fahrerfahrung**
Jürgensohn, Böhm, Gardas, Stephani € 19,50

M 281: **Rad-Schulwegpläne in Baden-Württemberg – Begleit-evaluation zu deren Erstellung mithilfe des WebGIS-Tools**
Neumann-Opitz € 16,50

M 282: **Fahrverhaltensbeobachtung mit Senioren im Fahrsimulator der BAST Machbarkeitsstudie**
Schumacher, Schubert € 15,50

M 283: **Demografischer Wandel – Kenntnisstand und Maßnahmenempfehlungen zur Sicherung der Mobilität älterer Verkehrsteilnehmer**
Schubert, Gräcman, Bartmann € 18,50

M 284: **Fahranfängerbefragung 2014: 17-jährige Teilnehmer und 18-jährige Nichtteilnehmer am Begleiteten Fahren – Ansatzpunkte zur Optimierung des Maßnahmenansatzes „Begleitetes Fahren ab 17“**
Funk, Schrauth € 15,50

M 285: **Seniorinnen und Senioren im Straßenverkehr – Bedarfsanalysen im Kontext von Lebenslagen, Lebensstilen und verkehrssicherheitsrelevanten Erwartungen**
Holte € 20,50

M 286: **Evaluation des Modellversuchs AM 15**
Teil 1: **Verkehrsbewährungsstudie**
Kühne, Dombrowski
Teil 2: **Befragungsstudie**
Funk, Schrauth, Roßnagel € 29,00

M 287: **Konzept für eine regelmäßige Erhebung der Nutzungshäufigkeit von Smartphones bei Pkw-Fahrern**
Kathmann, Scotti, Huemer, Mennecke, Vollrath
Dieser Bericht liegt nur in digitaler Form vor und kann unter <https://bast.opus.hbz-nrw.de/> heruntergeladen werden.

M 288: **Anforderungen an die Evaluation der Kurse zur Wiederherstellung der Krafftfahreignung gemäß § 70 FeV**
Klipp, Brieler, Frenzel, Kühne, Hundertmark, Kollbach, Labitzke, Uhle, Albrecht, Buchardt € 14,50

2019

M 289: **Entwicklung und Überprüfung eines Instruments zur kontinuierlichen Erfassung des Verkehrsklimas**
Schade, Rößger, Schlag, Follmer, Eggs
Dieser Bericht liegt nur in digitaler Form vor und kann unter <https://bast.opus.hbz-nrw.de/> heruntergeladen werden.

M 290: **Leistungen des Rettungsdienstes 2016/17 – Analyse des Leistungsniveaus im Rettungsdienst für die Jahre 2016 und 2017**
Schmiedel, Behrendt € 18,50

M 291: **Versorgung psychischer Unfallfolgen**
Auerbach, Surges € 15,50

M 292: **Einfluss gleichaltriger Bezugspersonen (Peers) auf das Mobilitäts- und Fahrverhalten junger Fahrerinnen und Fahrer**
Baumann, Geber, Klimmt, Czerwinski € 18,00

M 293: **Fahranfänger – Weiterführende Maßnahmen nach dem Fahrerlaubniserwerb – Abschlussbericht**
Projektgruppe „Hochrisikophase Fahranfänger“ € 17,50

2020

M 294: **Förderung eigenständiger Mobilität von Erwachsenen mit geistiger Behinderung**
Markowetz, Wolf, Schwaferts, Luginer, Mayer, Rosin, Buchberger
Dieser Bericht liegt nur in digitaler Form vor und kann unter <https://bast.opus.hbz-nrw.de/> heruntergeladen werden.

M 295: **Marktdurchdringung von Fahrzeugsicherheits-systemen in Pkw 2017**
Gruschwitz, Hölscher, Raudszus, Schulz € 14,50

M 296: **Leichte Sprache in der theoretischen Fahrerlaubnisprüfung**
Schrauth, Zielinski, Mederer
Dieser Bericht liegt nur in digitaler Form vor und kann unter <https://bast.opus.hbz-nrw.de/> heruntergeladen werden.

M 297: **Häufigkeit von Ablenkung beim Autofahren**
Kreußlein, Schleinitz, Krems € 17,50

M 298: **Zahlungsbereitschaft für Verkehrssicherheit**
Obermeyer, Hirte, Korneli, Schade, Friebe € 18,00

M 299: **Systematische Untersuchung sicherheitsrelevanter Fußgängerhaltens**
Schüller, Niestegge, Roßmerkel, Schade, Rößger, Rehberg, Maier € 24,50

M 300: **Nutzungshäufigkeit von Smartphones durch Pkw-Fahrer Erhebung 2019**
Kathmann, Johannsen, von Heel, Hermes, Vollrath, Huemer € 18,00

M 301: **Motorräder – Mobilitätsstrukturen und Expositionsgrößen**
Bäumer, Hautzinger, Pfeiffer € 16,00

M 302: **Zielgruppengerechte Ansprache in der Verkehrssicherheitskommunikation über Influencer in den sozialen Medien**
Duckwitz, Funk, Schliebs, Hermanns € 22,00

M 303: **Kognitive Störungen und Verkehrssicherheit**
Surges
Dieser Bericht liegt nur in digitaler Form vor und kann unter <https://bast.opus.hbz-nrw.de/> heruntergeladen werden.

M 305: **Re-Evaluation des Alkoholverbots für Fahranfängerinnen und Fahranfänger**
Evers, Straßgüt € 15,50

AKTUALISIERTE NEUAUFLAGE VON:

M 115: **Begutachtungsleitlinien zur Krafftfahreignung – gültig ab 31. 12. 2019**
Gräcman, Albrecht € 17,50

2021

M 304: Zum Unfallgeschehen von Motorrädern

Pöppel-Decker

Dieser Bericht liegt nur in digitaler Form vor und kann unter <https://bast.opus.hbz-nrw.de/> heruntergeladen werden.**M 306: Stand der Wissenschaft: Kinder im Straßenverkehr**

Schmidt, Funk, Duderstadt, Schreiter, Sinner, Bahlmann

Dieser Bericht liegt nur in digitaler Form vor und kann unter <https://bast.opus.hbz-nrw.de/> heruntergeladen werden.**M 307: Evaluation des Zielgruppenprogramms „Aktion junge Fahrer“ (DVW) – Phase II**

Funk, Rossnagel, Bender, Barth, Bochert, Detert, Erhardt, Hellwagner, Hummel, Karg, Kondrasch, Schubert, Zens

Dieser Bericht liegt nur in digitaler Form vor und kann unter <https://bast.opus.hbz-nrw.de/> heruntergeladen werden.**M 308: Evaluation der Zielgruppenprogramme „Kind und Verkehr“ (DVR, DVW) und „Kinder im Straßenverkehr“ (DVW) – Phase II**

Funk, Bender, Rossnagel, Barth, Bochert, Detert, Erhardt, Hellwagner, Hummel, Karg, Kondrasch, Schubert, Zensen

Dieser Bericht liegt nur in digitaler Form vor und kann unter <https://bast.opus.hbz-nrw.de/> heruntergeladen werden.**M 309: Entwicklung und Evaluation effizienter Trainingsmaßnahmen für ältere Verkehrsteilnehmer zur Förderung ihrer Fahrkompetenz**

Schoch, Julier, Kenntner-Mabiala, Kaussner

€ 16,00

M 310: Erfassung der subjektiven Wahrnehmung und Bewertung verkehrssicherheitsrelevanter Leistungsmerkmale und Verhaltensweisen älterer Autofahrer – Entwicklung und Prüfung eines Selbsttests

Horn

€ 18,50

M 311: Safety Performance Indicators im Straßenverkehr – Überblick und Erfahrungen aus der internationalen Praxis

Funk, Orłowski, Braun, Rücker

€ 20,50

M 312: Konzept für eine regelmäßige Erhebung der Nutzungshäufigkeit von Smartphones bei Radfahrern und Fußgängern

Funk, Roßnagel, Maier, Crvelin, Kurz, Mohamed, Ott, Stamer, Stößel, Tomaselli

Dieser Bericht liegt nur in digitaler Form vor und kann unter <https://bast.opus.hbz-nrw.de/> heruntergeladen werden.**M 313: Analyse der Merkmale und des Unfallgeschehens von Pedelecfahrern**

Platho, Horn, Jänsch, Johannsen

Dieser Bericht liegt nur in digitaler Form vor und kann unter <https://bast.opus.hbz-nrw.de/> heruntergeladen werden.**M 314: SENIORWALK**

Holte

€ 19,00

M 315: Untersuchungen zur wissenschaftlichen Begleitung des reformierten Fahrlehrerrechts

Bredow, Ewald, Thüs, Malone, Brünken

Dieser Bericht liegt nur in digitaler Form vor und kann unter <https://bast.opus.hbz-nrw.de/> heruntergeladen werden.**M 316: VERKEHRSKLIMA 2020**

Holte

€ 16,50

M 317: Alternative Antriebstechnologien – Marktdurchdringung und Konsequenzen für die Straßenverkehrssicherheit

Pöppel-Decker, Bierbach, Piasecki, Schönebeck

Dieser Bericht liegt nur in digitaler Form vor und kann unter <https://bast.opus.hbz-nrw.de/> heruntergeladen werden.**M 318: Verkehrssicherheitsberatung älterer Kraftfahrerinnen und -fahrer in der hausärztlichen Praxis – Bestandsaufnahme**

Schoch, Kenntner-Mabiala

Dieser Bericht liegt nur in digitaler Form vor und kann unter <https://bast.opus.hbz-nrw.de/> heruntergeladen werden.**M 319: Protanopie und Protanomalie bei Berufskraftfahrern und Berufskraftfahrerinnen – Prävalenz und Unfallrisiko**

Friedrichs, Schmidt, Schmidt

Dieser Bericht liegt nur in digitaler Form vor und kann unter <https://bast.opus.hbz-nrw.de/> heruntergeladen werden.**M 320: Eignung von Fahrsimulatoren für die Untersuchung der Fahrkompetenz älterer Autofahrer**

Maag, Kenntner-Mabiala, Kaussner, Hoffmann, Ebert

Dieser Bericht liegt nur in digitaler Form vor und kann unter <https://bast.opus.hbz-nrw.de/> heruntergeladen werden.**M 321: Entwicklung einer Methodik zur Untersuchung der Determinanten der Routenwahl von Radfahrern**

Lux, Schleinitz

Dieser Bericht liegt nur in digitaler Form vor und kann unter <https://bast.opus.hbz-nrw.de/> heruntergeladen werden.

Fachverlag NW in der Carl Ed. Schünemann KG
Zweite Schlachtpforte 7 · 28195 Bremen
Tel. +(0)421/3 69 03-53 · Fax +(0)421/3 69 03-48

Alternativ können Sie alle lieferbaren Titel auch auf unserer Website finden und bestellen.

www.schuenemann-verlag.de

Alle Berichte, die nur in digitaler Form erscheinen, können wir auf Wunsch als »Book on Demand« für Sie herstellen.