

Analyse der Merkmale und des Unfallgeschehens von Pedelec-fahrern

**Berichte der
Bundesanstalt für Straßenwesen**

Mensch und Sicherheit Heft M 313

bast

Analyse der Merkmale und des Unfallgeschehens von Pedelecfahrern

von

Christina Platho
Hanns-Peter Horn

HFC Human-Factors-Consult GmbH
Berlin

Michael Jänsch
Heiko Johannsen

Unfallforschung der medizinischen Hochschule Hannover

**Berichte der
Bundesanstalt für Straßenwesen**

Mensch und Sicherheit Heft M 313

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 82.0693

Analyse der Nutzer und des Unfallgeschehens von Pedelec 25 und Pedelec 45

Fachbetreuung

Martina Suing

Referat

Grundlagen des Verkehrs- und Mobilitätsverhaltens

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 978-3-95606-610-8

Bergisch Gladbach, Juli 2021

Kurzfassung – Abstract

Analyse der Merkmale und des Unfallgeschehens von Pedelecfahrern

Die zunehmende Beliebtheit des Pedelecs zeigt sich in jährlich steigenden Absatzzahlen. In ähnlichem Maße steigt die Zahl der in der amtlichen Unfallstatistik verzeichneten Pedelecunfälle, sodass das Thema der Verkehrssicherheit von Pedelecfahrern zunehmend an Bedeutung gewinnt. Bisherige Forschungsarbeiten bieten weder ein repräsentatives Bild der Nutzergruppe noch ein ganzheitliches Bild ihres Unfallgeschehens. Im Rahmen der vorliegenden Arbeit wurden daher drei verschiedene methodische Ansätze gewählt, um die Nutzergruppe von Pedelecs und deren Unfallgeschehen zu beschreiben. Die Repräsentativbefragung bietet erstmalig einen breiten Überblick über personen- und fahrzeugbezogene Charakteristika der Pedelecfahrer in Deutschland, ihr Fahr- und Nutzungsverhalten, mögliche Probleme im Umgang mit dem Pedelec sowie erlebte Unfälle binnen der vergangenen drei Jahre ($n = 775$). Die beiden Unfallanalysen – eine Klinikbefragung verunfallter Pedelecfahrer ($n = 39$) sowie eine Analyse der in der German In-Depth Accident Study (GIDAS) enthaltenen Pedelecunfälle ($n = 214$) – liefern eine detaillierte Beschreibung des jeweiligen Unfalls und seiner Folgen.

Die Gruppe der Pedelecfahrer erweist sich vorwiegend als ältere, aber aktive Nutzergruppe, die das Pedelec oft und für unterschiedliche Zwecke nutzt. Ihr überwiegend hohes Sicherheitsgefühl im Straßenverkehr geht mit einer eher niedrigen Risikobereitschaft einher. In den vergangenen zwei Jahren haben allerdings insbesondere jüngere Fahrer zwischen 18 und 44 Jahren das Pedelec für sich entdeckt, die derzeit (noch) einen geringen Anteil an der Nutzergruppe wie auch im Unfallgeschehen stellen. Als Unfallschwerpunkte zeichnen sich Kollisionen mit einem Pkw sowie die nur selten polizeilich erfassten Alleinunfälle ab. Auch wenn die meisten Fahrer eigenen Angaben zufolge mit dem Pedelec schneller unterwegs sind als mit einem konventionellen Fahrrad, ereignen sich nur wenige Unfälle bei Geschwindigkeiten am Maximum der mit legalen Mitteln erreichbaren Tretunterstützung von 25 km/h. Häufig erfolgen sie beim Stehen oder Anfahren und spiegeln somit die von vielen Fahrern berichteten Balanceprobleme bei niedrigen

Geschwindigkeiten wider. In beiden Unfallanalysen wirken Selektionseffekte, aufgrund derer die Generalisierbarkeit der Ergebnisse eingeschränkt ist. So beinhaltet GIDAS ausschließlich die polizeilich erfassten Unfälle und damit vorwiegend Unfälle mit einem weiteren Beteiligten, während in der Klinikbefragung stationär behandelte, ältere Pedelecfahrer überrepräsentiert sind. Zu den Nutzern von S-Pedelecfahrern und ihrem Unfallgeschehen lassen sich aufgrund geringer Fallzahlen keine belastbaren Aussagen treffen.

Auf Basis der gewonnenen Erkenntnisse werden verschiedene Empfehlungen zur Verbesserung der Verkehrssicherheit für Pedelecfahrer abgeleitet, die gemäß dem Fokus der vorliegenden Arbeit primär beim Fahrer (z. B. Erhöhung der Helmtragequote) oder dessen Fahrzeug (z. B. technische Unterstützung zur Verbesserung der Fahrstabilität auch bei geringen Geschwindigkeiten) ansetzen. Ferner bedarf es weiterführender Studien zur Beschreibung von Pedelecunfällen und ihrer Ursachen, auch mit Fokus auf den Pkw-Fahrern als häufigsten Unfallgegnern bei Pedelecunfällen mit mindestens zwei Beteiligten, sowie einer Überprüfung und Verbesserung der Güte amtlicher Statistiken bezüglich der Erkennung elektrifizierter Räder und ihrer korrekten Klassifikation als Pedelecs oder S-Pedelecs.

Analysis of the characteristics and accident occurrence of pedelec riders

The annual rise in sales figures for pedelecs reflects their growing popularity. Similarly, the number of officially registered pedelec accidents is rising, making the topic of traffic safety for pedelec riders increasingly more important. The research studies available so far provide neither a representative picture of the user group nor a holistic picture of their accident involvement. In the context of the present research three methodological approaches were therefore applied to describe the user group of pedelec riders and their accident involvement. For the first time, the representative survey provides a broad overview of the personal and vehicle-related characteristics of pedelec riders in Germany, their riding and usage behaviour, potential problems in handling the pedelec, and accidents experienced

within the last three years ($n = 775$). The two accident analyses – a hospital survey of injured pedelec riders ($n = 39$) and an analysis of the pedelec accidents included in the German In-Depth Accident Study (GIDAS) ($n = 214$) – provide detailed descriptions of the accidents and their consequences.

The group of pedelec riders turns out to be mainly an elderly but active user group that uses the pedelec frequently and for different purposes. Their predominantly high feeling of safety in road traffic is accompanied by a rather low risk tolerance. In the past two years, however, younger riders in particular between the ages of 18 and 44 years have discovered the pedelec for themselves. However, they only make up a small share of the user group as well as in the overall accident occurrence so far. The main accident black spots are collisions with passenger cars and accidents without the involvement of others, the latter only rarely recorded by the police. Even though most riders claim to ride a pedelec faster than a conventional bicycle, only few accidents occur at speeds in the maximum range of the pedal assistance of 25 km/h, which is the highest speed that can legally be supported. Accidents often occur when the pedelec is stationary or being started, which reflects the balance problems at low speeds reported by many riders. Both accident analyses are affected by selection effects, which limit the generalisability of the results. For example, GIDAS only includes accidents recorded by the police and thus mainly accidents with the involvement of another person, while elderly pedelec riders treated as inpatients were over-represented in the hospital survey. Due to the small number of cases, reliable statements about the users of fast pedelecs (s-pedelecs) and their accident involvement are not possible.

Based on the knowledge gained, various recommendations for improving road safety for pedelec riders are derived, which, according to the focus of the present study primarily aim at the riders (e.g. increasing the quota for wearing helmets) or their vehicle (e.g. technical support to improve riding stability even at low speeds). Further studies are also needed to describe pedelec accidents and their causes, including a focus on car drivers as the most frequent opponents in pedelec accidents involving at least one other opponent, as well as to review and improve the quality of official statistics regarding the representation of electrified bikes and their correct classification as pedelecs or fast pedelecs.

Summary

Analysis of the characteristics and accident occurrence of pedelec riders

1 Objective of the study

Pedelects, colloquially often referred to as “e-bikes”, electrically assist pedalling up to 25 km/h with a nominal capacity of 250 watts. Compared to conventional bicycles, they allow their riders to accelerate faster and reach and maintain higher speeds more effortlessly. Unlike fast pedelecs (speed pedelecs/S-Pedelecs), which provide electric pedal assistance up to 45 km/h, are classified as mopeds and as such are subject to compulsory registration, i. e. helmets, insurance plates, and driving licences are obligatory (EU class AM), pedelecs are becoming increasingly popular. With almost one million pedelecs sold in 2018, the trend of annually increasing sales figures continues (ZIV, 2013, 2015, 2018, 2019). As the number of pedelecs on the road increases, so does the number of accidents (Statistisches Bundesamt, 2016, 2019), and thus the need for effective measures to increase the road safety of pedelec riders becomes more urgent. This, however, requires a deeper understanding of the user group and their accident involvement than what previous studies can provide, which have mainly been carried-out in other (non-) European countries, (HAUSTEIN & MØLLER, 2016; JELLINEK et al., 2013; JOHNSON & ROSE, 2015; MCARTHUR et al., 2014; SCHEPERS et al., 2014; UHR & HERTACH, 2017), do not provide a comprehensive or representative picture of the user group or their accidents, (ALRUTZ et al., 2015; KRÖLING & GEHLERT, 2016; SIFAFE, 2017; VON BELOW, 2016) or are limited to accidents recorded by the police (GEHLERT et al., 2017; OTTE et al., 2014) and therefore do not provide a complete insight into their accident involvement (JUHRA et al., 2012; VON BELOW, 2016). The aim of the reported project was twofold: A comprehensive and representative overview of the group of pedelec riders with regard to socio-demographic characteristics, riding habits and purposes of use, safety-relevant attitudes and behaviour as well as possible problems in handling the pedelec was to be provided. Additionally, the accident occurrence involving pedelec riders was to be described beyond the information available in official accident statistics, both in terms of the level of detail (taking

into account the characteristics of the rider, the vehicle and the environment and the causes of accidents), and in terms of the inclusion of accidents not recorded by the police. The focus of the study was placed on the group of pedelec (pedelec 25) riders. In order to gain a first insight into the specific, small group of fast pedelec (pedelec 45) riders, these were also included in the study.

2 Procedure

Three studies, as described below, were carried out to elaborate the topics mentioned above. Each of them had a different focus, but all addressed the accident involvement of pedelec riders in relation to the accident situation, causative factors and injury severity.

Online survey

A nationwide online survey of pedelec riders was conducted in early autumn 2018. The recruitment was carried out via the Forsa.omninet panel, which is representative of the German-speaking population. The panel was recruited exclusively by telephone and also allows the participation in surveys offline. In the course of the approximately 20-minute survey, personal and vehicle-related characteristics of pedelec riders, their riding and usage behaviour and safety-relevant aspects (problems with the pedelec, potentially risky behaviour) were addressed and the (most severe) pedelec accident (including falls) experienced in the past three years was described. The focus was on the group of 775 pedelec riders, 55 of whom reported at least one accident in the last three years. The group of riders whose pedelec experience was based on the use of a rented pedelec was considered separately (n = 199).

GIDAS analysis

An analysis of pedelec accidents that were included in the German In-Depth Accident Study (GIDAS) in the years 2007 to 2018 was carried out. GIDAS is a representative survey of traffic accidents with injured persons conducted in the district of Dresden and the area of Hannover region (JOHANNSEN et al., 2007). The data is collected by an interdisciplinary team, which drives to the scene of the accident simultaneously with the police and rescue services and gathers accident-related characteristics that go beyond the scope of police accident data. A selection of these characteristics

was analysed for the 214 pedelec riders in the accident database. In addition, the data of the pedelec riders was compared to riders of conventional bicycles and age-related differences were considered in comparing riders up to 64 years with riders over 65 years of age.

Hospital survey

A survey was carried out among pedelec riders who had had an accident in a period of 12 months from spring 2018 and were treated either in the accident hospital “Unfallklinikum Münster“ or the Protestant Hospital “Evangelisches Krankenhaus” in Oldenburg. A postal survey of pedelec riders who were involved in an accident in the years 2017 to 2018 and admitted to the emergency department of the “Medizinische Hochschule Hannover” (MHH) was also initiated in 2019 due to the low number of cases. Complete data sets (questionnaire, medical treatment data) were available for 39 pedelec riders at the end of the survey. In addition, 22 pedelec riders took part in a telephone interview for a more detailed description of the respective accident and its causes.

3 Results

Description of the user group based on the online survey

The share of male riders is slightly predominant in the group of pedelec riders (53.8%). The high average age of 56.7 years can be explained by the small proportion of comparatively younger riders under 45 years of age (21.9%). This age group, however, has shown the strongest proportional increase in the last two years. If this trend continues at a similar rate as the sales figures for pedelecs (ZIV, 2019), a significant rejuvenation of the current user group could be expected in the coming years. This group exclusively uses vehicles built and sold as pedelecs and not the previously conventional bicycles retrofitted as pedelecs. Since about every fifth person uses the pedelec of a relative, partner or friend, the number of users exceeds the number of vehicles even without taking into account the use of rental pedelecs. Among the bicycle types, electrified city and Dutch bicycles or cruisers are by far the most common, followed by trekking/cross bikes and mountain bikes in third place. The use of a dedicated cargo bicycle is even rarer (1.3%) than (at least sporadic) trailer use (7.4%). Most pedelecs are mid-

engine pedelecs that ensure a lower centre of gravity of the vehicle, while front-wheel motors, which are said to have low stability and difficulties in this respect on wet surfaces or in curves (JELLINEK et al., 2013), are relatively rare (12.1%).

More than 70% of the riders use the pedelec for excursions. In addition, many riders use it for everyday purpose-related trips (e.g. for shopping and errands, trips to places for leisure activities). Commuting to work or training is a frequently mentioned purpose of use (21.4%), despite about 40% of riders presumably being retired. About three quarters of the riders use the pedelec several times a month, and more than half of them use it even several times a week. The lengths of the routes were not addressed in the survey; however, according to a current mobility study, it can be assumed that the number of kilometres covered by pedelecs is about twice as long as that covered by conventional bicycles (NOBIS & KUHNIMHOF, 2018). Although the motives for use were not addressed, health problems do not seem to be the main reason for using an electrified bicycle. According to their own information, only about one in ten riders would have to rely on an electric drive when covering a distance of 5 km on a flat road to avoid great or unreasonable physical effort.

Most riders feel safe on the road with a pedelec. The high feeling of safety is accompanied by a low general willingness to take risks. Even though most riders claim to ride a pedelec at least a little faster than a conventional bicycle, half of them usually chooses a speed for riding on a road without obstacles which does not exceed 20 km/h. While a share of almost five percent chooses significantly higher speeds than the maximum of the electric pedal assistance allows (28 km/h or more), tuning of the pedelec is reported rarely (< 2%). The results thus suggest that the previous, non-empirical estimates of the proportion of tuned pedelecs ranging from 10 to 30% seem excessive (BR24, 2019; REIDL, 2017). It remains open how the higher speeds of 28 km/h or more (if the information is correct) are achieved, and to what extent the answers of those who did not provide information on speed (11.9%) would have changed the resulting image for speed selection. Among the potentially critical behaviour patterns that are occasionally or even (very) frequently committed, overtaking slower cyclists with only a short distance between them is reported by almost every third pedelec rider. This is followed by riding after alcohol consumption in

about one in ten riders (without further quantification). The proportion of pedelec riders overriding at least occasionally a red light (approx. 6%) or making phone calls, texting or reading while driving (3 – 4%) is somewhat lower. About a quarter of the riders experience technical problems with the drive of their pedelecs, i. e. a surprising start of the engine or its castoring. The proportion of riders who report difficulties with vehicle handling when balancing or braking is even higher. The technical problems as well as the problems with vehicle handling seem to have little to do with a lack of familiarity with the pedelec, as most of them persist beyond the first three months of use. Given their high share of 20.0% in the survey sample, rental pedelecs play a significant role in electric two-wheel mobility for mainly, but not exclusively, leisure-oriented trips. Their rider group shows a higher percentage of men (61.3%) and a lower average age (47.0 years) than the group of pedelec riders described above.

Description of the accident involvement based on all three studies

The average age of pedelec riders involved in accidents is higher than in the representative online survey. The duration and frequency of pedelec use are also over-represented among the accident victims. More than half of the pedelec riders involved in an accident use the pedelec (almost) every day. In most cases they use a type of bicycle that is not primarily designed for sports use (e-city bike/e-Dutch bicycle/e-cruiser). It can be assumed that these characteristics primarily reflect the exposure and vulnerability of the user group and cannot be interpreted as causal factors.

Two main areas of focus can be identified in the accident statistics of pedelec riders. These include accidents in built-up areas involving a car turning or crossing, which are mainly represented in the GIDAS data collected by the police. In line with previous studies, the other party involved in the accident is usually a car, while collisions with other groups of road users – cyclists, less frequently pedestrians or drivers of trucks or motorcycles – represent a comparatively small proportion (GEHLERT et al., 2017; OTTE et al., 2014). The second focus is on accidents without the involvement of other persons reported in both survey studies (GIDAS and hospital survey), which occur much more frequently than what is reflected in accident data recorded by the police. According to the conducted hospital survey, the proportion of pedelec

accidents not recorded by the police and treated in hospital amounts to two thirds and thus corresponds to the results of previous hospital studies on accidents involving riders of conventional bicycles (JUHRA et al., 2012; VON BELOW, 2016). But even beyond the under-representation of accidents with certain characteristics (accident without any other person involved, out-of-town) it is questionable to what extent the official accident statistics are able to provide an accurate picture of the type and frequency of accidents involving pedelec riders. When comparing the recording of the accident by the police with that of the trained GIDAS survey team, there is an obvious discrepancy in the classification of the vehicle type. Less than 30% were classified as such by both groups; the others were mainly wrongly classified by the police either as an accident with a conventional bicycle or with a fast pedelec.

Causes of accidents include external factors such as weather conditions, which are rarely mentioned, or road conditions, which are becoming increasingly important as the proportion of out-of-town accidents increases. More often, however, pedelec riders see the cause in themselves or the other person involved in the accident. A specification of the human error causes suggests a connection to the accident situation here as well. When accidents without any other person involved dominate (as in the hospital survey), false actions are the most common human error cause (e.g. reaction errors). If accidents with at least two people involved are predominant (as in the GIDAS analysis), errors in information acquisition predominate. In the case of the latter, the alcoholisation of the pedelec rider was recorded several times as a causal factor. Even though the pedelec, or rather its higher weight, is rarely explicitly named as an accident-causing factor, there is some evidence that up to a third of accidents are due to also possibly age-related problems with vehicle handling (mainly accidents when not moving or when starting off, less frequently also accidents due to excessive braking). On the other hand, there is little evidence of pedelec accidents with speeds at or even above the maximum permitted pedal assistance of 25 km/h. However, it cannot be judged to what extent the speed was reported truthfully and was appropriate to the traffic situation or one's own abilities.

The present study illustrates again how strongly the survey methodology influences the recruited sample and thus the type and severity of the accidents

included in the analysis (cf. von Below, 2016). This also applies to the severity of the injuries. Since higher injury severity and associated factors such as the involvement of another road user increase the likeliness of the accident being recorded by the police (ibid.), the more serious accidents are more frequently represented in the official accident statistics and thus also in the GIDAS database. Their over-representation is even more pronounced in the hospital survey, where the recruitment of inpatients was much easier to implement than the recruitment of outpatients only. The remarkably high average age in this sample underlines the already known vulnerability of older riders, whose severity of injuries increases considerably with age (Uhr & Hertach, 2017). The findings of the injury characteristics are based only on this selective sample of pedelec riders who are often alone in an accident and are aged above average. According to this, injuries mostly, i. e. in about half of the cases, occur in the extremities (arms, shoulder, legs, hip, pelvis). This is followed by injuries to the head in about a quarter of the riders, which apparently occur more frequently in riders who were not wearing helmets at the time of the accident. The overall helmet wearing rate at the time of the accident was 38.5% ($n = 39$).

4 Limitations

The present research results do not allow for any generalizable statements about the group of fast pedelec riders or their accident involvement due to the small number of cases ($n_{\text{online survey}} = 23$, $n_{\text{hospital survey}} = 2$). The collected data, nevertheless, is reflected in the report. The information on pedelec riders involved in accidents from both surveys is also subject to restrictions due to the number of cases ($n_{\text{online survey}} = 55$, $n_{\text{hospital survey}} = 39$). The significance of the clinical sample is also limited by the selectivity of its sample in age and injury severity. Overall, it appears difficult to quantify the significance of the considered accident characteristics beyond approximate classification by magnitude and relative relatedness, since all three studies represent a different facet of the accident involvement of pedelec riders: The online survey shows the accident involvement of a representative pedelec user group and their accidents which mainly do not result in significant injuries. The GIDAS analysis is based on a random sample of accidents recorded exclusively by the police, whilst exceeding the

official accident statistics in depth and quality. The hospital survey sheds light on the aspect of the accident occurrence of pedelec riders that require medical treatment and is not sufficiently represented in accident data collected by the police. Given the expected change in the user group, the value of the reported results is likely to diminish as the time period 2018/2019 of study conduct becomes more distant.

5 Recommendations

The reported research findings provide evidence for various recommendations to improve the road safety of pedelec riders. In view of the high incidence of accidents without the involvement of another person, in particular measures for the self-protection of pedelec riders should be supported. This includes on the one hand an active effort to significantly increase the number of pedelec riders wearing helmets in order to mitigate or prevent head injuries. It is even more important, albeit incomparably more challenging, to tackle the causes of accidents directly. Intelligent systems promise significant accident prevention potential here. On the one hand, it can be assumed that some falls, which were attributed to errors in braking or adverse road and weather conditions (e.g. wet roads), could have been avoided by an anti-lock braking system (ABS) for pedelecs which is now ready for market (OESTERREICH, 2017). On the other hand, a system to support driving stability even at very low speed could possibly counteract the frequent falls when starting up. However, it is not yet possible to conclusively assess how promising a market-ready implementation of the system is, which is so far only available as a prototype (KRAMPER, 2019), and how significant its safety effect is. It goes without saying that holistic concepts for improving the road safety of pedelec riders must also take their accident opponents (mostly car drivers) into consideration. Since no conclusions can be drawn on the causes of accidents on the side of the other persons involved in the accident, these should be addressed in further studies. However, there is also need for further research concerning the pedelec riders themselves. This may comprise, for example, a more detailed analysis of riders of rental pedelecs, taking into account different usage concepts (e.g. single or multiple use of the same or different types of e-vehicles) in connection with their characteristics, riding behaviour and involvement in accidents. In

addition, it is still unclear how large the proportion of riders is for whom the speed at which they ride a pedelec significantly exceeds their own ability to assess the situation and react appropriately and on time. Behavioural studies are necessary to clarify this question. Furthermore, the knowledge base on pedelec accidents needs to be expanded. This concerns further investigations, especially of accidents not recorded by the police, using suitable methods to obtain a meaningful and non-selective sample. In addition, the classification quality of official statistics regarding the clear assignment of pedelecs and fast pedelecs should be increased, if the available data is as questionable as observed in the present research.

Inhalt

1	Einleitung	13	3.2.2	Nutzungsverhalten	39
1.1	Problemstellung	13	3.2.3	Fahrzeugmerkmale	40
1.2	Zielstellung	13	3.2.4	Fahrverhalten	41
2	Wissensstand zu Fahrzeug-, Fahrer- und Unfallmerkmalen	14	3.2.5	Berichtetes Unfallgeschehen	43
2.1	Fahrzeugmerkmale	14	3.2.6	Veränderungen der Fahrergruppe in den vergangenen Jahren	46
2.1.1	Definition von Pedelecs und S-Pedelecs ..	14	3.2.7	Mietpedelecfahrer	47
2.1.2	Bestand	14	3.3	Zusammenfassende Diskussion	48
2.1.3	Technische Komponenten und ihr Einfluss auf das Fahrverhalten	15	4	GIDAS-Analyse	52
2.2	Merkmale von Pedelecfahrern	16	4.1	Entwicklung der Unfallbeteiligung von konventionellen Fahrrädern und Pedelecs	53
2.2.1	Körperliche Fitness	17	4.2	Analyse des Unfallgeschehens von konventionellen Radfahrern und Pedelecfahrern für zwei Altersgruppen	55
2.2.2	Fahrerfahrung und Fahrkönnen	17	4.2.1	Unfallstelle im Straßennetz	56
2.2.3	Nutzungsverhalten	18	4.2.2	Unfalltyp	57
2.2.4	Sicherheitsrelevante Einstellungen	19	4.2.3	Lichtverhältnisse/Tageszeit	61
2.2.5	Fahrverhalten und Regelübertretungen	20	4.2.4	Ortslage	61
2.3	Unfallgeschehen von Pedelecfahrern	22	4.2.5	Anzahl der Alleinunfälle und Unfallgegner ..	61
2.3.1	Unfallhäufigkeit	22	4.2.6	Geschlecht	63
2.3.2	Unfallrisiko	24	4.2.7	Verletzungsschwere	63
2.3.3	Unfallfolgen	24	4.2.8	Unfallschuld	65
2.3.4	Unfallhergang	25	4.3	Analyse der Unfallursachen von Pedelecfahrern	67
2.3.5	Unfallursachen	27	4.4	Zusammenfassende Diskussion	69
2.4	S-Pedelecs	30	5	Klinikbefragung	71
2.4.1	Fahrermerkmale und Nutzungsmotive	30	5.1	Fragestellung	71
2.4.2	Fahrverhalten: Geschwindigkeitswahl und Regelverstöße	31	5.2	Vorgehen	71
2.4.3	Konflikthäufigkeit und Unfallgeschehen	31	5.2.1	Beteiligte Institutionen, Zeitraum, Dauer ..	71
2.5	Zusammenfassung	33	5.2.2	Prozess der Datenerhebung im UKM und EV OL	72
3	Onlinebefragung	34	5.2.3	Prozess der Datenerhebung durch die MHH	73
3.1	Methodik	34	5.3	Inhalte	74
3.1.1	Vorgehen	34	5.3.1	Fragebogen	74
3.1.2	Inhalte	35			
3.1.3	Stichprobe	35			
3.2	Ergebnisse	37			
3.2.1	Fahrermerkmale	37			

5.3.2	Verletzungs- und Behandlungsdaten	74	8	Empfehlungen	103
5.3.3	Telefonische Interviews	74		Literatur	106
5.4	Ergebnisse	74		Bilder	110
5.4.1	Datenlage.....	74		Tabellen	113
5.4.2	Stichprobenbeschreibung	75		Anhang A: Fragebogen der Onlinebefragung ..	115
5.4.3	Fahrermerkmale.....	76		Anhang B: Fragebogen der Klinikbefragung	125
5.4.4	Fahrzeugmerkmale	76			
5.4.5	Zeit- und ortsbezogene Umweltfaktoren ...	77			
5.4.6	Unfallcharakteristika.....	78			
5.4.7	Unfallfolgen	81			
5.4.8	Vergleich der Unfälle mit und ohne polizeiliche Erfassung	82			
5.4.9	Weitere Ergebnisse.....	83			
5.5	Zusammenfassende Diskussion	83			
6	S-Pedelecfahrer	88			
6.1	Dokumentation der Ergebnisse zu S-Pedelecfahrern	88			
6.1.1	Fahrer- und Fahrzeugmerkmale, Fahrverhalten und Regelverstöße, Probleme im Umgang mit dem S-Pedelec	88			
6.1.2	Unfallcharakteristika.....	90			
6.2	Empfehlungen.....	91			
7	Abschließende Zusammenfassung und Ergebnisdiskussion	92			
7.1	Erkenntnisse zu personen-, fahrzeug- und fahrverhaltensbezogenen Merkmalen von Pedelecfahrern.....	92			
7.2	Beschreibung des Unfallgeschehens von Pedelecfahrern.....	96			
7.2.1	Vergleich der drei Studien	96			
7.2.2	Zusammenfassung der zentralen Erkenntnisse der Unfallanalysen	99			
7.3	Einschränkungen	102			

1 Einleitung

1.1 Problemstellung

Pedelecs unterstützen ihre Fahrer¹ beim Treten durch einen Elektromotor und ermöglichen ihnen somit eine zügige Fortbewegung bei geringem Kraftaufwand. Damit eignen sie sich als kraftsparende Alternative zum konventionellen Fahrrad bei körperlichen Einschränkungen ebenso wie zur Bewältigung langer oder bergiger Strecken. Noch liegt der Anteil derjenigen, die ein elektrifiziertes anstelle eines konventionellen Fahrrads fahren, bei etwa 5 % (SINUS, 2017). Davon nutzen die meisten ein Pedelec mit einer Tretunterstützung bis 25 km/h, während die als Kleinkrafträder klassifizierten S-Pedelecs mit einer Tretunterstützung bis 45 km/h nur von etwa 1 % der Pedelecfahrer gefahren werden (ZIV, 2018). Setzt sich der seit Jahren anhaltende Trend jährlich wachsender Absatzzahlen weiter fort, dürfte die Pedelecnutzung in den nächsten Jahren weiter zunehmen. Aus gesamtgesellschaftlicher und politischer Perspektive gilt diese Entwicklung als äußerst wünschenswert, verspricht sie doch unter anderem eine Verlagerung des motorisierten Individualverkehrs auf eine weniger klimaschädliche und flächenraubende Fortbewegung (CZOWALLA, 2016; POPOVICH et al., 2014).

Trotz all dieser Vorzüge darf die Frage der Sicherheitsbilanz dieses Fortbewegungsmittels „mit eingebautem Rückenwind“, wie es so gerne beworben wird, nicht unbeantwortet bleiben. Anlass zur Sorge bereiten die schnell und mühelos erreichbaren hohen Geschwindigkeiten, sofern Pedelecfahrer diese stärker ausreizen, als sie selbst und andere damit umgehen können. So legen erste Befunde nahe, dass Pkw-Fahrer die Geschwindigkeit von Pedelecs durchaus unterschätzen (SCHLEINITZ et al., 2015), was das Auftreten gefährlicher Situationen begünstigt (HAUSTEIN & MØLLER, 2016). Zudem zeichnet sich ab, dass auch die pedelecspezifischen Fahr(zeug-)eigenschaften wie das höhere Gewicht und die motorunterstützte Geschwindigkeitsregulation Probleme verursachen können (HAUSTEIN & MØLLER, 2016; JOHNSON & ROSE, 2015), ohne dass sich deren Bedeutung im Unfallgeschehen bislang abschätzen ließe. Auch wenn in den vergangenen Jahren mit der Verbreitung von Pedelecs das Forschungsinteresse gewachsen ist, bleiben noch viele Fragen offen. Die Analysen polizeilich erhobener Unfalldaten dürften

ähnlich wie bei Fahrern konventioneller Fahrräder einem starken Underreporting und systematischen Verzerrungen unterworfen sein, weil viele Unfälle polizeilich nicht gemeldet werden und die Wahrscheinlichkeit einer polizeilichen Anzeige von Unfallcharakteristika wie der Verletzungsschwere und dem Unfallhergang maßgeblich beeinflusst wird (UHR & HERTACH, 2017; VON BELOW, 2016). Gleichzeitig fehlen neben Informationen zu den Unfallverursachenden Faktoren auch Bezüge zu den Nutzer- und Nutzungsmerkmalen, sodass sich die Einflüsse sicherheitsrelevanter Schutz- und Risikofaktoren von Fahrer, Fahrzeug und Umwelt unerkannt überlagern können. Auch wenn Ältere in der Gruppe der Pedelecfahrer und in deren Unfallstatistiken noch besonders stark vertreten sind, deuten sowohl die anteilig stärkere Zunahme jüngerer Fahrer in den Unfallstatistiken als auch der steigende Absatz sportlicher Pedelectype darauf hin, dass zunehmend jüngere Nutzergruppen das Pedelec für sich entdecken (Statistisches Bundesamt, 2016, 2019; VON BELOW, 2016; ZIV, 2018). Über diese bereits langjährigen sowie neuen Nutzergruppen, ihr Fahr- und Nutzungsverhalten und ihre sicherheitsrelevanten Einstellungen ist jedoch wenig bekannt, auch weil Erkenntnisse aus Untersuchungen aus anderen Ländern nicht ohne Einschränkungen übertragbar sind und ebenso wie die bislang in Deutschland durchgeführten Pedelecstudien kein aktuelles und repräsentatives Bild der Nutzergruppe zeichnen (ALRUTZ et al., 2015; MELLINGER, 2017).

1.2 Zielstellung

Ziel der vorliegenden Arbeit war es, einen aktuellen Überblick über die Gruppe der Pedelecfahrer zu geben und ihr Unfallgeschehen zu beschreiben. Dabei wurden die folgenden Leitfragen adressiert:

- 1) Wie lassen sich Fahrer hinsichtlich soziodemografischer Merkmale, Fahrgewohnheiten, Nutzungszwecke und sicherheitsrelevanter Einstellungen und Verhaltensweisen beschreiben, und welche Erfahrungen machen sie bei der Pedelecnutzung im Straßenverkehr?
- 2) Welche Veränderungen zeigen die Neueinsteiger im Vergleich zu denjenigen, die bereits seit mehreren Jahren ein elektrifiziertes Rad nutzen?

¹ In der folgenden Arbeit wird aus Gründen der besseren Lesbarkeit ausschließlich das generische Maskulinum verwendet. Es bezieht alle Personen unabhängig ihres Geschlechts ein.

- 3) Wie lässt sich das Unfallgeschehen generell sowie in Hinsicht auf Fahrer-, Fahrzeug- und Umweltmerkmale beschreiben?
- 4) Welche Verletzungen treten bei Pedelecunfällen auf, und wie schwer fallen sie aus?
- 5) Wie hoch ist die Dunkelziffer der Pedelecunfälle, und wie stark verzerrt sie das Bild, das amtliche Statistiken vom Unfallgeschehen bieten?

Zur Beantwortung dieser Fragen wurden im Zeitraum zwischen Januar 2018 und Juni 2019 die folgenden Arbeiten durchgeführt:

- Darstellung des aktuellen Forschungsstandes (Kapitel 2)
- Deutschlandweite Online-Befragung von Pedelec-fahrern (Kapitel 3)
- Analyse des Unfallgeschehens von Pedelec-fahrern über eine Auswertung der in der Datenbank der German In-Depth Accident Study (GIDAS) enthaltenen Pedelecunfälle (Kapitel 4)
- Befragung verunfallter Pedelec-fahrer an drei deutschen Kliniken unter Erfassung ihrer Verletzungsscharakteristika (Kapitel 5)

In die empirischen Untersuchungen wurden auch Fahrer von S-Pedelecs eingebunden. Aufgrund der geringen Nutzungsquote dieser Fahrzeuge (ZIV, 2018) fielen die Fallzahlen zu gering aus, um die oben genannten Fragestellungen für deren Fahrer zu beantworten. Die wenigen im Zuge der Projektbearbeitung gewonnenen Daten sind in einem separaten Kapitel zu Dokumentationszwecken zusammen mit den für etwaige Folgeuntersuchungen zu S-Pedelec-fahrern relevanten Lernerfahrungen festgehalten.

2 Wissensstand zu Fahrzeug-, Fahrer- und Unfallmerkmalen

2.1 Fahrzeugmerkmale

2.1.1 Definition von Pedelecs und S-Pedelecs

Für Pedelecs wird im alltäglichen Sprachgebrauch oft die im englischen Sprachraum gängige Bezeichnung E-Bike verwendet. Strenggenommen sind E-Bikes jedoch Kleinkrafträder, die eine rein motorunterstützte Fortbewegung unabhängig von der Trittleistung ihres Fahrers ermöglichen. Pedelecs hingegen gewähren höchstens eine rein elektrische

Anfahrt- und Schiebehilfe bis 6 km/h, ansonsten muss zur Fortbewegung pedaliert werden, wobei in Abhängigkeit von der Trittleistung eine elektrische Tretunterstützung bis maximal 25 km/h bei einer Nenndauerleistung bis 250 Watt geboten wird. S-Pedelecs ermöglichen gar eine elektrische Tretunterstützung bis maximal 45 km/h. Während ältere Modelle pauschal eine maximale Nenndauerleistung von 500 Watt boten, bringen neuere Modelle gemäß der ab 2017 geltenden EU-Typengenehmigung (EU-Verordnung Nr. 168/2013) eine maximale Nenndauerleistung von bis zu 4.000 Watt, dürfen jedoch die Fahrerleistung höchstens um das Vierfache verstärken. Eine Fahrhilfe ohne Treten ist bis 18 km/h erlaubt. Während Pedelecs mit einer Tretunterstützung bis 25 km/h den konventionellen Fahrrädern rechtlich gleichgestellt sind, gelten S-Pedelecs in Deutschland als zulassungspflichtige Kleinkrafträder samt Helm-, Versicherungskennzeichen- und Fahrerlaubnispflicht (Klasse AM). Zudem ist beim Fahren eines S-Pedelecs die Nutzung der allein dem Fahrrad vorbehaltenen Infrastruktur untersagt.

2.1.2 Bestand

Der Bestand an Pedelecs nimmt jährlich zu. Im Jahr 2017 stellten sie bereits einen Anteil von ca. 20 % an allen in Deutschland verkauften Fahrrädern (ZIV, 2017). Bild 1 veranschaulicht die vom Zweirad-Industrie-Verband (ZIV) berichteten jährlichen Absatzzahlen von Pedelecs, S-Pedelecs und E-Bikes in Deutschland seit dem Jahr 2009. Im Jahr 2017 entfielen davon ca. 98 % auf Pedelecs mit einer Tretunterstützung bis 25 km/h (ZIV, 2018). Nicht in diesen Statistiken erfasst sind die – vermutlich deutlich selteneren (NEBE, 2017) – Nachrüstlösungen, die es ermöglichen, das eigene konventionelle Fahrrad mit einer permanenten oder einer zeitweiligen, mehr oder minder leicht (de-)montierbaren Tretunterstützung auszustatten. Wie hoch der Anteil zu Pedelecs umgerüsteter, vormals konventioneller Fahrräder am Pedelecbestand in Deutschland liegt, ist jedoch nicht bekannt.

Nach wie vor sind bei Pedelecs die Fahrzeugkategorien City-Rad (38,5 %) und Trekkingrad (35,5 %) besonders beliebt, auch wenn zunehmend Mountainbikes für den sportlichen Einsatz (21,5 %) und Cargoräder (3,0 %) für den privaten und gewerblichen Transport nachgefragt werden (ZIV, 2018). Mountainbikes gelten dabei als das am stärksten wachsende Segment. Sie sprechen insbesondere

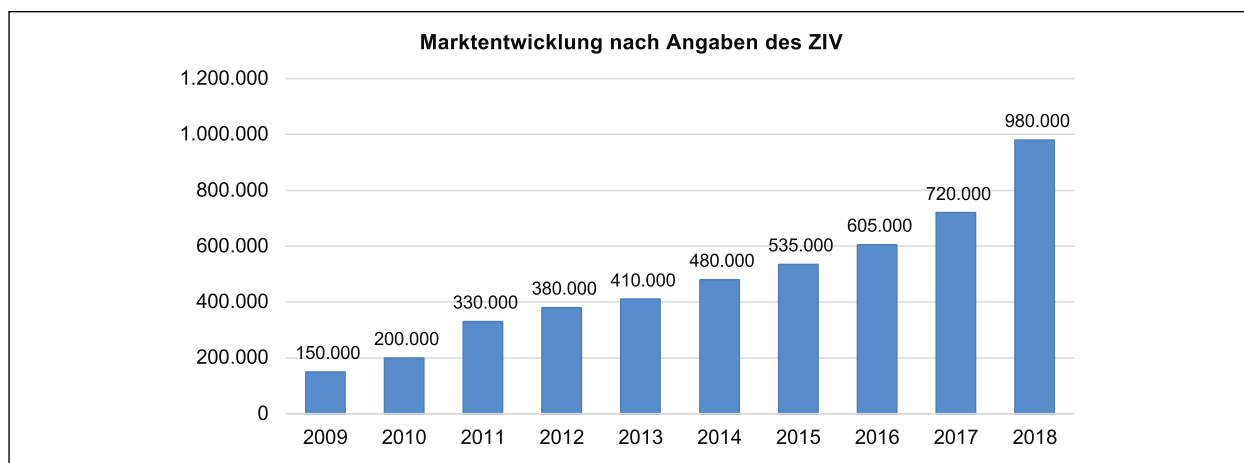


Bild 1: Absatzzahlen von Pedelecs sowie der seltenen S-Pedelecs und E-Bikes in Deutschland von 2009 bis 2018 nach Angaben des Zweirad-Industrie-Verbands (ZIV, 2013, 2015, 2018, 2019)

jüngere Fahrer an (EBD.) und verstärken somit die Entwicklung des Pedelecs vom „Reha-Radl“ hin zu einem Trendartikel (JELLINEK et al., 2013, S. 36), der auf unterschiedliche Nutzungszwecke und Bedürfnisse zugeschnitten ist und sich zunehmend breitere Nutzergruppen erschließt. Von dem anhaltenden Trend jährlich steigender Absatzzahlen scheinen S-Pedelecs ausgenommen. Während sich ihr Anteil an allen in Deutschland verkauften Pedelecs, S-Pedelecs und E-Bikes im Jahr 2013 auf etwa 4 bis 5 % beziffern ließ (ZIV, 2015), lag er im Jahr 2017 nur noch bei etwa 1 % (ZIV, 2018).

2.1.3 Technische Komponenten und ihr Einfluss auf das Fahrverhalten

Im Gegensatz zu konventionellen Fahrrädern sind Pedelecs mit Elektromotor, Batterie und Steuereinheit ausgerüstet. Diese ermöglichen zwar eine höhere Beschleunigung und das mühelose Erreichen und Halten höherer Fahrgeschwindigkeiten als beim Fahren ohne Motorunterstützung, dennoch beeinflussen sie in Abhängigkeit ihrer jeweiligen technischen Umsetzung die Fahreigenschaften und damit womöglich auch die Sicherheit der Fahrer.

Einen bedeutsamen Einfluss auf die Fahreigenschaften nehmen die Art des Motors, die Anbringung von Motor und Batterie und die verwendete Sensorik zur Steuerung der Tretunterstützung. Bei letzterer unterscheidet man zwischen den einfachen Bewegungssensoren und den elaborierteren Drehmomentsensoren. Bewegungssensoren messen lediglich die Betätigung der Pedale, Drehmomentsensoren auch die Kraft und Frequenz der Tretbewegung, sodass die Motorunterstützung in Abhängigkeit vom Trittverhalten dosiert werden

kann und eine höhere Trittfrequenz und -kraft mit einer größeren Unterstützung einhergeht. Dahingegen bleibt bei den vor allem bei günstigen Pedelecs verbauten Bewegungssensoren die Motorunterstützung unabhängig von der investierten Eigenkraft. Problematisch kann gerade bei den Bewegungssensoren ein verzögertes Ein- und Aussetzen der Tretunterstützung werden (VON RAUCH, 2011, 19. MÄRZ).

Auch in der Anbringung von Motor und Batterie gibt es Unterschiede zwischen Pedelecs. Neben Motoren in der Vorderrad- oder Hinterradnabe gibt es Mittelmotoren in Nähe des Tretlagers (Bild 2). Die Batterie wiederum kann am Sattelrohr, am Unterrohr oder auf dem Gepäckträger befestigt sein.

Die Anordnung von Motor und Batterie beeinflusst die Gewichtsverteilung und ist damit unmittelbar sicherheitsrelevant. Ein Vorderradantrieb kann das Lenken erschweren und gerade in Kombination mit einer Anbringung der Batterie am Gepäckträger, die den Schwerpunkt nach oben verlagert, ein Wegrutschen des Vorderrads begünstigen (JELLINEK, et al., 2013; KÜHN, 2011). Als vorteilhaft gelten daher eine gleichmäßige Gewichtsverteilung auf Vorder- und Hinterrad und ein tiefer Schwerpunkt zur Vermeidung von Kippmomenten beim Kurvenfahren, wie es bei Mittelmotoren und einer am Sattelrohr angebrachten Batterie gegeben ist (JELLINEK, et al., 2013).

2.1.3.1 Geschwindigkeitsregulation

Auch die Motorunterstützung selbst bringt Veränderungen mit sich, die man vom konventionellen Fahrrad nicht gewohnt ist. So lässt sich die Zielge-

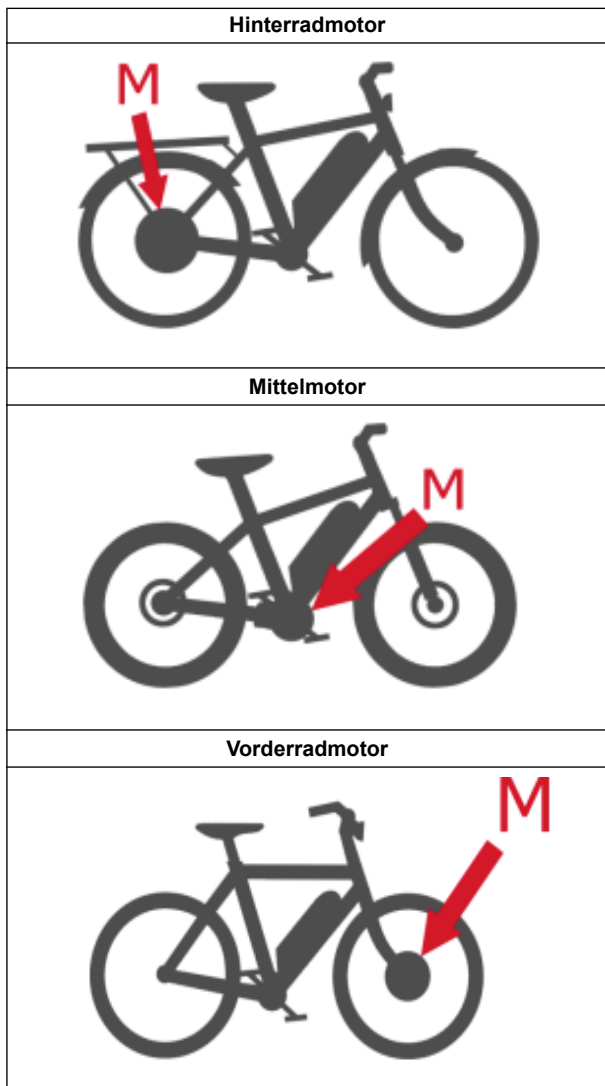


Bild 2: Anbringung des Motors am Pedelec. Piktogramme erstellt durch das Befragungsinstitut forsa

schwindigkeit schneller erreichen und mit deutlich weniger Mühe halten. Inwieweit letzteres genutzt wird, um entspannter oder aber schneller ans Ziel zu kommen, wird in Kapitel 2.2.5.1 noch näher erörtert. Die Motorunterstützung kann jedoch auch unerwartete und potenziell riskante Folgen haben. In Test- und Nutzerforen wird ein bisweilen plötzliches Ein- oder Absetzen des Motors berichtet, das zu brenzligen Situationen führen kann (z. B. KNOTT, 2019; PEDELECFORUM, 2012; TEST.DE, 2015). Auch ein Nachlaufen des Motors für einige Sekunden ist möglich, d. h. trotz Pedalier-Stopp aus dem Wunsch heraus langsamer zu fahren oder anzuhalten, ist die Motorunterstützung weiterhin aktiv (KÜHN, 2011, S.8).

2.1.3.2 Gewicht

Aufgrund des zusätzlichen Gewichts der Antriebskomponenten sind Pedelecs deutlich schwerer als konventionelle Fahrräder, was sich gerade bei geringen Geschwindigkeiten in Schwierigkeiten mit der Balance bemerkbar machen kann. TWISK et al. (2017) beobachteten in Versuchen mit einem instrumentierten Pedelec altersübergreifend eine geringere Stabilität beim Anfahren als bei einem konventionellen Fahrrad, die jedoch mit dem Einsetzen der Tretunterstützung und steigender Fahrgeschwindigkeit wieder zunahm.

2.1.3.3 Offene Fragen

Aktuelle und repräsentative Angaben zur Ausstattung der Pedelecs und der Positionierung der Antriebskomponenten fehlen bislang ebenso wie Befunde zu deren praktischer Bedeutsamkeit für die Fahrsicherheit von Pedelecfahrern. ALRUTZ et al. (2015) thematisierten lediglich die wahrgenommene Gefährlichkeit unterschiedlicher, vorwiegend technischer Probleme mit dem Fahrzeughandling (Nachlaufen des Motors bei Pedalstillstand, Ausfall der Motorunterstützung bei Steigungen, Einsetzen der Motorunterstützung oder trägere Lenkung bei Vorderradantrieb). Nicht bekannt ist jedoch, ob diese Situationen selbst erlebt wurden und somit das Antwortverhalten auf konkreten Erfahrungen basiert. Auch zu deren Prävalenz im Unfallgeschehen, das in Kapitel 2.3 noch adressiert wird, liegen bislang wenige Erkenntnisse vor.

2.2 Merkmale von Pedelecfahrern

Den in Deutschland durchgeführten Befragungen zufolge fahren etwa 4 % der Gesamtbevölkerung bzw. 5 % der Radfahrenden mit einem Pedelec (KRÖLING & GEHLERT, 2016; SINUS, 2017)². Damit stellen trotz jährlich wachsender Nutzungszahlen Pedelecfahrer (noch) einen vergleichsweise geringen Anteil an der Gruppe der Radfahrer. Derzeit handelt es sich um eine kleine, spezifische Nutzergruppe überwiegend männlicher und älterer Fahrer. Bei den in Deutschland durchgeführten Befragungen liegt der Männeranteil bei etwa zwei Drittel (ALRUTZ et al., 2015; KRÖLING & GEHLERT, 2016; VON BELOW, 2016). Studien aus anderen Ländern bringen andere Geschlechterverhältnisse zutage,

² Die Zahlen unterliegen einem starken Zeitbezug. Im Jahr 2019 verfügten bereits 14 % der deutschen Haushalte über ein Pedelec (SINUS, 2019).

was darauf hindeutet, dass sich über Länder hinweg Nutzergruppen durchaus unterscheiden. Während beispielsweise der Männeranteil in Studien aus den USA und Kanada mit über 80 % noch deutlich höher auszufallen scheint (LING et al., 2017; MACARTHUR et al., 2014), wirkt das Geschlechterverhältnis in der Schweiz annähernd ausgewogen (UHR & HERTACH, 2017).

Gerade ältere Fahrer sind in der Gruppe der Pedelecfahrer noch überproportional stark vertreten. Die im Jahr 2012 durchgeführten Befragungen von VON BELOW (2016) und ALRUTZ et al. (2015) zeigen einen Altersschnitt von etwa 60 Jahren, eine im Jahr 2016 durchgeführte repräsentative Telefonbefragungsstudie ein etwas geringeres Durchschnittsalter von etwa 52 Jahren (KRÖLING & GEHLERT, 2016). Allein daran lässt sich noch keine allmähliche Erschließung neuer und jüngerer Nutzergruppen festmachen, auch wenn dies gerade angesichts der zunehmenden Verbreitung sportlicher, elektrifizierter Fahrradtypen und neuer Konzepte der sportlichen oder gewerblichen Nutzung eine berechtigte Annahme darstellt.

2.2.1 Körperliche Fitness

Anfangs galten Pedelecs als Fortbewegungsmittel für all diejenigen, denen die Nutzung eines konventionellen Fahrrads schwerfällt oder gänzlich verwehrt bleibt. In einigen Befragungen findet sich dementsprechend die mühelose Fortbewegung angesichts gesundheitlicher Probleme und körperlicher Einschränkungen als einer der häufigsten Gründe für die Anschaffung eines Pedelecs (JOHNSON & ROSE, 2015; MACARTHUR et al., 2014). Gleichzeitig gibt es Anzeichen dafür, dass die Gruppe der Pedelecfahrer überdurchschnittlich fit und aktiv ist. Einer Schweizer Befragung zufolge nehmen sich 90 % der Pedelecfahrer als gleich fit oder fitter wahr als ihre Altersgenossen, gerade mit zunehmendem Alter (UHR & HERTACH, 2017). Einer österreichischen Studie nach hätten Pedelecfahrer vor dem Umstieg auf ein Pedelec das konventionelle Fahrrad bereits überdurchschnittlich häufig genutzt (JELLINEK et al., 2013). Möglicherweise trifft in der Tat beides zu, und zwar dergestalt, dass ein Pedelec die über- wie unterdurchschnittlich Fitten gleichermaßen anspricht – die einen, um ihnen die Möglichkeit zur Fortbewegung auf zwei Rädern zu

erhalten bzw. wiederzugewinnen, und die anderen, um sich neue oder anspruchsvollere Aktivitätsziele zu schaffen (vgl. Kapitel 2.2.3).

2.2.2 Fahrerfahrung und Fahrkönnen

Bei der Mehrheit der Pedelecfahrer handelt es sich um vormalige Fahrer eines konventionellen Fahrrads. Dementsprechend gering liegt mit vier bis neun Prozent der Anteil der Pedelecfahrer, die nicht direkt vom konventionellen Fahrrad auf das Pedelec umgestiegen, sondern erst nach einer Weile der Fahrradabstinenz (ALRUTZ et al., 2015; JELLINEK, et al., 2013; MACARTHUR et al., 2014)³. Demnach dürfte es nur sehr wenigen Pedelecfahrern an der Art der Fahrerfahrung mangeln, die man mit der Nutzung eines konventionellen Fahrrads gewinnt und die sich auf das Pedelecfahren übertragen lässt. Die Aussage „Wer Rad fahren kann, kann auch Pedelec fahren“ (DVR, 2017) mag im Kern sicher richtig sein, weil die grundlegenden Anforderungen an eine sichere Verkehrsteilnahme für konventionelle Fahrrad- und Pedelecfahrer weitgehend vergleichbar sein dürften. Darüber hinaus gibt es jedoch einige pedelecspezifische Besonderheiten, die das Fahrverhalten unmittelbar beeinflussen und somit zusätzliche und womöglich unerwartete Herausforderungen an die Fahrer stellen können. Das betrifft zum einen die durch die Ausstattung mit den technischen Antriebskomponenten verbundenen Veränderungen, die Schwierigkeiten bei Balance und Geschwindigkeitsregulation erwarten lassen, und zum anderen zusätzliche Herausforderungen, die mit einer höheren und ungewohnten Fahrgeschwindigkeit einhergehen. Sollten Pedelecfahrer nämlich die vormals mangels Kraft oder Fitness begrenzte Fahrgeschwindigkeit mit Umstieg auf das Pedelec deutlich erhöhen – auch wenn es derzeit noch wenig Anzeichen dafür gibt (vgl. Kapitel 2.2.5.1) – dann fordert dies den Fahrern einen neuen und bislang ungeübten Blick für die Situationen ab, in denen diese höhere Geschwindigkeit mit Risiken verbunden ist. Dies betrifft insbesondere Interaktionen mit anderen Verkehrsteilnehmern, denen ebenso wie den Pedelecfahrern selbst weniger Spielraum bleibt, die Verkehrssituation angemessen wahrzunehmen, einzuschätzen und zu bewältigen.

³ Die Dauer dieser Fahrradabstinenz wurde nicht einheitlich definiert: Bei JELLINEK et al. (2013) gibt es keine Angaben zum Bezugszeitraum. Bei MACARTHUR et al. (2014) wird nach einer Fahrradnutzung als Erwachsener gefragt, während ALRUTZ et al. (2014) auf die vorangegangenen 12 Monate Bezug nehmen.

Während jedoch die Geschwindigkeitswahl einer bewussten und kontrollierbaren Entscheidung unterliegt, gilt dies nicht für die in Kapitel 2.1.3 angesprochenen pedelec-spezifischen Fahreigenschaften, auf die auch der geübte Fahrradfahrer durch die Erfahrung mit konventionellen Fahrrädern nicht vorbereitet ist, obgleich einer österreichischen Studie zufolge 74 % der Befragten beim Kauf auf die Besonderheiten des Pedelecs hingewiesen wurden (JELLINEK et al., 2013). Ein Fahrsicherheitstraining, wie es beispielsweise der ADAC für eine Gebühr von 30 € zur Schulung der Balance, Kurvenfahrt- und Bremstechniken anbietet, wird nur selten in Anspruch genommen. Einer im Jahr 2012 durchgeführten Untersuchung zufolge besuchten nur 2 % der Befragten eine Schulung zur Verwendung von Pedelecs (ALRUTZ et al., 2015). Nur geringfügig häufigere Kursbesuche (4 bis 5 %) berichteten UHR UND HERTACH (2017) bei einer fallzahlenstarken Befragung von Pedelec- und S-Pedelec-fahrern in der Schweiz (n = 3.658). Deren Kursbesuche waren primär dadurch motiviert, Unfälle vermeiden zu können (45 %), ein Anteil von 23 % wollte vor dem Kauf ein Pedelec ausprobieren, andere waren aus reiner Neugierde dabei (20 %). Seltener wurde der Kurs besucht, um sich als Anfänger (7 %) oder nach einem Unfall (2 %) sicherer zu fühlen (EBD.). Inwieweit Pedelec-fahrer über die Möglichkeit zur Trainingsteilnahme informiert sind und sie als hilfreich erachten, ist bislang ebenso wenig bekannt wie das mögliche Andauern von Schwierigkeiten bei der Balance oder der Geschwindigkeitsregulation trotz zunehmender Fahrerfahrung nach den ersten Erprobungen.

2.2.3 Nutzungsverhalten

2.2.3.1 Nutzungszwecke

Nicht immer befinden sich die genutzten Pedelecs im persönlichen Besitz. So liegt der Anteil der Fahrer, die ein Pedelec nutzen, mit 5 % deutlich höher als der mit 3 % bemessene Anteil der Pedelecbesitzer (SINUS, 2017). Bei der besitzfreien Nutzung dürften sich wiederum sehr unterschiedliche Nutzungskonzepte finden. Dazu gehört zum einen die berufliche Nutzung wie beispielsweise bei der Post oder bei Lieferdiensten. Zum anderen schließt es auch die gelegentliche Nutzung geliehener Pedelecs ein, entweder als Mietrad oder als Mitnutzung eines im Haushalt verfügbaren Pedelecs. Wie häufig sie als Arbeitsmittel oder aber für den Weg zur Arbeits- oder Ausbildungsstätte, für alltägliche Erledigungen oder im Rahmen der Freizeit- oder Ur-

laubsgestaltung eingesetzt werden, ist jedoch nicht bekannt. Die in Deutschland durchgeführten Pedelecstudien liefern keine repräsentativen Informationen zu den Nutzungszwecken des Pedelecs (ALRUTZ et al., 2015; MELLINGER, 2017; SCHLEINITZ et al., 2014). Äußerst fraglich ist, inwiefern die nordamerikanischen Untersuchungen, die den primär utilitaristischen Einsatz von Pedelecs insbesondere zur Bewältigung der Arbeitswege betonen, als übertragbar gelten können (LING et al., 2017; MACARTHUR et al., 2014).

2.2.3.2 Nutzungsgründe

Gut bekannt sind hingegen die Gründe der Pedelecnutzung (ALRUTZ et al., 2015; HAUSTEIN & MØLLER, 2016; JOHNSON & ROSE, 2015; LING et al., 2017; MACARTHUR et al., 2014). Dabei ziehen die Befragten offenbar stets den Vergleich zum konventionellen Fahrrad, dessen Einschränkungen durch die Elektrifizierung ganz oder zumindest teilweise abgefangen werden. Die nun mühelosere Fortbewegung auch bei widrigen Bedingungen ist der Hauptunterschied zum konventionellen Fahrrad und macht das elektrifizierte Radfahren aus verschiedenen Gründen attraktiv. Der Reiz liegt, wie nachfolgend erläutert, in der Reduktion der körperlichen Anstrengung sowie der höheren Geschwindigkeit.

Als eines der häufigsten Nutzungsmotive gelten gesundheitliche Gründe. In der Befragung von MACARTHUR et al. (2014) berichteten 30 % der Befragten, dass ihnen die Fahrradnutzung aufgrund körperlicher Einschränkungen schwerfalle. Doch beschränken sich die gesundheitlichen Gründe nicht allein auf körperliche Einbußen, sondern erstrecken sich auch auf den Wunsch nach einer insgesamt besseren Fitness, die man über die neu gewonnene aktive Pedelecnutzung zu erreichen wünscht (ALRUTZ et al., 2015; JOHNSON & ROSE, 2015; MACARTHUR et al., 2014).

Darüber hinaus ermöglicht die mühelose und möglicherweise auch schnellere Fortbewegung, dass widrige Bedingungen wie Gegenwind oder Steigungen keine Hürde mehr sind, längere Strecken bewältigt werden und somit auch neue Ziele mit dem elektrifizierten Fahrrad erreichbar sind (ALRUTZ et al., 2015; JOHNSON & ROSE, 2015; MACARTHUR et al., 2014). Mithilfe von Lastenanhängern oder Cargobikes lassen sich konventionelle Aufgaben einer motorisierten Fortbewegung übernehmen, was im geschäftlichen Bereich zum Transport

von Waren, im privaten Bereich auch zum Chauffieren der eigenen Kinder genutzt wird, auch wenn Letzteres insgesamt eher selten vorkommt (MACARTHUR, et al., 2014). Der Ersatz des Autos wird auch als häufiger Nutzungsgrund genannt; dabei bleibt jedoch offen, ob er aus Pragmatismus (z. B. zur Vermeidung von Staus oder der Parkplatzsuche) oder aus einem ökologischen Bewusstsein heraus erfolgt (ALRUTZ et al., 2015; JOHNSON & ROSE, 2015; MACARTHUR et al., 2014).

Neben den stark utilitaristisch geprägten Nutzungsgründen darf man den hedonischen Aspekt der Pedelecnutzung nicht vergessen. Pedelecfahren macht Spaß, und zwar unabhängig von Alter und Geschlecht (ALRUTZ et al. 2014; HAUSTEIN & MØLLER, 2016; JOHNSON & ROSE, 2015; LING et al., 2017). Darauf baut man auch herstellerseitig, in dem man dem Wunsch nach müheloser und schneller Fortbewegung mit einem stark wachsenden Angebot leistungsfähiger Sporträder stattgibt. Auf den Fahrspaß als potenziell sicherheitsrelevanter Einstellung zur Pedelecnutzung wird in Kapitel 2.2.4 noch eingegangen.

Die hier genannten Nutzungsgründe lassen bereits erahnen, dass sich mit dem Umstieg vom konventionellen Fahrrad auf das Pedelec das Nutzungsverhalten deutlich ändern kann. Zum einen finden Leute zurück zum – nun elektrifizierten – Fahrrad, die ansonsten nicht mehr fahren würden. Zum anderen lassen der höhere Aktionsradius, neue Nutzungskonzepte und die Freude am Pedelecfahren darauf schließen, dass Pedelecs sowohl häufiger als auch für längere Strecken eingesetzt werden. Diese Annahme bestätigen die im folgenden Kapitel dargestellten Studien zum Nutzungsverhalten.

2.2.3.3 Veränderungen im Vergleich zur Radnutzung

Die Veränderungen zum Radnutzungsverhalten zeigen sich am deutlichsten in der Häufigkeit, mit der das Pedelec genutzt wird. Gut ein Drittel der befragten Pedelecfahrer fahren (fast) täglich und etwa drei Viertel mehrmals die Woche (JELLINEK et al., 2013; LING et al., 2017; VON BELOW, 2016). In ihren Befragungen, die auch Fahrer eines konventionellen Fahrrads einbezogen, berichteten sowohl VON BELOW (2016) als auch LING et al. (2017), dass die Nutzungshäufigkeit bei Fahrern eines Pedelecs höher liegt als bei denen eines konventionellen Fahrrads. Da es sich um Querschnittsuntersuchungen handelt, lässt sich nicht klar trennen, ob

Pedelecs bevorzugt von fahrradaffinen Personen gewählt werden oder ob erst mit Verfügbarkeit des Pedelecs die Nutzungshäufigkeit ansteigt. Der Befragung von JELLINEK et al. (2013) nach scheint beides zutreffend. Demnach hatten Pedelecfahrer bereits früher das konventionelle Fahrrad überdurchschnittlich häufig genutzt. Mit der Anschaffung des Pedelecs nahm die Nutzungshäufigkeit noch weiter zu, ein Befund, der in anderen Befragungsstudien bekräftigt wird (ALRUTZ et al., 2015; MACARTHUR et al., 2014). In dieselbe Richtung weisen auch die Ergebnisse eines norwegischen Feldexperiments, in dem zufällig ausgewählte Teilnehmer für mehrere Wochen ein mit einem Kilometerzähler ausgestattetes Pedelec erproben konnten. Im Vergleich zur Kontrollgruppe fand sich neben dem Anstieg der Nutzungshäufigkeit bei Freizeitfahrten wie bei Fahrten zur Arbeitsstätte auch ein deutlicher Anstieg der täglich zurückgelegten Distanz von vormals 4,8 km auf 10,3 km (FYHRI & FEARNLEY, 2015).

Der Anstieg der zurückgelegten Distanzen geht ebenfalls auf eine Erschließung neuer und weiter entfernter Fahrtenziele zurück, wie sie auch die Mehrheit der Befragten (73 %) bei MACARTHUR et al. (2014) nannten. Darüber hinaus scheint sich neben der Anzahl und Länge die Art der zurückgelegten Strecken zu verändern. Fast die Hälfte der von MACARTHUR et al. (2014) online befragten Fahrer aus Nordamerika berichtete, mit ihrem elektrifizierten Fahrzeug eine andere Route zu wählen als mit einem konventionellen Fahrrad. Inwieweit diese Veränderungen auch in Deutschland auftreten, wie sie beschaffen sind, und welche Veränderungen der Gefahrenexposition damit verbunden sind, ist jedoch noch völlig offen. Dass nicht nur die vormals mit dem konventionellen Fahrrad, sondern auch die vormals mit dem Pkw zurückgelegten Strecken ersetzt werden (ALRUTZ et al., 2015), ist im Sinne der ökologischen Bilanz positiv zu werten. Dabei muss man sich jedoch dessen bewusst sein, dass ein Umstieg vom Pkw auf ein Pedelec wie auch der Umstieg auf ein konventionelles Fahrrad mit einem höheren fahrleistungsbezogenen Risiko verbunden sein dürfte (ADAC, 2016).

2.2.4 Sicherheitsrelevante Einstellungen

Einstellungen beschreiben wertende Annahmen, Überzeugungen und Emotionen gegenüber Personen, Situationen oder Verhaltensweisen und gelten weithin als bedeutsamer Prädiktor des Verhaltens

(ARMITAGE & CONNER, 2001; ULLEBERG, 2002). Aufgrund dieser verhaltensleitenden Wirkung gelten sie als unmittelbar sicherheitsrelevant.

2.2.4.1 Sicherheitsgefühl

Ein hohes subjektives Sicherheitsgefühl bei der Teilnahme im Straßenverkehr wird aus verkehrspolitischer Sicht als erstrebenswert empfunden, in der Annahme, dass es die objektiv bestehenden Gefährdungen zumindest ein Stück weit widerspiegelt. Gleichzeitig gilt es als möglicher Risikofaktor, und zwar dergestalt, dass ein hohes Sicherheitsgefühl zu weniger Vorsicht anhält (HEDLUND, 2000). Bei Fahrern konventioneller Räder, so der aktuelle Fahrradmonitor (SINUS, 2017), scheint ein hohes Sicherheitsgefühl nur bei etwa der Hälfte der Befragten gegeben. Auf die Frage „Fühlen Sie sich im Straßenverkehr sicher, wenn Sie Rad fahren?“ antworteten 47 % mit „eher nicht“ (39 %) oder „überhaupt nicht“ (8 %). Etwas häufiger fiel diese Antwort bei Frauen aus, deutlich häufiger bei Fahrern höheren Alters. Die Gründe dafür sah man in zu viel Verkehr, zu wenig separat geführten Radwegen und der Rücksichtslosigkeit der Autofahrer. Diese Antworten geben wenig Anlass, von einem grundlegend anderen Sicherheitsgefühl bei Nutzung elektrifizierter Fahrräder auszugehen. Die bisherigen Erkenntnisse aus Befragungen, in denen das Sicherheitsgefühl oder die wahrgenommene Gefährlichkeit konkreter Situationen bei Pedelecnutzung direkt mit dem bei Nutzung eines konventionellen Fahrrads verglichen wurde, scheinen dies zu bestätigen (ALRUTZ et al., 2015; HAUSTEIN & MØLLER, 2016). Sofern sich Unterschiede zeigen, fallen sie zugunsten des Pedelecs aus. Während die Mehrheit der Pedelecfahrer bei HAUSTEIN UND MØLLER (2016) keine substantziellen Unterschiede im Sicherheitsempfinden zur konventionellen Fahrradnutzung berichteten, gaben die älteren Fahrer ab 60 Jahren an, sich auf dem Pedelec sicherer zu fühlen. Ähnlich antworteten die im Vergleich zur Befragung von HAUSTEIN UND MØLLER (2016) deutlich älteren Befragten von MACARTHUR et al. (2014), von denen 60 % der Aussage zustimmten, sich auf dem Pedelec sicherer zu fühlen als auf einem konventionellen Fahrrad. 42 % waren der Ansicht, das Pedelec helfe ihnen, Unfälle zu vermeiden, dadurch dass sie schneller aus Kreuzungen kämen, besser mit dem Kfz-Verkehr mithielten und eine bessere Balance infolge der höheren Geschwindigkeit hätten (EBD.).

2.2.4.2 Freude an hohen Geschwindigkeiten

Bereits bei Erläuterung der Nutzungsgründe in Kapitel 2.2.3 wurde berichtet, dass die Nutzung des Pedelecs als positiv erlebt wird. Diese Freude am Pedelecfahren gilt nicht per se als unmittelbar sicherheitsrelevant. Sie wird es jedoch dann, wenn diese Freude durch potenziell riskante Verhaltensweisen hervorgerufen wird, wie beispielsweise durch hohe Fahrgeschwindigkeiten. HAUSTEIN UND MØLLER (2016) sprachen von „E-Bike-Excitement“, einem Faktor, der verhaltensnah die Freude am und das Ausleben des schnellen Fahrens widerspiegelt. Eine hohe Ausprägung auf diesem Faktor ging mit einem höheren subjektiv empfundenen Sicherheitserleben einher, aber mit einer geringeren objektiven Sicherheit, sprich einer häufigeren (berichteten) Beteiligung an kritischen Zwischenfällen (EBD.). Offen blieb die Verbindung zum Nutzungszweck. So lässt sich nicht sagen, inwiefern das angesprochene E-Bike-Excitement oder dessen Verbindung zum Unfallgeschehen durch die Nutzung im Alltag oder zu sportlichen Zwecken auch außerhalb des Straßenverkehrs mitgeprägt wurde.

2.2.5 Fahrverhalten und Regelübertretungen

Vor allem aus Verhaltensbeobachtungen im Straßenverkehr, seien es Naturalistic Cycling Studies (DOZZA, et al., 2016; SCHLEINITZ et al., 2014) oder Beobachtungsstudien (ALRUTZ et al., 2015), haben sich Erkenntnisse darüber gewinnen lassen, wie sich Pedelecfahrer im Straßenverkehr verhalten, inwieweit sie die geltenden Regeln befolgen und ob sie durch die Tretunterstützung gegebene Möglichkeit einer höheren Fahrgeschwindigkeit ausleben.

2.2.5.1 Geschwindigkeitswahl

Im Vergleich zum konventionellen Fahrrad bietet ein Pedelec die Möglichkeit zum mühelos schnellen Vorankommen. Zum einen ist die Beschleunigung hoch, was es gerade älteren Fahrern ermöglicht, mit einem Pedelec deutlich schneller anzufahren als mit einem konventionellen Fahrrad (KOVÁČSOVÁ et al., 2016). Zum anderen lassen sich Fahrgeschwindigkeiten von 25 km/h weitgehend mühelos erreichen und halten. Was von seinen Fahrern geschätzt wird, schürt an anderer Stelle Bedenken bezüglich der damit verbundenen Gefahren. Diese Sorge ist dann berechtigt, wenn die Tretunterstützung von Pedelecs (auch) dazu ge-

nutzt wird, schneller zu fahren als mit einem konventionellen Fahrrad und nicht ausschließlich dazu dient, dieselbe Geschwindigkeit mit weniger Anstrengung zu erreichen. Die Ergebnisse verschiedener Befragungen scheinen in der Tat eine höhere Fahrgeschwindigkeit bei Pedelecnutzung nahe-zulegen. Demnach berichtet die Mehrheit der Fahrer, mit dem Pedelec schneller unterwegs zu sein als mit einem konventionellen Fahrrad (ALRUTZ et al., 2015; HAUSTEIN & MØLLER, 2016; MACARTHUR et al., 2014).

Konkrete Angaben zur Höhe dieser Fahrgeschwindigkeitsveränderung liefern Studien mit Einsatz instrumentierter Pedelecs zur objektiven Geschwindigkeitserfassung. In ihrer Naturalistic Cycling Study berichteten SCHLEINITZ et al. (2014) eine um zwei km/h erhöhte Durchschnittsgeschwindigkeit von Pedelecfahrern gegenüber Fahrern konventioneller Räder (15,3 km/h vs. 17,4 km/h ohne Standzeiten⁴). Etwas höhere Werte fanden sich in zwei anderen Studien, die mögliche Populationsunterschiede durch ein Within-Design zu kontrollieren versuchten, indem dieselben Fahrer einmal ein konventionelles Fahrrad und einmal ein Pedelec fuhren. DOZZA et al. (2016) berichteten eine im Mittel um vier km/h höhere Durchschnittsgeschwindigkeit bei Pedelecfahrern (13 km/h vs. 17 km/h), wobei sich die Höhe des Geschwindigkeitsunterschieds als situationsabhängig erwies (HUERTAS-LEYVA et al., 2018). Auch bei TWISK et al. (2013) zeigte sich eine um knapp vier km/h höhere Fahrgeschwindigkeit bei Pedelecfahrern auf geraden Streckenabschnitten, die an Kreuzungen auf 1,5 km/h zurückging. Daraus ließe sich schließen, dass die gefahrene Geschwindigkeit zwar ansteigt, aber nur geringfügig in Situationen mit höherem Gefährdungspotenzial. Nicht vergessen sollte man, dass diese gemessenen Geschwindigkeiten als Mittelwerte einer kleinen und vermutlich hochselektiven Stichprobe berichtet wurden. Daher ist davon auszugehen, dass Veränderungen auf individueller Ebene auch deutlich höher ausfallen können.

2.2.5.2 Tuning

Bei Pedelecs setzt mit dem Erreichen einer Geschwindigkeit von 25 km/h die Tretunterstützung aus, sodass höhere Geschwindigkeiten nur mit reiner Muskelkraft erreichbar sind. Jedoch gibt es unterschiedliche Möglichkeiten, die mittels Tretunter-

stützung erreichbare Maximalgeschwindigkeit höher zu setzen als vorgesehen. KÜHN (2011) nennt hier eine Änderung des Übertragungsverhältnisses durch Austausch des Antriebsritzels oder die Manipulation der Steuereinheit durch Eingabe einer speziellen Tastenkombination. Während manche Manipulationen mit vergleichsweise geringfügigen Veränderungen einhergehen – ein Austausch des Antriebsritzels „nur“ mit etwa 20 % Geschwindigkeitszuwachs – können andere eine leicht montierbare und reversible Tretunterstützung bis 45 km/h und mehr bieten. Auch Nachrüstlösungen wie beispielsweise ONwheel von go-e⁵ liefern die Möglichkeit, die motorunterstützte Höchstgeschwindigkeit auf bis zu 45 km/h hochzuregeln, gleich per App mit. Einschlägig interessierten Fahrern genügt ein Blick ins Internet, um sich mit diesen und weiteren Möglichkeiten vertraut zu machen. Im Zuge der Erläuterung dieser Tuningoptionen finden sich durchaus Warnungen zum damit hervorgerufenen Materialverschleiß und dem Verlust der Garantie- und Gewährleistungsansprüche, weniger aber zu den mit den hohen Geschwindigkeiten verbundenen Sicherheitsrisiken. Zum einen sind bei Pedelecs mit einer Tretunterstützung bis 25 km/h weder Rahmen noch Bremsen auf diese hohen Fahrgeschwindigkeiten ausgelegt (EVERS, 2018, 01. MAI), zum anderen gelten höhere Fahrgeschwindigkeiten per se als Risikofaktor, weil man sich und anderen weniger Zeit gibt, kritische Situationen zu bewältigen und im Falle eines Unfalls die Wahrscheinlichkeit gravierender Verletzungen steigt.

Nicht nur das vielfältige Angebot an Optionen zum Tuning von Pedelecs oder zur Nachrüstung von Fahrrädern mit tretunterstützten Maximalgeschwindigkeiten oberhalb von 25 km/h lässt vermuten, dass dieses Angebot durch die Nachfrage genährt wird und die getunten Fahrzeuge auch im Straßenverkehr anzufinden sind. ALRUTZ et al. (2015) berichteten bereits in ihrer 2012 durchgeführten Verkehrsbeobachtung, dass auf das eine von ihnen beobachtete S-Pedelec – erkennbar am Versicherungskennzeichen – 20 weitere Pedelecs ohne entsprechende Kennung oder Helmnutzung des Fahrers kamen, die angesichts des Geschwindigkeitsverlaufs eine Motorunterstützung bis 45 km/h vermuten ließen. Entweder handelte es sich dabei um Pedelecs 45 unter Vernachlässigung der damit verbundenen Auflagen, oder aber um Pedelecs mit einer unzulässigen Manipulation der mit Tretkraftun-

⁴ Deutlich schneller waren die S-Pedelecfahrer mit 23,2 km/h unterwegs (SCHLEINITZ et al., 2014).

⁵ <https://go-e.bike> [Abruf am 20.06.2018].

terstützung erreichbaren Höchstgeschwindigkeit. Angaben zur Häufigkeit, mit der man beides im Straßenverkehr antrifft, fehlen bislang; geschätzt wird jedoch, dass mindestens jedes zehnte Pedelec getunt ist (REIDL, 2017).

2.2.5.3 Rotlichtverstöße

Rotlichtverstöße treten bei ungeschützten Verkehrsteilnehmern wie Zweiradfahrern häufig auf (KOLREP et al., 2013; SCHLEINITZ et al., 2016). Gleiches scheint für Pedelecfahrer zu gelten. In einer Befragung verneinten zwar über 70 % der Pedelecfahrer ganz klar, manchmal bei Rotlicht zu fahren, während die Zahl derjenigen, die voll und ganz oder eher zustimmte, manchmal bei Rotlicht zu fahren, nur im einstelligen Bereich lag (ALRUTZ et al., 2015). Dass diese Verstöße insgesamt recht häufig auftreten, legen die Ergebnisse einer Fahrerbeobachtung im Rahmen einer Naturalistic Cycling Study nahe (SCHLEINITZ et al., 2016). Dort wurde in über 20 % der Situationen nicht bei Rot angehalten; mitunter wurde die Infrastruktur gewechselt, häufiger kam es zu einem klaren Rotlichtverstoß. Dabei wurden keine Unterschiede zwischen Pedelecfahrern und Fahrern konventioneller Räder sichtbar.

2.2.5.4 Gehwegnutzung

Die gelegentliche Nutzung des Gehweges ist einer der gängigsten Regelverstöße bei Fahrern konventioneller Räder (KOLREP et al., 2013) wie auch bei Pedelecfahrern (ALRUTZ et al., 2015; SCHLEINITZ et al., 2016). Bei Beobachtung des Fahrverhaltens im Rahmen einer Naturalistic Cycling Study mit Rad- und Pedelecfahrern fand sich kein einziger Teilnehmer, der niemals den Gehweg nutzte (SCHLEINITZ ET AL., 2014). Dabei scheint die Gehwegnutzung zwar vergleichsweise selten, aber auch kein Ausnahmeereignis zu sein. Ein Anteil von 9,2 % (Pedelecfahrer) bzw. 7,4 % (Fahrer eines konventionellen Fahrrads) der Gesamtstrecke entfiel auf Gehwege, d. h. es wurde kein relevanter Unterschied festgestellt. Bei S-Pedelecfahrern hingegen lag der Anteil mit 3,3 % etwas niedriger. Erfasst wurden auch die mutmaßlichen Gründe der Gehwegnutzung. Sicherheitsmotive schienen dabei eine untergeordnete Rolle zu spielen; nur selten wurde eine stark befahrene Straße verlassen. Zumeist diente der Wechsel auf den Gehweg dem Abkürzen der Fahrstrecke oder aber der Aufrechterhaltung der Geschwindigkeit (EBD.).

2.2.5.5 Helmnutzung

Während S-Pedelecfahrer der Helmpflicht unterliegen, ist die Nutzung eines Helms den Fahrern von Pedelecs mit einer Tretunterstützung bis 25 km/h freigestellt. In einer Naturalistic Cycling Study lag die Helmtragequote, gemessen als Anzahl der Fahrten mit Helm, bei Pedelecfahrern ($n = 49$) mit 66,1 % höher als bei Fahrern eines konventionellen Fahrrads (42,3 % mit $n = 31$, SCHLEINITZ et al., 2016). Generell wurde bei kürzeren Fahrten häufiger auf den Helm verzichtet (EBD.). Da die Teilnehmer einer Naturalistic Cycling Study naturgemäß einem sehr starken (Selbst-)Selektionsprozess unterliegen, ist es denkbar, dass die wahren Helmtragequoten niedriger liegen. Dafür spräche auch die geringe Helmtragequote der verunglückten Pedelecfahrer (16,7 % mit $n = 30$), die bei Analyse der deutschen Unfalldatenbank (GIDAS) berichtet wurde (OTTE et al., 2014). Ob die Entscheidung zur Helmnutzung durch das Pedelec mitbeeinflusst wird, entweder im Sinne einer Gefahrenkompensation oder aber aufgrund etwaiger Änderungen des Nutzungsverhaltens im Vergleich zum konventionellen Fahrrad (längere Strecken werden eher mit Helm gefahren, SCHLEINITZ et al., 2016), ist nicht bekannt.

2.3 Unfallgeschehen von Pedelecfahrern

In den folgenden Kapiteln wird ein Überblick über das Unfallgeschehen von Pedelecfahrern einschließlich der Unfallfolgen, des Unfallhergangs und der Unfallursachen gegeben. Zudem wird ein Vergleich zu Fahrern konventioneller Fahrräder gezogen, um Gemeinsamkeiten und Unterschiede herauszustellen.

2.3.1 Unfallhäufigkeit

Nach Angaben des statistischen Bundesamts waren im Jahre 2018 insgesamt 8.147 Pedelecfahrer an Unfällen mit Personenschaden beteiligt (Statistisches Bundesamt, 2019). Dabei verunglückten 7.823 Pedelecnutzer (d. h. 7.801 Pedelecfahrer einschließlich ihrer 22 Mitfahrer, EBD.). Dies entspricht einer Zunahme von 351,9 % gegenüber dem Jahr 2014 mit 2.223 Verunglückten (Statistisches Bundesamt, 2016), dem ersten Jahr, in dem in den polizeilichen Unfallanzeigen bundesweit zwischen der Nutzung konventioneller Fahrräder und Pedelecs

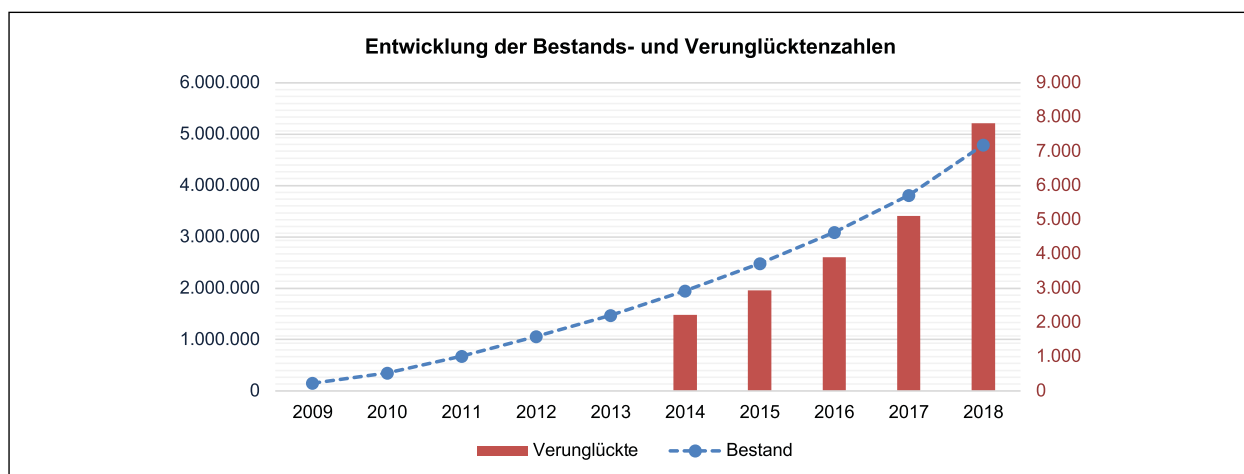


Bild 3: Entwicklung der Bestands- und Verunglücktenzahlen von Pedelecs ab 2009 bzw. 2014 (in polizeilichen Unfallanzeigen wurde die Kategorie „Pedelec“ erst ab dem Jahr 2014 bundesweit geführt)

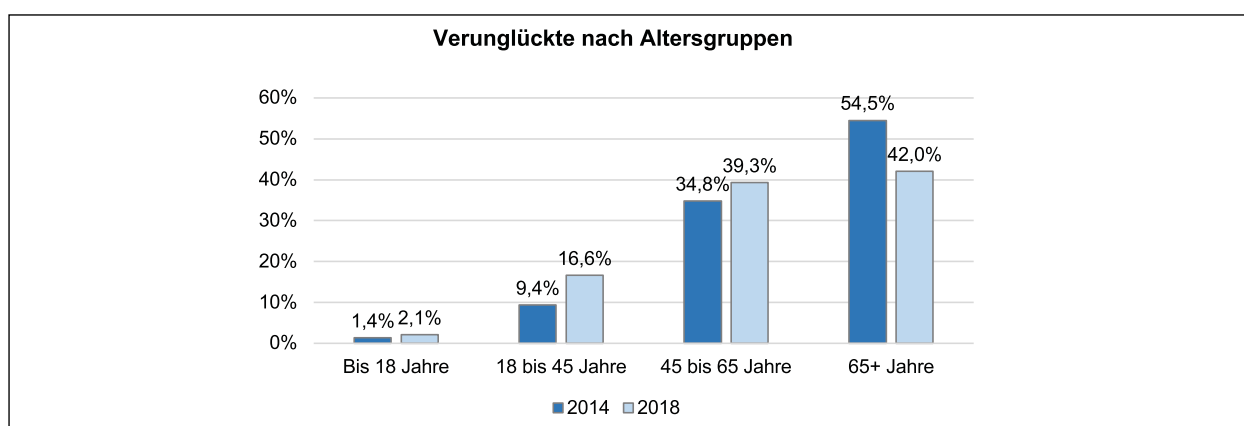


Bild 4: Anteil (%) verunglückter Pedelecnutzer nach Altersgruppen für 2014 (dunkelblau, n = 2.221 nach Statistisches Bundesamt, 2016) und 2018 (hellblau, n = 7.815 nach Statistisches Bundesamt 2019). Kumulation zu je 100 %

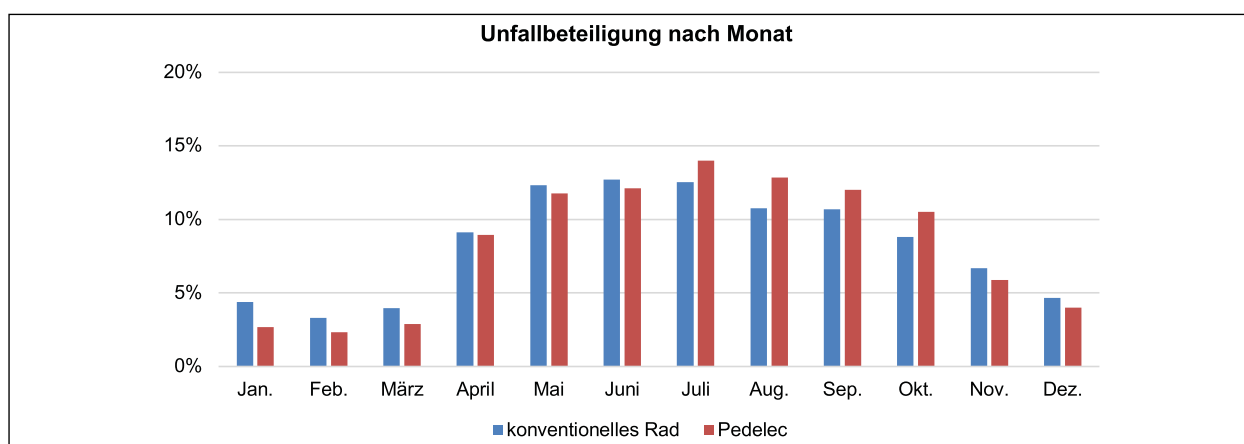


Bild 5: Beteiligung an Unfällen mit Personenschaden nach Monaten im Jahr 2018: Vergleich der Verunglückten, die ein konventionelles Fahrrad (blau, n = 88.180) bzw. Pedelec nutzten (rot, n = 8.147) nach Statistisches Bundesamt (2019). Kumulation zu je 100 %

unterschieden wurde. Bei Gegenüberstellung der Verunglücktenzahlen mit dem Pedelecbestand (ZIV 2013, 2015, 2018, 2019) wird deutlich, dass der jährliche Anstieg der Verunglücktenzahlen von 2015 bis 2017 im Vergleich zum Vorjahr in erster Linie der zunehmenden Verbreitung von Pedelecs und damit

der wahrscheinlich höheren Exposition geschuldet sein dürfte (Bild 3). Ein überproportionaler Anstieg der Verunglücktenzahlen (+ 34,6 %) gegenüber dem Bestandszuwachs vom Vorjahr (+ 25,7 %) konnte nur im letzten Jahr des Beobachtungszeitraums (2018) beobachtet werden. Mögliche Erklä-

rungen dafür wären nebst einer Veränderung der Exposition auch eine bessere Erfassung von Pedelecs in der amtlichen Unfallstatistik.

Im Jahr 2014 war mehr als die Hälfte der verunfallten Pedelecnutzer mindestens 65 Jahre alt (Statistisches Bundesamt, 2016). Im Jahr 2018 gingen die Verunglücktenzahlen für diese Altersgruppe anteilig zurück, während die der jüngeren Altersgruppen bis einschließlich 44 Jahre stiegen (Bild 4). In der Altersgruppe 45-64 Jahre zeichneten sich im betrachteten Zeitraum vergleichsweise geringe Veränderungen ab. Eine plausible Erklärung für die anteilige Zunahme jüngerer Pedelecnutzer in der amtlichen Unfallstatistik ist eine allmähliche Verjüngung der Nutzergruppe, die sich u.a. in den steigenden Absatzzahlen sportlicher, elektrifizierter Fahrradtypen (JELLINEK et al., 2013; ZIV, 2018) andeutet.

Die Verteilung der Unfälle über das Jahr hinweg gleicht der bekannten saisonalen Verteilung der Unfälle mit konventionellen Fahrrädern (Bild 5). Die meisten Unfälle ereignen sich zwischen Mai und September, wenn konventionelle Fahrräder und Pedelecs am häufigsten genutzt werden (EBD.). Im direkten Vergleich deutet sich an, dass Nutzer von Pedelecs zwischen Juli und Oktober vergleichsweise etwas häufiger verunglücken.

2.3.2 Unfallrisiko

Aussagen zum Unfallrisiko von Pedelecfahrern, also der fahrleistungsbezogenen Häufigkeit von Unfällen, bedürfen verlässlicher Angaben zur Exposition und werden in Ermangelung Letzterer selten berichtet. Eine Ausnahme stellen die Konfliktanalyse von SCHLEINIZ et al. (2014) sowie die Unfallanalyse von UHR UND HERTACH (2017) dar, die jedoch zu unterschiedlichen Schlüssen kommen. SCHLEINIZ et al. (2014) bezogen in ihrer deutschen Naturalistic Cycling Study die Anzahl beobachteter Zwischenfälle auf die Fahrleistung der Probanden und fanden dabei keinen nennenswerten Unterschied zwischen Fahrern von konventionellen Rädern und von Pedelecs. Die Analyse von UHR UND HERTACH (2017) wiederum basiert auf polizeilich registrierten Rad- und Pedelecunfällen mit Schwerverletzten und Getöteten der Schweizer Unfallstatistik und setzt diese mit der beim Schweizer Mikrozensus erfassten Fahrleistung in Beziehung. Dabei fanden sich in der Gruppe der Pedelecfahrer in allen Altersgruppen Hinweise auf häufigere Unfälle pro 100 Millionen Personenkilometern als bei Fahrern konventioneller Räder. Die Aussagekraft

dieses Befundes wird jedoch dadurch eingeschränkt, dass nur Unfälle mit schwerem Personenschaden betrachtet wurden. Demnach bleibt offen, ob Pedelecfahrer tatsächlich häufiger in einen Unfall verwickelt werden oder ob sie im Falle eines Unfalls möglicherweise schwerer verunglücken.

2.3.3 Unfallfolgen

Nach den Angaben der amtlichen Unfallstatistik ist der Anteil der Leichtverletzten bei Pedelecfahrern geringer als bei Fahrern eines konventionellen Fahrrads, während er bei Schwerverletzten und insbesondere bei den Getöteten deutlich höher ist (Tabelle 1).

Eine plausible Erklärung für die höhere Unfallschwere bei Pedelecnutzung wäre die höhere Vulnerabilität älterer Fahrer, die in der Gruppe der Pedelecfahrer stärker repräsentiert sind als in der Gruppe der Fahrer konventioneller Fahrräder (s. Kapitel 2.2). Schließlich steigt mit dem Alter die Wahrscheinlichkeit einer schweren oder tödlichen Verletzung im Vergleich zu jugendlichen Fahrern (14 bis 19 Jahre) – bei 40- bis 49-Jährigen um das Doppelte, bei ab 80-Jährigen gar um das 4,5-fache (UHR & HERTACH, 2017). Daher bedürfen Aussagen zur Verletzungsschwere bei Nutzung eines Pedelecs einer Kontrolle dieses Vulnerabilitätseffekts. Aus diesem Grund ist ein Vergleich homogener Altersgruppen oder eine statistische Kontrolle des Alterseinflusses erforderlich, um die Frage der höheren Verletzungsschwere bei Pedelecnutzung unabhängig von der altersbedingten Vulnerabilität beantworten zu können. Studien aus Deutschland, der Schweiz und den Niederlanden, die auf polizeilichen Unfallaufnahmen (GEHLERT et al., 2017; UHR & HERTACH, 2017; WEBER et al., 2014) oder auf Angaben im Krankenhaus vorstelliger Pedelecfahrer gründen (POOS et al., 2017; SCHEPERS et al., 2014), liefern diesbezüglich jedoch kein einheitliches Bild.

	Konventionelles Fahrrad	Pedelec
Getötete	356 (0,4 %)	89 (1,1 %)
Schwerverletzte	13.453 (16,6 %)	2.077 (26,5 %)
Leichtverletzte	67.248 (83,0 %)	5.657 (72,3 %)
Gesamt	81.057 (100 %)	7.823 (100 %)

Tab. 1: Anzahl und Anteil leichtverletzter, schwerverletzter und getöteter Nutzer eines konventionellen Fahrrads (n = 81.057) und Pedelecs (n = 7.823) im Jahr 2018 nach Statistisches Bundesamt (2019)

GEHLERT et al. (2017) analysierten die zwischen 2012 und 2015 polizeilich aufgenommene Rad- und Pedelecunfälle in neun Bundesländern und fanden einen höheren Anteil schwerer und tödlicher Verletzungen bei Pedelecnutzung, und zwar sowohl für diejenigen unter als auch diejenigen ab 63 Jahren. In die gleiche Richtung weisen die Befunde von POOS et al. (2017), die Verletzungsdaten von 370 Rad- und 107 Pedelecfahrern der Unfalldatenbank des Groninger Krankenhauses betrachteten. Auch bei statistischer Kontrolle von Alter und Komorbidität fielen Verletzungen der Pedelecfahrer signifikant schwerer aus als die der Radfahrer. Dies äußerte sich unter anderem in schwereren Kopfverletzungen und längeren Krankenhausaufenthalten.

Wiederum andere Studien sprechen gegen eine höhere Verletzungsschwere von Pedelecfahrern. UHR UND HERTACH (2017) bezogen in ihrer Analyse der Schweizer Unfalldatenbank neben dem Fahrzeugtyp (konventionelles Fahrrad, Pedelec und S-Pedelec) auch Alter, Geschlecht und Ortslage als Prädiktoren der Verletzungsschwere (leicht vs. schwer/tödlich) bei Kollisionen sowie Alleinunfällen ein. Bei keinem von beiden zeigte sich ein Unterschied zwischen Fahrern von Pedelecs und Fahrern konventioneller Fahrräder. Lediglich bei Nutzung von S-Pedelecs stieg die Wahrscheinlichkeit einer schweren Verletzung bei Alleinunfällen, nicht aber bei Kollisionen. Keinen Unterschied berichteten auch SCHEPERS et al. (2014) auf Basis ihrer Befragung der im Krankenhaus behandelten Fahrer eines konventionellen Fahrrads ($n = 1.699$) und Pedelecfahrer ($n = 294$) unter Kontrolle von Alter, Geschlecht und Fahrradnutzung. Die Häufigkeit einer stationären Behandlung nach Aufnahme im Krankenhaus war für Radfahrer und Pedelecfahrer vergleichbar. Damit lässt sich die Frage einer höheren Verletzungsschwere von Pedelecfahrern unabhängig der altersbedingten Vulnerabilität nicht abschließend klären.

Angaben zu den Charakteristika der Verletzungen liefern OTTE et al. (2014) in ihrer Reanalyse der Unfalldaten der German In-Depth Accident Study (GIDAS), der größten und interdisziplinär durchgeführten Unfalldatenerhebung in Deutschland. OTTE et al. (2014) stellten die Verletzungscharakteristika von 4.514 verunfallten Fahrern konventioneller Räder den 30 in GIDAS enthaltenen verunfallten Pedelecfahrern gegenüber. Selten bzw. gar nicht tra-

ten bei den Pedelecfahrern Verletzungen am Hals (0,0 %), am Abdomen und am Becken (je 3,3 %) auf. In mehr als der Hälfte der Fälle kam es zu Verletzungen am Kopf (53,3 %) und im Bereich der Arme und Beine (je 56,7 %). Das Verletzungsmuster bei Fahrern konventioneller Fahrräder zeigte sich im Großen und Ganzen vergleichbar, mit Ausnahme der Kopfverletzungen. Diese traten bei Fahrern konventioneller Fahrräder seltener auf als bei Pedelecfahrern (38,8 % vs. 53,3 %, OTTE et al., 2014), wie es auch POOS et al. (2017) berichteten. Eingeschränkt wird die Aussagekraft dieser Ergebnisse durch die geringe Fallzahl verunfallter Pedelecfahrer.

2.3.4 Unfallhergang

Zur Beschreibung des Unfallhergangs wird in der Regel der Unfalltyp herangezogen, der die der Kollision bzw. dem Sturz vorausgehende Konfliktsituation in sieben Kategorien unterteilt (Institut für Straßenverkehr, 1998). Bild 6 zeigt die Aufschlüsselung der Unfälle mit Pedelecs und konventionellen Fahrrädern nach Unfalltyp für zwei Studien. Die eine gründete auf den zwischen 2012 und 2015 in neun Bundesländern polizeilich registrierten Unfällen (GEHLERT et al., 2017), die andere auf den bis zum Jahr 2013 in der GIDAS-Datenbank enthaltenen Unfällen (OTTE et al., 2014). Beide Analysen führen zu weitgehend vergleichbaren Ergebnissen, und die nur geringfügigen Abweichungen⁶ dürften vor allem auf Charakteristika der Datenbasis, wie beispielsweise der geringen Fallzahl an Pedelecfahrern in der Stichprobe von OTTE et al. (2014) zurückgehen.

Mit einem Anteil von über 30 % sind Unfälle beim Einbiegen oder Kreuzen sowohl bei Fahrern konventioneller Fahrräder als auch bei Pedelecfahrern am häufigsten vertreten. Insgesamt erscheint das Ergebnisprofil beider Gruppen weitgehend vergleichbar, mit Ausnahme der Fahrurfälle, die bei Pedelecfahrern vergleichsweise häufiger auftreten. Diese Fahrurfälle gehen überwiegend, d. h. zu 91 % für Pedelec- und zu 85 % für Fahrer konventioneller Fahrräder, auf Alleinunfälle ohne Beteiligung eines anderen Verkehrsteilnehmers zurück (GEHLERT et al., 2017).

Auch in anderen Studien wird ein häufigeres Auftreten von Alleinunfällen der Pedelecfahrer im Ver-

⁶ Die größere Abweichung beim Unfalltyp „Sonstige“ könnte darin begründet liegen, dass die Unfallcharakteristika bei OTTE et al. (2014) im Rahmen einer aufwändigen Tiefenanalyse durch Experten aufgenommen wurden.

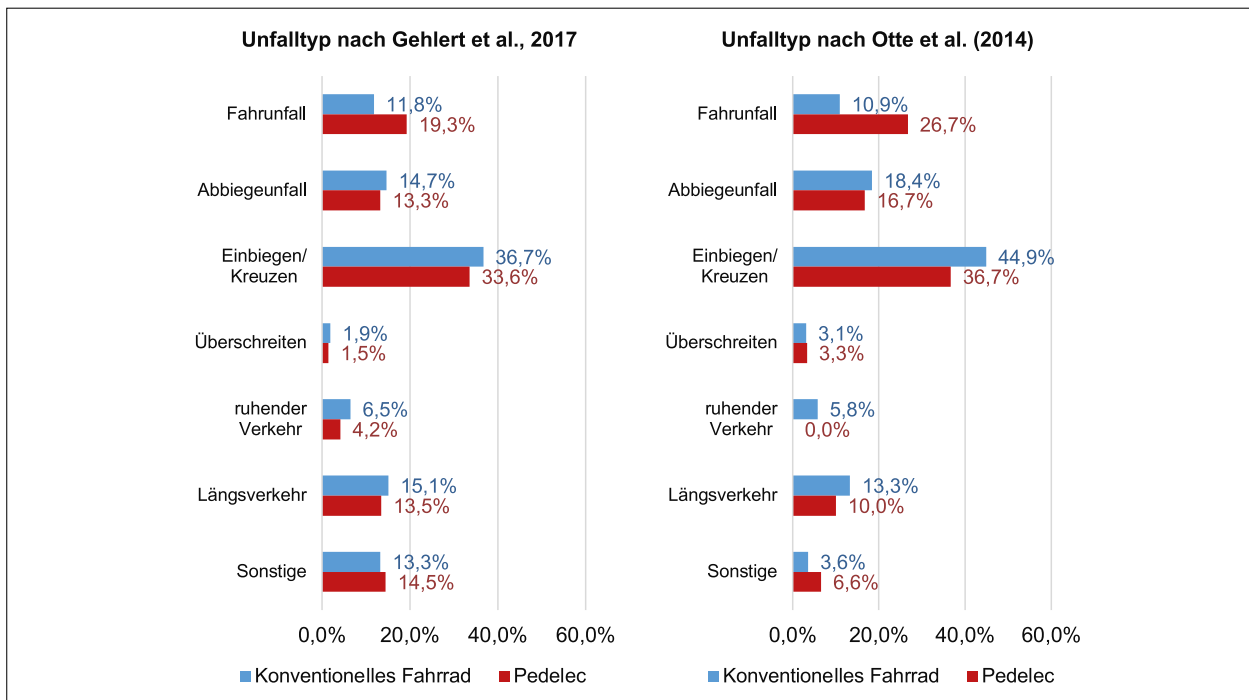


Bild 6: Anteilige Häufigkeit der Unfalltypen bei Fahrern konventioneller Räder (blau) und Pedelecfahrern (rot) bei GEHLERT et al. (2017) mit $n_{\text{Pedelec}} = 2.495$ und $n_{\text{Konventionelles Fahrrad}} = 87.738$ (links) und OTTE et al. (2014) mit $n_{\text{Pedelec}} = 30$ und $n_{\text{Konventionelles Fahrrad}} = 4.514$ (rechts). Kumulation zu je 100 %

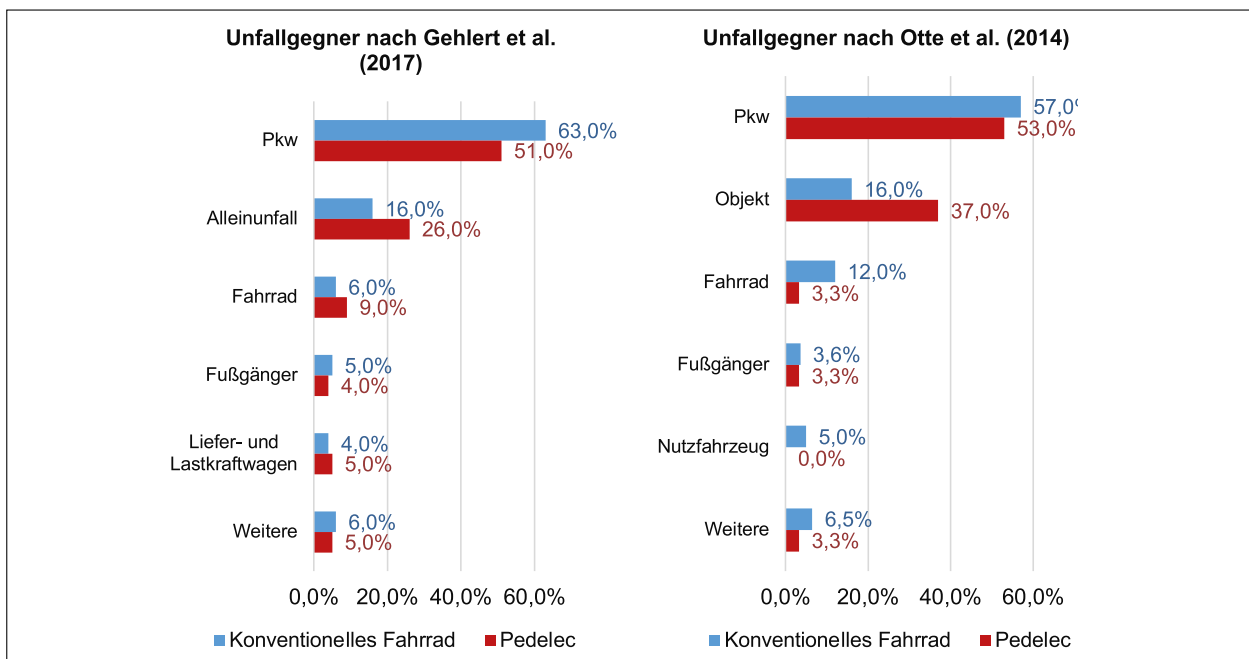


Bild 7: Anteilige Häufigkeit der Unfallgegner bei Fahrern konventioneller Räder (blau) und Pedelecfahrern (rot) bei GEHLERT et al. (2017) mit $n_{\text{Pedelec}} = 2.448$ und $n_{\text{Konventionelles Fahrrad}} = 81.805$ (links) und OTTE et al. (2014) mit $n_{\text{Pedelec}} = 30$ und $n_{\text{Konventionelles Fahrrad}} = 4.514$ (rechts). Kumulation zu je 100 %

gleich zu konventionellen Radfahrern berichtet, so bei UHR UND HERTACH (2017) mit einem Anteil von 47 % Alleinunfällen bei Pedelecfahrern⁷ (versus 39 % bei Fahrern konventioneller Fahrräder⁸) und bei SCHEPERS et al. (2014) mit 74 % (versus

67 %). Dass letztere Studie einen so ausnehmend hohen Anteil an Alleinunfällen in beiden Verkehrsteilnehmergruppen fand, dürfte darauf zurückzuführen sein, dass die Unfall- und Verletzungsdaten an Fahrern erhoben wurden, die zur Behandlung im

⁷ 49 % bei Pedelecs und 42 % bei S-Pedelecs.

⁸ Anteil an Alleinunfällen und Kollisionen bei schweren Personenschäden von 2012 bis 2016.

Krankenhaus vorstellig wurden. So findet sich in Krankenhausstudien ein höherer Anteil an Alleinunfällen von Radfahrern als in amtlichen Unfallstatistiken, da selbige seltener polizeilich aufgenommen werden als Unfälle mit mindestens zwei Beteiligten (VON BELOW, 2016).

Inwieweit der scheinbar eindeutige Befund häufigerer Alleinunfälle von Pedelecfahrern tatsächlich auf die Nutzung eines Pedelecs anstelle eines konventionellen Fahrrads zurückgeht und nicht auf andere, mit der Pedelecnutzung assoziierte Faktoren, ist jedoch nicht abschließend geklärt. So führten UHR und HERTACH (2017) die häufigeren Alleinunfälle von Pedelecfahrern darauf zurück, dass Alleinunfälle bei älteren Fahrern häufiger auftreten und diese wiederum in der Gruppe der Pedelecfahrer überrepräsentiert sind. Kontrollierte man den Effekt des Alters, schrumpfte der scheinbar klare Befund häufigerer Alleinunfälle von Pedelecfahrern auf eine weniger augenfällige Tendenz.

In den Unfallanalysen von GEHLERT et al. (2017) und OTTE et al. (2014) finden sich auch nähere Informationen zu den Unfallgegnern der Pedelecfahrer. Bild 7 zeigt die von ihnen berichtete anteilige Häufigkeit der Unfallgegner bei Rad- und Pedelecunfällen bezogen auf das Gesamtunfallgeschehen und nicht ausschließlich auf die Unfälle mit mindestens zwei Beteiligten.

Mit einem Anteil von über 50 % ist der Pkw der häufigste Unfallgegner. An zweiter Stelle folgen die Unfälle ohne einen weiteren Beteiligten, bei denen es zu einem Sturz oder einer Kollision mit einem Objekt kam. Vergleichsweise selten finden sich ungeschützte Verkehrsteilnehmer wie Fahrer eines konventionellen oder elektrifizierten Fahrrads (in beiden Studien nicht separat betrachtet) und Fußgänger als Unfallgegner (EBD.). Selten, oder wohl aufgrund der geringen Fallzahl von Pedelecfahrern bei OTTE et al. (2014) gar nicht, vertreten sind Liefer- und Lastkraftwagen. Wie bereits beim Vergleich der Unfalltypen lässt sich zum einen festhalten, dass die beiden auf unterschiedlichen Datenbasen gründenden Unfallstatistiken zu ähnlichen Ergebnissen kommen. Zum anderen scheint auch hier die anteilige Häufigkeit der Unfallgegner für Rad- und Pedelecfahrer vergleichbar, mit Ausnahme der bereits im vorherigen Kapitel erörterten Alleinunfälle.

Eine für Rad- und Pedelecfahrer vergleichbare Häufigkeit von Kfz-Fahrern, Radfahrern und Fuß-

gängern als Konfliktgegner berichteten auch DOZZA et al. (2014, 2016) in ihrer Naturalistic Cycling Study, in der dieselben Probanden für ein paar Wochen erst ein konventionelles Fahrrad und im darauffolgenden Jahr ein Pedelec nutzten. Hier jedoch wich die Häufigkeit der Konfliktgegner grundlegend von der bei GEHLERT et al. (2017) und OTTE et al. (2014) berichteten Häufigkeit der Unfallgegner ab. So überwogen Konflikte mit ungeschützten Verkehrsteilnehmern, insbesondere Fußgängern, während es vergleichsweise seltener zu Konfliktsituationen mit Kraftfahrzeugen oder kritischen Situationen ohne fremde Beteiligung kam. Inwieweit dies als Hinweis auf eine Unterschätzung der Unfälle mit ungeschützten Verkehrsteilnehmern bei polizeilich erfassten Unfällen hindeutet oder aber darauf, dass die relative Häufigkeit der Konfliktgegner nicht proportional zum Unfallgeschehen steht, lässt sich ohne Kenntnis des Unfallgeschehens jenseits polizeilicher Unfallaufnahmen nicht beurteilen.

2.3.5 Unfallursachen

In den polizeilichen Unfallaufnahmen der Jahre 2012 bis 2015 wurde als häufigste Unfallursache von Pedelecfahrern mit einem Anteil von 35,3 % (28,7 % bei Radfahrern) die Kategorie „andere Fehler beim Fahrzeugführer“ registriert (GEHLERT et al., 2017). An zweiter Stelle folgt die „unangemessene Geschwindigkeit“, jedoch ohne Informationen zur tatsächlich gefahrenen Geschwindigkeit (13,4 % bei Pedelecfahrern vs. 8,5 % bei Radfahrern). Die falsche Flächennutzung steht mit einem Anteil von 11,5 % an dritter Stelle (15,6 % bei Radfahrern), ein Einfluss von Alkohol wurde bei einem Anteil von 5,1 % der Fälle (6,7 % bei Radfahrern) verzeichnet (EBD.). Diese mit Blick auf den motorisierten Verkehr und das Fehlverhalten zur Klärung der Verursachung festgelegten Kategorien liefern jedoch nur wenige Informationen zu den menschlichen, technischen oder umweltbedingten Faktoren, die tatsächlich den Unfall ausgelöst haben. Näheren Aufschluss über die Ursachen der Pedelecunfälle geben entweder Selbstberichte bislang erlebter Unfälle (JELLINEK et al., 2013; MACARTHUR et al., 2014; UHR & HERTACH, 2017) oder kritischer Zwischenfälle (HAUSTEIN & MØLLER, 2016; JELLINEK et al., 2013; JOHNSON & ROSE, 2015), mit denen man sich zur Wahrung hinreichender Fallzahlen anstelle realer Unfälle behilft. Offen bleibt, inwieweit das Konfliktgeschehen ein hinreichend exaktes Maß des Unfallgeschehens darstellt. Dabei

scheinen Pedelecunfälle nicht so selten, als dass man auf kritische Zwischenfälle zurückgreifen müsse; schließlich berichtet etwa jeder dritte Pedelec-fahrer, bereits einen Unfall mit dem Pedelec erlebt zu haben, wenn auch nicht zwangsläufig im Straßenverkehr und mit Sach- oder Personenschaden (MACARTHUR et al., 2015; UHR & HERTACH, 2017).

Die von MACARTHUR et al. (2014) befragten Fahrer eines Pedelecs, die einen Unfall mit selbigem berichteten (34 % von n = 553), nannten eine enorme Breite an Ursachen, darunter eine erhöhte Geschwindigkeit, Fahrfehler und Konflikte mit anderen Verkehrsteilnehmern. Eine Quantifizierung dieser Nennungen zur Abschätzung ihrer – zumindest relativen – Bedeutsamkeit im Unfallgeschehen blieb leider aus. JELLINEK et al. (2013) führten 2012 eine internetbasierte Befragung von 304 Pedelec-fahrern in Österreich durch, wobei 70 % der Befragten im Besitz eines Pedelecs waren. Davon berichteten 20 Pedelecbesitzer, bereits einen Unfall mit Sach- oder Personenschaden erlebt zu haben. Die Hälfte dieser Fälle wurde auf eine witterungsbedingte Fahrbahnglätte durch Schnee, Eis oder Nässe zurückgeführt. Ein Anteil von jeweils 10 % (dies entspricht zwei Fällen) wurde den Befragten zufolge durch die Geschwindigkeit bzw. Beschleunigung des Pedelecs oder durch Alkohol verursacht. Bei einem Viertel der Unfälle wurden die Ursachen nicht näher spezifiziert. Informationen zum Unfallhergang liegen nicht vor; die Ursachenliste deutet jedoch darauf hin, dass es sich überwiegend um Alleinunfälle ohne Beteiligung eines anderen Verkehrsteilnehmers gehandelt haben dürfte.

Dahingegen dominiert bei der Frage nach den Ursachen kritischer Zwischenfälle anstelle von Unfällen die Nennung eines anderen Verkehrsteilnehmers (jeweils in etwa der Hälfte der Fälle), in den meisten Fällen ein Pkw, seltener ein Radfahrer oder Fußgänger (JELLINEK et al., 2013; JOHNSON & ROSE, 2015). Von geringerer Bedeutung erscheinen die Fahrbahnverhältnisse mit 3 % (JELLINEK et al., 2013) bzw. 11,7 % (JOHNSON & ROSE, 2015). Neben eigenen Fehlern (12,8 % bei JOHNSON & ROSE, 2015) werden auch Ursachen berichtet, die man der Nutzung eines Pedelecs anstelle eines konventionellen Fahrrads zuschreibt, so das höhere Gewicht mit einem Anteil von knapp 4 % (EBD.) und die Geschwindigkeit bzw. Beschleunigung mit einem Anteil von etwa 8 bis 10 % (JELLINEK et al., 2013; JOHNSON & ROSE, 2015).

2.3.5.1 Pedelecspezifische Ursachen

Die Studienergebnisse deuten darauf hin, dass ein kleinerer, aber nennenswerter Anteil an Unfällen darauf zurückging, dass die Fahrer nicht mit einem konventionellen Fahrrad, sondern mit einem Pedelec unterwegs waren. So schloss sich in einer Reihe von Befragungen zum Erleben kritischer Situationen die Frage an, ob sich diese Situation auch mit einem konventionellen Fahrrad ereignet hätte, oder ob das Pedelec dazu beigetragen habe. Der Anteil derjenigen, die das Pedelec als Mitursache erachteten, variiert nur geringfügig über verschiedene Befragungen und liegt bei einem Anteil von etwa 10 bis 11 % (MACARTHUR et al., 2014; JELLINEK et al., 2013) bzw. 15,6 % (JOHNSON & ROSE, 2015).

Diesen pedelecspezifischen Unfallursachen widmete sich eine dänische Befragung, die 685 Pedelec-fahrer online über Internetpanels oder über Arbeitsstätten mit Zugang zu Pedelecs (38 %) nach Unfällen oder gefährlichen Zwischenfällen fragte, die ihrer Ansicht nach mit einem konventionellen Fahrrad nicht passiert wären (HAUSTEIN & MØLLER, 2016). Davon berichtete ein Anteil von 29 % der Befragten mindestens einen. Diese Fälle gingen hauptsächlich auf eine Unterschätzung der Geschwindigkeit durch andere Verkehrsteilnehmer oder aber auf Probleme beim Fahrzeughandling zurück.

Unterschätzung der Geschwindigkeit

Ein Anteil von 39,8 % dieser Zwischenfälle, die nach Meinung der befragten Pedelec-fahrer mit einem konventionellen Fahrrad nicht passiert wären, wurden darauf zurückgeführt, dass ihre Geschwindigkeit von einem anderen Verkehrsteilnehmer unterschätzt wurde. Dass Pedelecs die Voraussetzungen für eine solche Geschwindigkeitsunterschätzung bieten, gilt als empirisch gesichert. In einem experimentellen Ansatz zeigten SCHLEINITZ et al. (2015), dass sowohl höhere Geschwindigkeiten als auch geringere Trittfrequenzen – beides bei Pedelecs durch die elektrische Tretunterstützung im Vergleich zum konventionellen Fahrrad gefördert – dazu führen können, dass die Time-to-Arrival (d. h. die Zeit bis zum Erreichen eines definierten Punktes) überschätzt wird und Zeitlücken kleiner ausfallen. Nicht ausschließen lassen sich jedoch Urteilsverzerrungen der befragten Fahrer dergestalt, dass selbige eine von ihnen so empfundene Unterschätzung der Geschwindigkeit auf das Pedelec attribuieren, während sie eine vergleichbare Situation bei Nutzung eines konventionellen Fahrrads auf eine

unzulängliche Aufmerksamkeitsallokation des Gegenübers zurückgeführt hätten.

Fahrzeughandling

An zweiter Stelle folgten Probleme mit dem Fahrzeughandling, und zwar vor allem mit der Geschwindigkeitsregulation beim Anfahren und Anhalten (18,3 %, HAUSTEIN & MØLLER, 2016). Beschrieben wurden Situationen, in denen der Motor unerwartet ansprang oder aber nachließ, obwohl nicht (mehr) pedaliert wurde. Probleme mit dem Gewicht des Pedelecs (10,2 %) wurden ähnlich häufig berichtet wie bei JOHNSON UND ROSE (2015) mit einem Anteil von 17,1 % an den Unfällen, die sich nach Meinung der Befragten mit einem konventionellen Fahrrad nicht ereignet hätten (dies entsprach 15,6 % aller Unfälle). Das im Vergleich zum konventionellen Fahrrad höhere Gewicht dürfte auch eine Ursache der Unfälle darstellen, die sich beim Auf- und Absteigen vom Pedelec ereignen und die häufiger als bei Nutzung eines konventionellen Fahrrads aufzutreten scheinen (SCHEPERS et al., 2014). Es fanden sich jedoch keine Hinweise darauf, dass die Anbringung des Motors, der den Schwerpunkt des Fahrzeugs und damit auch den Kippunkt in Kurvenfahrten mit beeinflussen kann (JELLINEK et al., 2013), mit der selbstberichteten Beteiligung an kritischen Zwischenfällen in Beziehung steht (HAUSTEIN & MØLLER, 2016). Als seltenere Ursache kritischer Zwischenfälle wurden darüber hinaus Schwierigkeiten beim Bremsen berichtet (4,3 %), wobei offenblieb, ob diese auf ein technisches Versagen oder Probleme bei der Umstellung auf die wohl effektivere Bremse des Pedelecs zurückzuführen waren (HAUSTEIN & MØLLER, 2016).

Gefahrenre Geschwindigkeit

In der Studie von HAUSTEIN UND MØLLER (2016) wurde ein geringer Anteil von 6,5 % der (Beinahe-) Unfälle auf ein zu schnelles Fahren zurückgeführt. Nicht bekannt ist jedoch, wie schnell tatsächlich gefahren wurde und inwieweit man auf einem konventionellen Fahrrad eine identische Fahrgeschwindigkeit gewählt hätte.

Mangelnde Vertrautheit

Ein Anteil von 5,4 % der (Beinahe-)Unfälle ging den Angaben der Befragten zufolge auf eine mangelnde Vertrautheit mit dem Pedelec zurück (HAUSTEIN & MØLLER, 2016). Seltener berichtet wurde es von den Pedelecbesitzern als von den Personen, denen

das Pedelec nur eine begrenzte Zeit zur Verfügung stand (EBD.).

2.3.5.2 Ursachen von Alleinunfällen

Einen Fokus auf die Analyse von Alleinunfällen legten UHR UND HERTACH (2017) in der wohl umfangreichsten Befragungsstudie mit mehr als 4.000 Teilnehmern, in der sie Schweizer Pedelecfahrer über verschiedene Kanäle (Straßenverkehrsämter, Fahrsicherheitskurse, Printmedien und Onlinekanäle) adressierten. Die dort gewonnenen Erkenntnisse zu den Mitursachen von Alleinunfällen gründen auf den Angaben von den 638 Pedelecfahrern, die einen Alleinunfall mit einem langsameren Pedelec (55 %) oder einem S-Pedelec (45 %) berichteten. Davon bedurften 25 % einer ärztlichen Behandlung. Bei der Beschreibung des Unfallhergangs wurde Ausrutschen (31 %⁹) sowie Stürzen beim Überqueren einer Schwelle bzw. Bordsteinen (18 %), an Tramschienen bzw. Bahngleisen (13 %) und beim Ausweichen (12 %) berichtet. Darüber hinaus identifizierten die Autoren eine Reihe mitbeeinflussender Faktoren, von denen 23 Faktoren aus Sicht von mindestens 10 % der Befragten zumindest einen leichten Einfluss auf den Unfall hatten. Die drei meistgenannten Faktoren waren eine rutschige Straßenoberfläche mit 51 % (was den Befunden von JELLINEK et al., 2013 entspricht), eine für die Situation zu hohe Geschwindigkeit (37 %) und ein Verlust des Gleichgewichts (34 %).

Darüber hinaus prüften die Autorinnen die Bedeutung verschiedener Einflussfaktoren auf das Risiko eines Alleinunfalls. Als signifikant wiesen sie den Einfluss des Geschlechts (Männer), des Sicherheitsgefühls (höher) und des Fahrzwecks (Wege zur Arbeit oder Schule) aus. Auch die höhere Exposition erwies sich als plausibel und in Übereinstimmung mit den Analysen von HAUSTEIN UND MØLLER (2016) als Faktor, der mit einer häufigeren Beteiligung an Alleinunfällen (UHR & HERTACH, 2017) in Beziehung stand. Nicht berücksichtigt, weil nicht erfasst, wurde beispielsweise der Einfluss riskanter Einstellungen, die bei Radfahrern nachweislich mit einer häufigeren Unfallbeteiligung einhergehen (VON BELOW, 2016).

⁹ häufiger bei Fahrern von S-Pedelecs (34 %) als Pedelecs (21 %).

2.4 S-Pedelecs

Bislang liegen nur wenige Erkenntnisse zu den Charakteristika von S-Pedelecfahrern, ihrem Fahrverhalten und ihrer Unfallbeteiligung vor. Ein Grund dafür ist ihre Seltenheit, die sich bereits an ihrem marginalen Anteil von 1,0 % an den Verkaufszahlen elektrifizierter Fahrräder ablesen lässt (ZIV, 2018). Dementsprechend schwer fällt es, S-Pedelecfahrer in empirische Erhebungen einzubinden. Selbst wenn dies wie bei SCHLEINITZ et al. (2014) oder ALRUTZ et al. (2015) gelingt, sind die Fallzahlen sehr gering und (Selbst-)Selektionseffekte hochwahrscheinlich. In der amtlichen Unfallstatistik wiederum werden S-Pedelecs erst seit dem Unfalljahr 2017 separat geführt. Infolge häufiger Fehlzuordnungen zu dieser Kategorie (erläutert in Kapitel 4) lassen sich daraus keine belastbaren Erkenntnisse zum Unfallgeschehen ableiten. Erkenntnisse aus anderen Ländern sind nur eingeschränkt übertragbar. Das liegt unter anderem daran, dass die Fahrzeugklasse der S-Pedelecs in anderen (nicht-)europäischen Ländern im Straßenverkehr anderen Regelungen obliegt als in Deutschland. Beispielsweise ist in der Schweiz die Nutzung der Radverkehrsanlagen für S-Pedelecfahrer obligatorisch (UHR & HERTACH, 2017, S. 38). Infolge der starken Verbreitung von S-Pedelecs in der Schweiz – im Jahr 2016 stellten sie einen Anteil von 22 % aller verkauften Pedelecs (EBD.) – steht zu vermuten, dass die Schweizer S-Pedelecfahrer in soziodemografischen ebenso wie in anderen Fahrermerkmalen grundlegend von denen der S-Pedelecfahrer in Deutschland abweichen. In den Niederlanden wiederum ist das Ausfahren der maximal unterstützten Geschwindigkeit nicht zulässig. Bis Ende des Jahres 2016 galten S-Pedelecs als Mofas, deren Geschwindigkeit auf maximal 25 km/h festgelegt ist. Auch ab 2017 dürfen sie innerorts nur bis 30 km/h auf den für sie freigegebenen Wegen fahren (Fahrradportal, 2017).

Die derzeit vorhandenen Erkenntnisse zu S-Pedelecfahrern und ihrer Unfallbeteiligung stammen aus Befragungsstudien (ALRUTZ et al., 2015; UHR & HERTACH, 2017), einer Naturalistic Cycling Study (SCHLEINITZ et al., 2014) sowie Analysen der Schweizer Unfallstatistik (UHR & HERTACH, 2017). ALRUTZ et al. (2015) führten eine Befragung von 341 Pedelecfahrern durch, von denen 20 ein S-Pedelec nutzten. In den Verhaltensbeobachtungen im Rahmen von Verfolgungsfahrten waren S-Pedelecs jedoch zu selten, um daraus Hinweise auf das Fahrverhalten zu ziehen. SCHLEINITZ et al. (2014) stat-

teten die Zweiräder von 31 Fahrern konventioneller Räder und 59 Pedelecfahrern – 10 davon nutzten ein S-Pedelec – mit Kameras und Sensorik aus und zeichneten deren Fahrverhalten in Chemnitz und Umgebung über mehrere Wochen auf. Begleitend führten sie Befragungen der Probanden zum Nutzungsverhalten durch. UHR UND HERTACH (2017) analysierten das Unfallgeschehen von Pedelecs und S-Pedelecs, die in der Schweizer Unfallstatistik seit 2011 als separate Kategorien gelistet werden, im Zeitraum von 2012 bis 2016. Darüber hinaus führten sie eine Befragung von Pedelecfahrern (n = 4.171) mit dem Ziel durch, nähere Erkenntnisse zu Alleinunfällen beim Pedelecfahren zu gewinnen. Die Kombination aus großer Stichprobe und hohem S-Pedelecanteil, der weit über dem in Deutschland liegt, ermöglicht belastbare Aussagen zu deren Unfallgeschehen. Insgesamt sind die Ergebnisse der genannten Studien allerdings entweder aufgrund der geringen Fallzahl oder aber der eingeschränkten Übertragbarkeit auf Deutschland mit der gebotenen Vorsicht zu interpretieren.

2.4.1 Fahrermerkmale und Nutzungsmotive

Bisherige Studien legen nahe, dass die Gruppe der S-Pedelecfahrer überwiegend männlich (ALRUTZ et al., 2015) und jünger als die Gruppe der Fahrer von Pedelecs mit einer Tretunterstützung bis 25 km/h ist (ALRUTZ et al., 2015; SCHLEINITZ et al., 2014). Die Mehrzahl der von ALRUTZ et al. (2015) Befragten nutzen das S-Pedelec für die Wege, die sie früher mit dem Pkw zurückgelegten. Damit übereinstimmend gab etwa die Hälfte der Befragten an, mehrfach wöchentlich Strecken zwischen 20 und 50 Kilometern zurückzulegen (ebd.). Bei SCHLEINITZ et al. (2014) nutzten die Studienteilnehmer ihr S-Pedelec vor allem für Wege zum und vom Arbeitsplatz. Gleiches galt zwar auch für Rad- und Pedelecfahrer, aber in deutlich geringerem Ausmaß. Die Frage nach den Vorteilen der S-Pedelecnutzung beantwortete ein Anteil von 40,0 % auch mit der finanziellen Ersparnis – hier klingt der Vergleich zum Pkw durch – und ein Anteil von jeweils 30,0 % mit Entspannung, Spaß und Freude bzw. Reduktion der körperlichen Anstrengung. Bei Letzterem dürfte der Vergleich zum konventionellen Fahrrad gezogen worden sein, ebenso wie bei dem Argument der Zeitersparnis, dem schnelleren Vorankommen und geringerem Schwitzen (je 20,0 %, EBD.). Als Nachteil empfanden die Befragten hauptsächlich die Kapazität des Akkus und die dadurch eingeschränkte

Reichweite (80,0 %), das Gewicht des Fahrzeugs (50,0 %) und seinen Preis (40,0 %).

2.4.2 Fahrverhalten: Geschwindigkeitswahl und Regelverstöße

Das hohe Gewicht des S-Pedelecs verlangte den Befragten nach eigenen Angaben einiges an Gewöhnung ab, und zwar deutlich mehr als die höhere Beschleunigung oder Geschwindigkeit (SCHLEINITZ et al., 2014). Die hohen Standardabweichungen in der Gruppe der Befragten lassen allerdings vermuten, dass dieser Gewöhnungsbedarf interindividuell sehr unterschiedlich ausfallen dürfte, auch in Abhängigkeit von den realisierten Geschwindigkeiten, die deutlich höher liegen als bei Fahrern eines konventionellen Fahrrads oder eines langsameren Pedelecs mit einer Tretunterstützung bis 25 km/h. Während sich bei der Geschwindigkeitswahl von Pedelecfahrern mit einer Tretunterstützung bis 25 km/h und konventionellen Radfahrern im Mittel nur kleinere Unterschiede abzeichneten (15,3 km/h bei Rad- vs. 17,4 km/h bei Pedelecfahrern ohne Standzeiten), waren S-Pedelecfahrer mit durchschnittlichen 23,2 km/h deutlich schneller unterwegs (EBD.). Generell hing die realisierte Geschwindigkeit stark von den situativen Gegebenheiten ab. Am schnellsten waren die Fahrten auf markierten Radverkehrsführungen, gefolgt von den Fahrten auf der Fahrbahn und auf den gemeinsamen Rad- und Gehwegen (EBD.). Letzteres indiziert einen klaren Verstoß gegen die StVO, da diese Anlagen in der Regel nicht für S-Pedelecfahrer freigegeben sind. Auch wenn mehrheitlich die Fahrbahn genutzt wurde – nach SCHLEINITZ et al. (2014) bei einem Anteil von 75,5 % der insgesamt gefahrenen Kilometer¹⁰ – scheint die Mehrheit der S-Pedelecfahrer gegen das Nutzungsverbot der dem Fahrrad vorbehaltenen Infrastruktur wissentlich oder unwissentlich zu verstoßen. Dies legen bereits die Ergebnisse von ALRUTZ et al. (2015) nahe, denen zufolge 16 der 20 Befragten gefahrene Maximalgeschwindigkeiten auf innerstädtischen Radwegen berichteten (deren Nutzung ihnen untersagt ist, sofern sie nicht explizit dafür freigegeben sind). Tatsächlich beobachtet wurde dieses Verhalten in der Naturalistic Cycling Study von SCHLEINITZ et al. (2014), die den Anteil der von S-Pedelecfahrern entgegen den geltenden Regelungen auf Radwegen zurückgelegten Kilometer auf 13,7 %

der insgesamt zurückgelegten Kilometer beziffernten. Recht gering fiel dagegen mit 3,3 % der Anteil des regelwidrigen Befahrens nicht freigegebener Gehwege aus (EBD.). Das Fahren entgegen der korrekten Fahrtrichtung trat bei S-Pedelecfahrern auf Geh- und Radwegen¹¹ (0,8 %) und auf der Fahrbahn¹² (0,3 %) auf, war aber absolut und im Vergleich zu Rad- und Pedelecfahrern selten.

Darüber hinaus gibt es Hinweise auf – wenn auch seltene – Verletzungen anderer Auflagen, die mit der S-Pedelecnutzung einhergehen. Bei ALRUTZ et al. (2015) berichtete einer der 20 Befragten, nicht über eine Fahrerlaubnis bzw. die vorgeschriebene Mofa-Prüfbescheinigung zu verfügen. Die Helmnutzung ist im Vergleich zu Fahrern konventioneller Räder und Pedelecs häufiger, aber noch nicht bei den vorgeschriebenen 100 %. 70,0 % antworteten auf die Frage nach der Helmnutzung mit „ja“ und 30,0 % mit „teils-teils“ (SCHLEINITZ et al., 2014). Bei der beobachteten Tragequote verhielt es sich ähnlich wie bei der berichteten: 89 % der Fahrten wurden mit Helm zurückgelegt (SCHLEINITZ et al., 2016). In der Schweizer Studie lag die berichtete Helmtragequote (immer) mit 96 % höher, auch im Vergleich zu dem Anteil von 80 % der Fahrer von Pedelecs mit einer Tretunterstützung bis 25 km/h (UHR & HERTACH, 2017). Inwiefern auf das obligatorische Versicherungskennzeichen verzichtet wird, ist bislang nicht bekannt.

2.4.3 Konflikthäufigkeit und Unfallgeschehen

Da in der amtlichen Unfallstatistik Deutschlands S-Pedelecs erst seit dem Unfalljahr 2017 gelistet werden, muss man bei der Analyse des Unfallgeschehens auf die Erkenntnisse aus anderen Ländern zurückgreifen. Wie bereits erwähnt, werden in der Schweizer Unfallstatistik S-Pedeleccunfälle seit 2011 gelistet und separat von den Unfällen von Pedelecs mit einer Tretunterstützung bis 25 km/h geführt. Aufgrund der weitaus stärkeren Verbreitung im Vergleich zu Deutschland liegen auch aussagekräftige Fallzahlen vor. Inwieweit die Erkenntnisse zu den Unfallcharakteristika auf Deutschland übertragbar sind, lässt sich hingegen schwer beurteilen. Aus diesem Grund wird auch auf die Ergebnisse der Konfliktanalyse von SCHLEINITZ et al. (2014) Bezug genommen. Konflikte werden häufig als Näheungsgröße für die gerade im Rahmen von Verhal-

¹⁰ Bei Pedelecfahrern mit einer Tretunterstützung bis 25 km/h waren es 62 %.

¹¹ Bezogen auf die auf Radwegen zurückgelegten Kilometer.

¹² Bezogen auf die auf Fahrbahn- und Radinfrastruktur zurückgelegten Kilometer.

tensbeobachtungen nicht beobachtbaren Unfälle herangezogen. Dahinter steht die (unbestätigte) Annahme, dass Art und anteilige Häufigkeit der Konflikte über die angestrebten Vergleiche – z. B. über Unfalltypen oder Pedelec Typ – der Art und anteiligen Häufigkeit der Unfälle weitgehend entspricht.

Diese Konfliktanalyse von SCHLEINITZ et al. (2014) liefert Erkenntnisse zur Häufigkeit unterschiedlicher Konflikttypen und zur fahrleistungsbezogenen Häufigkeit von Konflikten im Vergleich zu Fahrern konventioneller Fahrräder und zu Pedelec Fahrern. Bei Relativierung der Anzahl aller kritischen Situationen an der Kilometerleistung zeigte sich eine geringere Konfliktrate bei S-Pedelec Fahrern ($M = 8,8$ Konflikte je 1.000 km, $n = 10$) als bei Pedelec Fahrern ($M = 11,4$ Konflikte je 1.000 km, $n = 49$) oder Fahrern konventioneller Fahrräder ($M = 16,1$ Konflikte je 1.000 km, $n = 31$). Jedoch fiel dieser Unterschied nicht statistisch signifikant aus. Zumindest lässt sich festhalten, dass die Untersuchung keinen Hinweis auf eine erhöhte Konfliktrate bei den motorunterstützten Pedelec- und S-Pedelec Fahrern zeigt.

Am häufigsten wurden Konflikte im Längsverkehr beobachtet (38,1 %), insbesondere vom Unfalltyp 681, der Konflikte zwischen Verkehrsteilnehmern beschreibt, die sich in entgegengesetzter Richtung bewegen. Darauf folgen Konflikte beim Einbiegen/Kreuzen und mit ruhendem Verkehr (je 19,0 %) sowie Konflikte beim Abbiegen und Überschreiten (14,3 % und 9,5 %). Die Unterschiede zwischen den drei Fahrergruppen erscheinen eher geringfügig und dürften angesichts der kleinen Stichprobe eher Zufallsschwankungen als systematische Unterschiede abbilden. Auffallend war, dass kritische Ereignisse ohne Konflikt mit einem anderen Verkehrsteilnehmer bei Fahrern konventioneller Fahrräder und Pedelecs kaum und bei S-Pedelec Fahrern gar nicht auftraten, während selbige in Unfallanalysen, vor allem jenseits amtlicher Statistiken, stark vertreten sind (SCHEPERS et al., 2014; UHR & HERTACH, 2017; VON BELOW, 2016). Dies und die Prominenz der Konflikte im Längsverkehr lassen Zweifel daran aufkommen, dass die Relation der Häufigkeit der Konflikttypen mit der der Unfälle vergleichbar ist.

In der von UHR und HERTACH (2017) durchgeführten Analyse der Unfalldaten von 2012 bis 2016 waren fast die Hälfte aller Pedelecunfälle mit Perso-

nenschaden Alleinunfälle ohne Beteiligung eines weiteren Verkehrsteilnehmers (47 %). Bei S-Pedelecs lag der Anteil mit 42 % nur etwas geringer als bei Pedelecs mit einer Tretunterstützung bis 25 km/h (49 %). Als Hauptursachen der Alleinunfälle registrierte die Polizei (abgesehen von „Andere“ mit 33 % als häufigste Ursachenkategorie) bei S-Pedelec Fahrern mit 20 % geschwindigkeitsbedingte Unfälle, knapp gefolgt von fehlerhafter Fahrzeugbedienung (18 %) sowie Alkohol und Unaufmerksamkeit/Ablenkung (je 14 %). Die Ursachen schienen weitgehend vergleichbar mit der Gruppe der Fahrer konventioneller Fahrräder und Pedelecs mit einer Tretunterstützung bis 25 km/h. Von den verunfallten Pedelec Fahrern waren 24 % mit einem S-Pedelec unterwegs (UHR & HERTACH, 2017). Das entspricht in etwa dem Anteil von S-Pedelecs in der Schweizer Bevölkerung und spricht zunächst gegen die Annahme einer höheren Unfallbeteiligung der schnellen S-Pedelecs. Auf einen Vergleich des fahrleistungsbezogenen Unfallrisikos beider Pedelecs Typen mussten die Autoren jedoch aufgrund der noch zu kleinen Datenbasis bei S-Pedelecs verzichten. Allerdings zeigte sich ein größeres Risiko schwerer Verletzungen bei S-Pedelec Fahrern. Mittels logistischer Regression überprüften UHR UND HERTACH (2017) den möglichen Einfluss des Fahrzeugtyps und weiterer Faktoren auf die Verletzungsschwere (leicht vs. schwer/tödlich) separat für Alleinunfälle und für Kollisionen. Als Prädiktoren wurden neben dem Fahrzeugtyp (konventionelles Fahrrad, Pedelec und S-Pedelec) auch Alter, Geschlecht und Ortslage einbezogen. Bei Kollisionen ergab sich kein signifikanter Einfluss des Fahrzeugtyps auf die Verletzungsschwere, die sich nur durch Alter und Ortslage¹³ beeinflusst zeigte, wohl aber bei Alleinunfällen. Während die Verletzungsschwere für Fahrer konventioneller Fahrräder und Pedelecs mit einer Tretunterstützung bis 25 km/h vergleichbar war, stieg die Wahrscheinlichkeit einer schweren Verletzung für S-Pedelecs um etwa 50 %.

Die selbstberichteten Ursachen der Alleinunfälle von 638 Pedelec- und S-Pedelec Fahrern wurden bereits in Kapitel 2.3.5.2 beschrieben. Die Differenzierung dieser Angaben nach Pedelecs Typ ergab keinen signifikanten Unterschied zwischen Pedelecs und S-Pedelecs beim Vergleich der vier häufigsten Unfallhergänge (Ausrutschen, Überqueren von Schwellen, Tramschienen oder Bahngleise, Ausweichen). Eine Analyse des Sicherheitsgefühls der Befragten, die keinen Alleinunfall mit dem Pedelec

¹³ schwerere Verletzungen mit steigendem Alter und bei Außerortsunfällen (UHR & HERTACH, 2017).

berichtet hatten, offenbarte, dass sich Fahrer beider Pedelectypen auf den (Schweizer) Straßen recht sicher fühlten, auch wenn deutlich mehr S-Pedelec-fahrer berichteten, dass ihre Geschwindigkeit von anderen oft unterschätzt würde (EBD.).

2.5 Zusammenfassung

Noch stellen Pedelec-fahrer einen vergleichsweise geringen Anteil an der Gruppe der Radfahrer. Setzt sich der langjährige Trend jährlich steigender Verkaufszahlen weiter fort, wird man Pedelecs zunehmend häufiger im und außerhalb des Straßenverkehrs antreffen. Auch wenn die Nutzergruppe derzeit häufiger männlich und überdurchschnittlichen Alters ist, deutet sich ein Wandel hin zur Erschließung neuer Zielgruppen und sportlicher Nutzungszwecke an. Infolge dieses Wandels vermögen auch die erst vor wenigen Jahren durchgeführten Studien heute noch kein gültiges Bild von der Gruppe der Pedelec-fahrer zu zeichnen. Über die Eigenschaften der Pedelec-fahrer und ihr Fahr- und Nutzungsverhalten ist noch ebenso wenig bekannt wie über Art und Ausmaß der sich bereits andeutenden Ausdifferenzierung ihrer Nutzergruppen.

In bisherigen Studien zeigte sich, dass nur wenige vormalige Fahrer konventioneller Fahrräder nach einer längeren Fahrpause in die Pedelecnutzung einsteigen, was für eine größtenteils fahrraderfahrene Nutzergruppe spricht, die auch die nun leicht erreichbaren höheren Geschwindigkeiten offenbar nicht ausreizt. Feldexperimente legen nahe, dass die mittlere Geschwindigkeit nur leicht oberhalb der mit einem konventionellen Fahrrad gewählten zu liegen scheint, zumindest in Situationen, in denen Vorsicht geboten ist. Inwieweit das auch außerhalb der stark (selbst-)selektiven Experimentalsituationen zutrifft, ist bislang offen, auch weil das große Angebot an Tuning-Lösungen den Verdacht einer regen Nachfrage nährt. So lässt sich die Drosselung der Tretunterstützung auf 25 km/h mit einfachen Mitteln umgehen und durchaus die Geschwindigkeiten eines S-Pedelecs erreichen oder gar deutlich übertreffen. Nicht bekannt ist, wie oft ein solches Tuning durchgeführt und auch im Straßenverkehr eingesetzt wird. Doch auch bei regulärer Nutzung der Pedelecs können Probleme mit deren Handhabung auftreten, die auf die Ausstattung mit den für die Motorunterstützung verantwortlichen Komponenten und die dadurch verursachten Veränderungen in Fahrzeuggewicht und Fahrverhalten

zurückgehen. In Selbstberichten kritischer Zwischenfälle und Unfälle wird ein kleiner, aber nicht unbedeutender Anteil auf Schwierigkeiten mit der Balance, insbesondere beim Auf- und Absteigen, und der Geschwindigkeitsregulation zurückgeführt. Nicht sagen lässt sich, wie häufig diese beim Pedelec-fahren auftreten und in welchem Ausmaß sie sich im Unfallgeschehen der Pedelec-fahrer niederschlagen.

Der starke Anstieg der Pedeleccunfälle seit deren bundesweiter Aufnahme in die amtlichen Unfallstatistiken dürfte vor allem auf den von Jahr zu Jahr wachsenden Pedelecbestand zurückzuführen sein. Noch sind ältere Fahrer in der Gruppe der Pedelec-fahrer überrepräsentiert, doch deutet sich in der zunehmenden Verbreitung sportlicher elektrifizierter Fahrradtypen und neuer Konzepte der sportlichen oder gewerblichen Nutzung eine Erschließung neuer und jüngerer Nutzergruppen an. Zudem führen auch die pedelecbedingten Veränderungen im Mobilitätsverhalten – so die häufigere Nutzung ebenso wie das Zurücklegen weiterer Strecken zu neuen Fahrtzielen – zu einer höheren, wenn auch in ihren quantitativen und qualitativen Aspekten noch nicht näher beschriebenen Exposition, die sich wohl ebenso in den Unfallzahlen bemerkbar machen dürfte. Bisherige Analysen des Unfallgeschehens weisen wie bei Fahrern konventioneller Räder den Pkw als häufigsten Unfallgegner aus und zeigen eine mit dem konventionellen Fahrrad weitgehend vergleichbare Verteilung der Unfalltypen. Ein Unterschied zwischen beiden Fahrergruppen zeichnet sich bei der Häufigkeit von Alleinunfällen ab. Wie häufig letztere sind und welchen Anteil sie am Unfallgeschehen ausmachen, ist angesichts ihres Underreportings in amtlichen Statistiken schwer zu sagen. Unstrittig scheint, dass sie einen substanziellen Anteil am Unfallgeschehen ausmachen und dass sie bei Pedelec-fahrern häufiger auftreten als bei Fahrern konventioneller Räder. Es bleibt jedoch offen, ob diese auf das Pedelec per se oder auf mit dessen Nutzung assoziierte Faktoren wie beispielsweise das höhere Alter ihrer Fahrer zurückgehen. Generell mangelt es an konkreten Informationen zu Hergang und Ursachen von Pedeleccunfällen, insbesondere bei Unfällen mit mindestens zwei Beteiligten. Besonders dürftig ist die Erkenntnislage zum Unfallgeschehen sowie zu Fahrer- und Nutzungsmerkmalen bei S-Pedelecs, die in Deutschland selten genutzt werden, sodass die bislang wenigen in Deutschland durchgeführten Studien unter Ein-

schluss von S-Pedelecfahrern zwangsläufig auf sehr kleinen Stichproben basieren.

3 Onlinebefragung

Die bisherigen Studien bieten einen Überblick über die Charakteristika von Pedelecfahrern, ihr Fahr- und Nutzungsverhalten und ihre Unfallbeteiligung auch im Vergleich zur Nutzung eines konventionellen Rades. Es ist jedoch schwer einzuschätzen, in welchem Maße die vorliegenden Erkenntnisse auf Deutschland übertragbar sind. Die wenigen in Deutschland durchgeführten Studien liegen bereits einige Jahre zurück und müssen daher in einem derart speziellen Forschungsfeld, in dem eine an der Bevölkerungszahl gemessen immer noch kleine Nutzergruppe rasante jährliche Zuwächse erfährt, bezüglich der Fahrercharakteristika und damit assoziierter Merkmale als veraltet gelten. So ist auf Basis des jährlich zunehmenden Absatzes an sportlichen Pedelecs (ZIV, 2018) anzunehmen, dass es sich nicht ausschließlich um einen rein quantitativen Anstieg der Nutzerzahlen, sondern um eine qualitative Veränderung hin zu einer jüngeren Nutzergruppe und sportlichen Anwendungszwecken handelt. Somit fehlt es sowohl an einer aktuellen und repräsentativen Beschreibung der Gruppe der Pedelecfahrer in ihren soziodemografischen Merkmalen und ihrem Nutzungsverhalten, als auch an einer Beschreibung ihrer Veränderung in den vergangenen Jahren. Zudem ist bislang nicht bekannt, wie viele Menschen zumindest gelegentlich ein Pedelec nutzen, ohne selbst eines zu besitzen, und ob die Gruppe der aktiven Pedelecfahrer nicht deutlich größer ist, als sich aus den Absatzzahlen allein schließen lässt.

Eine Beschreibung des sicherheitsbezogenen Erlebens und Verhaltens im Straßenverkehr ermöglicht es, etwaige Problemfelder zu identifizieren. Die Ausstattung mit Elektroantrieb führt zu einer Veränderung der Fahreigenschaften im Vergleich zum vertrauten konventionellen Fahrrad – aufgrund des höheren Gewichts, der griffigen Bremsen, der hohen Beschleunigung und der mühelos gehaltenen höheren Geschwindigkeit – und damit zu möglichen Problemen im Umgang mit dem Pedelec. Wie häufig diese Probleme auch in Abhängigkeit von der Pedelec-Fahrerfahrung erlebt werden, ist jedoch ebenso wenig bekannt wie die Häufigkeit potenziell gefährlicher Verhaltensweisen im Straßenverkehr – Regelverstöße, riskantes Verhalten oder hohe Fahr-

geschwindigkeiten. Angesichts der Einfachheit, die Limitierung der Tretunterstützung auf 25 km/h auszuhebeln und der Angebotsvielfalt entsprechender Tuningmöglichkeiten besteht die berechtigte Sorge, dass diese Angebote auch angenommen werden. Wie häufig Pedelecs getunt und im Straßenverkehr eingesetzt werden, wurde bislang jedoch nicht ermittelt. Diesbezügliche Berichte (BR24, 2019; REIDL, 2017) scheinen sich auf Schätzungen ohne empirische Grundlage zu berufen.

Aus bisherigen Fahrrad- und Pedelecstudien ist bekannt, dass ein bedeutsamer Teil der Unfälle, insbesondere Unfälle ohne einen weiteren Beteiligten, nicht polizeilich aufgenommen werden und folglich nicht in die amtliche Unfallstatistik eingehen (UHR & HERTACH, 2017; VON BELOW, 2016). Eine wichtige Ergänzung zu amtlichen Statistiken bietet daher eine Beschreibung der Unfallprävalenz, die auch nicht polizeilich aufgenommene Unfälle einschließt, und eine konkrete Beschreibung der Unfallcharakteristika, insbesondere der Ursachen.

Um diese Wissenslücken zu schließen, wurde eine deutschlandweite Befragung von Pedelecfahrern durchgeführt. Ziel der Befragung war die Beschreibung der Nutzergruppe, ihres Fahr- und Nutzungsverhaltens sowie Häufigkeit und Art ihrer Unfallbeteiligung. Der Vielfalt der adressierten Themen in Verbindung mit der zeitlichen Begrenzung der Befragung ist es geschuldet, dass bestimmte Aspekte wie das Sicherheitsgefühl und insbesondere das Nutzungsverhalten nur kurz angerissen und nicht tiefer betrachtet werden konnten. Der Schwerpunkt der Befragung lag auf der Beschreibung möglicher sicherheitsrelevanter Aspekte (Probleme mit dem Pedelec, potenziell riskante Verhaltensweisen) sowie der Beschreibung einer etwaigen Unfallbeteiligung in den vergangenen drei Jahren. Vorgehen und Ergebnisse der Befragung werden in den folgenden Kapiteln vorgestellt.

3.1 Methodik

3.1.1 Vorgehen

Es wurde eine deutschlandweite Onlinebefragung von Pedelecfahrern initiiert, die von der forsa GmbH über forsa.omninet durchgeführt wurde. forsa.omninet ist ein für die deutschsprachige Bevölkerung ab 14 Jahre repräsentatives Panel mit derzeit ca. 75.000 Teilnehmern, die ausschließlich offline, d. h. telefonisch über das Festnetz und mobil rekrutiert

wurden. Die Rekrutierung erfolgt im Rahmen von forsa.omniTel, der telefonischen Mehrthemenumfrage von forsa, in deren Rahmen täglich repräsentativ für die deutschsprachige Bevölkerung ausgewählte Personen ab 14 Jahren befragt werden. Durch diesen aufwändigen Rekrutierungsprozess hat jeder Haushalt in Deutschland die gleiche statistische Chance, am Panel teilzunehmen. Aufgrund der hohen Teilnahmebereitschaft ist eine gute Repräsentativität gewährleistet. Durch einen kontinuierlichen Nachrekrutierungsprozess werden dem Panel monatlich rund 1.000 neue Teilnehmer zugeführt. Über eine Dokumentation der Teilnahmehistorie für alle Befragten wird eine Überbefragung einzelner Panelteilnehmer verhindert, und über Zeit- und Antwortkontrollen werden Durchklicker identifiziert.

Die Befragung erfolgte aufgrund des Einschlusses auch von Nicht-Internetnutzern technisch auf zwei Wegen. Panelteilnehmer mit Internetanschluss erhielten eine Einladungs-E-Mail zu einer Befragung, die sich an diejenigen Erwachsenen richtet, die bereits Erfahrung mit einem Pedelec oder S-Pedelec gesammelt haben. Diese konnten sich über eine Internetseite einloggen. Der Fragebogen wurde am entsprechenden Endgerät (Desktop-PC, Tablet, etc.) angezeigt und beantwortet. Teilnehmer ohne Internet-Anschluss erhielten eine Nachricht über eine Set-Top-Box, die am Fernseher und der Telefondose angeschlossen ist. Der Fragebogen wurde am Fernseher angezeigt und über eine spezielle Infrarot-Tastatur beantwortet. Die Antworten wurden über die Telefonleitung direkt auf den forsa-Server übertragen.

Die Panelteilnehmer beantworteten die Screeningfragen und konnten bei Erfüllung der Einschlusskriterien auf den Fragebogen zugreifen. In die Befragung aufgenommen wurden diejenigen, die ein Pedelec bzw. S-Pedelec zumindest gelegentlich nutzten oder sich für den Zeitraum von mindestens einer Woche eines ausgeliehen hatten. Damit waren auch Gelegenheits- oder Urlaubsfahrer adressiert und nur diejenigen ausgeschlossen, deren Pedelec-Erfahrungen zu gering schienen, um belastbare Aussagen zum fahrzeugbezogenen Erleben und Verhalten machen zu können. Die Ausschöpfquote der Befragung ließ sich nicht bestimmen, da nicht bekannt ist, wie viele der Eingeladenen die Screeningkriterien erfüllten und wie viele von ihnen die Teilnahme an der Befragung ablehnten. Die Befragung endete an dem Tag, an dem 1.000 Fragebogen vollständig beantwortet waren. Durchgeführt

wurde sie im Zeitraum vom 10. bis 24. September 2018, folglich also gegen Ende der Hauptnutzungsperiode von Zweirädern und zum bundesweiten Ende der Sommerferien. Die Ergebnisse wurden nach Fahrzeugtyp differenziert.

Der Fokus der Ergebnisdarstellung liegt auf der nachfolgenden Beschreibung der Gruppe der Pedelecfahrer. Anschließend werden die Ergebnisse für die Gruppe der Fahrer betrachtet, deren Pedelec-Erfahrung auf der mehrfachen Nutzung eines gemieteten Pedelecs beruht. Die Antworten der wenigen Fahrer, die die Nutzung eines S-Pedelecs berichteten, sind in Kapitel 6 dokumentiert.

3.1.2 Inhalte

Gegenstand der ca. 15- bis 20-minütigen Onlineumfrage waren personen- und fahrzeugbezogene Charakteristika, das Fahr- und Nutzungsverhalten, mögliche Probleme im Umgang mit dem Pedelec sowie erlebte Unfälle binnen der vergangenen drei Jahre. Eine Übersicht über die Themenfelder gemäß der im Fragebogen gewählten Reihenfolge bietet Tabelle 2. Die Formulierung der Items und die gegebenen Antwortmöglichkeiten sind dem im Anhang A abgebildeten Fragebogen zu entnehmen.

3.1.3 Stichprobe

An der Befragung nahmen 1.011 Pedelecfahrer teil. Damit wurde die Zielmarke von 1.000 Interviews erfüllt. Jedoch mussten 14 Teilnehmer aus der Analyse ausgeschlossen werden, da sie keine Angaben zur Art des von ihnen genutzten Pedelecs machten. 775 Befragte nutzten eigenen Angaben zufolge ein Pedelec, das entweder in ihrem Besitz, im Besitz einer ihnen nahestehenden Person oder ein Dienstrad war. 13 dieser 775 gaben an, ein getuntetes Pedelec zu fahren, das ihnen eine Tretunterstützung oberhalb des gesetzlichen Rahmens von 25 km/h ermöglichte. 23 Befragte nutzten eigenen Angaben zufolge ein S-Pedelec (vgl. Kapitel 6), während die verbleibenden 199 Befragten angaben, dass das von ihnen genutzte Pedelec gemietet sei bzw. war. Die regionale Verteilung der Nutzergruppen über die Bundesländer in absteigender Häufigkeit zeigt Tabelle 3. Demnach stammt knapp ein Viertel der Befragungsteilnehmer aus Nordrhein-Westfalen (NRW), darauf folgen Bayern und Baden-Württemberg.

In Tabelle 4 ist die Größe des Wohnorts der Befragten dargestellt. Demnach sind knapp die Hälfte der Pedelecfahrer in Land- bzw. Kleinstädten bis 20.000

Themen		Items
Screening	Einschluss bei gelegentlicher Nutzung eines Pedelecs oder bei Ausleihe eines Pedelecs für mindestens eine Woche	1
Nutzungsverhalten	Nutzungshäufigkeit, Nutzungszwecke, häufigster Nutzungszweck des Pedelecs	3
Fahrradnutzung	Nutzungshäufigkeit des konventionellen Fahrrads	1
Besitz	Pedelec im eigenen Besitz/im Besitz eines Partners [...] / Dienstrad/Mietrad	1
Erfahrung	Erstes genutztes Pedelec, Nutzungsdauer von Pedelecs	2
Fahrzeugmerkmale	Fahrradtyp, Anhänger, Antriebsart, Nachrüstung, Fahrzeugtyp (Pedelec vs. S-Pedelec)	5
Eigenschaften und Einstellungen	Einschränkungen der körperlichen Fitness, E-Bike-Excitement, Risikobereitschaft, wahrgenommene Sicherheit im Straßenverkehr	6
Tuning/Nachrüstung	Tuning, maximal unterstützte Geschwindigkeit nach Nachrüstung oder Tuning, permanente oder zeitweilige Unterstützung von Geschwindigkeiten oberhalb von 25 km/h, Nutzungshäufigkeit von Tuning im Straßenverkehr	5
Verhalten im Verkehr	Bevorzugte Fahrgeschwindigkeit, Helmnutzung, Regelverstöße	8
Erfüllung der Vorschriften für S-Pedelecs	Erfüllung der Versicherungspflicht, Versicherungskennzeichen, Führerscheinbesitz	3
Häufigkeit von Problemen bei der Fahrzeugkontrolle	Balance, Geschwindigkeitsregulation, Traktion	6
Beschreibung des (schwersten) Pedeleccunfalls	Unfallbeteiligung, Anzahl der Unfälle, Unfallhergang, Hauptursache, eigene Fahrgeschwindigkeit, Verletzungsschwere, polizeiliche Erfassung	12
Angaben zur Statistik	Alter, Geschlecht, Ortsgröße, Bundesland	4

Tab. 2: Themenfelder der Befragung

	Pedelec (%)	Mietpedelec (%)	Gesamt (%)	n _{Gesamt}
NRW	22,6	26,1	23,3	227
Bayern	17,4	16,1	17,1	167
Baden-Württemberg	16,3	11,6	15,2	149
Niedersachsen	11,6	9,5	11,2	109
Hessen	8,0	7,5	7,9	77
Schleswig-Holstein	5,8	2,5	5,1	50
Rheinland-Pfalz	3,6	4,5	3,8	37
Sachsen	2,3	6,5	3,2	31
Berlin	2,7	2,5	2,7	26
Brandenburg	2,1	3,5	2,4	23
Hamburg	1,2	4,0	1,7	17
Thüringen	1,8	2,0	1,8	18
Saarland	1,4	1,0	1,3	13
Mecklenburg-Vorpommern	1,4	0,5	1,2	12
Sachsen-Anhalt	1,2	1,5	1,2	12
Bremen	0,6	0,5	0,6	6
Gesamt	100	100	100	974

Tab. 3: Zusammensetzung der Stichprobe nach Bundesland aggregiert (n_{Gesamt} = 974) und separat für Pedelecfahrer (n = 775) und Mietpedelecfahrer (n = 199)

Einwohnerzahl	Pedelec (%)	Mietpedelec (%)	Gesamt (%)	n _{Gesamt}
Unter 5.000	14,5	12,1	14,0	136
... bis 20.000	29,4	16,6	26,8	261
... bis 100.000	32,0	29,1	31,4	306
... bis 500.000	13,3	20,1	14,7	143
Über 500.000	10,8	22,1	13,1	128
Gesamt	100	100	100	974

Tab. 4: Zusammensetzung der Stichprobe nach Ortsgröße aggregiert (n_{Gesamt} = 974) und separat für Pedelecfahrer (n = 775) und Mietpedelecfahrer (n = 199)

Einwohnern zu Hause. Dahingegen sind die Fahrer von Mietpedelecs vergleichsweise häufiger in Großstädten mit mehr als 100.000 Einwohnern ansässig. Da die Nutzung von Mietpedelecs auch touristische Nutzungszwecke fernab des eigenen Wohnorts beinhalten dürfte, sollte auf Basis der vorliegenden Ergebnisse keine Verbindung zwischen Mietpedelecnutzung und Wohnort gezogen werden.

3.2 Ergebnisse

Das vorliegende Kapitel bietet eine Beschreibung der Merkmale von Pedelecfahrern, ihres Verhaltens im Verkehr und ihrer Unfallbeteiligung. Sofern nicht explizit anderweitig aufgeführt, beziehen sich die nachfolgend berichteten Ergebnisse (Kapitel 3.2.1 bis Kapitel 3.2.6) auf die Angaben von 775 Pedelecfahrern. Anschließend erfolgt eine Zusammenfassung der Befragungsergebnisse der Gruppe, die ein elektrifiziertes Mietrad ($n_{\text{Mietpedelec}} = 199$) nutzen bzw. genutzt haben (Kapitel 3.2.7).

3.2.1 Fahrermerkmale

Geschlecht und Alter

In der Gruppe der Pedelecfahrer sind Männer (53,8 %) etwas häufiger vertreten als Frauen (46,2 %). Die Altersspanne reicht von 18 bis 88 Jahre; das Durchschnittsalter liegt bei 56,7 Jahren. Eine nach Alterskategorien differenzierte Darstellung bietet Bild 8. Der hohe Altersdurchschnitt geht demzufolge auf den hohen Anteil über 64-jähriger Fahrer zurück (38,3 %). Nur ein Anteil von 21,9 % der Pedelecfahrer ist jünger als 45 Jahre.

Besitzstand

Das derzeit gefahrene Pedelec befindet sich überwiegend im eigenen Besitz (73,3 %) und seltener im Besitz des Partners bzw. eines Angehörigen oder Freundes (21,0 %). Nur wenige gaben an, dass es sich um ein Dienstrad handle (3,9 %). Ein Anteil von 1,8 % äußerte sich nicht zum Besitzstand.

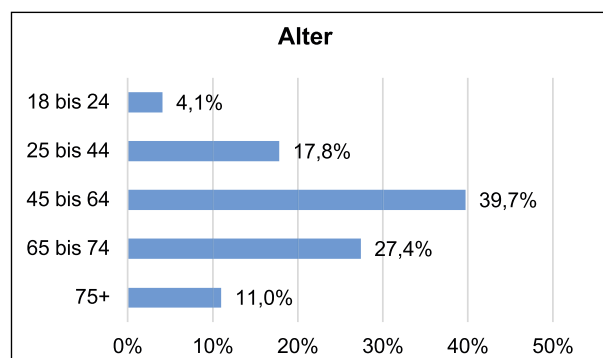


Bild 8: Alterskategorien der Pedelecfahrer (n = 775). Kumulation zu 100 %

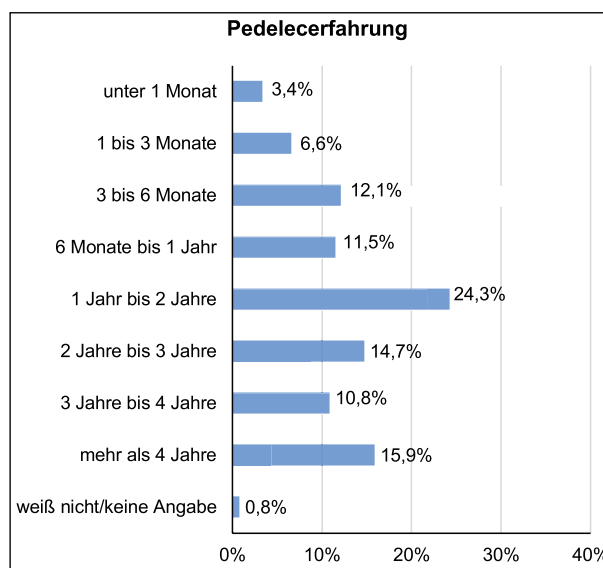


Bild 9: Erfahrung mit Pedelecs (n = 775). Kumulation zu 100 %

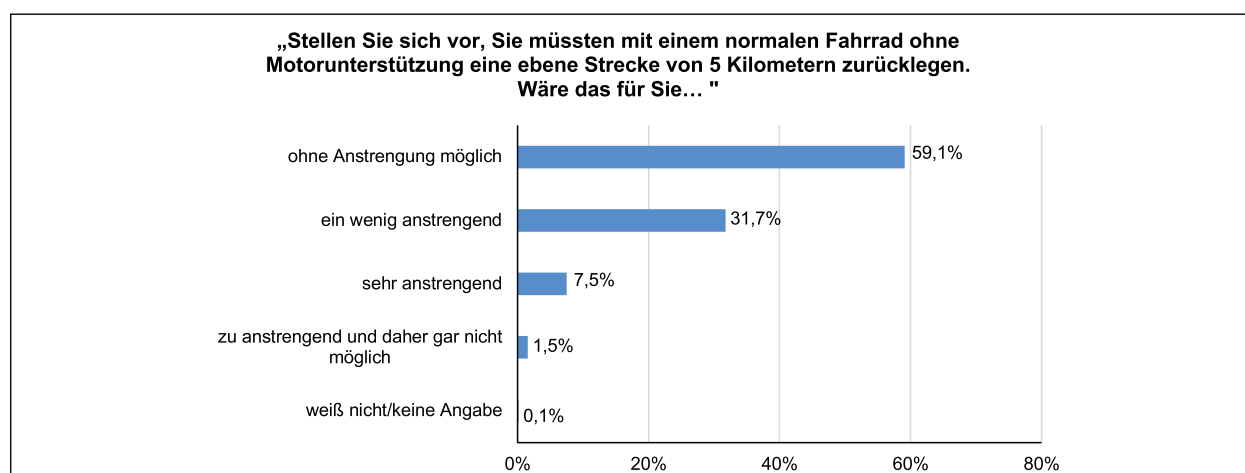


Bild 10: Körperliche Fitness der Pedelecfahrer (n = 775). Kumulation zu 100 %

Pedelecerfahrung

Für die meisten Fahrer ist ihr derzeit genutztes Pedelec auch ihr erstes Pedelec (90,6 %). Insgesamt liegt der Anteil der Fahrer, die höchstens ein Jahr Erfahrung mit elektrifizierten Rädern hat, sehr hoch (33,6 %). Nur etwa ein Viertel der Fahrer berichtete eine Pedelecerfahrung von mindestens drei Jahren. Die differenzierte Aufschlüsselung der Fahrerfahrung wird in Bild 9 veranschaulicht.

Fahrradnutzung

Bei weniger als der Hälfte der Pedelecfahrer ersetzt das Pedelec das konventionelle Fahrrad ohne Motorunterstützung. Ein Anteil von 43,5 % berichtet, gar kein konventionelles Fahrrad zusätzlich zum Pedelec zu nutzen. Die Mehrheit fährt jedoch selten (20,6 %), gelegentlich (16,8 %) oder (sehr) häufig (19,1 %) auch noch mit einem konventionellen Fahrrad.

Körperliche Fitness

Die Befragten sollten sich vorstellen, mit einem normalen Fahrrad ohne Motorunterstützung eine ebene Strecke von fünf Kilometern zurücklegen zu müssen und dann angeben, wie anstrengend das für sie wäre. Ein Anteil von 9,0 % der Pedelecfahrer würde dies eigenen Angaben zufolge entweder als „sehr anstrengend“ (7,5 %) oder gar als „zu anstrengend und daher gar nicht möglich“ (1,5 %) erleben (siehe Bild 10). Für die meisten Pedelecfahrer hingegen wäre das Zurücklegen einer Strecke von 5 km ohne Motorunterstützung ohne bzw. mit nur wenig Anstrengung möglich.

E-Bike-Excitement

Das E-Bike-Excitement beschreibt in drei Facetten das Erleben von und den Umgang mit den höheren Geschwindigkeiten, die elektrifizierte Räder bieten. Die Beantwortung der drei Items, die in Anlehnung an HAUSTEIN UND MØLLER (2016) formuliert wurden, erfolgte auf einer fünfstufigen Skala von „gar nicht“ bis „sehr [viel]“. Die drei mittleren Stufen waren nicht verbal verankert. Überwiegend rufen die höhere Geschwindigkeit und Beschleunigung von Pedelecs eine starke Begeisterung hervor. Zudem fahren die meisten mit Motorunterstützung zumindest ein wenig schneller als mit einem konventionellen Fahrrad (93,4 %). Ein Anteil von 17,3 % beschrieb die mit dem Pedelec gefahrene Geschwindigkeit sogar als „sehr viel schneller“ als bei Nutzung eines konventionellen Fahrrads. Demnach scheint es wenig erstaunlich, dass mehrheitlich angegeben wird, andere Verkehrsteilnehmer würden

die höhere Geschwindigkeit des Pedelecs auch als überraschend erleben. Eine detaillierte Aufschlüsselung des Antwortverhaltens bietet Bild 11.

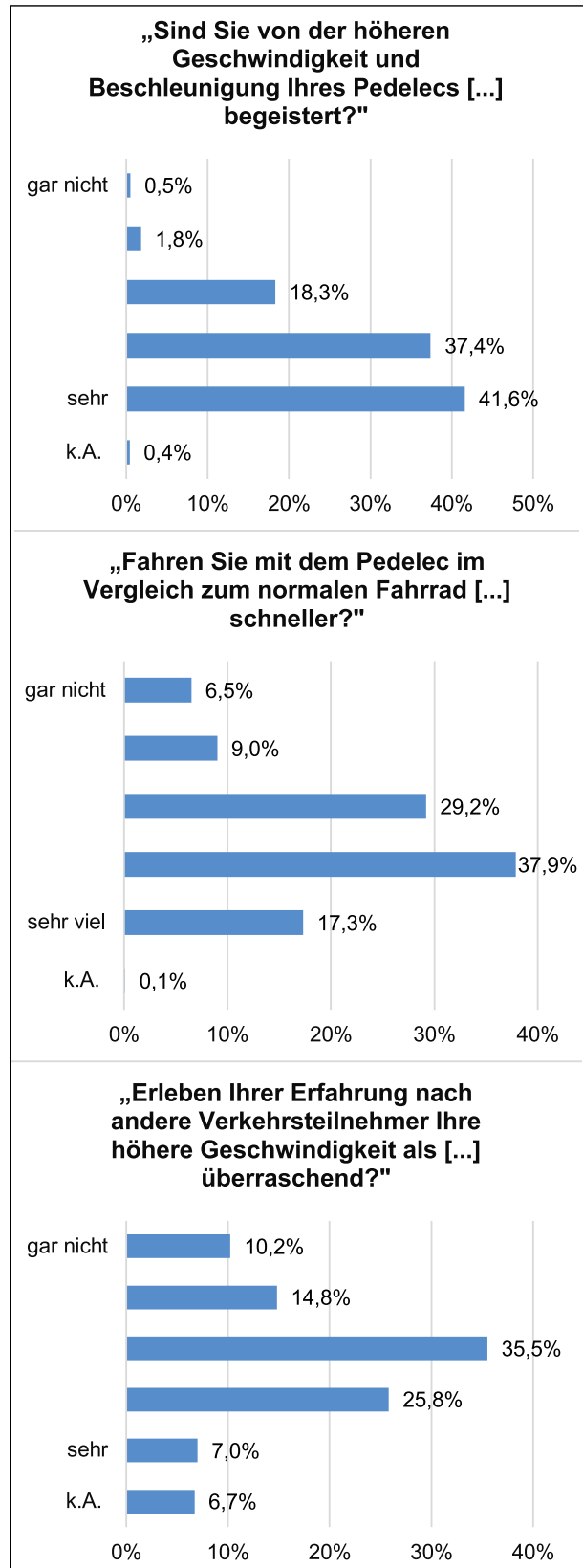


Bild 11: E-Bike-Excitement bei Pedelecfahrern (n = 775) auf einer fünfstufigen Skala. Kumulation zu je 100 %

Sicherheitsgefühl

Bei der Mehrheit der Pedelecfahrer liegt die gefühlte Sicherheit im mittleren oder oberen Bereich (siehe Bild 12). Nur wenige Fahrer (< 5 %) berichteten, sich im Straßenverkehr „(gar) nicht sicher“ zu fühlen. Etwa ein Drittel der Fahrer vergab sogar den höchsten Skalenwert „sehr sicher“.

Allgemeine Risikobereitschaft

Die allgemeine Risikobereitschaft der Pedelecfahrer liegt ihren eigenen Einschätzungen zufolge

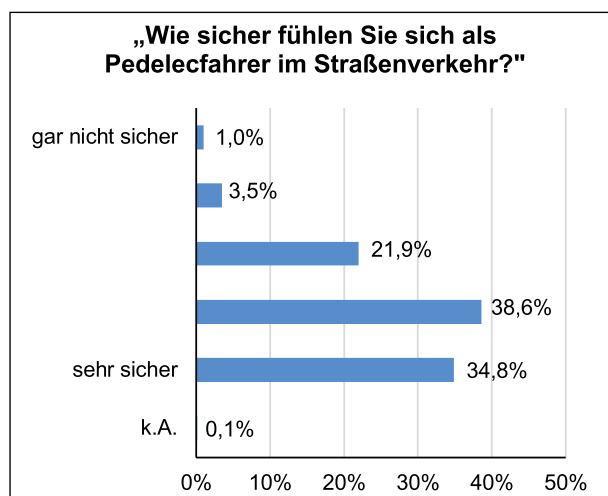


Bild 12: Sicherheitsgefühl der Pedelecfahrer (n = 775). Kumulation zu 100 %

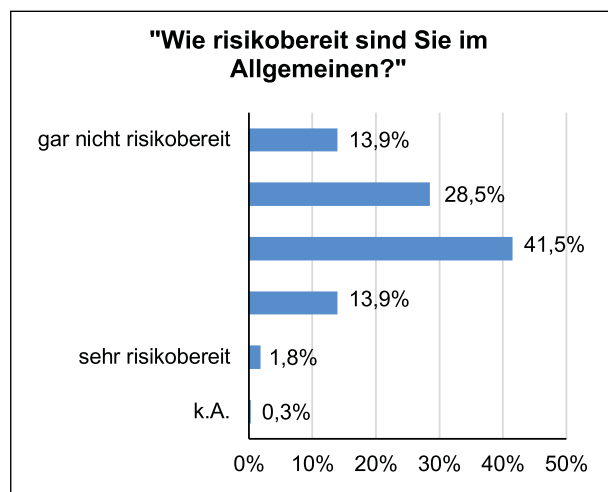


Bild 13: Risikobereitschaft der Pedelecfahrer (n = 775). Kumulation zu 100 %

überwiegend im unteren bis mittleren Bereich (Bild 13). Die höchste Ausprägung der Risikobereitschaft wurde nur sehr selten vergeben (1,8 %).

Der Vergleich der Pedelecfahrer, deren Risikobereitschaft eigenen Angaben zufolge in den oberen beiden Kategorien liegt (knapp 16 %), mit den weniger Risikobereiten (mittlere Kategorie bis „gar nicht risikobereit“) zeigt signifikante Unterschiede in Geschlecht, Alter und mittlerer Fahrgeschwindigkeit bei ungehindertem Fahren im Straßenverkehr. Die Risikobereiteren sind häufiger männlich, etwas jünger, fahren im Schnitt schneller und weisen einen signifikant höheren Anteil an Fahrern mit einem getunten Pedelec auf (siehe Tabelle 5).

3.2.2 Nutzungsverhalten

Nutzungshäufigkeit

Ein Anteil von 42,7 % der Pedelecfahrer berichtete eine häufige oder gar sehr häufige Nutzung des Fahrzeugs (Bild 14). Etwa ein Viertel der Pedelecfahrer fährt entweder sehr selten oder unregelmäßig. Bei der Betrachtung der berichteten Nutzungshäufigkeiten ist zu berücksichtigen, dass die Angaben vermutlich die zurückliegenden Monate und damit die Sommerperiode widerspiegeln, in der kon-

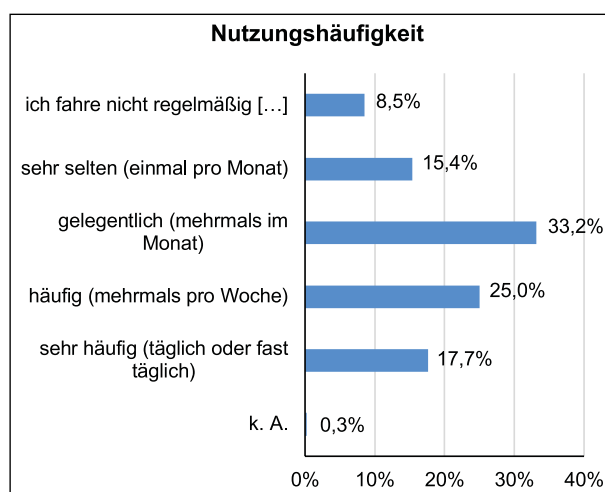


Bild 14: Nutzungshäufigkeit eines Pedelecs (n = 775). Kumulation zu 100 %

	Risikobereitschaft		Teststatistiken
	Niedrig bis mittel (n = 651)	Hoch (n = 122)	
Anteil männlicher Fahrer	51,9 %	63,1 %	$\chi^2(1) = 5.179, p = .023$
Alter (\bar{X})	57,4 Jahre	52,8 Jahre	$t(771) = 2.981, p < .01$
Fahrgeschwindigkeit (\bar{X})	20,3 km/h	23,2 km/h	$t(680) = 6.893, p < .01$
Tuning	0,8 %	6,6 %	$\chi^2(1) = 20.80, p < .01$

Tab. 5: Vergleich der Pedelecfahrer (n = 773) nach ihrer allgemeinen Risikobereitschaft bei Split der unteren drei (mittlere Kategorie bis „gar nicht risikobereit“) vs. der oberen beiden Antwortkategorien (bis „sehr risikobereit“)

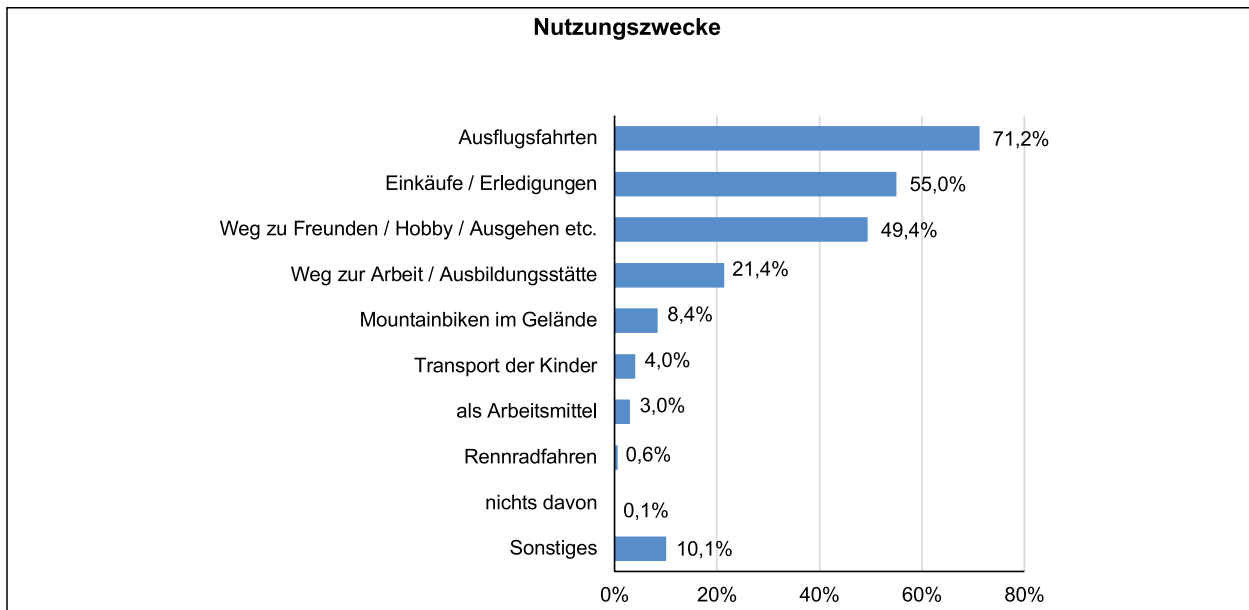


Bild 15: Nutzungszwecke der Pedelecs (n = 775)

ventionelle Fahrräder und Pedelecs besonders häufig genutzt werden.

Nutzungszwecke

Bei der Frage nach den Nutzungszwecken des Pedelecs waren Mehrfachantworten möglich. Der von den meisten Befragungsteilnehmern genannte Nutzungszweck ist die Durchführung von Ausflugsfahrten (71,2 %). Mit einem Anteil von nur 3,0 % bzw. 4,0 % wurde die Verwendung des Pedelecs als Arbeitsmittel oder für den Transport der Kinder selten berichtet. Eine vollständige Darstellung aller berichteten Nutzungszwecke bietet Bild 15. Welche weiteren Nutzungszwecke sich hinter der Kategorie „Sonstige“ (10,1 %) verbergen, geht aus den Daten nicht hervor. Offen bleibt auch, warum einige das Rennradfahren als Nutzungszweck angeben, obwohl kein einziger den Besitz eines E-Rennrades berichtet (vgl. Bild 16 im folgenden Absatz). Etwa ein Drittel der Pedelecfahrer (35,0 %) nannte nur einen einzigen Nutzungszweck.

3.2.3 Fahrzeugmerkmale

Fahrradtyp

Mehr als die Hälfte der Pedelecfahrer (55,1 %) fährt ein elektrifiziertes Cityrad, ein Hollandrad oder einen Cruiser (Bild 16). Selten sind E-Klapp- und E-Lastenräder; nicht berichtet wurde die Nutzung eines E-Rennrades. Einige Fahrer machte keine Angaben zum Fahrradtyp (1,9 %).

Anhänger

Die meisten Pedelecfahrer gaben an, niemals einen Anhänger am Pedelec zu nutzen (91,4 %). Nur wenige nutzen sehr selten (2,5 %) bzw. gelegentlich (4,9 %) einen Pedelecanhänger. Die Fahrer, die die Nutzung eines E-Lastenrades berichteten (1,3 %), wurden nicht zur Häufigkeit der Anhängernutzung befragt.

Antriebsart

Knapp zwei Drittel der Pedelecs (64,3 %) der Befragten verfügen über einen Mittelmotor. Nur selten sind die elektrifizierten Fahrzeuge mit einem Vorderradmotor (12,1 %) oder Hinterradmotor (16,3 %) ausgestattet. Ein Anteil von 7,4 % der Befragten ließ die Frage nach der Anbringung des Motors unbeantwortet.

Nachrüstung

Eine Nachrüstung vom konventionellen Fahrrad zum Pedelec wurde nicht berichtet. Fast alle Befragten (99,9 %) gaben an, dass das von ihnen genutzte Fahrzeug als Pedelec gebaut und gekauft worden war. Ein Befragungsteilnehmer (0,1 %) ließ die Frage unbeantwortet.

Tuning

Die Frage, ob das Pedelec „getunt“, d. h. so verändert sei, dass eine höhere maximale Tretunterstützung als 25 km/h erreichbar sei, verneinten die meisten Pedelecfahrer (97,3 %). Ein Anteil von 1,0 % der Befragten machte diesbezüglich keine






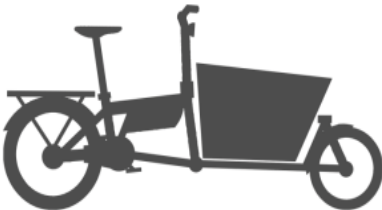
E-Cityrad/E-Hollandrad/E-Cruiser	E-Trekkingrad/E-Crossrad	E-Mountainbike
 55,1 %	 26,6 %	 11,9 %
E-Rennrad	E-Klapprad/E-Faltrad	E-Lastenrad
 0 %	 3,2 %	 1,3 %

Bild 16: Häufigkeit der Fahrradtypen bei Pedelecs (n = 775). Piktogramme erstellt durch Befragungsinstitut forsa

Angabe. Von den 13 Fahrern, die angaben, ein getuntetes Pedelec zu fahren (1,7 %), lieferten sieben Fahrer Angaben zur Höhe der maximalen Tretunterstützung. Bei vier Befragten lag diese bei 35 km/h, bei zweien bei 45 km/h und bei einem mit 70 km/h weit über dem, was selbst ein S-Pedelec zu unterstützen vermag. Die eine Hälfte dieser Fahrer gab an, dass das Tuning (fast) immer montiert bzw. aktiv sei, die andere, dass dies nur gelegentlich der Fall sei (jeweils sechs Befragte, einer ließ die Frage unbeantwortet). Die im Straßenverkehr gewählte Geschwindigkeit bei ungehindertem Fahren bezifferten die Fahrer getunter Pedelecs mit $M = 28,5$ km/h ($n = 13$)

3.2.4 Fahrverhalten

Bevorzugte Geschwindigkeit

Die bei ungehindertem Fahren im Straßenverkehr zumeist gewählte Geschwindigkeit der befragten Pedelecfahrer liegt bei durchschnittlich 20,7 km/h. Die Geschwindigkeitsverteilung ist in Bild 17 unter Kategorisierung der offenen Angaben der Befragten dargestellt. Dabei zeigt sich, dass etwa die Hälfte der Pedelecfahrer die maximal mögliche Tretunterstützung nicht ausreizt und bei ungehinderter Fahrt

im Straßenverkehr maximal 15 km/h (9,8 %) bzw. 20 km/h (43,0 %) fährt. Knapp zehn Prozent wählen jedoch eine Geschwindigkeit, die etwas (8,8 %¹⁴) oder deutlich (1,0 %) über der maximal möglichen Tretunterstützung liegt.

Helmnutzung

Mehr als die Hälfte der Pedelecfahrer nutzt eigenen Angaben zufolge immer einen Helm (54,5 %). Die verbleibenden Fahrer tragen entweder „nie“ (24,8 %) oder „nur bei bestimmten Gelegenheiten“ einen Helm (20,6 %). Ein Anteil von 0,1 % machte keine Angabe zur Helmnutzung.

Regelverstöße

Die in der Befragung adressierten Regelverstöße – Rotlichtquerung, alkoholisiertes Fahren, Handynutzung und Überholen mit wenig Seitenabstand – werden eigenen Angaben zufolge überwiegend „nie“ oder nur „sehr selten“ begangen (siehe Tabelle 6). Es zeigen sich jedoch deskriptive Unterschiede in der Häufigkeit, mit der die unterschiedlichen Regelverstöße berichtet wurden. Vergleichsweise seltener berichtet als die Rotlichtüberquerung, das Fahren nach dem Trinken von Alkohol und das Überholen mit geringem Seitenabstand wurde die

¹⁴ davon 61,6 % geringfügige Überschreitungen von 26 oder 27 km/h.

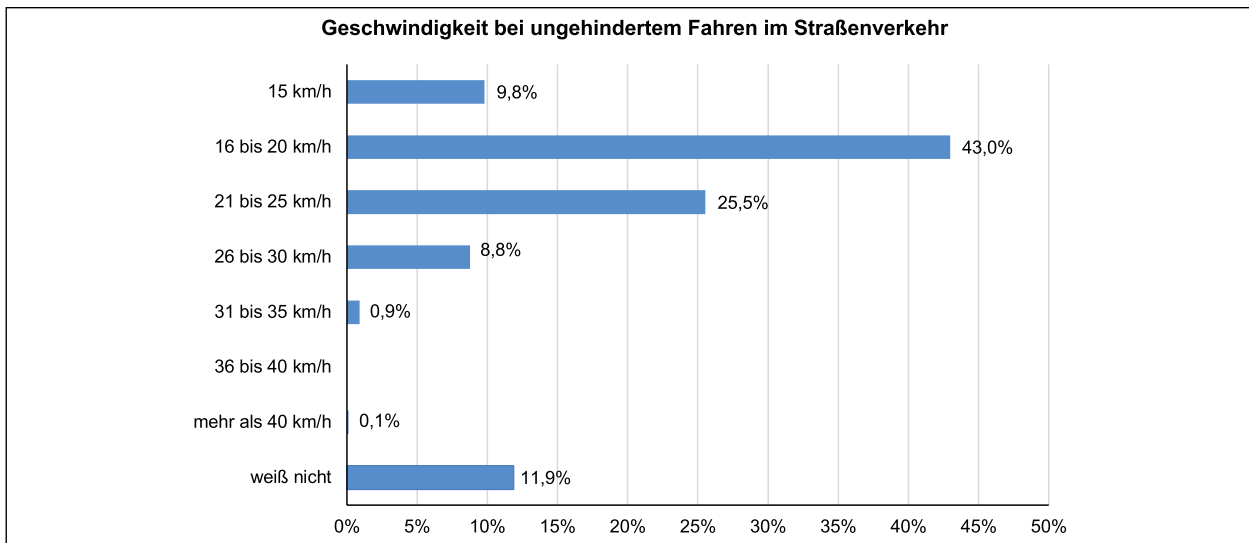


Bild 17: Berichtete Geschwindigkeit im Straßenverkehr bei ungehindertem Fahren (n = 775 Pedelecfahrer). Kumulation zu 100 %

	„Wie häufig kommt es vor, ...“					Gesamt
	Nie	Sehr selten	Gelegentlich	(Sehr) häufig	k.A.	
... dass Sie langsamere Radfahrer auch mit wenig Seitenabstand überholen? (%)	32,8	38,1	22,2	6,2	0,8	100
... dass Sie fahren, nachdem Sie Alkohol getrunken haben? (%)	58,2	28,8	11,5	1,3	0,3	100
... dass Sie über eine rote Ampel fahren? (%)	73,5	20,0	5,3	0,9	0,3	100
... dass Sie während der Fahrt telefonieren? (%)	87,5	9,0	2,3	1,2	0,0	100
... dass Sie sich während der Fahrt mit dem Handy beschäftigen (zu Texten, Lesen o. ä.) (%)	88,8	7,7	2,7	0,8	0,0	100

Tab. 6: Häufigkeit der von Pedelec Fahrern berichteten Regelverstöße in % (n = 775)

Nutzung des Smartphones während der Fahrt – gleichermaßen zum Telefonieren wie für blickintensivere Tätigkeiten wie beispielsweise Texten. Im Umkehrschluss ließe sich auch sagen, dass ein Anteil von etwa 10 % der Fahrer das Smartphone während der Fahrt nutzt, wenn auch überwiegend „selten“.

Probleme mit dem Pedelec

Die Befragten sollten angeben, wie häufig sie in den vergangenen drei Monaten Probleme mit ihrem Pedelec erlebt hatten. Adressiert wurden Schwierigkeiten mit dem Motor, beim Bremsen, mit der Balance und bei der Traktion, d. h. dem Durchdrehen des Vorderrads. Bei letzterem wurden nur die Fahrer in die Auswertung einbezogen, deren Fahrzeug über einen Vorderradantrieb verfügte (n_{Pedelec} = 94). Alle

weiteren Analysen basierten auf der vollständigen Stichprobe von 775 Pedelec Fahrern¹⁵. Am seltensten verneint – d. h. als „nie“ berichtet – wurde ein unbeabsichtigt starkes Bremsen (Tabelle 7). Dieses unbeabsichtigt starke Bremsen scheint bei knapp der Hälfte der Pedelec Fahrer, wenn auch überwiegend „sehr selten“, aufzutreten. Darauf folgten sehr seltene Balanceverluste während der Fahrt, während Balanceverluste beim Losfahren oder Anhalten von einem vergleichsweise größeren Anteil der Pedelec Fahrer als sehr selten (28,0 %), gelegentlich (6,1 %) oder (sehr) häufig (1,3 %) berichtet wurden. Etwa ein Viertel der Pedelec Fahrer berichtete, zumindest sehr selten technische Probleme wie ein überraschendes Einsetzen des Motors, dessen Nachlaufen oder – bei Fahrzeugen mit Vorderrad-

¹⁵ Auch hier wurden die Antwortkategorien „häufig“ und „sehr häufig“ aggregiert und als „(sehr) häufig“ dargestellt.

	„Wie oft ist es in den letzten drei Monaten vorgekommen...“					Gesamt
	Nie	Sehr selten	Gelegentlich	(Sehr) häufig	k.A.	
... dass der Motor sehr plötzlich und überraschend einsetzte? (%)	73,5	18,1	5,3	1,4	1,7	100
... dass der Motor nachließ [...]? (%)	75,1	15,1	6,1	1,0	2,5	100
... dass Sie viel stärker gebremst haben, als Sie es eigentlich vorhatten? (%)	54,0	34,5	8,1	2,2	1,3	100
... dass Sie beim Fahren (beinahe) die Balance verloren haben? (%)	72,4	22,6	2,8	1,3	1,2	100
... dass Sie beim Losfahren oder Anhalten (beinahe) die Balance verloren haben? (%)	63,5	28,0	6,1	1,3	1,2	100
... dass das Vorderrad durchdrehte?* (%)	73,4	15,9	6,4	2,1	2,1	100

* Nur dargestellt für Pedelecs mit Vorderradantrieb (n = 93)

Tab. 7: Technische Probleme sowie Probleme mit der Fahrzeugkontrolle bei Pedelecfahrern in % (n = 775)

antrieb – Probleme mit der Traktion des Vorderrads (das sogenannte „Durchdrehen“) erlebt zu haben.

Ergänzend wurden die oben beschriebenen Probleme unter Berücksichtigung der Erfahrung mit Pedelecs betrachtet. Dazu wurden Pedelecfahrer mit bis maximal drei Monaten Erfahrung (n = 77) denjenigen mit mehr als drei Monaten Pedelecfahrung (n = 692)¹⁶ gegenübergestellt. Die Ergebnisse sprechen für einen Rückgang der Probleme bei einer Pedelecfahrung von mehr als drei Monaten, und zwar bei allen in der Befragung adressierten Problemfeldern (siehe Tabelle 8). Dies zeichnet sich in den deskriptiv häufigeren „nie“-Antworten der erfahreneren Fahrer ab und schließt Probleme mit dem Fahrzeughandling ebenso ein wie technische Probleme mit dem Fahrzeug. Insgesamt erscheint jedoch der Effekt der Erfahrung im hier gewählten Split bei drei Monaten eher geringfügig.

3.2.5 Berichtetes Unfallgeschehen

Die Befragten gaben Auskunft darüber, ob sie in den vergangenen drei Jahren als Pedelecfahrer an einem Unfall beteiligt waren. Falls ja, waren sie angehalten, diesen Unfall bzw. bei mehr als einem Unfall den schwereren bzw. schwersten Unfall näher zu beschreiben. Ein Anteil von 7,1 % (n = 55) berichtete, als Pedelecfahrer an mindestens einem Unfall (davon 30,9 % an mind. zwei Unfällen) beteiligt gewesen zu sein. Die nachfolgend berichteten

ausführlichen Analysen beziehen sich ausschließlich auf diese 55 Fahrer. Die deskriptive Gegenüberstellung dieser unfallbeteiligten Pedelecfahrer mit den nicht unfallbeteiligten zeigte keine Unterschiede hinsichtlich des Geschlechts und nur geringfügige Unterschiede hinsichtlich des Alters sowie der im Straßenverkehr gewählten Geschwindigkeit beim ungehinderten Fahren (Tabelle 9). Die verunfallten Fahrer berichteten jedoch häufiger eine (fast) tägliche Pedelecnutzung, eine hohe allgemeine Risikobereitschaft sowie – wenn auch insgesamt selten – höhere Schwierigkeiten, eine Strecke von 5 km ohne Motorunterstützung zurückzulegen (sehr anstrengend“ oder „zu anstrengend“).

Fahrradtyp

45 der 55 Verunfallten gaben an, mit dem derzeit genutzten Pedelec verunfallt zu sein. Dabei handelte es sich zumeist um ein E-Cityrad / E-Hollandrad / E-Cruiser (66,7 %). Darauf folgten das E-Trekking- bzw. E-Crossrad (20,0 %) und das E-Mountainbike (8,9 %). Nur ein Fahrer verunglückte mit einem Lastenrad (2,2 %), und einer machte keine Angabe zum Fahrradtyp.

Behandlung des Unfalls

36 von insgesamt 55 Verunfallten (65,5 %) berichteten, sich bei dem Pedelecunfall verletzt zu haben. Bei der Teilstichprobe mit Verletzten erfolgte in den meisten Fällen keine ärztliche Behandlung; die Verletzungen wurden entweder gar nicht (5,6 %) oder

¹⁶ Bei Vorderradantrieb nur n = 11 mit bis drei Monaten Erfahrung vs. n = 82 mit mehr als drei Monaten Erfahrung.

		„Wie oft ist es in den letzten drei Monaten vorgekommen...“					Gesamt
		Nie	Sehr selten	Gelegentlich	(Sehr) häufig	k.A.	
... dass der Motor sehr plötzlich und überraschend einsetzte? (%)	≤ 3 Monate	62,3	19,5	6,5	6,5	5,2	100
	> 3 Monate	74,9	18,1	5,2	0,9	1,0	100
... dass der Motor nachließ [...] (%)	≤ 3 Monate	67,5	16,9	5,2	5,2	5,2	100
	> 3 Monate	76,0	14,9	6,2	0,9	2,0	100
... dass Sie viel stärker gebremst haben, als Sie es eigentlich vorhatten? (%)	≤ 3 Monate	48,0	33,8	11,7	2,6	3,9	100
	> 3 Monate	54,6	34,7	7,7	2,2	0,9	100
... dass Sie beim Fahren (beinahe) die Balance verloren haben? (%)	≤ 3 Monate	64,9	22,1	3,9	3,9	5,2	100
	> 3 Monate	73,2	22,6	2,7	0,7	0,6	100
... dass Sie beim Losfahren oder Anhalten (beinahe) die Balance verloren haben? (%)	≤ 3 Monate	57,1	28,6	9,1	1,3	3,9	100
	> 3 Monate	64,0	28,2	5,8	1,3	0,7	100
... dass das Vorderrad durchdrehte? (%)	≤ 3 Monate	45,5	27,3	9,1	9,1	9,1	100
	> 3 Monate	76,8	14,6	6,1	1,2	1,2	100

Tab. 8: Technische Probleme sowie Probleme mit der Fahrzeugkontrolle in Abhängigkeit von der Erfahrung mit Pedelecs in %: „Wie oft ist es in den letzten drei Monaten vorgekommen, ...“

	Verunfallte Pedelec-fahrer (n = 55)	Nicht verunfallte Pedelec-fahrer (n = 720)
Alter (Ø)	60,1 Jahre	56,4 Jahre
Anteil männlicher Fahrer	52,7 %	53,9 %
Strecke von 5 km ohne Motorunterstützung als „sehr“ bzw. „zu anstrengend“	12,7 %	8,8 %
Sehr häufige Pedelecnutzung („fast täglich“/„täglich“)	32,7 %	16,5 %
Mittlere Geschwindigkeit bei ungehindertem Fahren im Straßenverkehr	21,4 km/h (n = 48)	20,7 km/h (n = 635)
Hohe Risikobereitschaft*	27,2 %	14,9 %
E-Bike-Excitement (Ø) (1 = „gar nicht“ bis 5 = „sehr“)	3,5	3,6

* Gemäß dem Split der allgemeinen Risikobereitschaft in „niedrige/ mittlere Ausprägung“ vs. „hohe Ausprägung“ (mittlere Kategorie bis „gar nicht risikobereit“ vs. die oberen beiden Antwortkategorien mit dem Endpol „sehr risikobereit“).

Tab. 9: Unterschiede zwischen verunfallten und nicht verunfallten Pedelecfahrern (n_{Gesamt} = 775)

selbst behandelt (63,8 %). Die elf Verletzten, die ärztliche Hilfe in Anspruch nahmen, ließen sich ambulant versorgen (19,4 %, n = 7) oder wurden stationär im Krankenhaus aufgenommen (11,1 %, n = 4).

Unfallsituation/-gegner

In Bild 18 ist die Häufigkeit der unterschiedlichen Unfallsituationen bzw. Unfallgegner dargestellt, einschließlich der elf Fälle, in denen diese als „Sonsti-

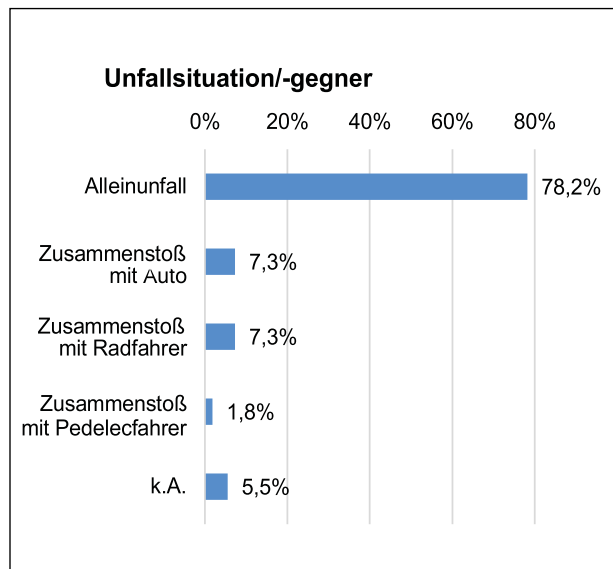


Bild 18: Unfallsituation/-gegner der verunfallten Pedelecfahrer (n = 55). Kumulation zu 100 %

ge“ klassifiziert, mit Freitext beschrieben und auf Basis dieser Beschreibung nachträglich der passenden Kategorie zugeordnet wurden. Bei der Mehrheit der Unfälle handelte es sich um einen Alleinunfall (78,2 %). Nur selten wurde ein Zusammenstoß mit einem Auto oder Fahrrad berichtet (je 7,3 %). Zusammenstöße mit Lkw oder Bussen, Motorrädern, Fußgängern oder offenen Fahrzeugtüren traten den Befragten zufolge nicht auf.

Hauptursache

Bei der Frage nach der Hauptursache des Unfalls war nur eine Nennung möglich. Am häufigsten wurde die Wegbeschaffenheit genannt (siehe Bild 19). Glätte und Nässe wurden als eigene Kategorie (Witterungsbedingungen) geführt, aber von nur drei Personen (5,5 %) und somit vergleichsweise selten genannt. Bei jeweils einem Viertel der Unfälle wurde die Hauptursache beim Unfallgegner bzw. einem selbst gesehen. Dies beinhaltet eine Vielzahl von Unfallursachen, die im Rahmen der Befragung nicht näher differenziert wurden. Laut der (insgesamt sehr seltenen) Freitextangaben wurde bei selbst verursachten Unfällen beispielsweise angegeben, dass man die Balance verlor, nicht schnell genug aus den Klickpedalen kam, der Schnürsenkel in die Kette geriet oder man beim Absteigen stürzte, z. B. weil man mit dem Fuß umknickte. Selten wurde der

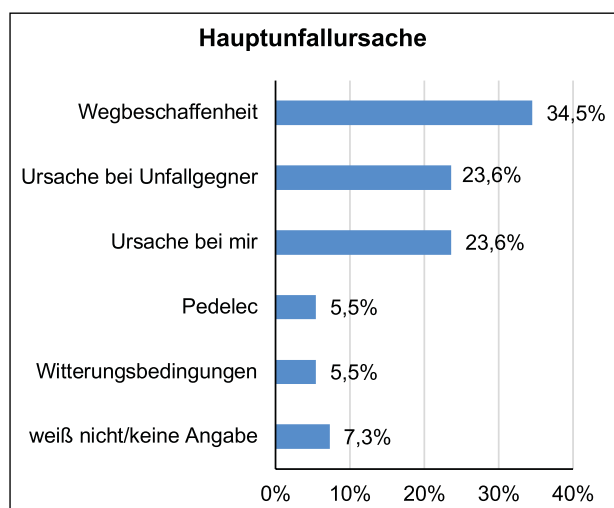


Bild 19: Hauptunfallursache der Pedelecunfälle (n = 55). Kumulation zu 100 %

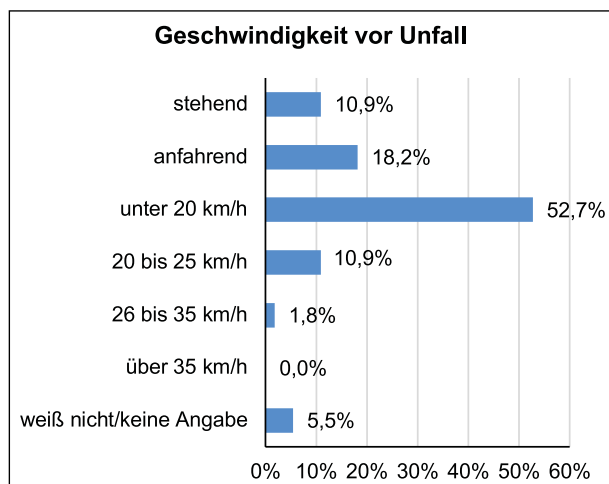


Bild 20: Berichtete Geschwindigkeit vor dem Pedelecunfall (n = 55). Kumulation zu 100 %

Unfall auf das Pedelec selbst zurückgeführt (5,5 %). In einem Fall wurde angegeben, dass das Fahrzeug schwer sei.

Geschwindigkeit vor dem Unfall

Ein knappes Drittel der Unfälle ereignete sich nicht während der Fahrt, sondern beim Stehen oder Anfahren (Bild 20). Die Unfälle, die während der Fahrt auftraten, geschahen überwiegend bei gemäßigten Geschwindigkeiten von weniger als 20 km/h. Nur von einem geringen Anteil der Pedelecfahrer wurde eine überdurchschnittliche (siehe Kapitel 3.2.4) Geschwindigkeit berichtet (10,9 %), die jedoch noch binnen des Geschwindigkeitsbereichs lag, bei dem eine legitime Motorunterstützung vorliegt. Nur in einem einzigen Fall lag die Geschwindigkeit oberhalb von 25 km/h.

Nutzungszweck zum Zeitpunkt des Unfalls

Besonders häufig ereigneten sich die Unfälle auf Ausflugsfahrten und bei Fahrten zur Arbeit oder Ausbildungsstätte. Die übrigen Nennungen entfallen auf viele weitere Nutzungszwecke, die in Bild 21 dargestellt werden.

Nachfolgend wird die berichtete Geschwindigkeit zum Unfallzeitpunkt für die beiden zum Unfallzeitpunkt häufigsten Nutzungszwecke verglichen (s. Tabelle 10). Die Ergebnisse sprechen für eine geringere Geschwindigkeit zum Unfallzeitpunkt bei Ausflugsfahrten als bei Fahrten zur Arbeit bzw. Ausbildungsstätte. Im Rahmen von Ausflugsfahrten ereigneten sich die Unfälle häufiger beim Stehen bzw. Anfahren. Ferner bleiben die berichteten Geschwindigkeiten ausnahmslos unter 20 km/h.

		Ausflugsfahrten	Fahrten zur Arbeit/Ausbildungsstätte
Geschwindigkeit zum Unfallzeitpunkt	Stehend/anfahrend	7 (43,8 %)	3 (21,4 %)
	< 20 km/h	9 (56,3 %)	7 (50,0 %)
	20 bis 25 km/h	-	4 (28,6 %)
	26+ km/h	-	-
Gesamt		16 (100 %)	14 (100 %)

Tab. 10: Geschwindigkeit zum Unfallzeitpunkt für Ausflugsfahrten (n = 16) und Fahrten zur Arbeit/Ausbildungsstätte (n = 14) als Häufigkeit (und in %)

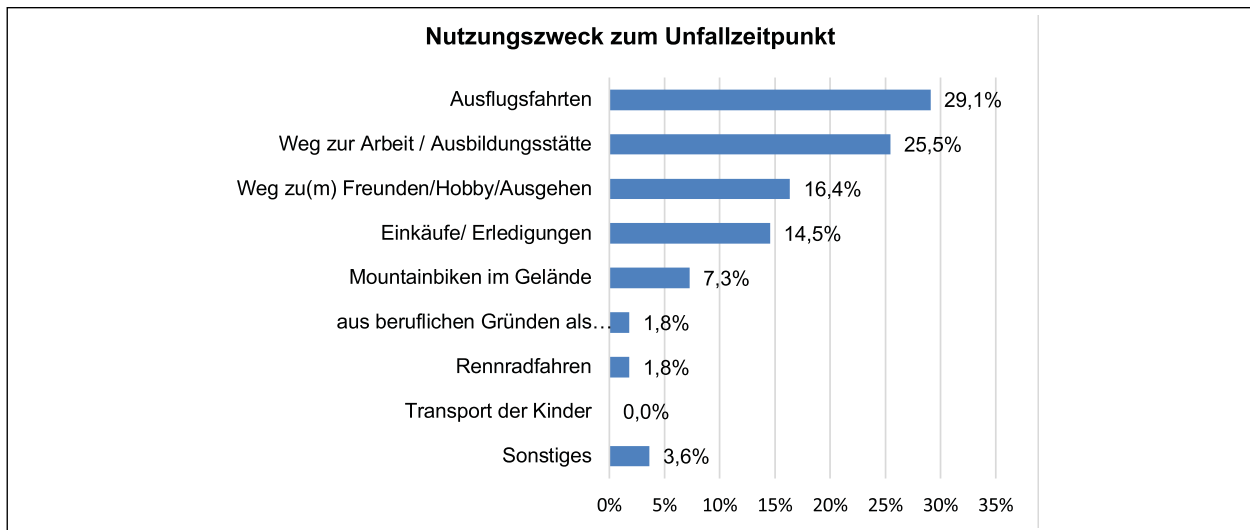


Bild 21: Berichteter Nutzungszweck des Pedelecs zum Unfallzeitpunkt (n = 55). Kumulation zu 100 %

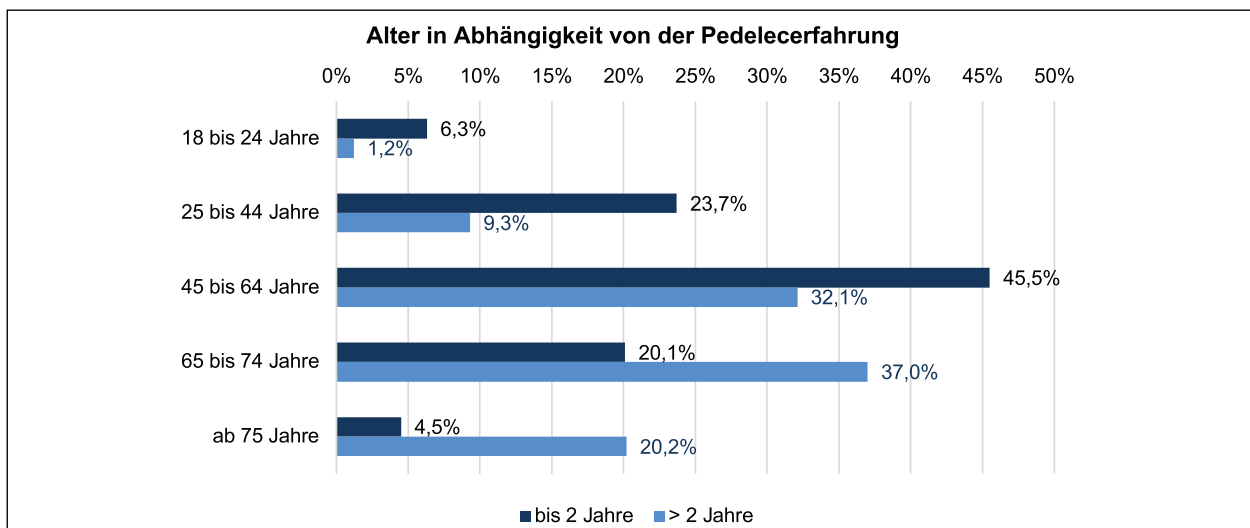


Bild 22: Alterskategorien der Pedelecfahrer mit bis zu zwei Jahren Erfahrung (n = 448, dunkelblau) vs. mehr als zwei Jahre Erfahrung (n = 321, hellblau). Kumulation zu je 100 %

Polizeiliche Aufnahme des Unfalls

Die meisten verunfallten Pedelecfahrer gaben an, der Unfall sei nicht polizeilich erfasst worden (89,1 %). Dazu gehörten alle 34 berichteten Alleinunfälle. Ein Anteil von 7,3 % (vier Unfälle) berichtete eine polizeiliche Erfassung des Unfalls, davon je zwei mit einem Pkw bzw. mit einem nicht näher beschriebenen Unfallgegner. Ein Anteil von 3,6 % traf keine Aussage zur polizeilichen Erfassung des Unfalls.

3.2.6 Veränderungen der Fahrergruppe in den vergangenen Jahren

In der vorliegenden Befragung zeigt sich eine Veränderung der Nutzergruppe von Pedelecs über die Zeit. Stellt man die Gruppe der Fahrer, die seit mehr als zwei Jahren ein Pedelec nutzen (n = 321) denen

gegenüber, die bislang maximal zwei Jahre Pedelec fahren (n = 448), zeichnet sich eine Verjüngung der Nutzergruppe ab (siehe Bild 22). Das Durchschnittsalter der Gruppe, die seit höchstens zwei Jahren ein Pedelec nutzt, liegt deutlich niedriger (M = 51,9 vs. 63,4 Jahre).

Diese jüngere Gruppe mit maximal zwei Jahren Pedelecerfahrung nutzt etwas häufiger das Pedelec eines Freundes, Angehörigen oder Partners mit (27,0 % vs. 12,2 %), besitzt seltener ein eigenes (66,1 % vs. 84,7 %) und fährt – vermutlich auch deswegen – insgesamt etwas seltener Pedelec als die Fahrer mit mehr als zwei Jahren Pedelecerfahrung (siehe Bild 23). Keine Unterschiede zeigen sich hingegen bei der Geschlechterverteilung. Die Nutzung eines getunten Pedelecs wird in beiden Gruppen ähnlich selten berichtet – jedoch ist dieser Vergleich

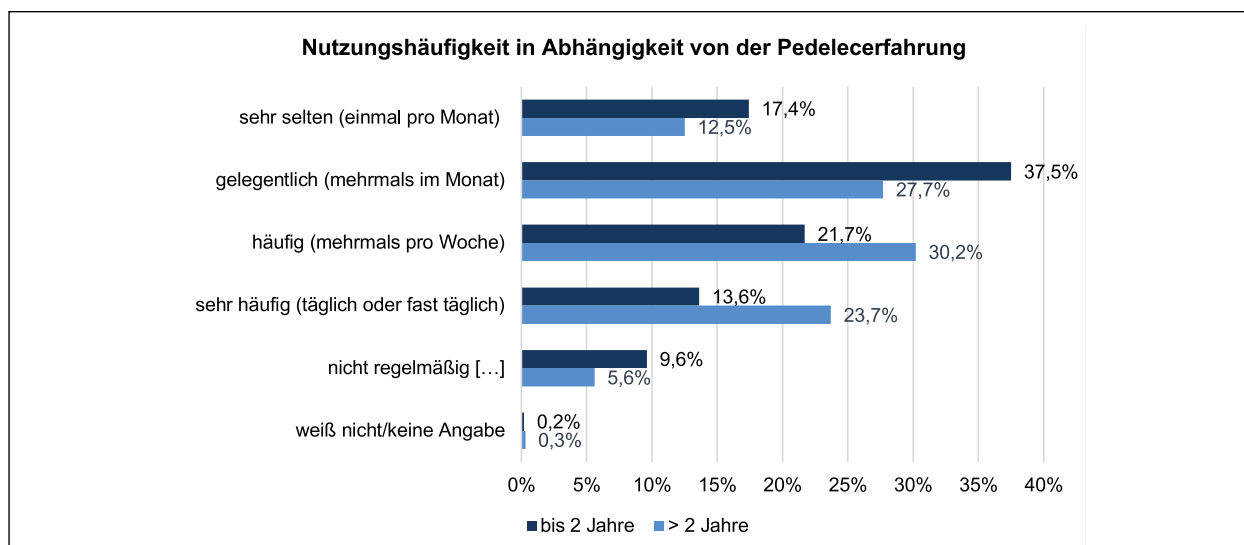


Bild 23: Nutzungshäufigkeit des Pedelecs bei Pedelecfahrern bis zwei Jahre Erfahrung (n = 448, dunkelblau) vs. mehr als zwei Jahre Erfahrung (n = 321, hellblau). Kumulation zu 100 %

aufgrund der geringen Fallzahl nicht belastbar. Es deutet sich jedoch an, dass ein höherer Anteil der Fahrer mit weniger als zwei Jahren Pedelecerfahrung bei ungehinderter Fahrt im Straßenverkehr eine Geschwindigkeit über 25 km/h wählt (12,1 % vs. 5,6 %) und daher auch im Schnitt mit 21,3 km/h (vs. 19,9 km/h) etwas schneller fährt. Insgesamt liegt die berichtete Unfallbeteiligung als Pedelecfahrer in den vergangenen drei Jahren zwar niedriger (4,5 % statt 11,0 %), beinhaltet jedoch einen deutlich kürzeren Nutzungszeitraum und könnte demnach auch allein die geringere Exposition widerspiegeln.

3.2.7 Mietpedelecfahrer

In die Befragung wurden auch die Pedelecfahrer aufgenommen, die sich bereits für mehr als eine Woche ein Pedelec ausgeliehen hatten. Diejenigen, die nicht das Pedelec eines Partners, Angehörigen oder Freundes mitnutzen, sondern die Nutzung eines Mietpedelecs berichteten, werden im vorliegenden Abschnitt separat behandelt. Dabei ist einschränkend vorwegzunehmen, dass der verwendete Fragebogen nicht explizit auf die Abbildung von Nutzungskonzepten ausgerichtet war, die mit einer unregelmäßigen Nutzung möglicherweise unterschiedlicher elektrifizierter Fahrzeug- und Fahrradtypen einhergehen. Die Mietpedelecnutzung war mit adressiert worden, um erste Eindrücke von dieser – vermeintlich zahlenmäßig geringen – Nutzergruppe zu gewinnen. Dass diese Gruppe einen Anteil von 20,0 % der Stichprobe einnehmen würde, hatte man den wenigen bislang vorliegenden Infor-

mationen zu Mobilitätsverhalten und Nutzungscharakteristika nicht entnehmen können. Somit weist die vorliegende Studie zwar die Bedeutung des Nutzungskonzepts "Mietrad" bei elektrifizierten Rädern aus und vermag auch eine Beschreibung ihrer Nutzergruppe zu liefern. Manche Analysen sind jedoch durch die sporadische und womöglich auch wechselnde Nutzung unterschiedlicher Pedelecs – hier nicht erfragt – nicht aussagekräftig, insbesondere diejenigen, die auf die Beschreibung des Pedelec bzw. S-Pedelecs sowie die Erfahrung damit abzielen. Zudem fehlen aufgrund eines Programmierfehlers bei der Implementierung des Fragebogens die Angaben zum Fahrzeugtyp (Pedelec vs. S-Pedelec). Allerdings ließe sich auch bei Vorliegen dieser Information nicht sagen, ob sich die berichteten Erfahrungen und Verhaltensweisen auf dasselbe oder zumindest ein vergleichbares Fahrzeug beziehen oder auf ein gänzlich anderes. Eine plausible, aber unbestätigte Annahme ist, dass sich die Angaben der Mietpedelecfahrer überwiegend auf die Nutzung eines Pedelecs beziehen und nur in wenigen Fällen auf die eines seltenen S-Pedelecs. In den nächsten Absätzen erfolgt eine kurze Beschreibung ausgewählter Merkmale der Nutzergruppe und ihres Fahrverhaltens mit entsprechenden Bezügen zur bereits beschriebenen Gruppe der Pedelecfahrer.

Fahrermerkmale

Mietpedelecfahrer sind häufiger männlich (61,3 %) und im Schnitt jünger als die Pedelecfahrer ($M_{\text{Mietpedelec}} = 47,0$ Jahre, $M_{\text{Pedelec}} = 56,7$ Jahre). Nur ein Anteil von 17,1 % ist 65 Jahre oder älter. In der Befra-

gung beschrieben sie sich als genauso risikobereit wie es die Gruppe der Pedelecfahrer tat. Auch hinsichtlich der Beurteilung der wahrgenommenen Sicherheit im Straßenverkehr erwiesen sich beide Gruppen als vergleichbar.

Nutzungsverhalten

Insgesamt liegt die Nutzungshäufigkeit des Mietpedelecs deutlich unterhalb der Nutzungshäufigkeit der Pedelecfahrer. Eigenen Angaben zufolge werden die gemieteten Pedelecs zumeist nur „[...] unregelmäßig“ oder „sehr selten“, d. h. etwa einmal im Monat, genutzt (82,4 %). 9,0 % berichteten, „gelegentlich (mehrmals im Monat)“ und 8,0 % „(sehr) häufig (mindestens mehrmals pro Woche)“ zu fahren. Da die Befragung nicht explizit auf die Mietpedelecnutzung zugeschnitten war, bleibt der Bezug der Nutzungshäufigkeit zum Mietzeitraum offen. Überwiegend gaben die Mietpedelecfahrer an, selbiges für Aktivitäten zu nutzen, die als Urlaubs- oder Wochenendgestaltung gelten dürften. Dazu gehören insbesondere Ausflugsfahrten (75,4 %), aber auch das Mountainbiken im Gelände (15,6 %). Einige Nennungen entfielen zudem auf alltägliche Nutzungszwecke – wie beispielsweise Einkäufe/Erledigungen (13,6 %), Wege zu Freunden/Hobby etc. (15,1 %) oder Fahrten zur Arbeit oder Ausbildungsstätte (9,0 %). Dass ein Anteil von 3,0 % die Nutzung des Pedelecs aus beruflichen Gründen als Arbeitsmittel aufführte, könnte daraufhin deuten, dass die Konzepte des Mietpedelecs – hier berichtet – und des Dienstrads für die Befragten nicht hinreichend deutlich unterscheidbar waren.

Geschwindigkeitswahl

Die bei ungehindertem Fahren im Straßenverkehr gewählte Geschwindigkeit liegt bei Fahrern elektrifizierter Mieträder mit $M = 24,2$ km/h höher als bei Pedelecfahrern mit $M = 20,7$ km/h. Zudem wählt ein höherer Anteil der Mietpedelecfahrer Geschwindigkeiten oberhalb von 25 km/h (Mietpedelec = 21,5 % vs. Pedelec = 9,8 %).

Probleme mit Fahrzeugkontrolle

Auf die Frage nach verschiedenen Problemen im Umgang mit dem elektrifizierten Fahrzeug antworteten Mietpedelecfahrer seltener mit „nie“ als Pedelecfahrer. Dies gilt für das plötzliche und überraschende Einsetzen des Motors („nie“_{Pedelec} = 73,5 %, „nie“_{Mietpedelec} = 58,3 %), für das Nachlaufen des Motors („nie“_{Pedelec} = 75,1 %, „nie“_{Mietpedelec} = 49,7 %) und für ein unbeabsichtigt starkes Bremsen („nie“_{Pedelec} = 53,9 %, „nie“_{Mietpedelec} = 44,2 %).

Nicht die geringsten Unterschiede zwischen den beiden Gruppen zeigen sich hingegen bei der Balance, weder beim Fahren bzw. Losfahren noch beim Anhalten. Dies spricht für häufigere Probleme bei Mietpedelecfahrern, die zumindest teilweise in mangelnder Vertrautheit mit der Tretunterstützung liegen dürften. Ein Vergleich hinsichtlich der Häufigkeit des Auftretens dieser Schwierigkeit erscheint angesichts der unterschiedlichen Nutzungshäufigkeit der beiden Gruppen als nicht zielführend.

Unfallbeteiligung

Sieben Befragte berichteten von einem Unfall mit dem gemieteten Pedelec. Dabei handelte es sich um vier Alleinunfälle, einen Zusammenstoß mit einem fahrenden Motorrad sowie zwei nicht näher beschriebene Unfälle, die sich im Stand ereigneten. In den anderen fünf Unfallsituationen lag die vor dem Unfall bzw. vor dem initiierten Bremsmanöver gefahrene Geschwindigkeit in vier Fällen unter 20 km/h und in einem Fall über 35 km/h. Zwei Fahrer behandelten sich selbst; je ein Fahrer wurde ambulant bzw. stationär behandelt. Drei Fahrer machten keine Angaben zur Art der Behandlung. Sechs der sieben Fahrer verneinten eine polizeiliche Erfassung des Unfalls, einer machte diesbezüglich keine Angabe.

3.3 Zusammenfassende Diskussion

Die Ergebnisse der deutschlandweiten Online-Befragung basieren auf den Antworten von $n = 997$ Fahrern elektrifizierter Zweiräder, die eigenen Angaben zufolge zumindest gelegentlich ein Pedelec oder S-Pedelec nutzen. Mit $n = 775$ fuhren die meisten Befragten ein Pedelec mit einer Tretunterstützung bis 25 km/h. Aufgrund des geringen S-Pedelec-Bestands (ZIV, 2015, 2018) konnten mit $n = 23$ nur wenige S-Pedelecfahrer in die Befragung aufgenommen werden. Deren Ergebnisse sind in Kapitel 6 dokumentiert. Unerwartet groß zeigte sich mit $n = 199$ die Gruppe der Befragten, die ein elektrifiziertes Mietrad nutzten. Aufgrund der damit verbundenen Unterschiede im Nutzungskonzept – einer überwiegend sporadischen Nutzung womöglich auch unterschiedlicher Fahrzeugtypen – wurde diese Gruppe separat betrachtet. Der Schwerpunkt der Analyse lag auf der Beschreibung der 775 Pedelecfahrer. Die Befragung adressierte personen- und fahrzeugbezogene Charakteristika, das Fahr- und Nutzungs-

verhalten, mögliche Probleme im Umgang mit dem Pedelec, in den vergangenen drei Jahren erlebte Unfälle sowie die Beschreibung des (schwersten) Unfalls. Somit liegt ein thematisch breiter Überblick zur Beschreibung der Gruppe der Pedelecfahrer vor, der dafür an manchen Stellen auf Kosten einer tiefergehenden Betrachtung gehen mag.

Erwartungsgemäß zeigte sich in der Gruppe der Pedelecfahrer mit 56,7 Jahren ein hohes Durchschnittsalter, das zwischen den bisherigen Befunden früherer in Deutschland durchgeführter Befragungsstudien liegt (zwischen 52 und 60 Jahren bei ALRUTZ et al., 2015; KRÖLING & GEHLERT, 2016; VON BELOW, 2016). Dahingegen erscheint die vorliegende Geschlechterverteilung mit einem Anteil weiblicher Fahrer von 46,2 % ausgewogener als in früheren Studien, die einen geringeren Anteil von etwa einem Drittel berichtet hatten (EBD.). Überaus hoch liegt in der vorliegenden Befragung der Anteil der Fahrer, der höchstens ein Jahr Erfahrung mit Pedelecs aufweist – dies betrifft ein Drittel der Pedelecfahrer. Zurückgehen dürfte dies zum einen auf die jährlich steigenden Verkaufszahlen bei einem – im Vergleich zum konventionellen Fahrrad – noch geringen Pedelecbestand. Im Jahr der Befragung (2018) stiegen die Absatzzahlen erneut, und zwar um 36,1 % auf 980.000 elektrifizierte Räder (ZIV, 2019), davon schätzungsweise 98 – 99 % Pedelecs (vgl. ZIV, 2018). Zudem könnte es durch die Zunahme besitzunabhängiger Nutzungskonzepte wie einer Mitnutzung des Pedelecs von Freunden, Angehörigen und Partnern mitbegünstigt werden. Bei Gegenüberstellung derjenigen, die seit mehr als zwei Jahren Pedelec fahren, mit denjenigen, die es erst in den vergangenen zwei Jahren für sich entdeckt haben, zeigt sich, dass Letztere häufiger das Fahrzeug eines anderen mitbenutzen. Möglicherweise stellt diese Mitbenutzung den Einstieg in einen späteren Eigenerwerb dar. Insgesamt sprechen die Ergebnisse für eine Veränderung der Nutzergruppe hin zu einer jüngeren und etwas geschwindigkeitsaffineren Gruppe. Bei der Gegenüberstellung der Fahrer mit bis zu zwei Jahren vs. mehr als zwei Jahren Pedelecerfahrung fanden die anteilig höchsten Zuwächse in der neuen Nutzergruppe bis maximal zwei Jahren Pedelecerfahrung bei den 18- bis 24-Jährigen (von 1,2 % auf 6,3 %) sowie den 25- bis 44-Jährigen (von 9,3 % auf 23,7 %) statt. Setzt sich diese Entwicklung fort, ist im Zuge der stark wachsenden Verbreitung von Pedelecs auch eine zunehmende Repräsentanz jüngerer Altersgruppen zu erwarten, was sich auch

in den Unfallstatistiken niederschlagen dürfte. Die bisherigen Befunde deuten bereits in diese Richtung (Statistisches Bundesamt, 2016, 2019).

Kein einziger der 775 Pedelecfahrer gab an, ein vom konventionellen Fahrrad zum Pedelec nachgerüstetes Fahrzeug zu nutzen. Demnach stellen nachgerüstete Fahrzeuge keinen nennenswerten Anteil am Pedelecbestand. Hinsichtlich des Fahrzeugtyps dominieren elektrifizierte City- und Hollandräder, gefolgt von Trekking-/Crossrädern und an dritter Stelle den Mountainbikes. Während mit einem Anteil von 1,3 % die dedizierten Lastenräder noch sehr selten sind, lassen die höheren Absatzzahlen (4 % im Jahr 2018) einen allmählichen Anstieg im Bestand erwarten (ZIV, 2019). Derzeit ist die seltene (2,5 %) oder gelegentliche Nutzung eines Anhängers (4,9 %) vergleichsweise stärker verbreitet. Die Mehrheit der Pedelecs verfügt über einen Mittelmotor am Tretlager, der als vorteilhaft gilt, um den Schwerpunkt des Fahrzeugs nach unten zu verlagern (JELLINEK, et al., 2013). Seltener sind der bei sportlichen Pedelecs verwendete Hinterradantrieb (16,3 %) und der Vorderradantrieb (12,1 %).

Die Pedelecnutzung scheint nur selten mit einer stark eingeschränkten körperlichen Befähigung zum nicht motorunterstützten Fahren einherzugehen. In der vorliegenden Befragung wurde das Ausmaß der Anstrengung, eine ebene Strecke von 5 km ohne Motorunterstützung zurückzulegen, zur Operationalisierung der körperlichen Befähigung zum konventionellen Fahrradfahren gewählt. Nur etwa jeder zehnte Pedelecfahrer gab an, nicht oder nur unter großer Anstrengung in der Lage zu sein, diese Distanz ohne Motorunterstützung zurücklegen zu können. Demnach geht die Pedelecnutzung in den allermeisten Fällen weniger darauf zurück, dass die Fahrer auf die motorisierte Unterstützung angewiesen sind, als vielmehr auf andere Gründe wie beispielsweise Extramotive, zu denen auch die hohe Begeisterung an Geschwindigkeit und Beschleunigung als einer Facette des E-Bike-Excitements gehört. Dieses E-Bike-Excitement hat sich bei HAUSTEIN und MØLLER (2016) als ein interindividuell unterschiedlich stark ausgeprägtes Merkmal und als bedeutsamer Prädiktor für die Beteiligung an kritischen Zwischenfällen erwiesen. In der vorliegenden Befragung fand sich jedoch kein Unterschied im E-Bike-Excitement zwischen den in den vergangenen drei Jahren verunfallten und nicht verunfallten Pedelecfahrern.

Zur Erfüllung dieser Extramotive scheint den meisten Pedelecfahrern die mit legalen Mitteln erreichbare maximale Tretunterstützung von 25 km/h als ausreichend. Allerdings bewegt sich eigenen Angaben zufolge immerhin etwa jeder zehnte Pedelec-fahrer bei ungehinderter Fahrt im Straßenverkehr oberhalb einer Geschwindigkeit von 25 km/h. Zumindest bei den Fahrern, bei denen die berichtete Geschwindigkeit „nur“ 26 oder 27 km/h beträgt (5,4 %), erscheint die Annahme berechtigt, dass bauartbedingt die elektrische Motorunterstützung weiterhin aufrechterhalten wird. In den restlichen Fällen (4,6 %) mit einer Geschwindigkeit von 28 km/h bis zu 45 km/h stellt sich allerdings die Frage, ob diese Geschwindigkeit nur durch körperliche Mehranstrengung erreicht wurde oder fehlerhafte Angaben vorliegen: entweder eine fehlerbehaftete Beantwortung der Geschwindigkeitsabfrage oder ein nicht zugegebenes Tuning (nur 1,7 % der Pedelec-fahrer geben ein Tuning an). Somit bleibt offen, wie sich die Diskrepanz zwischen dem geringen Anteil berichteten Tunings und dem größeren Anteil berichteter Geschwindigkeiten (≥ 28 km/h) erklären lässt. Für die Befragten gab es für unwahre Angaben keinen plausiblen Grund, weder zur Vermeidung etwaiger Sanktionen noch aufgrund einer Tendenz zu sozial erwünschtem Verhalten. Schließlich handelte es sich um eine zugesichert anonymisierte Befragung, die online und ohne Interviewer stattfand. Nach Angaben des Befragungsinstituts haben sich Befragte bislang durchaus bereit gezeigt, Fragen zu Normverstößen offen und weitgehend ehrlich zu beantworten, auch wenn sie noch deutlich über die in der vorliegenden Studie thematisierten hinausgingen. Unwahrheitsgemäße Angaben zur Selbsttäuschung wiederum wären nur dann wahrscheinlich, wenn das Tuning ein schambesetztes Verhalten wäre, welches sich selbst gegenüber nicht eingestanden wird. Für Stigmatisierung, soziale Ächtung oder schamhaften Umgang mit Manipulationsmitteln zur Erhöhung der eigenen Geschwindigkeit gibt es jedoch keine Anhaltspunkte.

Legt man die Angaben der Befragten zum Tuning als wahrheitsgemäß aus, stellt das Tuning mit einem Anteil von knapp 2 % insgesamt einen seltenen Regelverstoß dar. Legt man die berichteten Geschwindigkeiten zugrunde, so liegt der Anteil mit knapp 5 % immer noch unterhalb bisheriger Schätzungen von 10 bis 30 % getunter Pedelecs (BR24, 2019; REIDL, 2017) und dem, was die Präsenz von einschlägigem Rüstzeug in Online-Shops nahelegen mag. Belege für eine häufigere Unfallbeteili-

gung infolge eines Fahrzeugtunings bzw. hoher Fahrgeschwindigkeiten lassen sich mit der gegebenen Datenlage aufgrund der geringen Fallzahlen nicht aufzeigen. Dennoch stellt die damit einhergehende deutlich höhere Fahrgeschwindigkeit im Straßenverkehr ein zusätzliches Risiko dar.

Die Hälfte der Fahrer reizt eigenen Angaben zufolge im Straßenverkehr die Tretunterstützung nicht aus und fährt nur bis maximal 20 km/h. Daraus lässt sich jedoch nicht ableiten, dass das Pedelec vorwiegend dazu genutzt wird, die bislang mit dem konventionellen Fahrrad übliche Geschwindigkeit einfacher zu erreichen und zu halten. Nur wenige Pedelec-fahrer (6,5 %) berichten, mit dem Pedelec nicht schneller zu fahren als mit einem konventionellen Fahrrad. Die meisten sind im Straßenverkehr eigenen Angaben zufolge zumindest etwas, viele gar deutlich schneller unterwegs. In der vorliegenden Befragung zeigte sich kein Zusammenhang zwischen der berichteten Verunfallung mit der bei ungehindertem Fahren zumeist gefahrenen Geschwindigkeit im Straßenverkehr. Offen blieb jedoch, ob diese auch zum Unfallzeitpunkt höher war, als sie bei Nutzung eines konventionellen Fahrrads gewesen wäre.

Nur ein geringer Anteil der Pedelec-fahrer gab an, sich im Straßenverkehr nicht sicher zu fühlen. Dies deckt sich mit den bisherigen Befunden zu Pedelec-fahrern (HAUSTEIN & MØLLER, 2016). Eine Bewertung dieses Ergebnisses kann nur in Hinblick auf einen normativ gesetzten Maßstab erfolgen. Demnach dürfte ein hohes Sicherheitsgefühl der steigenden Verbreitung und Nutzung von Pedelecs durchaus zuträglich sein. Mit einer steigenden Exposition lässt sich jedoch auch ein Anstieg der Unfallzahlen erwarten.

Eine mögliche Einschränkung der sicheren Verkehrsteilnahme besteht auch in den berichteten Problemen im Umgang mit dem Fahrzeug sowie der (nach eigenen Angaben vorwiegend seltenen) Ausübung potenziell gefährlicher Verhaltensweisen. Laut der selbstberichteten Häufigkeit potenziell riskanter Verhaltensweisen der Pedelec-fahrer werden Verstöße wie beispielsweise die Smartphone-nutzung zum Telefonieren oder aber Texten nur von wenigen (d. h. etwa 10 %) und vorwiegend selten berichtet. Etwas häufiger ist den Angaben der Befragten zufolge das Fahren nach dem Trinken von Alkohol oder die Rotlichtquerung; vergleichsweise verbreitet ist das dichte Überholen langsamerer Radfahrer. Bezüglich des Fahrens bei Rot sind Be-

züge zu einer älteren Befragungsstudie von Pedelecfahrern in Deutschland möglich. Diese Studie kam dahingehend zu ähnlichen Ergebnissen, dass die Mehrheit der Fahrer (> 70 %) angab, nicht bei Rot zu queren (ALRUTZ et al., 2015). Knapp die Hälfte der Pedelecfahrer verzichtet gänzlich oder gelegentlich abhängig auf die Nutzung eines Fahrradhelms. Dessen Nutzung ist zwar – im Gegensatz zur S-Pedelecnutzung – nicht verpflichtend, dennoch verspricht sie im Falle eines Unfalls eine effektive Vermeidung oder Abmilderung von Kopfverletzungen (ELVIK, 2011), die eine häufige Verletzungsfolge bei Pedelecunfällen darstellen (OTTE et al., 2014). Nicht adressiert werden konnten aus Zeitgründen die Risikowahrnehmung, die mit den betreffenden riskanten Verhaltensweisen einhergeht, oder etwaige Konfliktsituationen als mögliche Folge. Die Frage zur allgemeinen Risikobereitschaft offenbarte eine insgesamt niedrige Risikobereitschaft der Pedelecfahrer. Ein Grund dafür mag das recht hohe Durchschnittsalter dieser Fahrergruppe sein. Höher fiel die Risikobereitschaft in Übereinstimmung mit bisherigen Erkenntnissen (HARRÉ et al., 1996; ROLISON et al., 2014) bei den männlichen und vergleichsweise jüngeren Fahrern der Stichprobe aus.

Etliche Pedelecfahrer berichteten auch von Problemen mit der Fahrzeugkontrolle in den vergangenen drei Monaten. Diese scheinen nur zu einem kleinen Teil auf anfängliche Schwierigkeiten infolge mangelnder Vertrautheit zurückzugehen, da sie auch bei Fahrern mit mehr als drei Monaten Erfahrung nur etwas seltener auftreten. Manche Probleme dürften stärker selbst (mit-)verursacht sein, wie beispielsweise ein unbeabsichtigtes starkes Bremsen (z. B. durch fehlerhaften Umgang mit den effektiveren Bremsen des schnelleren Pedelecs oder durch zu hohe Geschwindigkeiten und der Notwendigkeit einer besonders schnellen Reaktion). Andere sind durch Bauart oder Motorausrüstung bedingt und folglich durch Fahrverhalten bzw. Übung weniger (z. B. Balanceschwierigkeiten infolge des höheren Gewichts gerade bei geringer Geschwindigkeit) oder gar nicht abstellbar (z. B. Motornachlaufen). Lediglich auf den Umgang mit diesen Besonderheiten könnte man sich gegebenenfalls einstellen. In den nachfolgend dargelegten Unfallberichten wurden jedoch nur wenige Pedelecunfälle (5,5 %) ursächlich auf das Pedelec zurückgeführt.

Sieben Prozent der Pedelecfahrer ($n = 55$) berichteten, in den vergangenen drei Jahren an mindestens einem Unfall während der Pedelec-

nutzung beteiligt gewesen zu sein. Diese Unfälle blieben überwiegend folgenlos; nur einer von fünf Verunfallten wurde ärztlich versorgt, die anderen blieben entweder unverletzt oder behandelten die Verletzung ohne ärztliche Hilfe. Bei den meisten Unfällen handelte es sich um einen Alleinunfall (78,2 %). Dies liegt deutlich über dem bei polizeilich erfassten Unfällen berichteten Anteil an Alleinunfällen (GEHLERT et al., 2017; OTTE et al., 2014), entspricht jedoch weitgehend den Ergebnissen einer Krankenhausstudie, die wie die vorliegende Befragung auch nicht polizeilich erfasste Unfälle einschloss (SCHEPERS et al., 2014). Der Fahrradtyp „E-Cityrad / E-Hollandrad / E-Cruiser“ war auch hier anteilig am stärksten vertreten. Angesichts der geringen Fallzahl lässt sich jedoch nicht von einer Überrepräsentation dieses Fahrradtyps gegenüber der Gesamtstichprobe sprechen.

Knapp 30 % der berichteten Pedelecunfälle ereigneten sich beim Stehen oder Anfahren. Dies legt Schwierigkeiten beim Auf- und Absteigen – wie sie auch in einer niederländischen Klinikstudie bei einem Viertel der Pedelec-Alleinunfälle berichtet wurden (SCHEPERS et al., 2014) – und der Balance bei niedrigen Geschwindigkeiten als Ursache nahe. Diese Stürze ohne Fremdbeteiligung bei sehr niedrigen Geschwindigkeiten dürften wiederum ein geringeres Verletzungsrisiko bergen. Nur wenigen Unfällen gingen nach Angaben der Befragten Geschwindigkeiten von 20 km/h und darüber voraus. Als häufigste Unfallursache wurde die Beschaffenheit des Weges angeführt, während Probleme mit der Fahrzeugkontrolle nur selten genannt wurden. Nur drei Personen führten den Unfall auf das Pedelec selbst zurück; einer davon beschrieb die Ursache näher und führte das Gewicht des Pedelecs an. Es ist jedoch denkbar, dass nicht alle Befragungsteilnehmer bei einem Unfall infolge etwaiger pedelecspezifischer Probleme mit der Fahrzeugkontrolle als Ursache das Pedelec nannten, sondern den Fehler bei sich sahen, sodass die Bedeutung fahzeugassoziierter Ursachen unterschätzt wird.

Die Nutzungszwecke zum Unfallzeitpunkt entsprechen nominell, wenn auch nicht in ihrer anteiligen Bedeutsamkeit, den zumeist genannten Nutzungszwecken. Aussagen bezüglich eines mit einem bestimmten Nutzungszweck stärker assoziierten Risikos sind jedoch ohne differenzierte Informationen zur Exposition bezüglich Fahrzeit oder Streckenlänge nicht möglich. Am häufigsten waren Unfälle bei Ausflugsfahrten sowie Fahrten zur Arbeits- oder Ausbildungsstätte, die Unterschiede in Bezug auf

die Geschwindigkeit zum Unfallzeitpunkt aufwiesen: Diese war geringer bei Ausflugsfahrten, v. a. aufgrund der häufigeren Unfälle aus dem Stand oder beim Anfahren.

Eine Gegenüberstellung verunfallter und nicht verunfallter Fahrer deutet auf einige Unterschiede zwischen beiden Gruppen hin, wie beispielsweise in der Exposition. Dies äußert sich dergestalt, dass bei den verunfallten Fahrern ein höherer Anteil eine (fast) tägliche Pedelecnutzung berichtete. Darüber hinaus unterscheiden sich die Gruppen in ihrer allgemeinen Risikobereitschaft und im Ausmaß der Anstrengung beim Zurücklegen einer Strecke von fünf Kilometern ohne Motorunterstützung (beides ausgeprägter in der verunfallten Gruppe). Häufigere Fahrten durch vorwiegend städtische Gebiete bei geringer körperlicher Befähigung oder höherer Risikobereitschaft erscheinen als plausible personale bzw. situative Risikofaktoren, auch wenn sich im Zuge einer Befragung wie der vorliegenden ihre kausale Wirkung auf das Unfallgeschehen nicht beurteilen lässt.

Angesichts ihres Anteils von etwa 20 % in der Befragungsstichprobe spielen Mietpedelecs offenbar eine bedeutsame Rolle in der E-Zweiradmobilität für vorwiegend, aber nicht ausschließlich freizeitorientierte Fahrten. Mit Mietpedelec-Flotten in Großstädten, wie beispielsweise seit 2019 durch den Anbieter Uber in Berlin, ist infolge des geschaffenen Angebots auch von einer steigenden Inanspruchnahme desselbigen auszugehen. Sollten weitere Städte folgen, könnte die Bedeutung gemieteter Pedelecs weiter zunehmen. Ebenfalls denkbar ist, dass die Miete eines Pedelecs eine Übergangsphase hin zum eigenen Besitz darstellt. Da die vorliegende Befragung jedoch nicht auf das in seiner Bedeutung unterschätzte Konzept der Mietpedelecnutzung zugeschnitten wurde, bleiben diese Fragen unbeantwortet. Dies gilt auch für die unterschiedlichen Nutzungskonzepte (z. B. einmalige oder mehrfache Nutzung desselben oder aber unterschiedlicher E-Fahrzeugtypen), die nicht weiter eruiert wurden, aber für die differenzierte Betrachtung der Fahrermerkmale und ihres Fahrverhaltens einen wichtigen Beitrag hätten leisten können. Für Aussagen zum Unfallgeschehen jedoch ist die vorliegende Stichprobe von 199 Mietpedelecfahrern, von denen nur sieben einen Unfall binnen der vergangenen drei Jahre berichteten, nicht ausreichend.

Die Aussagekraft der vorliegenden Befragung muss dahingehend als eingeschränkt gelten, als die Re-

präsentativität einer Onlinebefragung methodeninhärent stärkeren Selbstselektionsprozessen unterliegt als beispielsweise eine telefonische Ansprache durch Interviewer. Eine Telefonbefragung hätte jedoch aufgrund der geringen Prävalenz der Pedelecfahrer ungleich höhere Kosten verursacht. Im gegebenen Fall lässt sich zumindest anführen, dass das verwendete Online-Panel offline rekrutiert wurde und gemäß internen Studien des Befragungsunternehmens eine repräsentativere Abbildung der Gesamtbevölkerung ermöglicht als andere Online-Panels. Bestimmte Ergebnisse, wie die überdurchschnittlich hohe und mit bisherigen Studien konforme Altersstruktur der Pedelecfahrer, lassen zudem darauf schließen, dass zumindest keine starke Selbstselektion der internetaffineren jüngeren Fahrer begünstigt wurde. Eine Möglichkeit zur Überprüfung der Repräsentativität böte die Reanalyse repräsentativer Daten zur Mobilität von Pedelecfahrern, wie sie für das MiD aus dem Jahr 2017 vorliegen (NOBIS & KUHNIMHOF, 2018). Damit ließe sich die Nutzerstruktur der Befragung hinsichtlich Alter, Geschlecht, Bundesland und Ortslage unter Berücksichtigung der unterschiedlichen Methodiken und Erhebungszeiträume abgleichen und gegebenenfalls eine nachträgliche Gewichtung der Befragungsdaten vornehmen. Die Reanalyse ist aufgrund der erforderlichen Restrukturierung und Aggregation der Rohdaten zeitaufwändig und nicht Gegenstand des vorliegenden Projekts.

4 GIDAS-Analyse

Die GIDAS-Unfalldatenbank (German In-Depth Accident Study) bietet umfassende Erkenntnisse zum deutschen Unfallgeschehen, die in Tiefe und Güte über die in amtlichen Unfallstatistiken enthaltenen Informationen hinausgehen. Sie gründet auf einer für die Region Dresden und Region Hannover repräsentativen Erhebung von Verkehrsunfällen mit Verletzten oder Getöteten (JOHANNSEN et al., 2007). Hierbei fährt ein interdisziplinäres Team zeitgleich mit Polizei und Rettungskräften zur Unfallstelle und erhebt Daten aus verschiedenen unfallspezifischen Bereichen. Dabei werden die Erhebungsteams durch die Polizei automatisch über Unfälle mit Verletzten oder Getöteten informiert. Während der Erhebungszeiten wird dann eine repräsentative Zufallsstichprobe der Unfälle erhoben. Dies bedeutet, dass nur die Unfälle, die der Polizei gemeldet werden, grundsätzlich für die GIDAS-Erhebungen überhaupt in Frage kommen. Da viele Un-

fälle mit Fahrern konventioneller Zweiräder und Pedelecs nicht polizeilich erfasst werden, ist von einer großen Dunkelziffer auszugehen (VON BELOW, 2016). Im Anschluss an die Erhebung werden die Unfälle nach verschiedenen Klassifizierungssystemen kodiert und mittels einer Simulation rekonstruiert.

Zur Analyse des Unfallgeschehens mit Pedelec-fahrern wurden die Jahrgänge 2007 – 2018 der GIDAS-Datenbank ausgewertet. Ziel dieser Analyse war es, einen Überblick über das Unfallgeschehen von Pedelecs zu geben. Dabei wurde zunächst die Unfallentwicklung vergleichend zu den Fahrern von konventionellen Fahrrädern dargestellt. Da nur die zum Zeitpunkt der Analyse komplett kodierten Fälle in die Analyse aufgenommen wurden, wurde der Jahrgang 2018 nur teilweise berücksichtigt. Insgesamt standen für die Analyse die Unfalldaten von 7.884 Fahrern konventioneller Fahrräder sowie von 214 Pedelecfahrern, die in den Jahren 2007 – 2018 an einem Verkehrsunfall mit Verletzten beteiligt waren und in GIDAS aufgenommen wurden, zur Verfügung. Anschließend wurden die Pedelecfahrer hinsichtlich verschiedener Unfallmerkmale mit den Fahrern von konventionellen Fahrrädern verglichen. Um den Einfluss des durchschnittlich höheren Alters von Pedelecfahrern zu berücksichtigen, wurden die Vergleiche für zwei verschiedene Altersklassen durchgeführt. Da in einigen Fällen keine Kodierung der interessierenden Personen- und Unfallcharakteristika vorliegt, können die Fallzahlen von der Gesamtstichprobe über die unterschiedlichen Analysen abweichen. Abschließend wurden die Unfallursachen seitens der Pedelecfahrer mit Fokus auf die menschlichen Ursachen analysiert. Diese basieren auf strukturierten Interviews mit 135 Pedelecfahrern aus Unfällen, die in den Jahren 2009 – 2018 in die GIDAS-Datenbank aufgenommen wurden.

4.1 Entwicklung der Unfallbeteiligung von konventionellen Fahrrädern und Pedelecs

Zur Beschreibung der Unfallsituation von Pedelecfahrern wurden vergleichend die Daten für Fahrer konventioneller Fahrräder denen der Pedelecfahrer gegenübergestellt. Tabelle 11 zeigt die Anzahl der in GIDAS zur Verfügung stehenden Unfallbeteiligten für diese beiden Gruppen seit dem Jahr 2007, in dem das erste Pedelec erfasst wurde. Erwartungs-

gemäß zeigt sich, dass deutlich weniger Fahrer von Pedelecs im Unfallgeschehen zu finden sind als Fahrer konventioneller Fahrräder. Gemäß den stetig steigenden Absatzzahlen von Pedelecs (von 150.000 im Jahr 2009 bis 980.000 im Jahr 2018 nach ZIV 2013, 2019, vgl. Bild 1) nahm auch die Anzahl der an Unfällen beteiligten Pedelecfahrer in GIDAS von Jahr zu Jahr zu.

Vergleicht man das Alter der Fahrer von konventionellen Fahrrädern und Pedelecs (Bild 24), so fällt auf, dass die Fahrer von Pedelecs mit einem Durchschnittsalter von 58,5 Jahren signifikant älter waren als die Fahrer von konventionellen Fahrrädern ($M = 40,0$ Jahre; $t(227,3) = -15,6$, $p < .05$). Aus

Jahr	Konventionelle Fahrräder	Pedelecs
2007	631	1
2008	704	-
2009	718	2
2010	627	2
2011	709	9
2012	620	13
2013	668	14
2014	680	21
2015	805	36
2016	847	52
2017	746	59
2018*	129	5
Gesamt	7.884	214

* Das Jahr 2018 lag zum Analysezeitpunkt nicht vollständig kodiert vor, die dargestellten Zahlen sind folglich nicht mit denen der Vorgängerjahre in Beziehung zu setzen.

Tab. 11: Unfallbeteiligte Fahrer von konventionellen Fahrrädern und Pedelecs nach Jahren

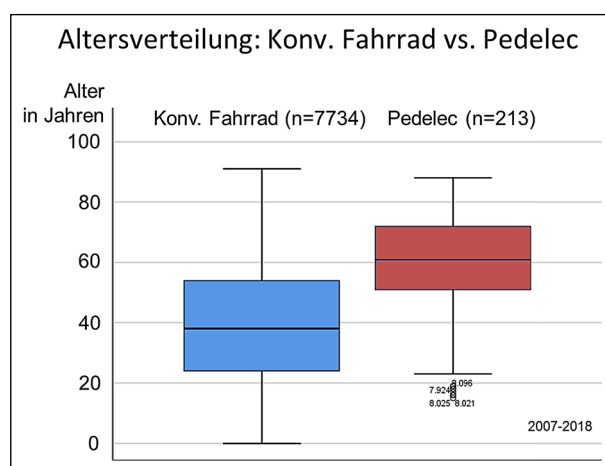


Bild 24: Altersverteilung der unfallbeteiligten Fahrer von konventionellen Fahrrädern und Pedelecs ($n = 7.947$). Jahre 2007 – 2018

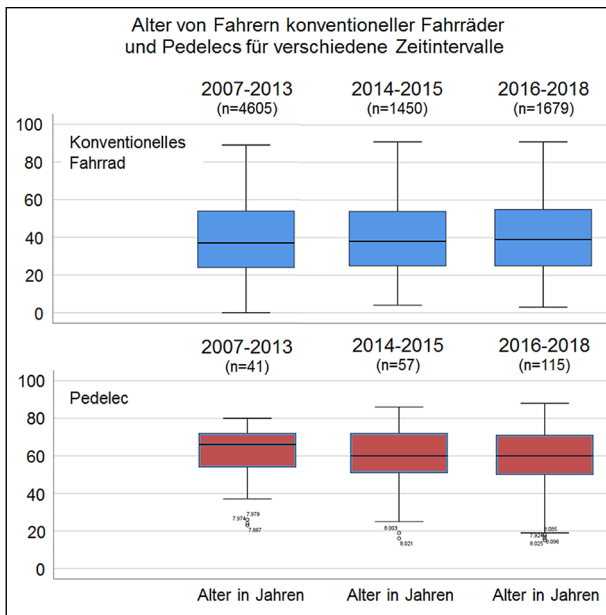


Bild 25: Alter von Fahrern konventioneller Fahrräder (n = 7.743) und Pedelecs (n = 312), die an Unfällen beteiligt waren, für verschiedene Zeitintervalle. Jahre 2007–2018

diesem Grund erscheint eine Aufteilung der Gruppen nach verschiedenen Altersklassen für die folgenden Analysen sinnvoll. Kinder und Jugendliche mit Pedelecs sind im Unfallgeschehen kaum zu finden. Es ist anzunehmen, jedoch nicht auf Basis bestehender Studien zu belegen, dass diese nur selten Pedelecs fahren.

In Bild 25 ist die Entwicklung der Altersverteilung von Pedelecfahrern über die Jahre im Vergleich zu Fahrern von konventionellen Fahrrädern dargestellt. Während sich das Altersniveau der Fahrer konventioneller Fahrräder von den Jahren 2007 – 2013 zu den Jahren 2016 – 2018 kaum veränderte, sind zunehmend jüngere Pedelecfahrer in der Unfallstatistik vertreten. Das Durchschnittsalter sank von 61 Jahren (in 2007 – 2013) auf 57 Jahre (2016 – 2018). Zudem waren in diesem Zeitraum sowohl jüngere (Alter zwischen 20 und 40 Jahre) als auch ältere Pedelecfahrer (über 80 Jahre) stärker vertreten. Hierbei ist anzumerken, dass für die Jahre 2016 – 2018 doppelt so viele Fälle zur Verfügung standen wie im Zeitraum 2014 – 2015. In den Jahren 2016 – 2018 hingegen hat sich der Altersdurchschnitt im Vergleich zu den Jahren 2014 – 2015 nicht nennenswert verändert.

Analysiert man die zeitliche Entwicklung von Pedeleccunfällen z. B. mit Daten aus der Bundes- oder Landesstatistik, muss auch beachtet werden, dass Pedelecs bei Unfällen möglicherweise durch die Polizei nicht immer erkannt und richtig kodiert wur-

		GIDAS	
		Konventionelle Fahrräder	Pedelecs
Polizeikodierung als...	Konventionelles Fahrrad	2.478 (93,2 %)	66 (41,8 %)
	Pedelec	4 (0,2 %)	43 (27,2 %)
	S-Pedelec (E-Bike)	2 (0,1 %)	37 (23,4 %)
	Fußgänger	43 (1,6 %)	6 (3,8 %)
	Andere	133 (5,0 %)	6 (3,8 %)
Gesamt		2.660 (100 %)	158 (100 %)

Tab. 12: Vergleich der Kodierung von konventionellen Fahrrädern und Pedelecs zwischen GIDAS und Polizei (2014 – 2017)

den. Ein Vergleich der GIDAS-Kodierungen von konventionellen Fahrrädern und Pedelecs der Jahre 2014 bis 2017 mit den entsprechenden Kodierungen dieser Zweiräder durch die Polizei zeigt deutliche Abweichungen (Tabelle 12). Grundlage der Analyse waren die GIDAS-Fälle, für die Unfallanzeigen der Polizei zur Verfügung standen. Während Pedelecs in GIDAS bereits seit dem Jahr 2007 erfasst wurden, ist dies bei der Polizei erst seit dem Jahr 2014 bundesweit der Fall.

Während unfallbeteiligte konventionelle Fahrräder aus der GIDAS-Datenbank durch die Polizei auch meistens als konventionelle Fahrräder kodiert wurden, unterscheiden sich die Kodierungen von Pedelecs deutlich. Von den 158 Pedelecs in GIDAS mit bekannter Polizeikodierung wurden durch die Polizei in Hannover und Dresden nur 27,2 % (43 Pedelecs) als Pedelecs kodiert. Fälschlicherweise wurden durch die Polizei 41,8 % (66 Pedelecs) als konventionelle Fahrräder, 23,4 % (37 Pedelecs) als S-Pedelecs und je 3,8 % (6 Pedelecs) als Fußgänger bzw. andere Arten der Verkehrsteilnahme kodiert. Die Kodierungen als „Andere“ (5,0 % bei konventionellen Fahrrädern und 3,8 % bei Pedelecs) scheinen Kodierfehler zu sein, die nicht auf ein fälschliches Identifizieren des Zweirads zurückzuführen sind, da zumeist ein Pkw kodiert wurde.

Eine mögliche systematische Fehlerquelle bei der Kodierung durch die Polizei könnte dadurch entstanden sein, dass das S-Pedelec bei der Kodierung der Art der Verkehrsteilnahme nach wie vor an dritter Stelle geführt wird, während Pedelecs an Position 72 und damit deutlich weiter hinten in der Ko-

dierliste erscheinen. Möglicherweise wurde deswegen oftmals das in der Liste früher erscheinende S-Pedelec fälschlicherweise anstelle des Pedelecs kodiert. Auch wenn aufgrund der geringen Fallzahlen in GIDAS keine zeitliche Entwicklung dieser Kodierabweichung durch die Polizei darstellbar ist, ist es denkbar, dass gerade in den frühen Jahren Pedelecs durch die Polizei häufig nicht als solche erkannt und kodiert wurden.

Polizeieinheiten, die auf die Aufnahme von Verkehrsunfällen spezialisiert sind, wie z. B. der Verkehrsunfalldienst VUD der Polizei in Hannover, scheinen dabei seltener Fehlkodierungen von Pedelecs zu unterlaufen als dem allgemeinen Einsatz- und Streifendienst. In Tabelle 13 und Tabelle 14 ist ein Vergleich der Kodierungen der GIDAS-Fälle mit denen des VUD Hannover sowie des Allgemeinen Einsatz- und Streifendienstes dargestellt. Der VUD und der Allgemeine Einsatz- und Streifendienst verwenden dieselben Kodierlisten mit Platzierung des S-Pedelecs an dritter Position. Hier ist erkennbar, dass durch den VUD mit 57,5 % (23 von 40) anteilig mehr Pedelecs korrekt kodiert wurden als durch

den allgemeinen Einsatz- und Streifendienst mit 22,2 % (14 von 63 Pedelecs). Aufgrund der geringen Fallzahlen kann hier allerdings nur von einem Indiz gesprochen werden.

4.2 Analyse des Unfallgeschehens von konventionellen Radfahrern und Pedelecfahrern für zwei Altersgruppen

Um das Unfallgeschehen von Pedelecfahrern zu bewerten, wurde dieses mit dem von Fahrern konventioneller Fahrräder verglichen. Aufgrund des Altersunterschieds beider Fahrergruppen ($M_{\text{Pedelec}} = 58,5$ Jahre, $M_{\text{Konventionelles Fahrrad}} = 40,0$ Jahre) wurden bei den folgenden Berechnungen die beiden Altersgruppen „18 – 64 Jahre“ und „über 64 Jahre“ getrennt betrachtet. Da sich in der Gruppe der verunfallten Pedelec-Fahrer nur wenige minderjährigen Fahrer ($n = 4$) befinden, werden bei den Berechnungen nur Unfälle erwachsener Fahrer berücksichtigt. Dies verringert die Fallzahlen auf 6.747

		GIDAS	
		Konventionelle Fahrräder	Pedelecs
Vom Verkehrsunfalldienst (VUD) Hannover kodiert als...	Konventionelles Fahrrad	596 (99,5 %)	6 (15,0 %)
	Pedelec	-	23 (57,5 %)
	S-Pedelec (E-Bike)	-	11 (27,5 %)
	Fußgänger	3 (0,5 %)	-
	Andere	-	-
Gesamt	599 (100 %)	40 (100 %)	

Tab. 13: Vergleich der Kodierung von konventionellen Fahrrädern und Pedelecs zwischen dem VUD Hannover und GIDAS (2014 – 2017)

		GIDAS	
		Konventionelle Fahrräder	Pedelecs
Vom Allgemeinen Einsatz- und Streifendienst Hannover kodiert als...	Konventionelles Fahrrad	719 (99,7 %)	21 (33,3 %)
	Pedelec	-	14 (22,2 %)
	S-Pedelec (E-Bike)	-	28 (44,4 %)
	Fußgänger	2 (0,3 %)	-
	Andere	-	-
Gesamt	721 (100 %)	63 (100 %)	

Tab. 14: Vergleich der Kodierung von konventionellen Fahrrädern und Pedelecs zwischen allgemeinem Einsatz- und Streifendienst und GIDAS (2014 – 2017)

	Konventionelles Fahrrad		Pedelec		Summe
	18 – 64 Jahre	über 64 Jahre	18 – 64 Jahre	über 64 Jahre	
Unfalltyp	5.653	1.092	120	90	6.955
Tageszeit	5.655	1.092	120	90	6.957
Unfallstelle im Straßennetz	5.643	1.091	120	90	6.944
Unfallgegner	5.655	1.092	120	90	6.957
Verletzungsschwere (MAIS)	5.469	1.050	118	88	6.725

Tab. 15: Fallzahlen für die Analyse des Unfallgeschehens von Fahrern von konventionellen Fahrrädern und Pedelecfahrern differenziert nach verschiedenen GIDAS-Variablen

Fahrer von konventionellen Fahrrädern und 210 Pedelecfahrer in den Jahren 2007 – 2018.

Für die Analyse des Unfallgeschehens wurden verschiedene Variablen der GIDAS-Datenbank herangezogen. In Tabelle 15 sind diese Variablen sowie die für die Analysen zur Verfügung stehenden unfallbeteiligten Fahrer von Pedelecs und konventionellen Fahrrädern aus GIDAS dargestellt. Hier wurden nur Beteiligte berücksichtigt, bei denen das Alter und die jeweiligen Variablen des Untersuchungsfalls bekannt waren. Fälle mit fehlender Kodierung wurden ausgeschlossen. Aufgrund fehlender Altersangaben konnten 151 Beteiligte (1 Pedelecfahrer, 150 Fahrer konventioneller Fahrräder) nicht berücksichtigt werden.

4.2.1 Unfallstelle im Straßennetz

Die Verteilung der Unfallstellen im Straßennetz für Pedelecfahrer ist in Bild 26 dargestellt. Fast ein Drit-

tel der Unfälle (32,9 %) ereignete sich auf einer Geraden und weitere 7,1 % in einer Kurve. Knapp die Hälfte der Unfälle geschah an Knoten (48,1 %), wobei die Anteile an Einmündungen (22,9 %) und Kreuzungen (25,2 %) weitgehend vergleichbar sind.

Bei Betrachtung der Verteilung der Unfallstelle getrennt nach den Altersgruppen zeigt sich, dass Unfälle von Pedelecs auf Strecken (Geraden und Kurven) im Vergleich zu Unfällen von Fahrern konventioneller Fahrrädern häufiger vorkommen (s. Bild 27 und Bild 28). Auch wenn Unfälle in Kurven relativ selten sind, ist hier der Anteil mit 6,7 % bei den Pedelecfahrern der Altersgruppe 18 – 64 Jahre bzw. 7,8 % bei den über 64-jährigen Pedelecfahrern nahezu doppelt so hoch wie bei den Fahrern konventioneller Fahrräder (18 – 64-Jährige: 3,5 %, über 64-Jährige: 2,7 %). Bei Pedelecfahrern beider Altersgruppen ist der Anteil von Unfällen an Geraden bzw. Kurven (je 40,0 %) erkennbar höher als bei

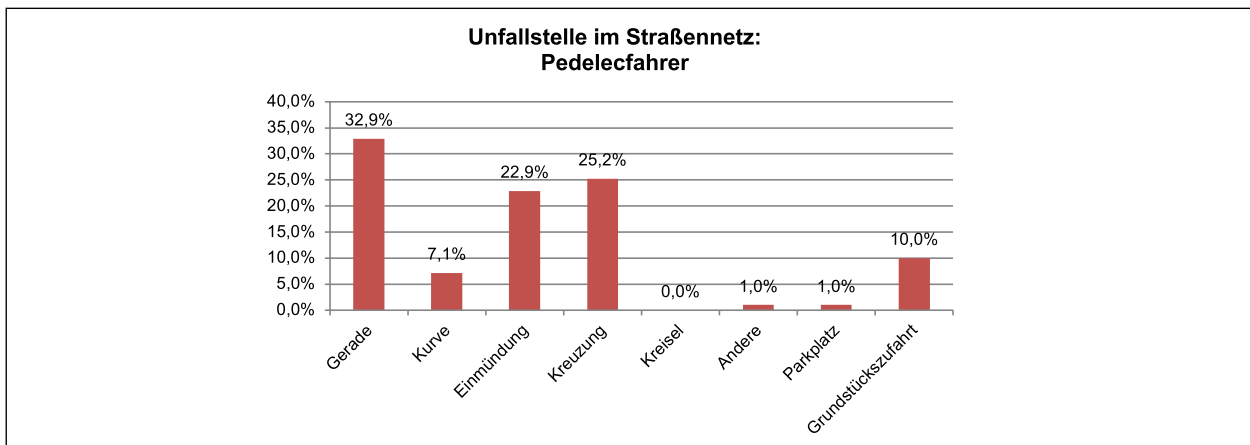


Bild 26: Analyse der Unfallstelle im Straßennetz in GIDAS bei Unfällen für Pedelecfahrer über 17 Jahre (n = 210). Kumulation zu 100 %. Jahre 2007 – 2018

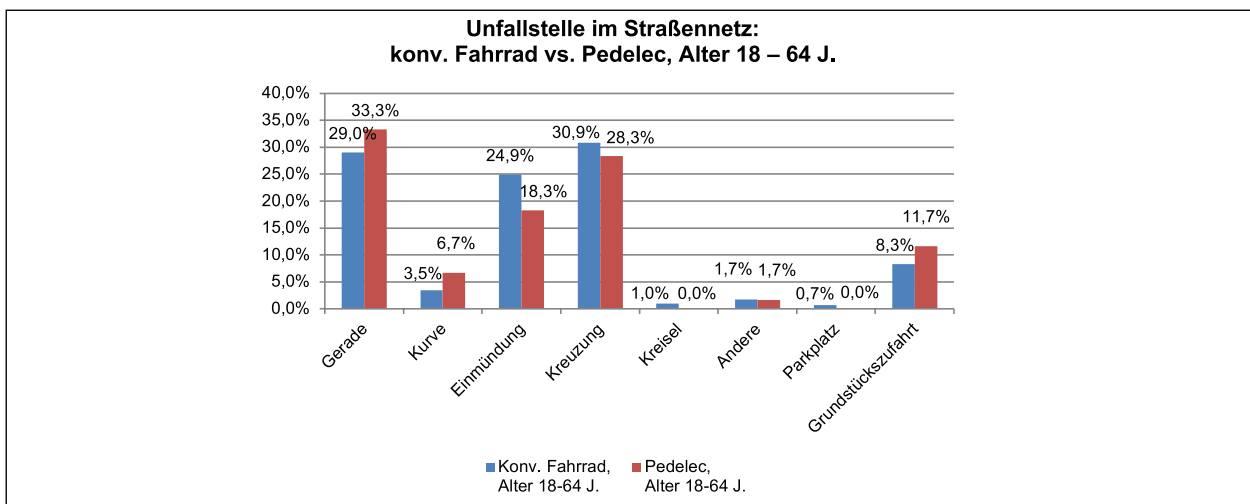


Bild 27: Analyse der Unfallstelle im Straßennetz für Pedelecfahrer im Vergleich zu Fahrern von konventionellen Fahrrädern für Fahrer zwischen 18 bis 64 Jahre. (Fallzahlen für konventionelles Fahrrad: n = 5.643; Pedelec: n = 120). Kumulation je Gruppe zu 100 %. Jahre 2007 – 2018

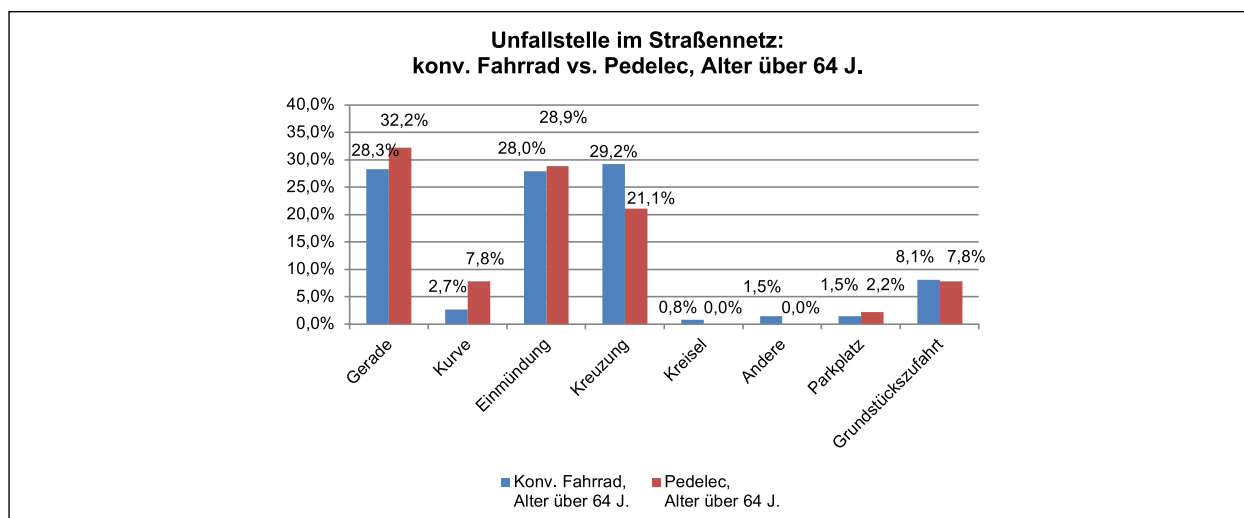


Bild 28: Analyse der Unfallstelle im Straßennetz für Pedelecfahrer im Vergleich zu Fahrern von konventionellen Fahrrädern für Fahrer über 64 Jahre. (Fallzahlen für konventionelles Fahrrad: n = 1.091; Pedelec: n = 90). Kumulation je Gruppe zu 100 %. Jahre 2007 – 2018

den Fahrern von konventionellen Fahrrädern mit jeweils unter 33 %. Fasst man beide Altersgruppen zusammen, so ist der Unterschied zwischen Pedelecfahrern und Fahrern konventioneller Fahrräder signifikant mit $\chi^2(1) = 6,23$, $p < .05$, bei einer mittleren Effektstärke von $w = 0,3$. Dahingegen verunfallen Fahrer von konventionellen Fahrrädern etwas häufiger an Netzknoten, d. h. an Einmündungen, Kreuzungen, Kreiseln oder Grundstückszufahrten als Pedelecfahrer (unabhängig vom Alter jeweils ca. 65 % vs. ca. 58 %).

4.2.2 Unfalltyp

Der Unfalltyp bezeichnet den Verkehrskonflikt, der dem Unfall vorangegangen ist, d. h. er beschreibt die initiale Konfliktsituation und damit nicht zwangsläufig die Kollision der Unfallbeteiligten (Institut für Straßenverkehr, 1998). Es werden sieben Kategorien von Unfalltypen unterschieden:

1. Fahrnfall: Der Verkehrsunfall wurde dadurch verursacht, dass der Fahrer die Kontrolle über sein Fahrzeug verlor (aufgrund einer nicht angepassten Geschwindigkeit, einer falschen Beurteilung des Straßenverlaufs oder -zustands usw.), ohne dass andere Verkehrsteilnehmer dazu beigetragen haben.
2. Unfall durch Abbiegen: Hierbei handelt es sich um einen Konflikt zwischen einem Abbieger und einem aus gleicher oder entgegengesetzter Richtung kommenden Verkehrsteilnehmer.
3. Einbiegen/Kreuzen-Unfall: Um einen Einbiegen/Kreuzen-Unfall handelt es sich, wenn der Unfall

durch einen Konflikt zwischen einem einbiegenden oder kreuzenden Wartepflichtigen und einem Vorfahrtberechtigten ausgelöst wurde.

4. Überschreiten-Unfall: Um einen Überschreiten-Unfall handelt es sich, wenn der Unfall durch einen Konflikt zwischen einem die Fahrbahn überschreitenden Fußgänger und einem Fahrzeug ausgelöst wurde, sofern das Fahrzeug nicht soeben abgelenkt ist.
5. Unfall durch ruhenden Verkehr: Um einen Unfall durch ruhenden Verkehr handelt es sich, wenn der Unfall durch einen Konflikt zwischen einem Fahrzeug des fließenden Verkehrs und einem auf der Fahrbahn ruhenden, d. h. einem haltenden oder parkenden Fahrzeug, ausgelöst wurde.
6. Unfall im Längsverkehr: Um einen Unfall im Längsverkehr handelt es sich, wenn der Unfall durch einen Konflikt zwischen Verkehrsteilnehmern ausgelöst wurde, die sich in gleicher oder entgegengesetzter Richtung bewegten.
7. Sonstiger Unfall: Hierunter fallen alle Unfälle, die keinem anderen Unfalltyp zuzuordnen sind.

Beim Vergleich der Unfalltypen für Pedelecfahrer zeigt sich, dass Unfälle beim Einbiegen und Kreuzen (35,2 %) und Fahrnfälle (22,4 %) am häufigsten sind (Bild 29). Darauf folgen mit dem identischen Anteil von 15,2 % Abbiegeunfälle und Unfälle im Längsverkehr.

Zur Beurteilung der Unterschiede in den Unfalltypen zwischen Pedelecfahrern und Fahrern von kon-

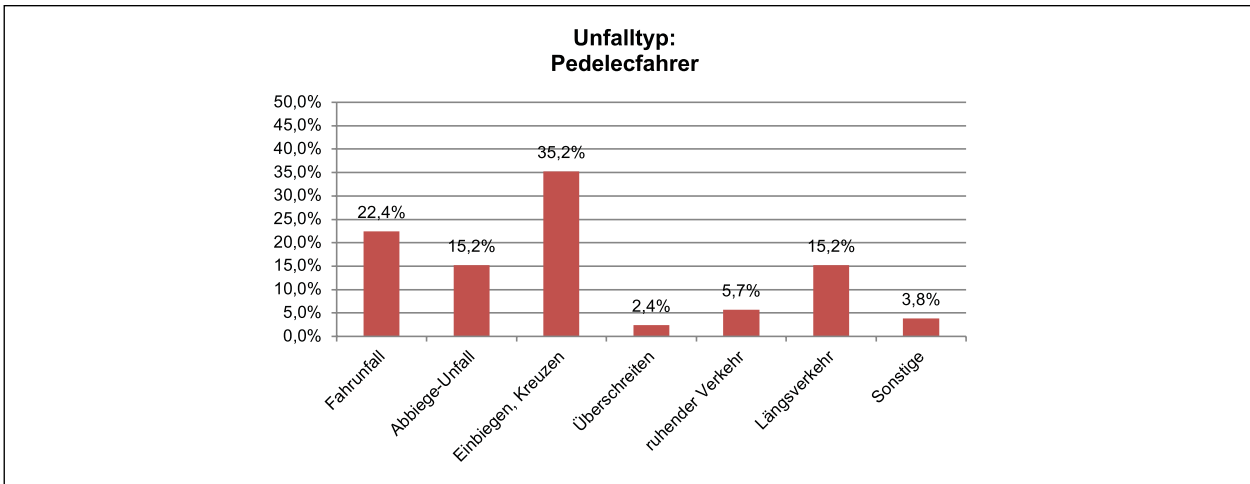


Bild 29: Analyse des Unfalltyps für über 17-jährige Fahrer von Pedelecs (n = 210). Kumulation zu 100 %. Jahre 2007 – 2018

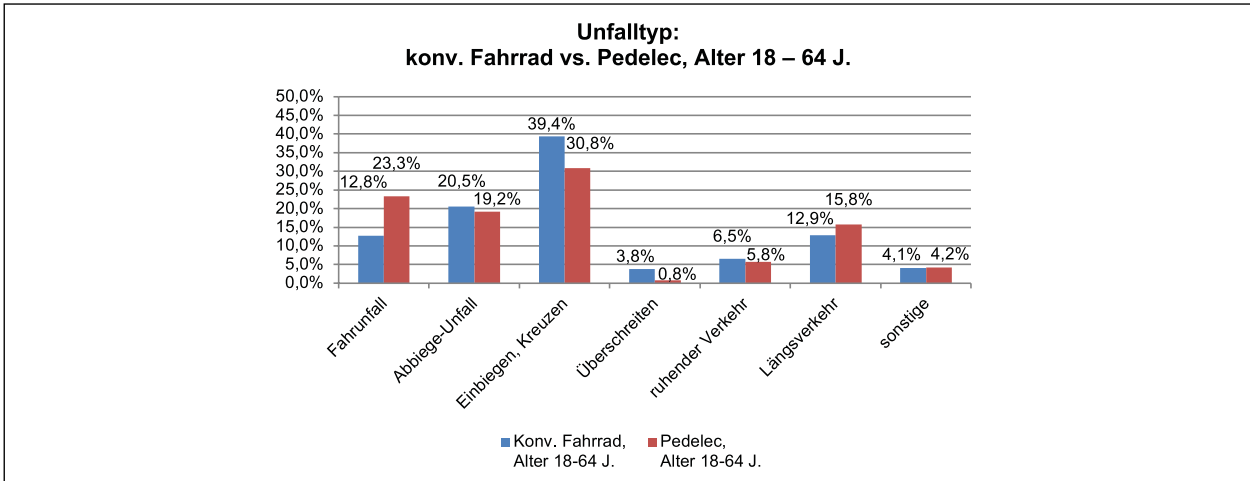


Bild 30: Analyse des Unfalltyps für Pedelecfahrer im Vergleich zu Fahrern von konventionellen Fahrrädern für Fahrer zwischen 18 und 64 Jahre (Fallzahlen für konventionelles Fahrrad: n = 5.653; Pedelec: n = 120). Kumulation zu je 100 %. Jahre 2007 – 2018

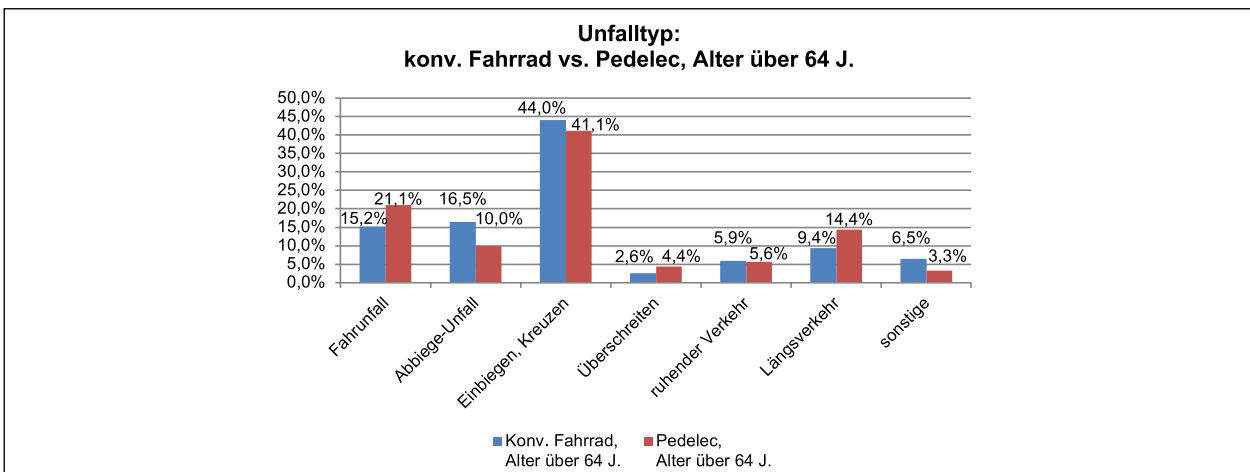


Bild 31: Analyse des Unfalltyps für Pedelecfahrer im Vergleich zu Fahrern von konventionellen Fahrrädern für Fahrer über 64 Jahre (Fallzahlen für konventionelles Fahrrad: n = 1.092; Pedelec: n = 90). Kumulation zu je 100 %. Jahre 2007 – 2018

ventionellen Fahrrädern sind diese in Bild 30 und Bild 31 für beide Altersklassen getrennt dargestellt. Hier zeigt sich, dass Fahrer von Pedelecs im Vergleich zu Fahrern von konventionellen Fahrrädern häufiger an Fahrnfällen beteiligt sind, und zwar in

über 20 % der Fälle bei beiden Altersgruppen. Bei der Altersgruppe 18 – 64 Jahre ist dieser Unterschied signifikant mit $\chi^2(1) = 14,62$, $p < .01$, $w = 0,05$, nicht aber bei der Gruppe der über 64-Jährigen ($\chi^2(1) = 1,91$, $p = .167$, $w = 0,04$). Bei den Fahrn-

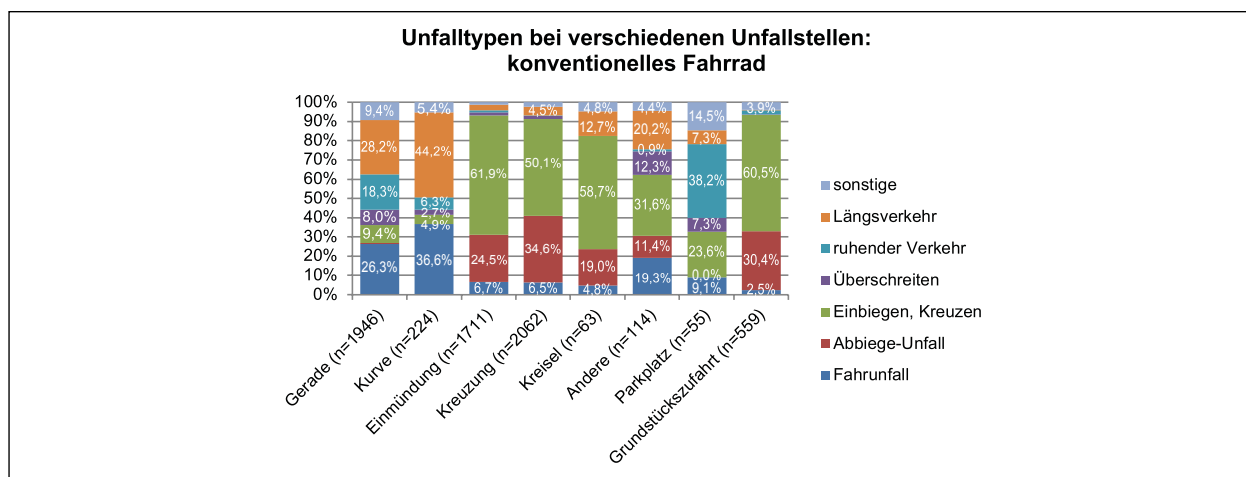


Bild 32: Analyse des Unfalltyps für Fahrer von konventionellen Fahrrädern bei verschiedenen Unfallstellen (n = 6.734). Jahre 2007 – 2018

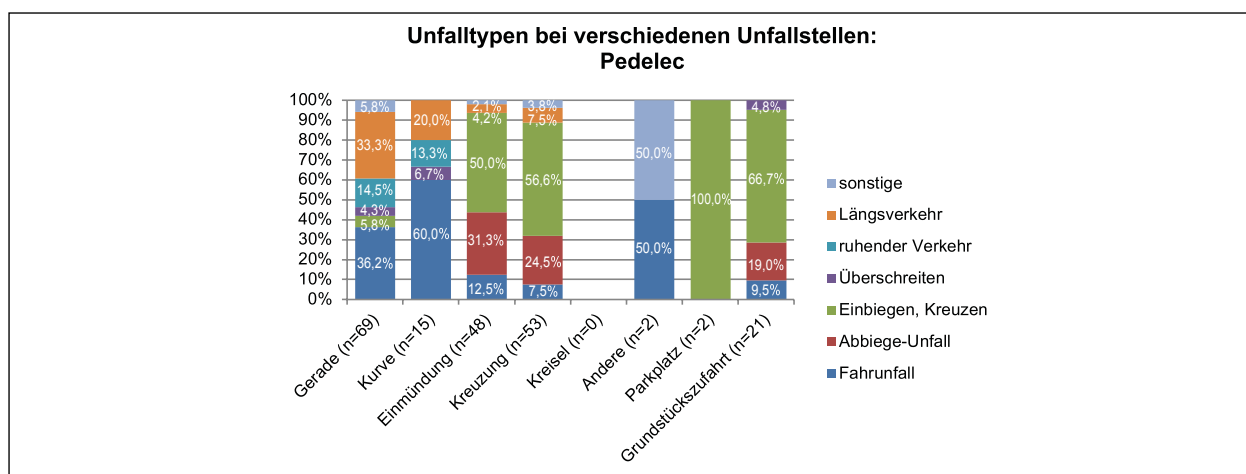


Bild 33: Analyse des Unfalltyps für Fahrer von Pedelecs bei verschiedenen Unfallstellen (n = 210). Jahre 2007 – 2018

fällen handelt es sich um Unfälle, bei denen der Fahrer die Kontrolle über sein Fahrzeug verliert, ohne dass weitere Beteiligte dazu beitragen. Dieser Unfalltyp schließt häufig auch Fehler beim Aufsteigen und Anfahren ein.

Der häufigste Unfalltyp in allen Gruppen sind Unfälle beim Einbiegen oder Kreuzen, welche bei älteren Fahrern besonders häufig auftreten. Hier liegen die Häufigkeiten unabhängig von der Fahrzeugart bei über 40 %. Es scheint, als seien Pedelecfahrer etwas häufiger an Unfällen im Längsverkehr beteiligt (mit 15,8 % unter bzw. 14,4 % über 64 Jahren) als Fahrer von konventionellen Fahrrädern (12,9 % bzw. 9,4 %).

Die Auswertung der Unfalltypverteilung bei verschiedenen Unfallstellen (Bild 32, Bild 33) wurde ohne die Aufteilung nach Altersgruppen durchgeführt, um ausreichende Fallzahlen bei der Gruppe der Pedelecfahrer zur Verfügung zu haben.

Aufgrund der geringen Fallzahlen bei den Pedelecfahrern können hier lediglich deskriptive Unterschiede beschrieben werden. An Einmündungen und Kreuzungen waren Unfälle beim Einbiegen und Kreuzen mit jeweils über 50 % am häufigsten. Dagegen treten in Kurven häufiger Fahrurfälle auf (in 36,6 % der Fälle bei den Fahrern von konventionellen Fahrrädern vs. 60,0 % bei den Pedelecfahrern). Dafür sind bei konventionellen Fahrrädern in Kurven Unfälle im Längsverkehr (44,2 %) am häufigsten.

Der Vergleich des Unfalltyps bei verschiedenen Unfallarten zwischen Fahrern von konventionellen Fahrrädern und Pedelecfahrern (Bild 34 und Bild 35) verdeutlicht vor allem die Ähnlichkeit dieser beiden Unfallmerkmale. Erwartungsgemäß erscheint bei Unfällen mit Fahrzeugen im ruhenden Verkehr am häufigsten der Unfalltyp „ruhender Verkehr“ (86,3 % bei den Fahrern von konventionellen Fahrrädern und 76,9 % bei den Pedelecfahrern). Der Unfalltyp „Längsverkehr“ umfasst Auffahrurfälle, Unfälle mit

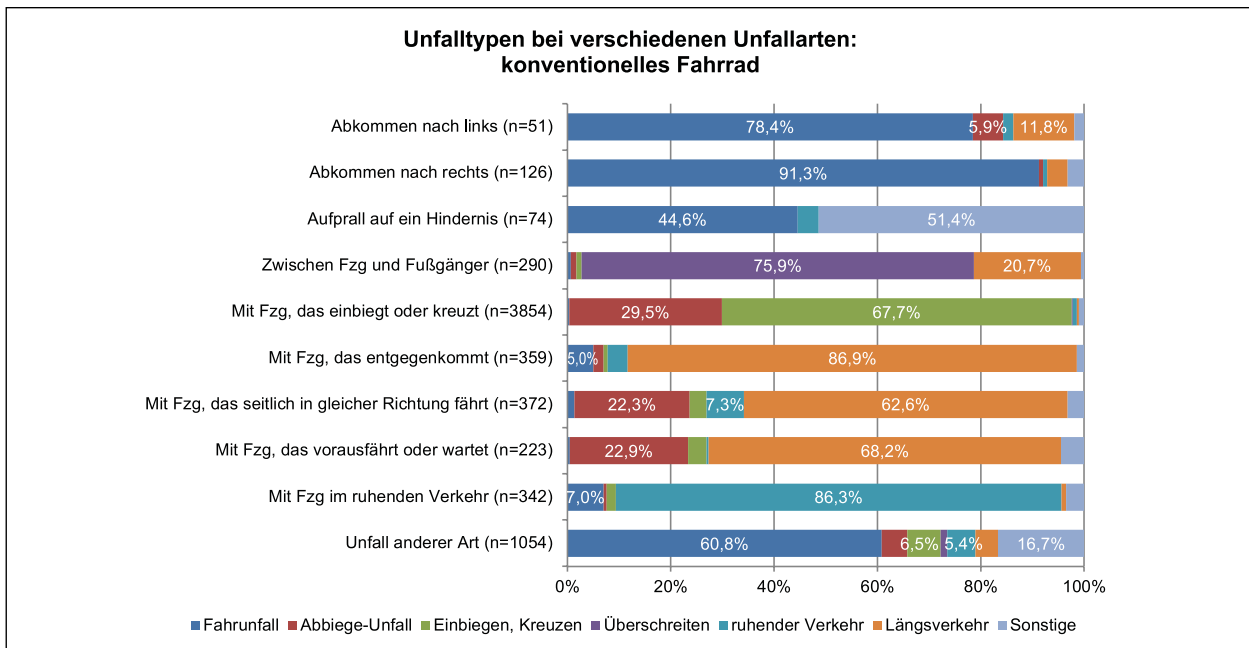


Bild 34: Analyse des Unfalltyps für Fahrer von konventionellen Fahrrädern bei verschiedenen Unfallarten (n = 6.745). Jahre 2007 – 2018

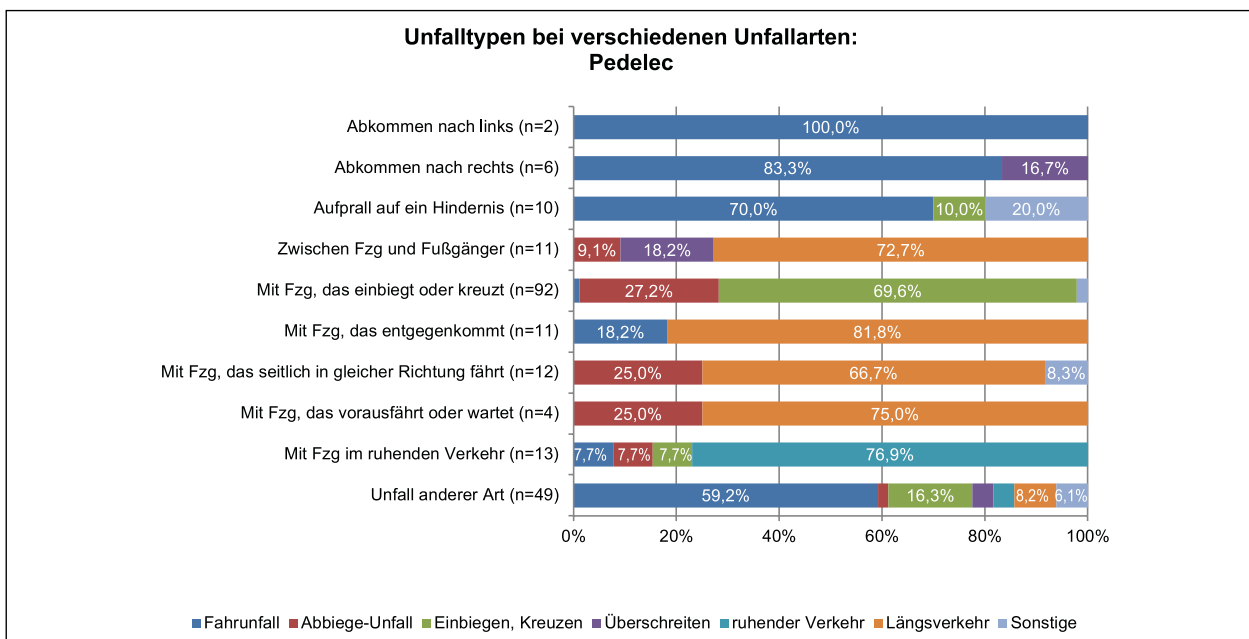


Bild 35: Analyse des Unfalltyps für Fahrer von Pedelecs bei verschiedenen Unfallarten (n = 210). Jahre 2007 – 2018

sich begegnenden Fahrzeugen und Unfälle von nebeneinanderfahrenden Fahrzeugen. Dieser Unfalltyp erscheint daher am häufigsten bei den Unfallarten „mit Fahrzeug, das vorausfährt oder wartet“, „mit Fahrzeug, das seitlich in gleicher Richtung fährt“ und „mit Fahrzeug, das entgegenkommt“. Bei der Unfallart „mit Fahrzeug, das einbiegt oder kreuzt“ sind bei den Fahrern von konventionellen Fahrrädern und bei den Pedelecfahrern die Unfalltypen „Einbiegen/Kreuzen“ am häufigsten, gefolgt von Abbiegeunfällen. Interessanterweise unter-

scheiden sich die Verteilungen des Unfalltyps bei der Unfallart „zwischen Fahrzeug und Fußgänger“ bei Fahrern von konventionellen Fahrrädern und Pedelecfahrern. Bei den Fahrern konventioneller Fahrräder gehen diese vor allem auf Unfälle mit überschreitenden Fußgängern zurück (75,9 %), bei den Pedelecfahrern hingegen auf Unfälle im Längsverkehr, also mit längs zur Fahrtrichtung laufenden Fußgängern (72,7 %). Allerdings gingen bei dieser Unfallart auch nur elf Pedelecunfälle in die Analyse ein. Die beiden Abkommensunfälle nach rechts und

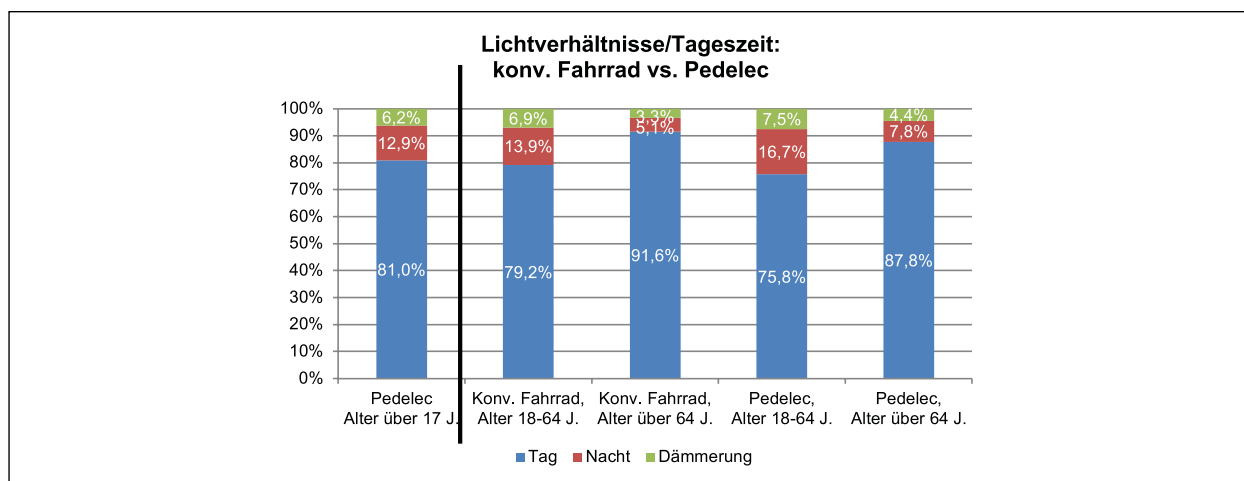


Bild 36: Analyse der Lichtverhältnisse/Tageszeit in GIDAS bei Unfällen für Pedelecfahrer im Vergleich zu Fahrern konventioneller Fahrräder für Fahrer bis vs. über 64 Jahre (Fallzahlen für Pedelec, Alter über 17 Jahre: n = 210; konventionelles Fahrrad: n = 5.655 (Alter 18 – 64 Jahre), n = 1.092 (Alter über 64 Jahre); Pedelec: n = 120 (Alter 18 – 64 Jahre), n = 90 (Alter über 64 Jahre)). Jahre 2007 – 2018

	Außerortsunfälle	
	18 – 64 Jahre	über 64 Jahre
Konventionelles Fahrrad (%)	3,1	3,5
Pedelec (%)	4,2	2,2

Tab. 16: Anteil der Außerortsunfälle für Pedelecfahrer im Vergleich zu Fahrern von konventionellen Fahrrädern für Fahrer bis vs. über 64 Jahren (Fallzahlen für konventionelles Fahrrad: n = 5.653 (Alter 18 – 64 Jahre), n = 1.092 (Alter über 64 Jahre); Pedelec: n = 120 (Alter 18 – 64 Jahre), n = 90 (Alter über 64 Jahre)). Jahre 2007 – 2018

	Alleinunfälle	
	18 – 64 Jahre	über 64 Jahre
Konventionelles Fahrrad (%)	13,2	17,7
Pedelec (%)	20,0	22,2

Tab. 17: Analyse der Alleinunfälle von Pedelecfahrern im Vergleich zu Fahrern von konventionellen Fahrrädern für Fahrer bis vs. über 64 Jahren (Fallzahlen für konventionelles Fahrrad: n = 5.653 (Alter 18 – 64 Jahre), n = 1.092 (Alter über 64 Jahre); Pedelec: n = 120 (Alter 18 – 64 Jahre), n = 90 (Alter über 64 Jahre)). Jahre 2007 – 2018

links werden bei Fahrern von konventionellen Fahrrädern und Pedelecfahrern erwartungsgemäß durch Fahrnunfälle dominiert.

4.2.3 Lichtverhältnisse/Tageszeit

Die Analyse der Lichtverhältnisse zum Unfallzeitpunkt erfolgt mittels der GIDAS-Variablen „Tagesszeit“, die die Ausprägungen „Tag“, „Nacht“ und „Dämmerung“ aufweist. Hier zeigen sich nur geringfügige Unterschiede zwischen Pedelecfahrern und Fahrern von konventionellen Fahrrädern (Bild 36). Zum Vergleich sind ebenfalls alle Pedelecfahrer über 17 Jahre dargestellt. In allen Gruppen ereigneten sich die meisten Unfälle (über 75 %) am Tag. Erkennbar ist allerdings, dass ältere Rad- und Pedelecfahrer (über 64 Jahre) seltener an Unfällen in der Nacht und in der Dämmerung beteiligt sind als die der Altersgruppe 18 – 64 Jahre.

4.2.4 Ortslage

Die Auswertung der Ortslage der Unfälle zeigt keine erkennbare Abhängigkeit von der Art des Fahrrads (siehe Tabelle 16). In beiden Alters- und Fahrzeuggruppen liegt der Anteil an Außerortsunfällen unterhalb von 5 %. Für alle Pedelecfahrer über 17 Jahre beläuft sich deren Anteil auf 3,3 %.

4.2.5 Anzahl der Alleinunfälle und Unfallgegner

Von den 210 Pedelecfahrern hatten 44 (21,0 %) einen Alleinunfall. Vergleicht man die Pedelecfahrer mit den Fahrern konventioneller Fahrräder getrennt nach den Altersgruppen (Tabelle 17), so zeigt sich, dass Pedelecfahrer einen höheren Anteil an Alleinunfällen (18 – 64 Jahre: 20,0 %; über 64 Jahre: 22,2 %) aufweisen als Fahrer von konventionellen Fahrrädern (13,2 % bzw. 17,7 %) und ältere Fahrer einen höheren Anteil von Alleinunfällen aufweisen als jüngere.

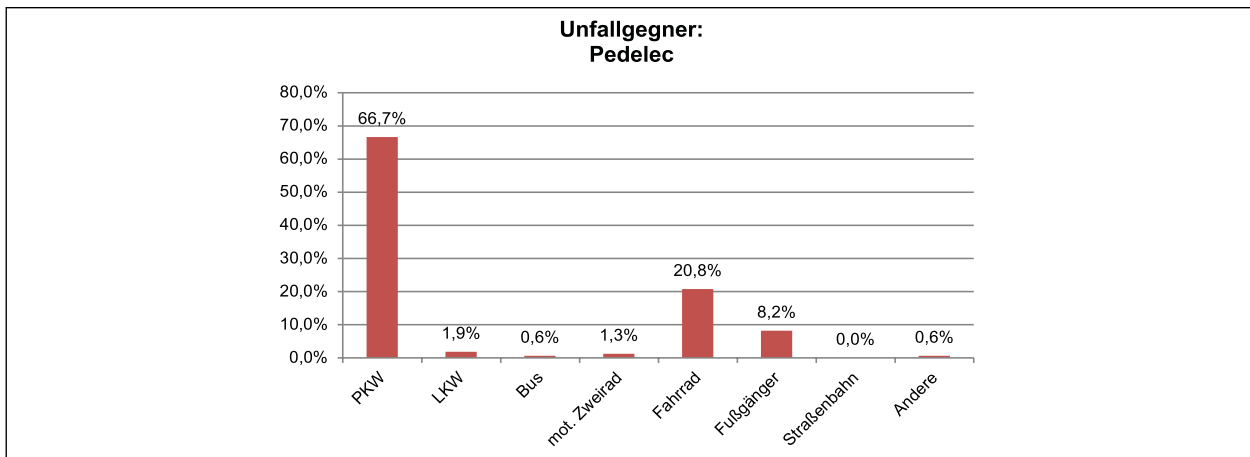


Bild 37: Analyse der Unfallgegner für Pedelecfahrer (n = 159). Kumulation zu 100 %. Jahre 2007 – 2018

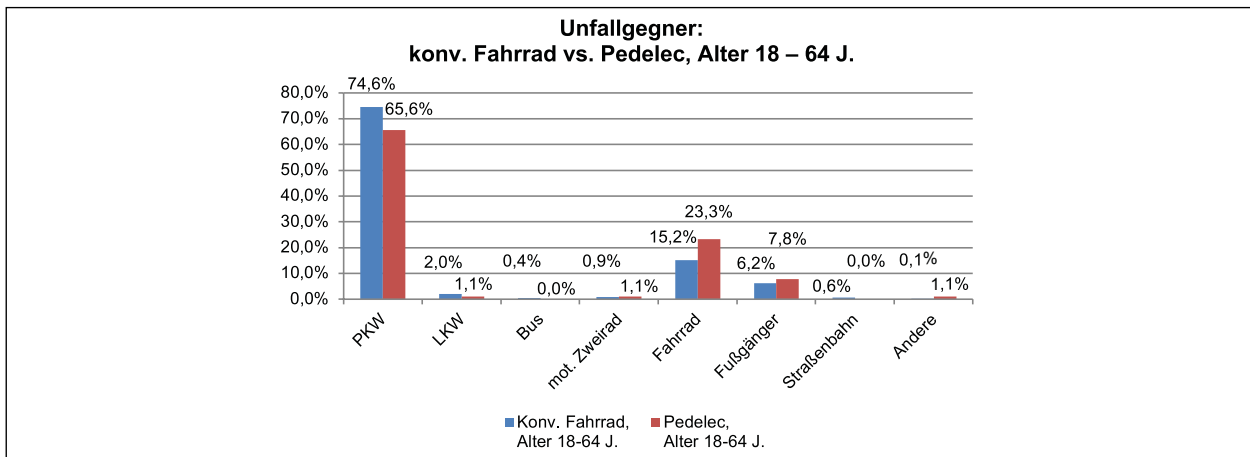


Bild 38: Analyse der Unfallgegner für Pedelecfahrer im Vergleich zu Fahrern von konventionellen Fahrrädern für Fahrer von 18 bis 64 Jahren (Fallzahlen für konventionelles Fahrrad: n = 4.735; Pedelec: n = 90). Kumulation zu je 100 %. Jahre 2007 – 2018

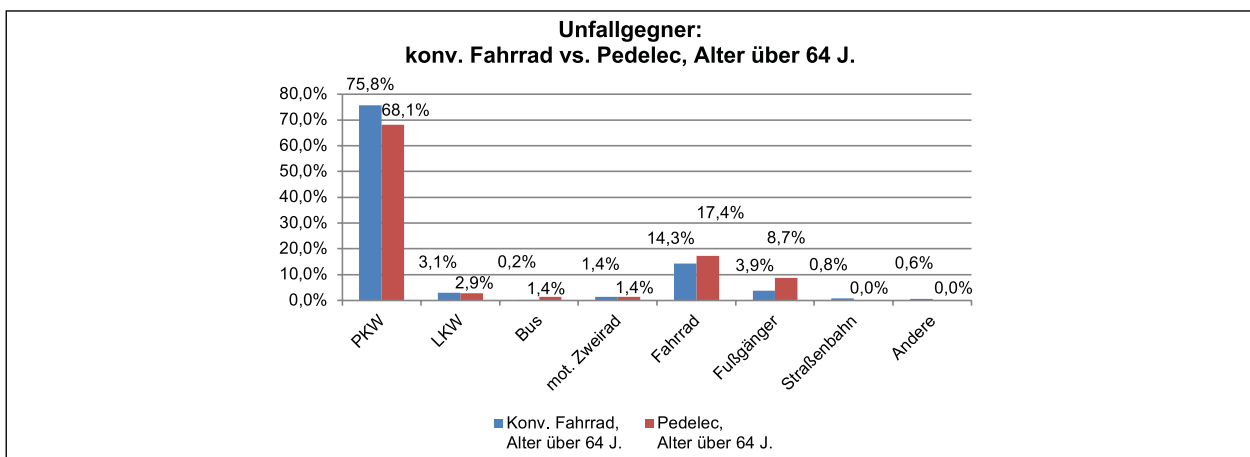


Bild 39: Analyse der Unfallgegner für Pedelecfahrer im Vergleich zu Fahrern von konventionellen Fahrrädern für Fahrer über 64 Jahre (Fallzahlen für konventionelles Fahrrad: n = 875; Pedelec: n = 69). Kumulation zu je 100 %. Jahre 2007 – 2018

Die Analyse des Unfallgegners basiert auf der Analyse des Konfliktpartners. Wie auch beim Unfalltyp werden die Partner des initialen Konflikts des Unfalls betrachtet und nicht der Partner der (schwersten) Kollision. Dabei gehen nur Fälle mit Unfallgegner in die Analyse ein, d. h. Alleinunfälle werden nicht aufgenommen und betrachtet. Bei Pedelec-

fahrern (Bild 37) war ein Pkw in zwei Drittel der Fälle und damit insgesamt der häufigste Unfallgegner, gefolgt von Fahrern mit einem Anteil von 20,8 %. Der altersdifferenzierte Vergleich beider Fahrergruppen zeigt größtenteils vergleichbare Ergebnisse (Bild 38 und Bild 39). Bei Pedelec Fahrern beider Altersgruppen ist jedoch der Anteil an Unfällen mit

einem Pkw als Unfallgegner geringer als bei Fahrern konventioneller Fahrräder, während der Anteil an Unfällen mit einem Fahrrad als Unfallgegner etwas höher liegt.

4.2.6 Geschlecht

Die Auswertung nach Geschlecht in der Gesamtgruppe der Pedelecfahrer zeigt, dass männliche Pedelecfahrer häufiger an Unfällen beteiligt waren als weibliche; 59,5 % aller Verunfallten waren männlichen Geschlechts (vs. 40,5 % Frauen). Vergleicht man das Geschlecht der verunfallten Pedelecfahrer mit Fahrern von konventionellen Fahrrädern, die an Unfällen beteiligt waren (Tabelle 18), wird ersichtlich, dass der Unterschied bei den Pedelec Fahrern über 64 Jahren am größten ist. Hier sind etwa zwei Drittel der Unfallbeteiligten männlichen Geschlechts (64,4 % vs. 35,6 % Frauen). Allerdings ist bei den Fahrern von konventionellen Fahrrädern bei der jüngeren Altersgruppe 18 – 64 Jahre mit einem Anteil von 60,6 % ein ähnlich hoher Anteil männlicher Unfallbeteiligter zu erkennen. Bei den Fahrern kon-

	18 – 64 Jahre		Über 64 Jahre	
	männlich	weiblich	männlich	weiblich
Konventionelles Fahrrad (%)	60,6	39,4	55,2	44,8
Pedelec (%)	55,8	44,2	64,4	35,6

Tab. 18: Analyse des Geschlechts von verunfallten Pedelec Fahrern im Vergleich zu verunfallten Fahrern von konventionellen Fahrrädern für Fahrer bis vs. über 64 Jahren (Fallzahlen für konventionelles Fahrrad: n = 5.655 (Alter 18 – 64 Jahre), n = 1.092 (Alter über 64 Jahre); Pedelec: n = 120 (Alter 18 – 64 Jahre), n = 90 (Alter über 64 Jahre)). Jahre 2007 – 2018

ventioneller Fahrräder ist die Abweichung des Anteils männlicher Fahrer zwischen den Altersgruppen signifikant mit $\chi^2(1) = 10,94$, $p < .01$ und $w = 0,04$. Bei der kleineren Gruppe der Pedelec Fahrer ist diese Abweichung allerdings nicht statistisch signifikant ($\chi^2(1) = 0,77$, $p = .38$, $w = 0,06$).

4.2.7 Verletzungsschwere

Die Analyse der Verletzungsschwere von Fahrern konventioneller Fahrräder und Pedelecs bei Verkehrsunfällen wurde mittels der Verletzungsschwerereklassifikation AIS (Abbreviated Injury Scale), Version 2008, durchgeführt. Der AIS ist eine wissenschaftliche Bewertungsskala für die Letalität von Einzelverletzungen (Association for the Advancement of Automotive Medicine, 1998). Dabei hat die Skala folgende Ausprägungen:

- AIS 0: unverletzt
- AIS 1: geringe Verletzungen, wie z. B. Schürfwunden und Prellungen
- AIS 2: ernsthafte Verletzungen, wie z. B. Knochenbrüche
- AIS 3: schwere Verletzungen, wie z. B. offene Brüche, Amputation der Hand
- AIS 4: sehr schwere Verletzungen, wie z. B. offene Schädeldachfraktur, Amputation einer Extremität
- AIS 5: kritische Verletzungen, wie z. B. multiple Gehirnkontusion
- AIS 6: maximale Verletzungsschwere – nicht behandelbar, wie z. B. Aortenruptur

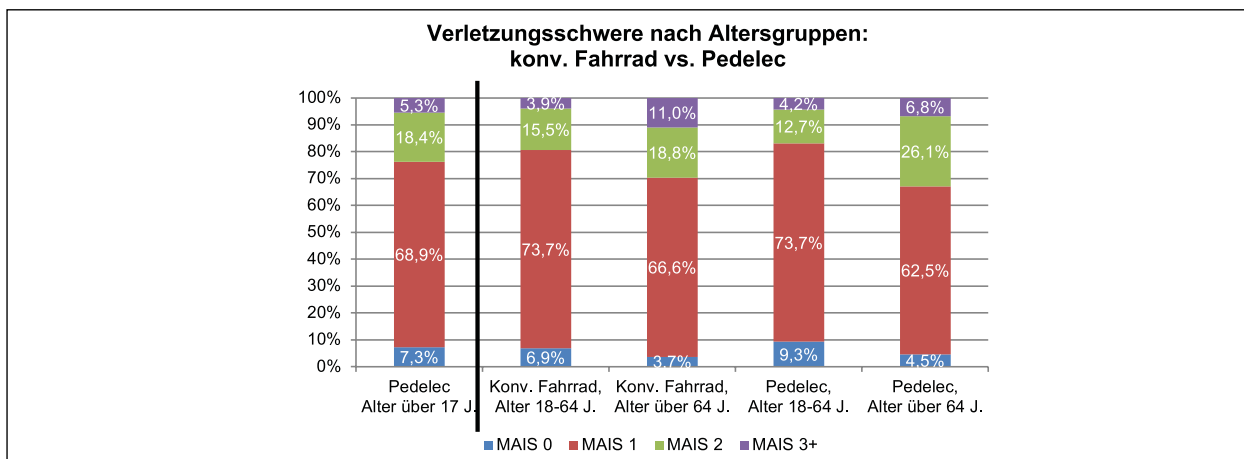


Bild 40: Analyse der Verletzungsschwere von verunfallten Pedelec Fahrern über 17 Jahren (n = 120) sowie Pedelec Fahrern im Vergleich zu Fahrern von konventionellen Fahrrädern für Fahrer bis vs. über 64 Jahre (Fallzahlen für konventionelles Fahrrad: n = 5.469 (Alter 18 – 64 Jahre), n = 1.050 (Alter über 64 Jahre); Pedelec: n = 118 (Alter 18 – 64 Jahre), n = 88 (Alter über 64 Jahre)). Jahre 2007 – 2018

Der MAIS (Maximum Abbreviated Injury Scale) beschreibt die maximale Verletzungsschwere eines Patienten, d. h. er gibt die schwerste Einzelverletzung eines Patienten an. Es zeigt sich, dass es zwischen den Fahrern von konventionellen Fahrrädern und Pedelec Fahrern keine starken Abweichungen hinsichtlich der Verletzungsschwere nach MAIS gibt (Bild 40). Allerdings sind ältere Fahrer sowohl von konventionellen Fahrrädern als auch von Pedelecs häufiger ernsthaft verletzt bzw. schwerstverletzt (MAIS 2: 18,8 % bzw. 26,1 %; MAIS 3+: 11,0 % bzw. 6,8 %) als jüngere Fahrer (MAIS 2: 15,5 % bzw. 12,7 %; MAIS 3+: 3,9 % bzw. 4,2 %). Sowohl in der Gruppe der Pedelec Fahrer ($\chi^2(1) = 4,63, p < .05, w = 0,15$) als auch in der Gruppe der Fahrer von konventionellen Fahrrädern ($\chi^2(1) = 56,97, p < .01, w = 0,09$) ist der höhere Anteil an Verletzungen der Stufe MAIS 2+ bei den älteren Fahrern gegenüber

den jüngeren statistisch bedeutsam. Bei der Betrachtung der Verletzungsschwere ist zu berücksichtigen, dass die GIDAS-Datenbank nur polizeilich erfasste Unfälle mit Verletzten beinhaltet und reine Schadensunfälle in dieser Analyse keine Berücksichtigung finden. Zudem ist von einer hohen Dunkelziffer von Unfällen mit leichtverletzten Fahrern beider Gruppen auszugehen, insbesondere wenn kein weiterer Verkehrsteilnehmer an dem Unfall beteiligt war.

In Bild 41 sind die altersaggregierten Verletzungsschweren von Fahrern konventioneller Fahrräder und von Pedelecs für Unfälle mit den beiden häufigsten Unfallgegnern (Pkw und Fahrrad) dargestellt. Dabei zeigt sich, dass nahezu alle Fahrer von konventionellen Fahrrädern und Pedelecs bei Unfällen mit einem Pkw als Gegner verletzt wurden. Hier blieb lediglich ein Anteil von 0,4 % der Fahrer

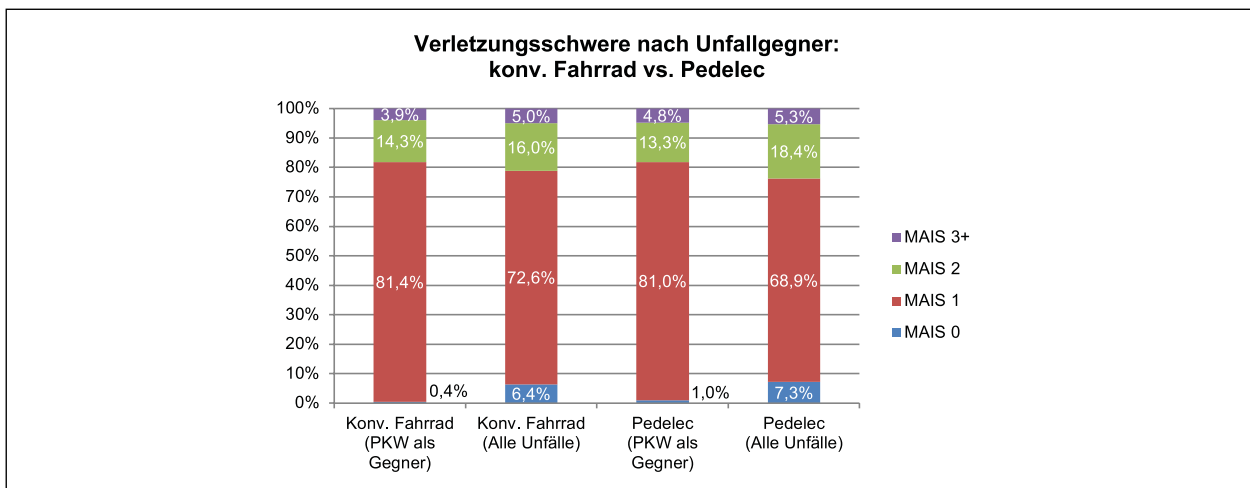


Bild 41: Analyse der Verletzungsschwere von Pedelec Fahrern und Fahrern von konventionellen Fahrrädern für Unfälle mit Pkw als Gegner und für Unfälle mit Fahrrädern als Gegner (Fallzahlen für konventionelles Fahrrad: n = 4.049 (Pkw als Gegner), n = 833 (konventionelles Fahrrad und Pedelec als Gegner); Pedelec: n = 105 (Pkw als Gegner), n = 32 (konventionelles Fahrrad und Pedelec als Gegner)). Jahre 2007 – 2018

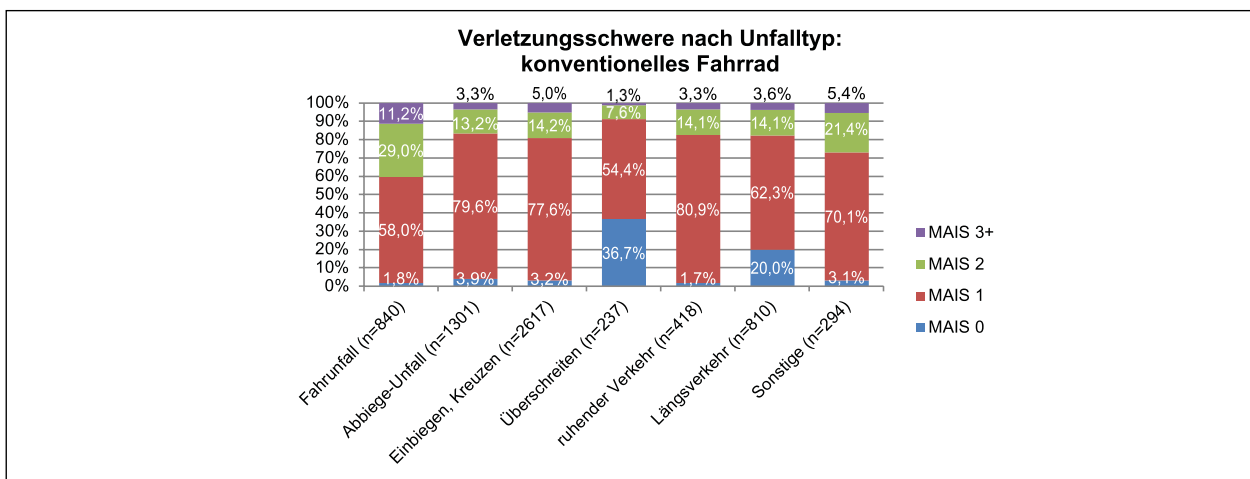


Bild 42: Analyse der Verletzungsschwere von Fahrern von konventionellen Fahrrädern in Abhängigkeit vom Unfalltyp (n = 6.517) Jahre 2007 – 2018

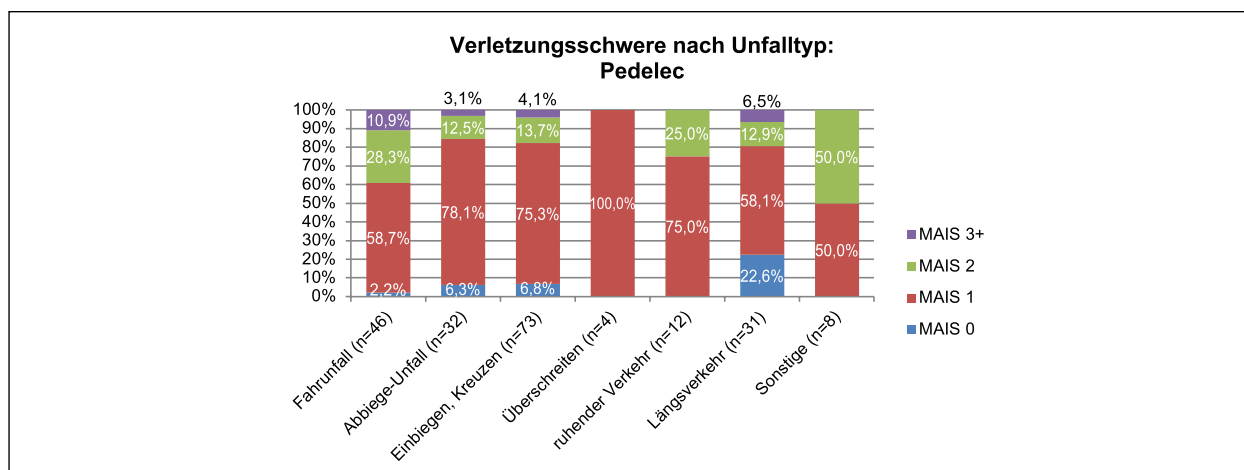


Bild 43: Analyse der Verletzungsschwere von Pedelecfahrern in Abhängigkeit vom Unfalltyp (n = 206). Jahre 2007 – 2018

von konventionellen Fahrrädern bzw. 1,0 % der Pedelecfahrer unverletzt, während bei Unfällen mit einem Fahrrad als Unfallgegner ein vergleichsweise größerer Anteil von 29,1 % der Fahrer von konventionellen Fahrrädern bzw. 28,1 % der Pedelecfahrer unverletzt blieb. Der Anteil ernsthafter und schwerster Verletzungen (MAIS 2 und MAIS 3+) fällt in beiden Fahrergruppen bei einem Pkw als Unfallgegner höher aus (bei Pedelecfahrern: 18,1 % vs. 12,5 % bei einem Fahrrad als Unfallgegner; bei Fahrern konventioneller Fahrräder: 18,2 % vs. 16,4 % bei einem Fahrrad als Unfallgegner). Insgesamt zeigen beide Fahrergruppen weitgehend vergleichbare Verteilungen der Verletzungsschwere.

Die Verletzungsschweren von Pedelecfahrern und Fahrern konventioneller Fahrräder in Abhängigkeit vom Unfalltyp sind in Bild 42 und Bild 43 altersaggregiert dargestellt. In beiden Fahrergruppen ist zu erkennen, dass Fahrnfälle besonders häufig zu ernsthaften Verletzungen (MAIS 2) und Schwerstverletzungen (MAIS 3+) führen. Dies ist überraschend, da man die höhere Verletzungsschwere wohl eher bei den Unfalltypen vermutet hätte, bei denen ein Pkw ein häufiger Unfallgegner ist (bspw. bei Abbiege- oder Einbiegen/Kreuzen-Unfällen). Selten oder zumeist geringfügig sind die Verletzungen bei „Überschreiten-Unfällen“. Im Großen und Ganzen erscheinen die Verletzungsschwereverteilungen über die Unfalltypen in beiden Gruppen vergleichbar. Abweichungen sind vor allem bei den Unfalltypen erkennbar, bei denen die Fallzahlen der verunfallten Pedelecfahrer sehr niedrig ausfallen (bspw. Unfalltyp „Sonstige“ sowie „Überschreiten“).

4.2.8 Unfallschuld

In Tabelle 19 wird dargestellt, wie häufig Fahrer eines konventionellen Fahrrads bzw. eines Pedelegs getrennt nach beiden Altersgruppen die Haupt- bzw. Alleinschuld des Unfalls trugen. Da die Pkw-Fahrer die größte Gruppe der Unfallgegner sind, erfolgte zusätzlich eine separate Betrachtung für die Unfälle mit einem Pkw als Unfallgegner in Gegenüberstellung mit Unfällen mit einem anderen Beteiligten. Bei der Gesamtheit der Unfälle liegt die Haupt- oder Alleinschuld der Pedelecfahrer bzw. der Fahrer von konventionellen Fahrrädern bei ca. 40 %. Demnach wurde die Mehrheit aller Unfälle (einschließlich der Alleinunfälle) vom jeweiligen Unfallgegner verschuldet. Deutlicher fällt dieses Ergebnis bei der gezielten Betrachtung der Unfälle mit Pkw als Unfallgegner aus. In nur jeweils ca. 20 % der Fälle trug hier der Fahrer des konventionellen Fahrrads oder Pedelegs die Haupt- oder Alleinschuld. Bei den Unfällen mit einem anderen Unfallgegner als einem Pkw (keine Alleinunfälle) liegt der Anteil der Haupt- oder Alleinschuld der Fahrer hingegen zumeist bei über 40 %. Eine Ausnahme bilden die über 64-jährigen Pedelecfahrer mit einem deutlich geringeren Anteil von 27,3 %. Aufgrund der geringen Fallzahlen in dieser Gruppe von nur 22 Pedelegs sollte diese Zahl jedoch mit Vorsicht betrachtet werden.

Die Analyse der Unfallschuld bei verschiedenen Unfalltypen erfolgte altersaggregiert, um eine ausreichende Fallzahl für die Gruppe der Pedelecfahrer zur Verfügung zu haben. Über die verschiedenen Unfalltypen zeigen die Schuldanteile bei den Fahrern von konventionellen Fahrrädern und bei den Pedelecfahrern eine ähnliche Verteilung (Bild 44 und Bild 45). Augenscheinlich größere Unterschiede dürften auch auf die geringe Fallzahl in der

		Alle Unfälle (einschließlich Alleinunfälle)		Nur Unfälle mit Pkw als Unfallgegner		Nur Unfälle mit anderen Gegnern als Pkw	
		18 – 64 Jahre	über 64 Jahre	18 – 64 Jahre	über 64 Jahre	18 – 64 Jahre	über 64 Jahre
Haupt- oder Alleinschuld	Konventionelles Fahrrad (%)	36,5	39,6	18,7	22,0	47,2	40,5
	Pedelec (%)	45,9	40,0	20,4	19,1	48,4	27,3

Tab. 19: Unfallschuld der Pedelecfahrer bzw. Fahrer von konventionellen Fahrrädern bei allen Unfällen (Fallzahlen für konventionelles Fahrrad: n = 5.653 (Alter 18 – 64 Jahre), n = 1.092 (Alter über 64 Jahre); Pedelec: n = 120 (Alter 18 – 64 Jahre), n = 90 (Alter über 64 Jahre) und bei Unfällen durch einen Konflikt mit einem Pkw (Fallzahlen für konventionelles Fahrrad: n = 3.528 (Alter 18 – 64 Jahre), n = 663 (Alter über 64 Jahre); Pedelec: n = 59 (Alter 18 – 64 Jahre), n = 47 (Alter über 64 Jahre)) im Vergleich zu Unfällen mit einem anderen Unfallgegner als einem Pkw (Fallzahlen für konventionelles Fahrrad: n = 1.203 (Alter 18 – 64 Jahre), n = 212 (Alter über 64 Jahre); Pedelec: n = 31 (Alter 18 – 64 Jahre), n = 22 (Alter über 64 Jahre). Jahre 2007 – 2018

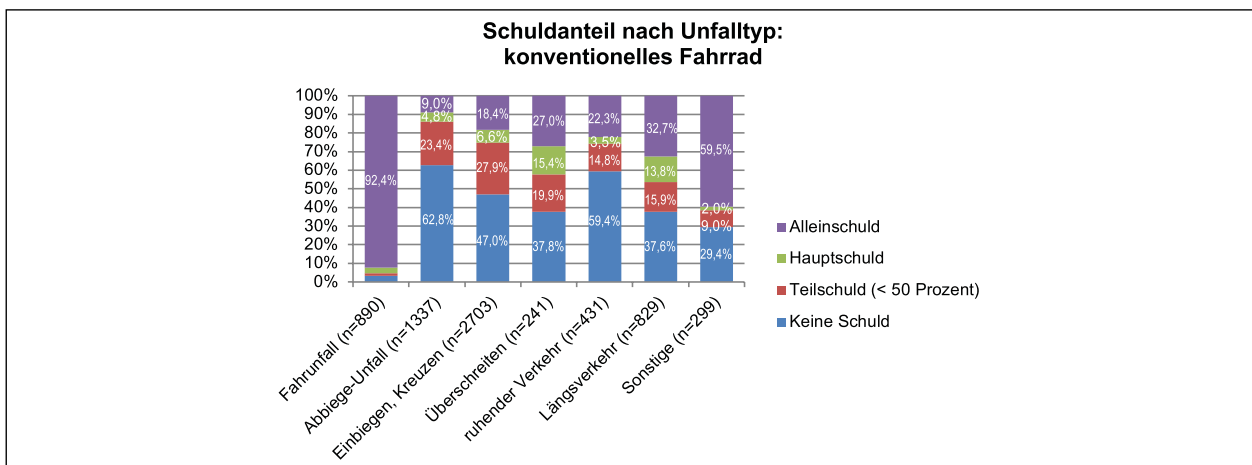


Bild 44: Analyse des Schuldanteils in Abhängigkeit vom Unfalltyp bei Fahrern von konventionellen Fahrrädern (n = 6.730). Jahre 2007 – 2018

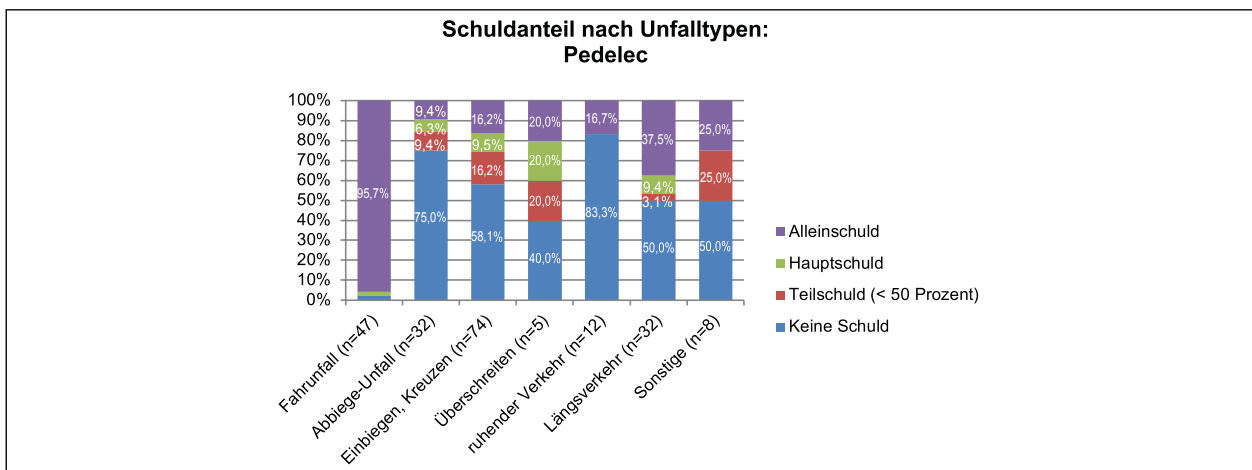


Bild 45: Analyse des Schuldanteils in Abhängigkeit vom Unfalltyp bei Fahrern von Pedelecs (n = 210). Jahre 2007 – 2018

Gruppe der Pedelecfahrer zurückgehen. Erwartungsgemäß ist der Schuldanteil bei den Fahrnfällen (über 90 %) in beiden Fahrergruppen am höchsten. Da es bei Fahrnfällen auch mehrere Beteiligte geben kann – der Unfalltyp beschreibt schließlich nur den initialen Konflikt und nicht den weiteren Verlauf des Unfalls – liegt dieser Anteil nicht zwangsläufig bei 100 %.

Der geringste Anteil von Haupt- oder Alleinschuld zeigt sich bei Unfällen an Kreuzungen und Einmündungen (Abbiegeunfälle: 13,8 % bei konventionellen Fahrrädern sowie 13,7 % bei Pedelecs; Einbiegen/Kreuzen-Unfälle: 25,0 % bei konventionellen Fahrrädern sowie 25,7 % bei Pedelecs) und bei Unfällen mit ruhendem Verkehr, z. B. durch ausparkende Fahrzeuge oder dem plötzlichen Öffnen ei-

ner Fahrzeugtür (25,8 % bei konventionellen Fahrern, 16,7 % bei Pedelecs). Insgesamt erscheint der Anteil der Unfälle ohne Schuld bei den Pedelecfahrern über alle Unfalltypen mit Ausnahme des Fahrnfalls deutlich höher als bei Fahrern konventioneller Fahrräder. Aufgrund der geringen Fallzahlen sollte allerdings auch dieses Ergebnis mit angemessener Vorsicht betrachtet werden.

4.3 Analyse der Unfallursachen von Pedelecfahrern

Die Analyse der Unfallursachen von Pedelecfahrern wurde mittels der ACAS-Codes (Accident Causation Analysis System) durchgeführt, die die Unfallforschung Hannover seit 2008 erhebt. Bei der ACAS-Methodik werden die Unfallursachen durch ein strukturiertes Interview mit den Unfallteilnehmern oder Zeugen vor Ort oder im Krankenhaus ermittelt. Neben den menschlichen Faktoren werden bei den ACAS-Unfallursachen auch Ursachenfaktoren berücksichtigt, die auf der Fahrzeugtechnik und der Umwelt bzw. Infrastruktur basieren. Der Fokus dieses Systems und der nachfolgenden Ergebnisdarstellung liegt allerdings auf der Analyse der menschlichen Ursachen (OTTE et al., 2009). Diese werden in fünf Kategorien menschlicher Fehler eingestuft (siehe Bild 46):

1. Fehler beim Informationszugang (Informationen waren aufgrund von Sichteinschränkung, Erkrankungen wie Sehstörungen, Dunkelheit usw. nicht sichtbar)
2. Fehler bei der Informationsaufnahme (Informationen waren im Prinzip sichtbar, wurden jedoch nicht erfasst aufgrund von Ablenkung, reduzierter Aktivierung aufgrund von Schläfrigkeit, Medikamenten o.ä. oder falscher Aufmerksamkeit wie fehlender Kontrollblick)
3. Fehler bei der Informationsverarbeitung (Informationen wurden erfasst, aber falsch interpretiert, z. B. wurde das Verhalten anderer Verkehrsteilnehmer oder deren Geschwindigkeit falsch eingeschätzt)
4. Fehler bei der Zielsetzung/Planung (Die erforderlichen Informationen wurden erfasst und richtig eingeschätzt, jedoch wurde ein falsches Manöver geplant oder ein vorsätzlicher Regelverstoß wurde festgestellt)

5. Fehler bei der Ausführung der Handlung (beim Ausführen des korrekt geplanten Manövers ist ein Problem aufgetreten, z. B. Gas geben anstatt Bremsen oder Verreißen des Lenkrades)

Mit Ausnahme der ersten Kategorie (Informationszugang) beziehen sich die folgenden vier Kategorien auf eine zeitliche Abfolge menschlicher Grundfunktionen, die in der Pre-Crash-Phase aktiv sind und in denen Fehler der Verkehrsteilnehmer zur Unfallentstehung beitragen. Die Kategorien werden jeweils in verschiedene Einflusskriterien operationalisiert (z. B. „Ablenkung im Verkehrsraum“ als eines der Kriterien der Kategorie 2 „Informationsaufnahme“). Um die Ursachen noch detaillierter kodieren zu können, werden bei ACAS die Kriterien weiter in Indikatoren der jeweiligen Kriterien aufgeteilt (z. B. „Plakate“ als ein Indikator des Kriteriums „Ablenkung im Verkehrsraum“). Es ist zu beachten, dass einem Unfallteilnehmer ggf. mehrere Ursachencodes zugeordnet werden können. Zudem erhalten Unfallbeteiligte, die nicht ursächlich zur Unfallentstehung beigetragen haben, keinen Ursachencode gemäß ACAS.

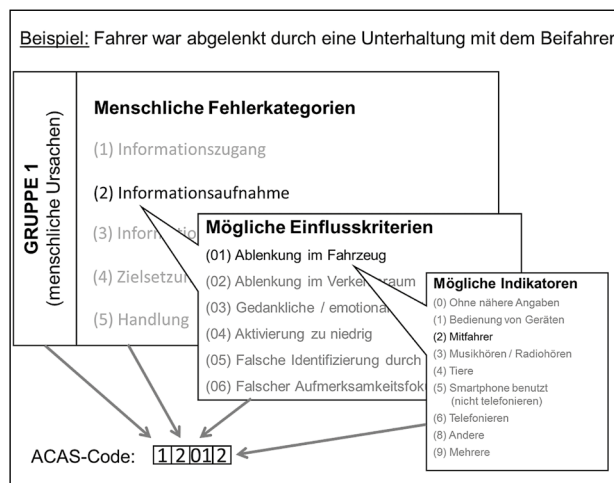


Bild 46: Erläuterung der ACAS-Kodierung am Beispiel der Ablenkung durch Mitfahrer

Gruppen von Ursachencodes in ACAS	Anzahl der Pedelecfahrer mit einem ACAS-Code
Gruppe 1: Menschliche Ursachen	77
Gruppe 2: Ursachen aus dem Bereich der Fahrzeugtechnik	0
Gruppe 3: Ursachen aus dem Bereich Umwelt und Infrastruktur	3

Tab. 20: Verteilung der unfallverursachenden Pedelecfahrer auf die Gruppen von Unfallursachen (n = 80)

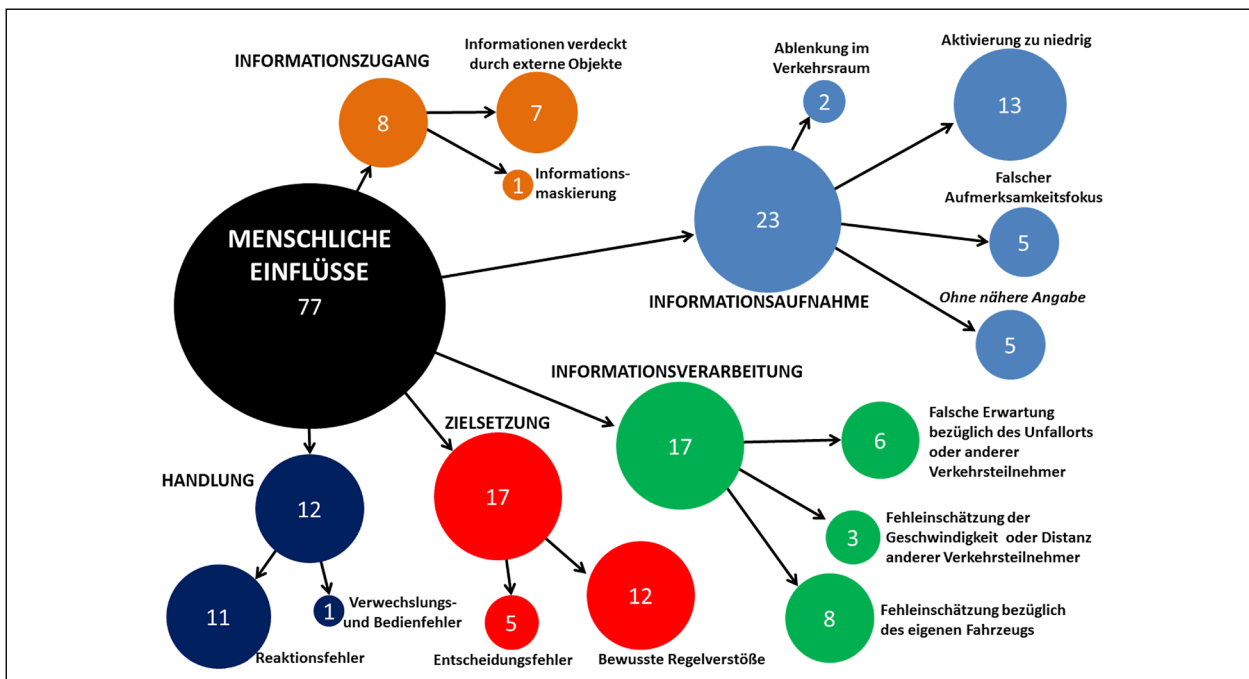


Bild 47: Verteilung der menschlichen ACAS-Codes von Pedelecfahrern auf die fünf Kategorien menschlicher Ursachen und auf die Kriterien der Kategorien. Jahre 2009 – 2018

Für die ACAS-Analyse standen die Daten von 135 Pedelec-Fahrern aus Unfällen der Jahre 2009 – 2018 zur Verfügung. Da 55 Pedelecfahrer nicht ursächlich zur Unfallentstehung beigetragen haben, wurden diese bei der ACAS-Analyse nicht berücksichtigt. 77 Pedelecfahrern wurde mindestens ein menschlicher Ursachencode zugeschrieben; bei den verbleibenden drei Pedelecfahrern wurden Einflussfaktoren aus dem Bereich „Umwelt und Infrastruktur“ festgestellt (Tabelle 20).

Bei den drei Ursachencodes aus der Gruppe 3 handelt es sich je einmal um eine außergewöhnlich stark verschmutzte Fahrbahn, um eine unerwartet vereiste Straßenoberfläche und um Objekte auf der Fahrbahn.

Wie bereits vermerkt liegt der Fokus der Ursachenanalyse auf den menschlichen Ursachen. Auch für die hier betrachteten Unfälle wurden menschliche Ursachen am häufigsten berichtet und bei 77 von insgesamt 80 Pedelecfahrern entsprechend kodiert. Die nachfolgende Auswertung bezieht sich auf diese 77 Pedelecfahrer. Die Analyse der ACAS-Codes ist in Bild 47 dargestellt, wobei die fünf Kategorien als verschiedenfarbige Kreisflächen und entsprechend ihrer Häufigkeit in verschiedenen Größen dargestellt sind. Den Kategorien sind die spezifischen Kriterien ebenfalls als Kreisflächen zugeordnet.

Von den 77 Pedelecfahrern, bei denen menschlichen Unfallursachen eine Rolle spielten, wurde bei acht Pedelecfahrern ein Fehler beim „Informationszugang“ festgestellt, wobei es sich meistens um verdeckte Informationen durch externe Objekte wie Gebäude oder Bepflanzungen handelte (n = 7).

Mit 23 Fällen am häufigsten war die Fehlerkategorie „Informationsaufnahme“ vertreten. Hierbei handelte es sich meistens um das Kriterium „Aktivierung zu niedrig“ (in 13 Fällen), bei dem durch physiologische Zustände die Aufmerksamkeit herabgesetzt ist. Dies war zumeist auf den Konsum von Alkohol zurückzuführen (in 10 Fällen). Oft vertreten war in dieser Kategorie auch das Kriterium „Falscher Aufmerksamkeitsfokus“ (5 Fälle). In diesen Fällen richtete der Pedelecfahrer seine Aufmerksamkeit auf den falschen Verkehrsteilnehmer bzw. falsche Verkehrszeichen, oder nutzte eine falsche Beobachtungsstrategie, wie z. B. eine unterlassene Reorientierung.

Ursachen aus der Kategorie „Informationsverarbeitung“ wurden 17 Pedelecfahrern zugeordnet. Diese waren häufig Fehleinschätzungen bezüglich des eigenen Fahrzeugs (8 Fälle), wie etwa Fehleinschätzungen des Fahrverhaltens oder der Abmaße des Pedelecs. In sechs Fällen gab es eine Fehleinschätzung bezüglich des Verhaltens anderer Verkehrsteilnehmer oder des Unfallorts, wie z. B. Kommunikationsfehler oder falsches Vertrauen auf-

grund von Gewohnheiten. Eine Fehleinschätzung der Geschwindigkeit oder Distanz anderer Verkehrsteilnehmer wurde in drei Fällen erfasst.

Bei 17 Fahrern von Pedelecs wurde eine menschliche Ursache aus der Kategorie „Zielsetzung“ kodiert. Hierbei handelte es sich in den meisten Fällen um bewusste Regelverstöße (12 Fälle) wie die regelwidrige Benutzung des Verkehrswegs (z. B. Fahren auf dem Gehweg oder auf der falschen Radwegseite). In fünf Fällen gab es einen Entscheidungsfehler, der z. B. ein falsches Fahrmanöver zur Folge hatte.

Bei zwölf Pedelecfahrern wurden Handlungsfehler identifiziert. Dies waren zumeist Reaktionsfehler (11 Fälle), wie etwa ein zu starkes Betätigen der Bremse oder ein Verreißen der Lenkung.

4.4 Zusammenfassende Diskussion

Zur Beschreibung des Unfallgeschehens von Pedelecfahrern wurde die GIDAS-Datenbank mit Fällen aus den Jahren 2007 – 2018 genutzt. Dabei wurden die Pedelecfahrer hinsichtlich verschiedener Unfallmerkmale mit den Fahrern von konventionellen Fahrrädern verglichen. Die Fallzahlen in GIDAS zeigen einen Anstieg von Pedelecunfällen von 13 Fällen im Jahr 2012 auf 59 Fälle im Jahr 2017. Dieser Anstieg in der Unfallstatistik dürfte der zunehmenden Nutzung von Pedelecs im Verkehr geschuldet sein, die aus den Absatzzahlen des Zweiradindustrieverbands hervorgeht (ZIV, 2013, 2015, 2018, 2019).

Die Analyse zeigt, dass männliche Pedelecfahrer mit einem durchschnittlichen Anteil von 59,5 % – bzw. 64,4 % in der Altersgruppe ab 65 Jahren – im betrachteten Unfallgeschehen häufiger vertreten sind als weibliche. Dies lässt sich durch den nachweislich höheren Anteil männlicher (vs. weiblicher) Pedelecfahrer in den betrachteten Kalenderjahren erklären (ALRUTZ et al., 2015; KRÖLING & GEHLERT, 2016; VON BELOW, 2016). Kinder und Jugendliche mit Pedelecs sind im Unfallgeschehen kaum vertreten, was vermutlich auf die seltene Nutzung elektrifizierter Räder in Altersgruppen unter 18 Jahren zurückgehen dürfte. Diesbezüglich fehlen bislang jedoch Zahlen zur Exposition. Das Alter der Pedelecfahrer unterscheidet sich mit durchschnittlich knapp 60 Jahren in Übereinstimmung mit bisherigen Befunden (VON BELOW, 2016) erkennbar von dem der Fahrer konventioneller Fahrräder

(M = 40,0 Jahre). In den letzten Jahren wurden jedoch auch zunehmend jüngere Pedelecfahrer zwischen 20 und 40 Jahren in der Unfallstatistik aufgeführt.

Aufgrund des im Vergleich zu Fahrern konventioneller Fahrräder höheren Durchschnittsalters der Pedelecfahrer wurde die Analyse des Unfallgeschehens getrennt nach den Altersklassen „18 – 64 Jahre“ und „über 64 Jahre“ durchgeführt. In beiden Altersgruppen waren Unfälle beim Einbiegen oder Kreuzen bei Fahrern konventioneller Fahrräder und Pedelecfahrern der häufigste Unfalltyp. Allerdings sind Pedelecfahrer häufiger als Fahrer von konventionellen Fahrrädern an Fahrnfällen beteiligt, bei denen der Fahrer die Kontrolle über sein Fahrzeug verliert. Dieser Unfalltyp schließt häufig auch Unfälle beim Auf- und Absteigen ein, die bei Pedelecfahrern vermehrt auftreten (SCHEPERS et al., 2014). Dafür spricht auch die Betrachtung der Alleinunfälle. Diese treten bei Pedelecfahrern häufiger auf (18 – 64 Jahre: 20,0 %; über 64 Jahre: 22,2 %) als bei Fahrern von konventionellen Fahrrädern (18 – 64 Jahre: 13,2 %, über 64 Jahre: 17,7 %), und bei älteren Fahrern treten sie häufiger auf als bei jüngeren. Die Analyse der Unfallstelle zeigte, dass Unfälle auf Geraden und Kurven bei den Pedelecfahrern häufiger sind als bei den Fahrern von konventionellen Fahrrädern, bei denen häufiger Unfälle an Netzknoten (Kreuzungen, Einmündungen etc.) festgestellt wurden. Bei den Pedelecfahrern beider Altersgruppen waren die Geraden mit ca. 33 % die Unfallstelle im Straßennetz, an der sich die meisten Unfälle ereigneten.

Ältere Fahrer von konventionellen Fahrrädern und Pedelecfahrer waren seltener bei Nacht und in der Dämmerung an Unfällen beteiligt als jüngere Fahrer beider Fahrergruppen. Eine mögliche Erklärung könnte sein, dass ältere Fahrer konventioneller Fahrräder bzw. Pedelecs seltener bei Dämmerung und Dunkelheit unterwegs sind. Diese Annahme gilt es jedoch noch mit einschlägigen Expositionszahlen zu untermauern. Zwischen den Nutzern von Pedelecs und konventionellen Fahrrädern hingegen ist kein Unterschied hinsichtlich des Anteils der Tag-, Dämmerungs- bzw. Nachtunfälle erkennbar.

Bei Konflikten mit einem weiteren Unfallbeteiligten waren Pkw-Fahrer mit einem Anteil von 66,7 % die häufigsten Unfallgegner von Pedelecfahrern, gefolgt von Fahrradfahrern (20,8 %). Für Fahrer konventioneller Fahrräder zeigt sich ein ähnliches Bild, auch wenn der Anteil mit Pkw-Fahrern als Unfall-

gegner höher, der Anteil mit Fahrradfahrern als Unfallgegner etwas geringer ausfiel. Auch bei der Analyse der Verletzungsschwere zeigten sich keine bedeutenden Abweichungen zwischen den Fahrern von konventionellen Fahrrädern und Pedelecfahrern, solange man dieselben Altersgruppen miteinander vergleicht. Allerdings sind erwartungsgemäß ältere Fahrer von konventionellen Fahrrädern und von Pedelecs aufgrund ihrer altersbedingten erhöhten Vulnerabilität häufiger schwerverletzt als die jüngeren. Dies entspricht bisherigen Befunden zur altersbedingten Vulnerabilität (UHR & HERTACH, 2017).

Beim Vergleich der Verletzungsschwere bei Unfällen mit Pkw als Unfallgegner mit der Verletzungsschwere bei Unfällen mit anderen Fahrrädern zeigt sich, dass nahezu alle Pedelecfahrer bei Unfällen mit einem Pkw als Unfallgegner verletzt wurden (99,0 %). Dies ist unter anderem dem Erhebungskriterium der GIDAS-Unfälle geschuldet, nach dem zumindest ein Unfallbeteiligter verletzt sein muss. Bei Unfällen mit anderen Fahrrädern hingegen lag der Anteil unverletzter Pedelecfahrer bei 28,1 %. Auf einem vergleichbaren Niveau lagen die Anteile bei den Fahrern konventioneller Fahrräder. Ernsthaftige Verletzungen bzw. Schwerstverletzungen (MAIS 2, MAIS 3+) traten bei den Pedelecfahrern und bei Fahrern von konventionellen Fahrrädern ähnlich häufig auf. Etwas häufiger waren sie bei einem Pkw im Vergleich zum Fahrradfahrer als Unfallgegner.

Insgesamt führen Fahrurfälle, die zumeist ohne Kollisionen mit anderen Beteiligten einhergehen, besonders häufig zu ernsthaften Verletzungen (MAIS 2 mit 28,3 %) und zu schwersten Verletzungen (MAIS 3+ mit 10,9 %) der Pedelecfahrer. Die Verletzungsschwere von Fahrern konventioneller Fahrräder fällt in Bezug auf Fahrurfälle gänzlich und in Bezug zu den anderen Unfalltypen weitgehend vergleichbar aus. Die Gründe für die hohe Verletzungsschwere bei Fahrurfällen lassen sich nur vermuten – denkbar wäre hier z. B. eine höhere Fahrgeschwindigkeit als bei anderen Unfalltypen.

Die Schuldfrage bei Pedelecfahrern und Fahrern von konventionellen Fahrrädern wurde in Abhängigkeit vom Unfallgegner (Pkw vs. alle anderen Unfallgegner) betrachtet. Bei Unfällen ohne Pkw-Beteiligung liegt der Anteil der Pedelecfahrer mit Haupt- oder Alleinschuld bei 48,4 % (18 – 64 Jahre) bzw. 27,3 % (über 64 Jahre). Der niedrige Schuldanteil für Pedelecfahrer ab 65 Jahren ist jedoch aufgrund

der geringen Fallzahl nur eingeschränkt belastbar. Bei Fahrern konventioneller Fahrräder liegt der Schuldanteil älterer Fahrer bei Unfällen ohne Pkw-Beteiligung deutlich näher bei dem Schuldanteil der jüngeren Fahrer (Ältere: 40,5 %, Jüngere: 27,2 %). Insgesamt trugen Pedelecfahrer (sowie Fahrer konventioneller Fahrräder) bei einem Unfall mit einem Pkw deutlich seltener die Haupt- oder Alleinschuld (ca. 20 %) als der Pkw-Fahrer.

Die Differenzierung der Unfallschuld nach Unfalltyp zeigt große Unterschiede zwischen den verschiedenen Unfalltypen, aber im Großen und Ganzen vergleichbare Verteilungen für Fahrer von Pedelecs und konventionellen Fahrrädern. Während bei Fahrurfällen der Anteil der Haupt- und Alleinschuld der Pedelecfahrer bei über 95 % liegt, da weitere Beteiligte bei diesem Unfalltyp erwartungsgemäß sehr selten sind, fällt er bei beim Einbiegen oder Kreuzen (25,7 %) und vor allem bei Abbiegeunfällen (13,7 %) gering aus. Losgelöst von der Schuldfrage wurden die Unfallursachen mittels der durch die Unfallforschung Hannover erhobenen Unfallursachenmethodik ACAS analysiert. Hierbei zeigt sich eine diverse Verteilung der menschlichen Ursachen auf die verschiedenen Fehlerkategorien. Häufig wurden vor allem Informationsaufnahme-probleme der Pedelecfahrer berichtet, die auch auf Alkoholkonsum zurückgeführt wurden. Weitere häufige Fehler waren bewusste Regelverstöße wie das Fahren auf der falschen Radwegseite oder Reaktionsfehler wie bspw. ein zu starkes Betätigen der Bremse bzw. ein Verreißen der Lenkung.

Die Gegenüberstellung der polizeilichen Kodierung des unfallbeteiligten Fahrzeugs mit der durch das geschulte GIDAS-Erhebungsteam vorgenommenen, wirft Zweifel an der Verlässlichkeit amtlicher Statistiken in Bezug auf Pedelecunfälle auf. Bei diesem Vergleich zeigte sich, dass weniger als ein Drittel der an Unfällen beteiligten Pedelecs auch als solche durch die Polizei erkannt und kodiert wurde. Häufig trat eine mutmaßliche Fehlkodierung (d. h. eine Abweichung von der GIDAS-Kodierung) als Fahrrad oder S-Pedelec auf. Inwieweit man von einer in der jüngeren Vergangenheit verbesserten Identifizierung und Kodierung von Pedelecs durch die Polizei auszugehen kann, die bundesweit erst mit der Kodierung 2014 begonnen hat, lässt sich auf Basis der vorliegenden Daten nicht beurteilen. Feststellbar ist jedoch, dass Polizeieinheiten, die auf die Aufnahme von Verkehrsunfällen spezialisiert sind (z. B. der Verkehrsunfalldienst VUD der Polizei in Hannover), Pedelecs besser erkennen und ko-

dieren als der allgemeine Einsatz- und Streifen-dienst der Polizei.

Abschließend lässt sich festhalten, dass die GIDAS-Daten mit ihrer wissenschaftlichen und detaillierten Unfallerhebung durchaus von der amtlichen Statistik abweichende – und aufgrund ihrer methodischen Vorgehensweise aussagekräftigere – Unfallergebnisse liefern können. So wurden Pedelecs bereits früher und mutmaßlich genauer hinsichtlich der Fahrzeugart erfasst, als dies bei der Polizei in den ersten Jahren der gesonderten E-Bike- und Pedelecerfassung der Fall war. Da Pedelecfahrer erst in den letzten Jahren häufiger in die regional begrenzte GIDAS-Erhebung aufgenommen werden konnten, reichen die Fallzahlen allerdings nicht aus, um verlässliche Aussagen über die Veränderungen im Unfallgeschehen – bspw. als mögliche Folge veränderter Nutzer- und Nutzungscharakteristika – zu treffen.

5 Klinikbefragung

5.1 Fragestellung

Die bislang vorliegenden Informationen zu Häufigkeit, Art und Schwere von Pedelecunfällen in Deutschland stammen überwiegend aus Statistiken polizeilich aufgenommener Unfälle (GEHLERT et al., 2017; OTTE et al., 2014; Statistisches Bundesamt, 2017). Wie schon aus den Ergebnissen der Online-Befragung ersichtlich, werden viele Unfälle polizeilich nicht erfasst. Dies trifft insbesondere auf die leichten Unfälle ohne weitere (insbesondere motorisierte) Beteiligte zu. Doch auch schwere Verkehrsunfälle mit behandlungsbedürftigen Verletzungen als Folge werden oftmals polizeilich nicht erfasst (JUHRA et al., 2012; VON BELOW, 2016). Wie im vorherigen Kapitel dargestellt, ist die Verletzungsfolge von Fahrnunfällen ohne weitere Beteiligte oftmals sehr hoch (ca. 40 % MAS 2 und MAS 3+). Dem Underreporting von schweren Unfällen soll in diesem Kapitel Rechnung getragen werden, indem Unfälle mit ambulant oder stationär behandelten Verletzungen erhoben werden, unabhängig davon, ob sie polizeilich erfasst wurden oder nicht. Dabei sollen personen- und umweltbezogene Merkmale ebenso betrachtet werden wie Art und Schwere der unfallbedingten Verletzungsfolgen. Von Interesse ist zudem die Rolle pedelecspezifischer Merkmale als mögliche Unfallursache, sowohl hinsichtlich verhaltensbezogener Aspekte (wie z. B. die gefahrene

Geschwindigkeit zum Unfallzeitpunkt) sowie auch der Bedeutung fahrzeugspezifischer Eigenschaften (z. B. Fahrzeuggewicht) für die Unfallverursachung. Darüber hinaus soll festgestellt werden, in welchem Ausmaß Unfälle mit behandlungsbedürftigen Verletzungen der Pedelecfahrer in amtlichen Statistiken unberücksichtigt bleiben. Mit einer Quantifizierung dieses Underreportings einschließlich etwaiger systematischer Verzerrungen ließe sich möglicherweise ein Korrekturfaktor bestimmen, um die wahren Folgen von Pedelecunfällen besser abzuschätzen, als es allein auf Basis amtlicher Statistiken möglich scheint. Die Beantwortung dieser Fragestellungen erfolgt im Zuge einer Unfallanalyse, in die verunfallte und verletzte Pedelecfahrer unabhängig von der polizeilichen Erfassung ihres Unfalls in die Untersuchung eingebunden werden. Trotz der zu erwartenden Problematik unzulänglicher Fallzahlen wurden auch verunfallte S-Pedelecfahrer in die Befragung inkludiert (s. gesonderte Ergebnisdarstellung in Kapitel 6.1.2). Die Rekrutierung und Befragung der Verunfallten erfolgte, wie in den folgenden Kapiteln dargelegt, während bzw. nach ihrer ambulanten oder stationären Behandlung im Krankenhaus.

5.2 Vorgehen

5.2.1 Beteiligte Institutionen, Zeitraum, Dauer

Zu Projektbeginn geplant und durchgeführt wurde eine Befragung verunfallter Pedelecfahrer, die zur ambulanten oder stationären Behandlung in der Klinik für Unfall-, Hand- und Wiederherstellungschirurgie des Unfallklinikums Münster (UKM) bzw. der Klinik für Unfallchirurgie des Evangelischen Krankenhauses Oldenburg (EV OL) vorstellig wurden. Die Rekrutierung erfolgte über einen Zeitraum von zwölf Monaten (Mai 2018 bis einschließlich April 2019 im UKM, und von Juni 2018 bis Mai 2019 im EV OL). Angesichts der geringen Fallzahlen, die sich bereits in den ersten Erhebungsmonaten abzeichneten, wurde in 2019 zusätzlich eine postalische Befragung verunfallter Pedelecfahrer durch die Unfallforschung der medizinischen Hochschule Hannover (MHH) initiiert. Angeschrieben und um Teilnahme gebeten wurden die in den Kalenderjahren 2017 und 2018 über die zentrale Notaufnahme aufgenommenen bzw. dort behandelten Patienten, die in ihrem Behandlungsvertrag der wissenschaftlichen Nutzung ihrer Daten zugestimmt hatten. Trotz unterschiedlicher Methoden der Datenerhebung waren die Inhalte der Datenerfassung für alle drei Erhebungsstandorte

identisch. Es wurde ein kurzer Fragebogen zur Beantwortung vorgelegt, medizinische Daten zur Beschreibung von Art und Schwere der Verletzung erfasst und bei zusätzlicher Einwilligung ein ergänzendes telefonisches Interview zu einem späteren Zeitpunkt durchgeführt (vgl. Kapitel 5.3). Dahingegen unterschied sich der Befragungsprozess bei der MHH (postalisch, retrospektiv), wie in den beiden folgenden Kapiteln beschrieben, von der im UKM und EV OL. Insgesamt wurden die Daten von 47 verunfallten Fahrern, davon 39 Pedelecfahrer, zwei S-Pedelecfahrer und sechs Fahrer ohne Angaben zum elektrifizierten Zweiradtyp, aufgenommen.

5.2.2 Prozess der Datenerhebung im UKM und EV OL

Am Prozess der Datenerhebung waren zum einen das UKM und das EV OL beteiligt. Diese übernahmen die Kontaktaufnahme zu den verunfallten Pedelecfahrern, die Dokumentation der medizinischen Daten sowie die Transkription des ausgefüllten Fragebogens. Ebenfalls beteiligt war das MHH, das diese Daten erhielt und die Kodierung von Unfallart¹⁷, -typ und -ursache auf Basis der Unfallhergangsbeschreibung bzw. des telefonischen Interviews übernahm. Der Prozess der Datenerhebung und -weitergabe ist in den folgenden Abschnitten beschrieben und anschließend in Bild 48 veranschaulicht.

A: Befragungsprozess und Dokumentation

Ambulant wie stationär aufgenommene verunfallte Pedelecfahrer, die volljährig und einwilligungsfähig waren, wurden durch das medizinische Personal an den Kliniken über die Studie informiert und beantworteten bei Einwilligung den Fragebogen. Je nach Verletzungsschwere wurde der Fragebogen entweder eigenständig bearbeitet oder aber vom medizinischen Personal vorgelesen und ausgefüllt. Die Angaben aus dem Fragebogen wurden um die interessierenden medizinischen Behandlungs- und Verletzungsdaten ergänzt und pseudonymisiert. Jeder Fall wurde mit einem Zuordnungsschlüssel versehen, um im Falle einer Einwilligung in das Telefoninterview beide Datensätze zusammenführen zu können. Bei Einwilligung in die Teilnahme am Telefoninterview wurden auf einem separaten Dokument die Kontaktdaten (Name, Telefonnummer, Erreichbarkeit) aufgenommen. Die Kontaktdaten wur-

den in eine von der Studiendatenbank physisch unabhängige Datei übertragen und mit dem Zuordnungsschlüssel versehen, der eine Zuordnung zu den erhobenen Befragungs-, Behandlungs- und Verletzungsdaten ermöglichte. Nur die mit der Studie betrauten Mitarbeiter der behandelnden Klinik erhielten darauf Zugriff. Die Schritte B, C und D erfolgten nur bei Einwilligung in das Telefoninterview.

B: Übermittlung der Kontaktdaten an die Verkehrsunfallforschung der MHH

Die Kontaktdaten der Probanden, die in die Telefonbefragung eingewilligt haben, wurden an die Verkehrsunfallforschung der MHH übermittelt. Die Datenübermittlung erfolgte verschlüsselt.

C: Telefonische Befragung durch die Verkehrsunfallforschung der MHH

Ein Mitarbeiter der Verkehrsunfallforschung der MHH kontaktierte die Probanden. Das Interview dauerte je nach Mitteilungsbereitschaft des Befragten etwa 5 bis 10 Minuten. Die interessierenden Informationen wurden pseudonymisiert in einer separat geführten Datei abgelegt und mit dem in A) vergebenen Zuordnungsschlüssel versehen.

D: Löschung der Kontaktinformationen

Nach Durchführung oder Widerruf der Einwilligung zur Telefonbefragung wurden die Kontaktinformationen (Name, Telefonnummer, Erreichbarkeit) bei der Klinik und bei der Verkehrsunfallforschung der MHH gelöscht.

E: Datenübermittlung an die Verkehrsunfallforschung der MHH

UKM und EV OL übermitteln die pseudonymisierten Datensätze mit den transkribierten Fragebogen samt der interessierenden Behandlungs- und Verletzungsdaten an die Verkehrsunfallforschung der MHH. Sofern das Item zur Unfallhergangsbeschreibung um eine Skizze ergänzt worden war, lag ein Scan der Skizze bei.

F: Kodierung von Unfallart, -typ und -ursache

Die Mitarbeiter der Verkehrsunfallforschung der MHH überführen die Angaben der Probanden zum Unfallhergang in das in der Verkehrssicherheitsforschung etablierte Schema zur Beschreibung der Unfallart, des Unfalltyps und der Unfallursache gemäß der ACAS-Kategorien.

¹⁷ Im Gegensatz zum Unfalltyp wird bei der Unfallart nicht die initiale Konfliktsituation, sondern das Geschehen beschrieben, das zum Unfall geführt hat. In der amtlichen Unfallstatistik (s. beispielsweise Statistisches Bundesamt, 2019) werden zehn Unfallarten unterschieden.

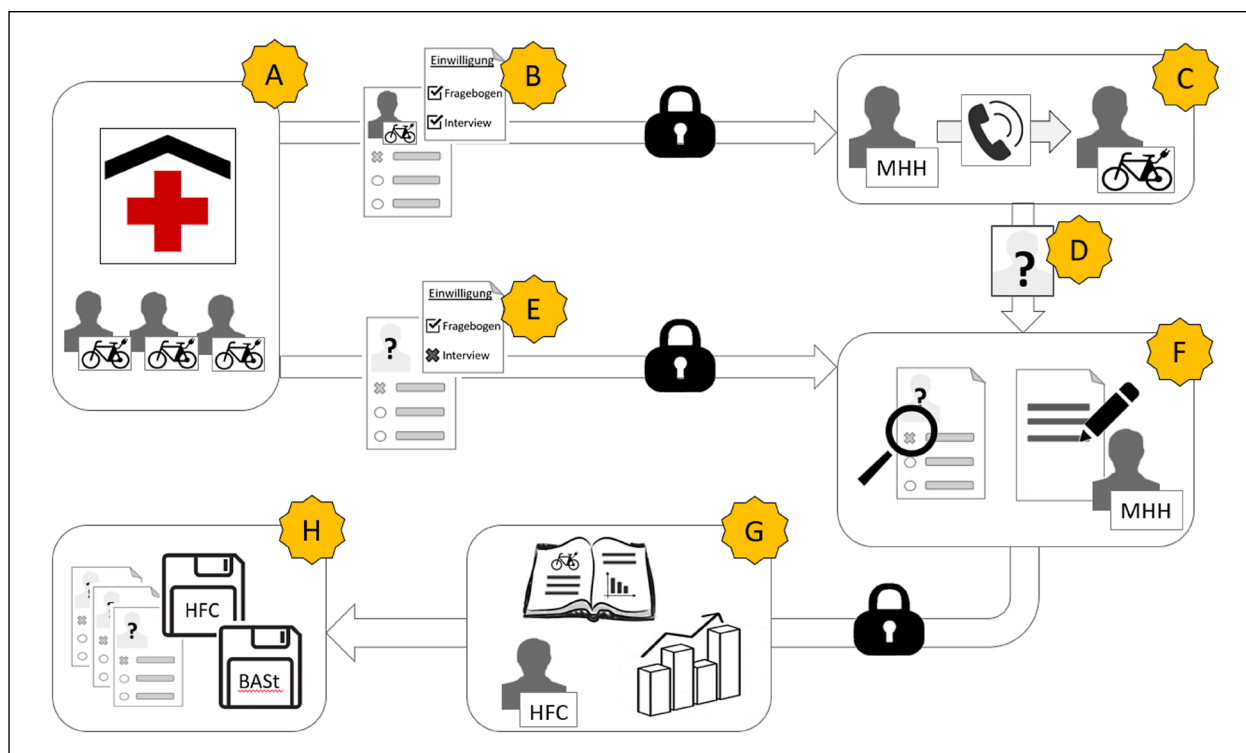


Bild 48: Prozess der Datenerhebung und -weitergabe im UKM und EV OL an die MHH und die HFC GmbH

G & H: Übermittlung des vollständigen und anonymisierten Datensatzes an die HFC GmbH

Die HFC GmbH erhielt von der Verkehrsunfallforschung der MHH den anonymisierten Gesamtdatensatz. Die Datenübermittlung an die HFC GmbH erfolgte verschlüsselt nach GnuPG-Standard. HFC unternahm die statistische Analyse und Dokumentation der Ergebnisse. Die anonymisierten Daten liegen auf elektronischen Datenträgern der Bundesanstalt für Straßenwesen (BASt) und der HFC GmbH vor (H).

5.2.3 Prozess der Datenerhebung durch die MHH

Im Gegensatz zum oben beschriebenen Vorgehen (Schritt A in Bild 48) wurde die Befragung durch die MHH postalisch und retrospektiv durchgeführt. Die Befragung der Pedelec-Fahrer, die wegen eines Pedelec-Unfalls in den Kalenderjahren 2017 und 2018 über die zentrale Notaufnahme aufgenommen bzw. dort behandelt wurden, war eingebettet in eine von der Unfallforschung der MHH initiierte Befragung verunfallter Radfahrer. Zur Identifikation verunfallter Pedelec-Fahrer wurden mithilfe des Data Warehouse der MHH die in SAP hinterlegten Arztbriefe von den in den Kalenderjahren 2017 und 2018 behandelten Patienten, die in ihrem Behandlungsvertrag der wis-

senschaftlichen Nutzung ihrer Daten zugestimmt hatten, nach den Stichworten „Fahrrad“, „Radfahrer“, „Pedelec“, „E-Bike“ durchsucht. Aussortiert wurden Fälle, in denen diese Stichworte in keinem Zusammenhang zu einem möglichen Verkehrsunfall standen, z. B. wenn als Therapiemaßnahme Fahrradfahren empfohlen wurde oder Beschwerden beim Fahrradfahren berichtet wurden. Ebenfalls nicht angeschrieben wurden Patienten, die bereits im Rahmen der Unfallaufnahme am Unfallort in die GIDAS-Datenbank aufgenommen worden waren, um deren Doppelbelastung zu vermeiden. Insgesamt wurden 768 Patienten angeschrieben, davon 656 im Alter von mindestens 18 Jahren. Trotz vorherigem Screening ließ sich vor der Befragung nicht endgültig sicherstellen, ob es sich bei allen Patienten tatsächlich um Verletzte nach einem Unfall als Rad- oder Pedelec-Fahrer handelte. Zudem wurden die Rückläufer nicht protokolliert, so dass sich nicht sagen lässt, wie viele Patienten die Interviewanfrage tatsächlich erhalten haben. Im Anschreiben wurden die verunfallten Fahrer eines Pedeles oder S-Pedeles gebeten, den Fragebogen auszufüllen und ihre Einwilligung zur Auswertung des Arztbriefes sowie zu einem ergänzenden telefonischen Interview zu geben. Unter den 166 Rückläufern, davon 147 im Alter von mind. 18 Jahren, waren 24 Pedelec-Fahrer, von denen drei ausgeschlossen wurden, da sie minderjährig waren oder unzuverlässig falsche Angaben gemacht hatten. Der

Umgang mit den retournierten Fragebogen sowie den Einwilligungen zum Interview verlief wie im vorangegangenen Kapitel beschrieben. Fragebogendaten, medizinische Verletzungs- und Behandlungsdaten und die Kodierung von Unfalltyp, -art und -ursache auf Basis der Unfallhergangsbeschreibung im Fragebogen bzw. des Telefoninterviews wurden zusammengeführt und der anonymisierte Datensatz zur Analyse, Dokumentation und Ablage weitervermittelt (vgl. Schritte C, D, F, G, H in Bild 48).

5.3 Inhalte

In die Erhebung wurden drei Datenquellen einbezogen. Dazu gehörten ein vom Verunfallten zu beantwortender Fragebogen sowie die klinische Dokumentation der medizinischen Behandlungs- und Verletzungsdaten. Zudem wurde ein telefonisches Interview im Anschluss an den Klinikaufenthalt durchgeführt, sofern der Verunfallte auch darin einwilligte.

5.3.1 Fragebogen

Der Fragebogen beinhaltete 18 Items mit größtenteils vorgegebenen Antwortkategorien, wie sie vorwiegend auch in der Onlinebefragung (Kapitel 3) verwendet worden waren (s. Anhang B). Zusätzlich wurde um eine Freitextbeschreibung des Unfallhergangs gebeten. Adressiert wurden:

- Fahrermerkmale (Alter, Geschlecht, Pedelec-fahrt, Nutzungshäufigkeit, Helmnutzung),
- Fahrzeugmerkmale (S-Pedelec vs. Pedelec, Nachrüstung, Fahrradtyp, Antrieb, Anhängernutzung),
- Umweltmerkmale zum Unfallzeitpunkt (Helligkeit, ortsbezogene Merkmale),
- Unfallcharakteristika (Polizeiliche Erfassung, Unfallhergang, Unfallsituation-/gegner, Unfallursache, gefahrene Geschwindigkeit).

5.3.2 Verletzungs- und Behandlungsdaten

Der klinischen Dokumentation wurden ausgewählte Informationen zu Art und Ausmaß der unfallbedingten Verletzungen und ihrer Behandlung entnommen. Zu letzteren gehörten Art (ambulant vs. stationär) und Dauer des Klinikaufenthalts sowie die Anzahl der in der Klinik durchgeführten Operationen.

Der Fokus lag auf der Charakterisierung der unfallbedingten Verletzungen, die über die Abbreviated Injury Scale (AIS) 2005/8 kodiert wurde, die jeder Verletzung eine von neun Körperregionen sowie einen von sechs Schweregraden zuordnet (Association for the Advancement of Automotive Medicine, 1998). Als AIS-Wert pro Körperregion wird jeweils die schwerste Verletzung gewertet. Die schwerste Verletzung über alle Körperregionen ergibt den maximalen AIS (MAIS). Bei einem MAIS 3+ gilt der Patient als „schwerstverletzt“ (OECD/ITF, o.J.). Als weiterer Indikator der Verletzungsschwere wurde der Injury Severity Score (ISS) erfasst. Gebildet wird er als Summe der Quadrate der drei höchsten AIS-Werte. Bei einem Wert von 16 oder größer liegt eine Schwerstverletzung als Folge eines Polytraumas oder schweren Monotraumas vor (LEFERING, 2010).

5.3.3 Telefonische Interviews

Wenn der verunfallte Pedelec-fahrer auch eine Einwilligung in das telefonische Interview gab, wurde er mehrere Wochen nach dem Klinikaufenthalt telefonisch kontaktiert und einem strukturierten Interview zum Unfallhergang unterzogen. Das Interview wurde von geschulten Mitarbeitern der Verkehrsunfallforschung der MHH durchgeführt, die auf Basis des berichteten Unfallhergangs den Hauptverursacher ermittelten sowie Unfalltyp, Unfallart, nähere Informationen zur Unfallstelle sowie Unfallursache nach ACAS kodierten. Wenn kein Interview durchgeführt werden konnte, wurden diese Informationen – sofern möglich – auf Basis der Unfallhergangsbeschreibung im Fragebogen bestimmt (s. Kapitel 5.3.1).

5.4 Ergebnisse

5.4.1 Datenlage

Zur Auswertung übermittelt wurde ein Datensatz mit 52 Fällen, von denen fünf von der Auswertung ausgeschlossen werden mussten. Zwei Teilnehmer, beide aus der postalischen Befragung durch die MHH, hatten den Fragebogen nicht ausgefüllt, sondern lediglich das Einverständnis zur Verwendung der medizinischen Daten gegeben. Bei den drei anderen handelte es sich um den Unfallhergangsbeschreibung zufolge nicht um einen Verkehrsunfall, sondern um ein Umknicken beim Schieben des Pedelecs, ein Umfallen nach dem beendeten Absteigen und um den Riss einer noch nicht verheilten Sehne

beim Abstoßen zum Aufsteigen auf das Pedelec. Tabelle 21 zeigt die Anzahl der übermittelten und nach dem Ausschluss verbleibenden Fälle für die Auswertungsstichprobe, zusammengefasst sowie differenziert nach den drei mit der Datenerhebung betrauten Kliniken.

Von den 47 verbleibenden Fällen ordneten sich 39 als Pedelecfahrer ein. Die aus den Selbstberichten und medizinischen Befunden gewonnenen Erkenntnisse dieser 39 Pedelecfahrer werden in den folgenden Kapiteln dargestellt. Die Angaben zu den verbleibenden zwei S-Pedelecfahrern und den sechs Verunfallten ohne Angaben zur Art des Pedelecs werden separat betrachtet (s. Kapitel 6.1.2 bzw. 5.4.9).

5.4.2 Stichprobenbeschreibung

Tabelle 22 zeigt Fallzahlen, demographische Merkmale sowie ausgewählte Unfallcharakteristika für die Gesamtstichprobe der Pedelecfahrer sowie differenziert nach den drei Kliniken. Der Altersdurchschnitt der Verunfallten liegt zwischen 61,9 und 67,5 Jahren. Davon abgesehen zeigen die nach Erhebungsstandort differenzierten Ergebnisse erhebliche Abweichungen hinsichtlich der Geschlechterverteilung, der polizeilichen Erfassung sowie der Helmnutzung zum Unfallzeitpunkt. Zum Teil dürfte dies auf Zufallsschwankungen infolge der geringen Fallzahl zurückzuführen sein, die ins-

	UKM	EV OL	MHH	Gesamt
Übermittelt	22	9	21	52
Verbleibend, davon...	20	8	19	47
Pedelecfahrer	17	7	15	39
S-Pedelecfahrer	1	1	0	2
k. A.	2	0	4	6

Tab. 21: Übermittelte und finale Fallzahlen insgesamt und nach Erhebungsstandort

		UKM	EV OL	MHH	Gesamt
Fallzahl	Fragebogen	17	7	15	39
	Interview	7	5	10	22
Alter	Ø in Jahren	67,0	61,9	67,5	66,3
Weibliche Fahrer	%	35,3	85,7	60,0	53,8
Helmnutzung	%	29,4	28,6	53,3	38,5
Als polizeilich erfasst berichtet	%	47,1	28,6	20,0	33,3
MAIS 3+	%	23,5	42,9	6,7	17,9
Ambulant (vs. stationär)	%	17,6	42,9	86,7	48,7
Behandlungsdauer	Ø in Tagen	18,7	8,5	1,2	10,0

Tab. 22: Ausgewählte Stichprobenmerkmale der Pedelecfahrer insgesamt (n = 39) und nach Erhebungsstandort

besondere bei den Ergebnissen des EV OL mit nur sieben inkludierten Pedelecfahrern keine belastbaren Aussagen zulässt. Im Durchschnitt liegt der Anteil polizeilich erfasster Unfälle bei einem Drittel; am höchsten liegt er mit knapp 50 % im UKM, das auch den höchsten Anteil stationär aufgenommener Patienten aufweist. Die Systematik, die diese Unterschiede in der polizeilichen Erfassung und der Verletzungsschwere erklärt, wird in Kapitel 7.3 noch diskutiert. Die Indikatoren der Verletzungsschwere – MAIS 3+ sowie ambulante vs. stationäre Aufnahme und Behandlungsdauer – weisen darauf hin, dass die Verletzungsschwere bei den Verunfallten der retrospektiven Befragung durch die MHH im Schnitt deutlich niedriger lag als bei den Befragungen in den Kliniken. In den nachfolgenden Analysen wird keine Differenzierung zwischen den drei Erhebungsstandorten vorgenommen; weder interessieren die Erhebungsstandorte als solche, noch reichen die Fallzahlen für eine separate Betrachtung.

Zusammenfassend lässt sich die Stichprobe der verunfallten Pedelecfahrer wie folgt beschreiben: 24 der 39 verunfallten Pedelecfahrer nahmen im Zuge der Behandlung eines Pedelecunfalls an der in der Klinik durchgeführten Befragung teil. Die meisten (n = 17) wurden am UKM für die Befragung gewonnen; nur sieben wurden am EV OL rekrutiert. Die verbleibenden 15 Fälle stammen aus der postalischen Befragung der MHH. 22 der 39 Pedelecfahrer (56,4 %) willigten in die Telefonbefragung ein und schlossen die Interviews zur Eruiierung von Unfallart, Unfalltyp und Ursache gemäß ACAS-Schema ab. Bei den übrigen erfolgte, sofern möglich, die Feststellung von Unfallart, Unfalltyp und Unfallursache auf Basis ihrer Beschreibung des Unfallhergangs.

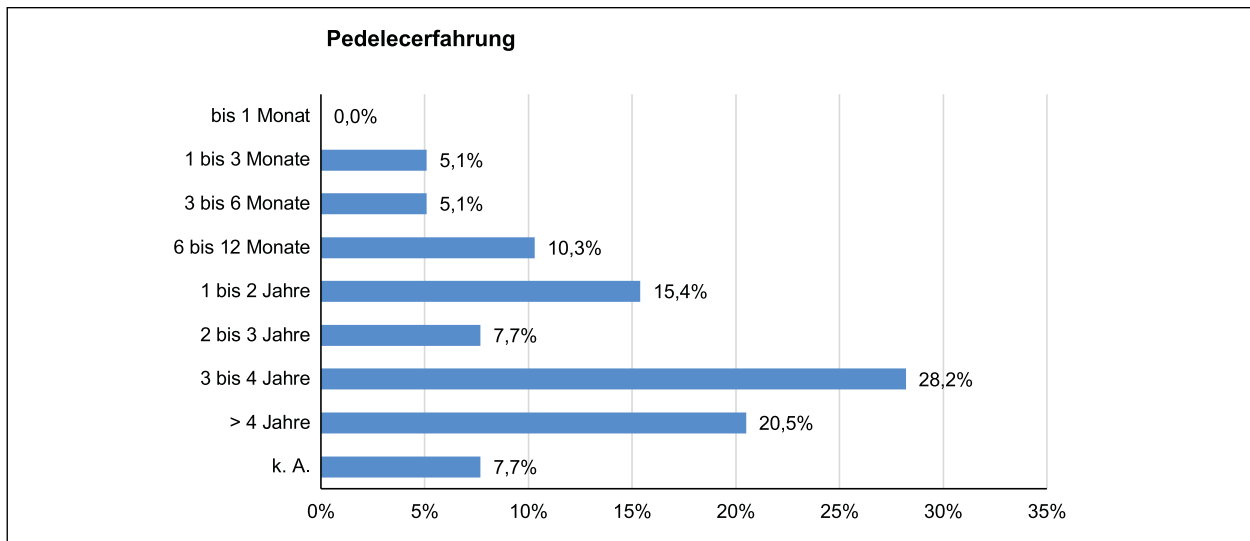


Bild 49: Berichtete Fahrerfahrung mit dem Pedelec (n = 39). Kumulation zu 100 %

5.4.3 Fahrermerkmale

Alter und Geschlecht

Der Anteil weiblicher verunfallter Pedelecfahrer (53,8 %) lag etwas höher als der Anteil männlicher Verunfallter (46,2 %). Der Altersdurchschnitt lag bei 66,3 Jahren, mit einer Altersspanne von 29 bis 89 Jahren. Nur drei Verunfallte (7,7 %) waren jünger als 45 Jahre; die Mehrheit war 65 Jahre oder älter (59,0 %).

Fahrerfahrung

Die Hälfte der Pedelecfahrer (48,7 %) berichtete, schon seit mehr als drei Jahren Pedelec zu fahren. Mit einem Anteil von nur 5,1 % vergleichsweise selten vertreten erwies sich die unerfahrenere Fahrergruppe mit maximal drei Monaten Pedelecerfahrung. Bild 49 zeigt die Pedelecerfahrung der Fahrer zum Unfallzeitpunkt.

Nutzungshäufigkeit

Knapp drei Viertel der Verunfallten (71,8 %) berichteten, „häufig“ (mehrmals die Woche) oder gar „sehr häufig“, d. h. (fast) täglich, mit dem Pedelec zu fahren. Ein Anteil von 25,7 % fuhr eigenen Angaben zufolge entweder nur „sehr selten“ oder „gelegentlich“ (d. h. einmal bzw. mehrmals im Monat, vgl. Bild 50).

Helmnutzung

Von den 39 verunfallten Pedelecfahrern gab ein Anteil von 38,5 % an, zum Unfallzeitpunkt einen Helm getragen zu haben. Bei den unbehelmteten Fahrern (61,5 %) findet sich im deskriptiven Vergleich ein höherer Anteil an Kopfverletzungen als bei den

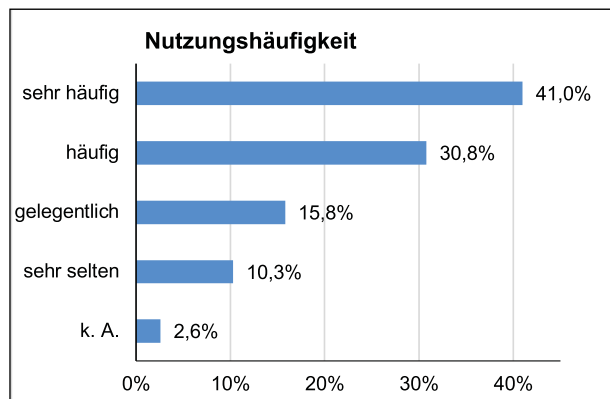


Bild 50: Berichtete Nutzungshäufigkeit des Pedelecs (n = 39). Kumulation zu 100 %

	Helmnutzung	
	Ja	Nein
Nicht kopfverletzt	13 (86,7 %)	17 (70,8 %)
Kopfverletzt	2 (13,3 %)	7 (29,2 %)
Gesamt	15 (100 %)	24 (100 %)

Tab. 23: Häufigkeit und – in Klammern – Anteil der (nicht) kopfverletzten Pedelecfahrer in Abhängigkeit von der Helmnutzung (n = 39)

Helmnutzern (Tabelle 23). Aufgrund der geringen Fallzahlen erfolgt keine inferenzstatistische Überprüfung dieses vermuteten Zusammenhangs.

5.4.4 Fahrzeugmerkmale

Von den 39 Verunfallten verunglückten 37 mit einem Pedelec, das als solches gebaut wurde. Eine Person machte keine Angabe, eine andere berichtete die Nutzung eines vom konventionellen Fahrrad nachgerüsteten Pedelecs zum Unfallzeitpunkt. Beim genutzten Fahrradtyp dominiert eindeutig das E-Cityrad/E-Hollandrad/E-Cruiser (79,5 %), an

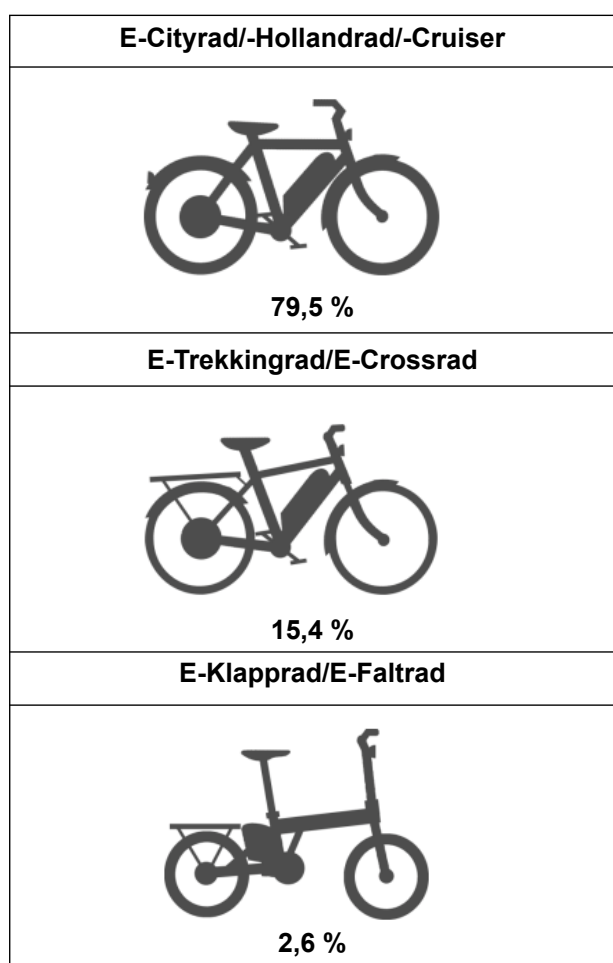


Bild 51: Einordnung des zum Unfallzeitpunkt genutzten E-Fahrradtyps (n = 39, davon n = 1 (2,6 %) ohne Angabe)

zweiter Stelle folgt das E-Trekkingrad bzw. E-Crossrad (15,4 %) Die Nutzung eines E-Mountainbikes, eines E-Rennrads oder E-Lastenrads wurde von keinem Verunfallten berichtet. Bild 51 zeigt eine Übersicht über die Häufigkeit der zum Unfallzeitpunkt genutzten Fahrradtypen.

Die meisten Pedelecs verfügten den Angaben der Befragten zufolge über einen Mittelmotor (84,6 %), nur wenige über einen Motor am Vorderrad (7,7 %) oder Hinterrad (5,1 %). Ein Befragter machte zum Motor keine Angabe (n = 2,6 %). Kein Verunfallter berichtete die Nutzung eines Anhängers am Pedelec zum Unfallzeitpunkt.

5.4.5 Zeit- und ortsbezogene Umweltfaktoren

Monat der Aufnahme/Zuverlegung

Die wenigsten Aufnahmen fanden im Winter, die meisten Aufnahmen im Spätsommer und Herbst statt. Der deskriptive Vergleich legt nahe, dass der Zeitpunkt der Aufnahme bzw. Zuverlegung aus den Befragungsdaten im Großen und Ganzen dem aus den Unfallstatistiken bekannten saisonalen Muster der Unfallbeteiligung von Pedelecfahrern folgt (s. Bild 52). Die größeren Abweichungen (z. B. im April und Oktober) sind vermutlich durch Zufallsschwankungen zu erklären, die sich infolge der geringen Fallzahlen in den Prozentanteilen besonders stark auswirken.

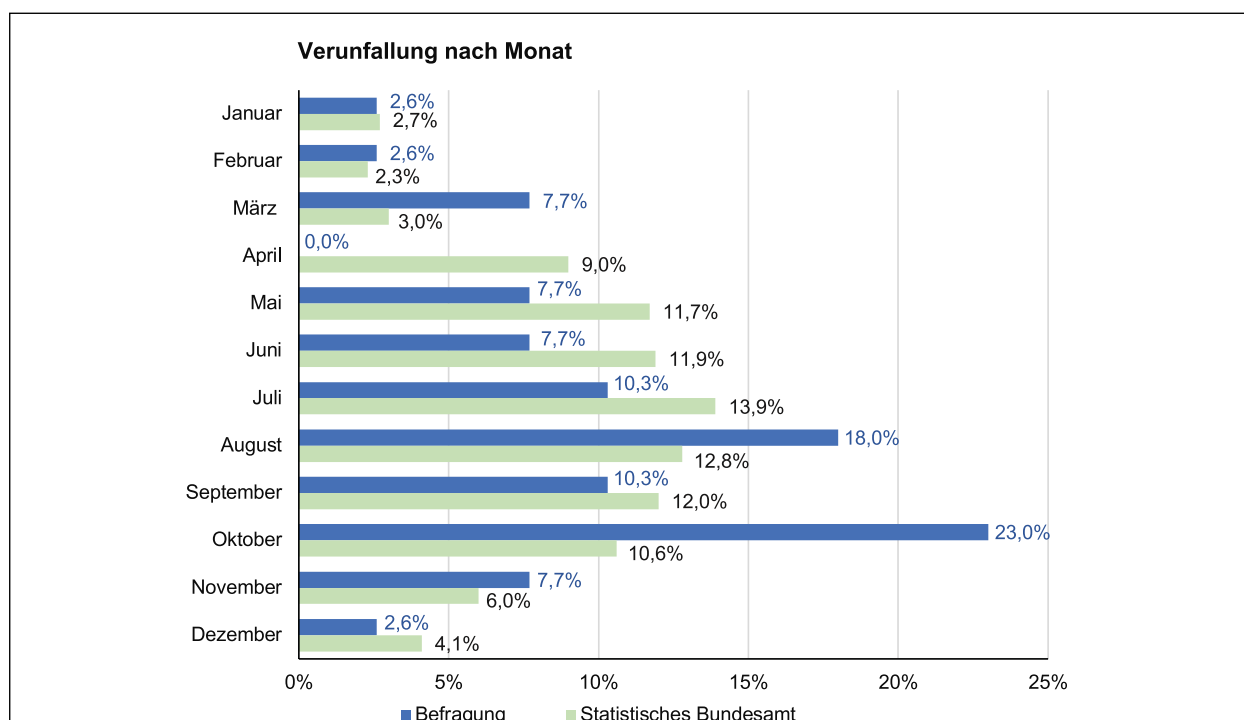


Bild 52: Monat der Verunfallung für die befragten Pedelecfahrer (n = 39, blau) im Vergleich zu den verunglückten Pedelecfahrern der amtlichen Unfallstatistik des Jahres 2018 (Statistisches Bundesamt, 2019) mit n = 7.823 in grün. Kumulation zu 100 %

Helligkeit

Die meisten Unfälle ereigneten sich bei Tage (92,3 %); die verbleibenden während der Dämmerung (7,7 %). Unfälle bei Dunkelheit wurden nicht berichtet.

Ortsbezogene Merkmale

Die Unfälle ereigneten sich häufiger innerorts (61,5 %) als außerorts (38,5 %). Die meisten geschahen auf der „normalen Fahrbahn“ sowie auf „Radwegen neben der Straße“ (je 35,9 %). Bild 53 bietet einen Überblick darüber, wo die Verunfallten zum Unfallzeitpunkt fuhren.

Dabei ereigneten sich vergleichbar viele Unfälle im Bereich von Einmündungen bzw. Kreuzungen (41,0 %) und auf Strecken (38,5 %). Nur ein Unfall (2,6 %) fand im Kreisverkehr statt. Bei einem Anteil von 17,9 % der Fahrer ließen sich aus der Unfallhergangsbeschreibung keine Angaben diesbezüglich ableiten.

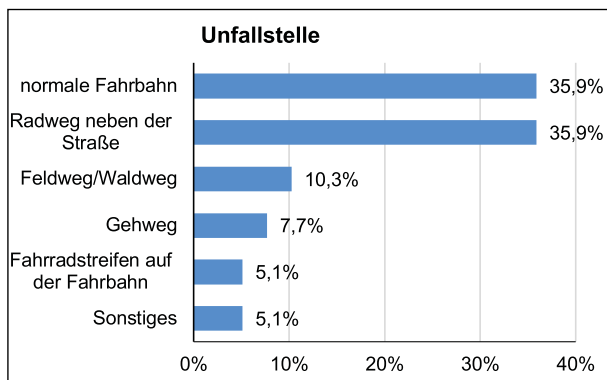


Bild 53: Berichtete Unfallstelle (n = 39). Kumulation zu 100 %

5.4.6 Unfallcharakteristika

Unfalltypen

Bild 54 zeigt die Häufigkeit der Unfalltypen, die die dem Unfall vorausgehende Konfliktsituation beschreiben. Bei etwa der Hälfte der berichteten Unfälle (53,8 %) handelte es sich um einen Fahrnfall. Mit einem Anteil von 17,9 % standen Einbiegen/Kreuzen-Unfälle an zweiter Stelle. Selten waren Unfälle im Längsverkehr, sonstige Unfälle (jeweils 7,7 %) sowie Abbiegeunfälle (5,1 %). Unfälle durch Überschreiten sowie Unfälle im ruhenden Verkehr wurden nicht berichtet.

Unfallart

Nahezu die Hälfte der Unfälle wurden als „Unfall anderer Art“ eingeordnet (vgl. Bild 55). Ein Zusammenstoß mit einem einbiegenden oder kreuzenden Fahrzeug wurde bei einem Anteil von 25,6 % der Unfälle verzeichnet. Der Rest entfällt auf das Abkommen nach rechts, einen Zusammenstoß mit einem entgegenkommenden Fahrzeug oder mit einem Fußgänger. In drei Fällen reichten die Informationen zur Zuordnung der Unfallart nicht aus. Die fünf verbleibenden Unfallarten¹⁸ traten den vorliegenden Unfallhergängen zufolge nicht auf.

Unfallgegner

Am häufigsten handelte es sich um Alleinunfälle (59,0 %). Wenn es einen weiteren Beteiligten gab, so handelte es sich zumeist um einen fahrenden Pkw (23,1 %). Der Pkw-Fahrer gilt zumeist als Haupt- oder Alleinverursacher des Unfalls (77,8 %). Selten berichtet wurden andere Unfallgegner wie Fahrer eines Lkw/Bus (2,6 %) oder konventionellen

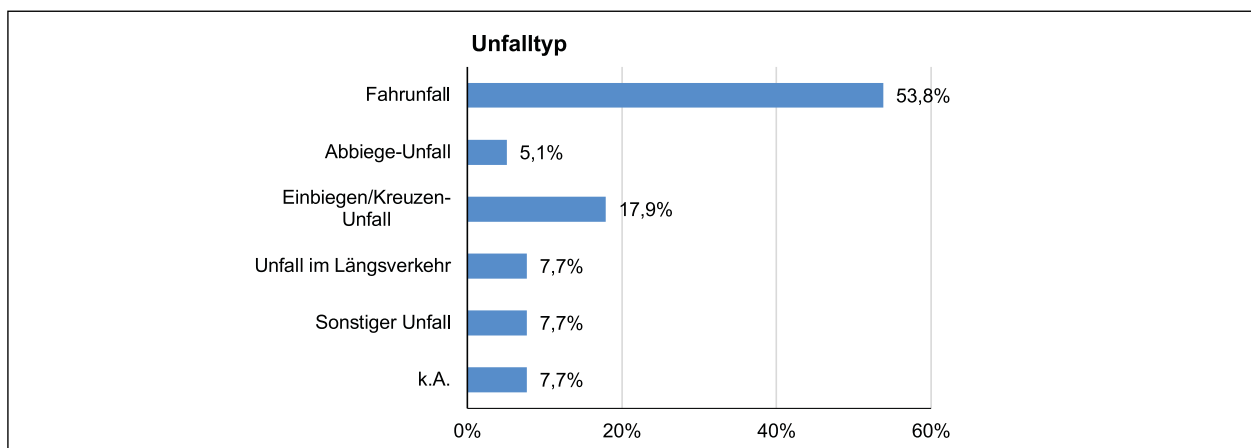


Bild 54: Zugeordnete Unfalltypen der berichteten Pedelecunfälle (n = 39). Kumulation zu 100 %

¹⁸ Dazu gehören 1) ein Zusammenstoß mit einem anfahrenen, anhaltenden oder stehenden Fahrzeug, 2) ein Zusammenstoß mit vorausfahrendem oder wartendem Fahrzeug, 3) ein Zusammenstoß mit einem seitlich in gleicher Richtung fahrenden Fahrzeug, 4) ein Hindernis auf der Fahrbahn sowie 5) ein Abkommen nach links.

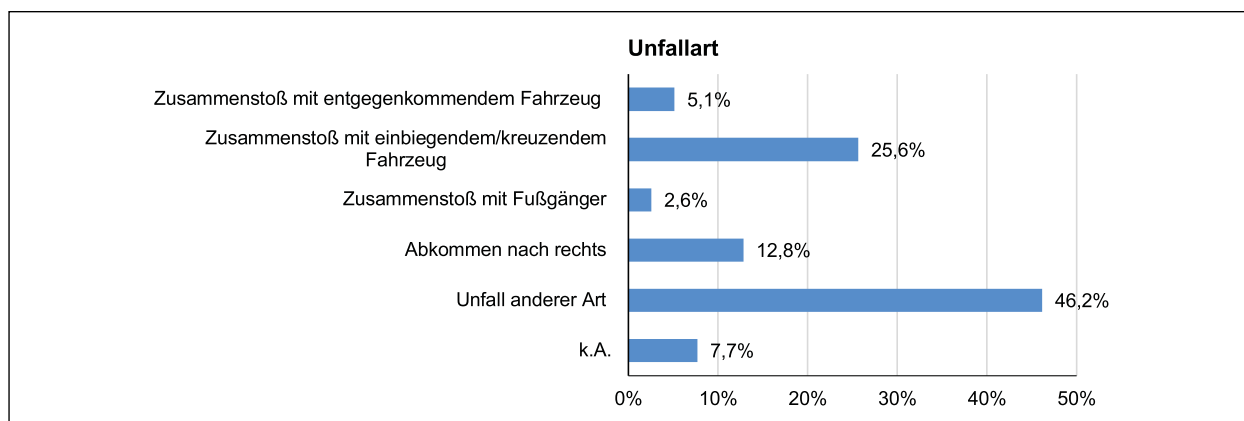


Bild 55: Zugeordnete Unfallart der berichteten Pedelecunfälle (n = 39). Kumulation zu 100 %

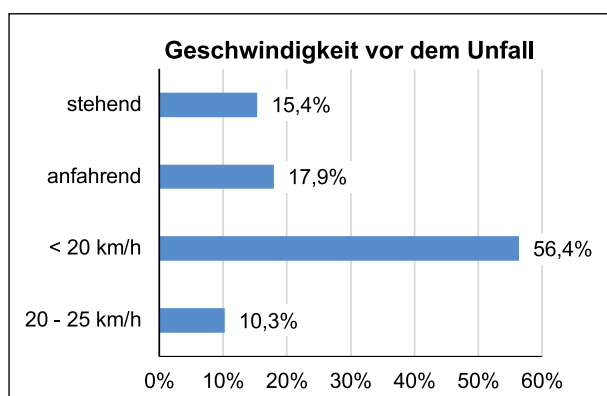


Bild 56: Berichtete Geschwindigkeit vor der Verunfallung mit dem Pedelec (n = 39). Kumulation zu 100 %

		Alleinunfall	Zusammenstoß
Geschwindigkeit vor dem Unfall	Stehend/anfahrend	10 (43,5 %)	3 (25,0 %)
	Bis 25 km/h	13 (56,5 %)	9 (75,0 %)
Gesamt		23 (100 %)	12 (100 %)

Tab. 24: Geschwindigkeit vor dem Unfall für Alleinunfälle (n = 23) und für Zusammenstöße mit Pkw, Lkw/Bus oder konventionellem Fahrrad (n = 12)

Fahrers (5,1 %). Ein Anteil von 7,7 % ordnete die Unfallsituation als „Sonstiges“ ein; eine Person (2,6 %) machte diesbezüglich keine Angabe.

Geschwindigkeit vor dem Unfall

Ein Drittel der Unfälle ereignete sich nach Angaben der Befragten aus dem Stand bzw. beim Anfahren (vgl. Bild 56). Bei zehn dieser 13 Unfälle handelte es sich um Alleinunfälle. Über die Hälfte gab an, dass die Geschwindigkeit während der Fahrt und vor dem Unfall (d. h. vor einer etwaigen Bremsreaktion) weniger als 20 km/h betrug. Nur wenige fuhren nach eigenen Angaben mindestens 20 km/h, aber maximal 25 km/h (10,3 %). Eine Geschwindigkeit oberhalb der zulässigen maximalen Tretunterstüt-

zung von 25 km/h wurde von keinem einzigen Verunfallten berichtet.

Eine geringe Geschwindigkeit vor dem Unfall (stehend/anfahrend) ist bei Alleinunfällen häufiger als bei einem Zusammenstoß mit einem Pkw, Lkw/Bus oder konventionellem Fahrrad (vgl. Tabelle 24).

Hauptursache

Zumeist sahen die Verunfallten die Hauptursache des Unfalls bei sich selbst (30,8 %). Ein Anteil von 23,1 % hielt den Unfallgegner für hauptverantwortlich. Seltener wurden nicht näher benannte andere Gründe (15,4 %), die Beschaffenheit des Weges (12,8 %) oder die Witterungsbedingungen (7,7 %) für den Unfall verantwortlich gemacht (vgl. Bild 57). Die Hauptursache ist dabei mit der Unfallsituation bzw. dem Unfallgegner assoziiert. Bei Zusammenstößen mit einem Pkw, Bus/Lkw oder konventionellem Fahrrad (n = 12) wird als Hauptursache entweder der Unfallgegner (75,0 %) oder andere Gründe (25,0 %) genannt, während bei Alleinunfällen (n = 23) alle Ursachen mit Ausnahme des Unfallgegners (0,0 %) angeführt werden; allen voran die „Ursache bei mir“ (47,8 %).

Drei Fahrer nannten das Pedelec als Hauptursache des Unfalls (7,7 %). Dabei handelte es sich um ein E-City-Rad/E-Hollandrad/E-Cruiser mit Mittelmotor (2 Nennungen) bzw. Antrieb am Hinterrad (1 Nennung). Das Alter der Fahrer lag zwischen 58 und 65 Jahren. Zwei führten den Unfall auf das Gewicht des Pedelecs zurück („Rad zu schwer“ bzw. „Umkippen, da Gewicht des Rades unterschätzt“) und einer auf den Ausfall der Unterstützung durch den Motor bei einem steilen Anstieg.

Verursacher

Als Haupt- oder Alleinverursacher aller Unfälle einschließlich der Alleinunfälle galt zumeist der Pedelec-fahrer (64,1 %) und seltener der Unfallgegner (23,1 %). Bei einem Anteil von 12,8 % der Fälle ließen die vorliegenden Angaben keine Schlüsse zur Hauptverursachung zu. Schließt man aus der Betrachtung die Alleinunfälle (59,0 %) aus, so waren die verunfallten Pedelec-fahrer seltener die Haupt- oder Alleinverursacher des Unfalls (26,7 %) als ihre Unfallgegner (60,0 %). Bei einem Anteil von 13,3 % war keine Identifikation des Haupt- oder Alleinverursachers möglich.

Menschliche Fehler

Bei 29 Pedelec-fahrern ließ sich auf Basis der Unfallhergangsbeschreibung oder des telefonischen Interviews mindestens ein situativer menschlicher Einflussfaktor ihrerseits gemäß ACAS identifizieren (vgl. Kapitel 4.3), der zum Unfall beigetragen hat. Bei den zehn verbleibenden Fällen lagen keine Informationen vor, die auf einen Fehler des verunfall-

ten Pedelec-fahrers hinwiesen. Bei sieben der 29 Fälle wurde ein zweiter Fehler festgehalten. Bei den menschlichen Ursachenfaktoren nach ACAS sind gleichwertige Mehrfachnennungen möglich, d. h. es erfolgt keine Differenzierung zwischen dem hauptverursachenden Fehler und weiteren Fehlern. Bild 58 zeigt die Verteilung der 36 menschlichen Fehler über die fünf Kategorien. In drei Fällen (8,3 %) wurde ein nicht näher bestimmbarer menschlicher Fehler notiert. Die mit Abstand häufigsten Fehlertypen (am häufigsten Reaktionsfehler ohne Bezug zu Fehlern bei der Bremsung oder Lenkung) gehörten zur Kategorie der Handlungsfehler (36,1 %). An zweiter Stelle standen Fehler bei der Informationsverarbeitung (22,2 %). Dazu gehörten insbesondere falsche Erwartungen; am häufigsten berichtet (n = 4) wurden Fehleinschätzungen bezüglich des Verhaltens des eigenen Fahrzeugs hinsichtlich Fahrdynamik oder Stabilität. Fehler bei der Informationsaufnahme traten bei einem Anteil von 16,6 % der Fälle als Folge einer beeinträchtigten Aufmerksamkeit oder Ablenkung auf. Seltener wurden Fehler beim Informationszugang (8,3 %) berichtet.

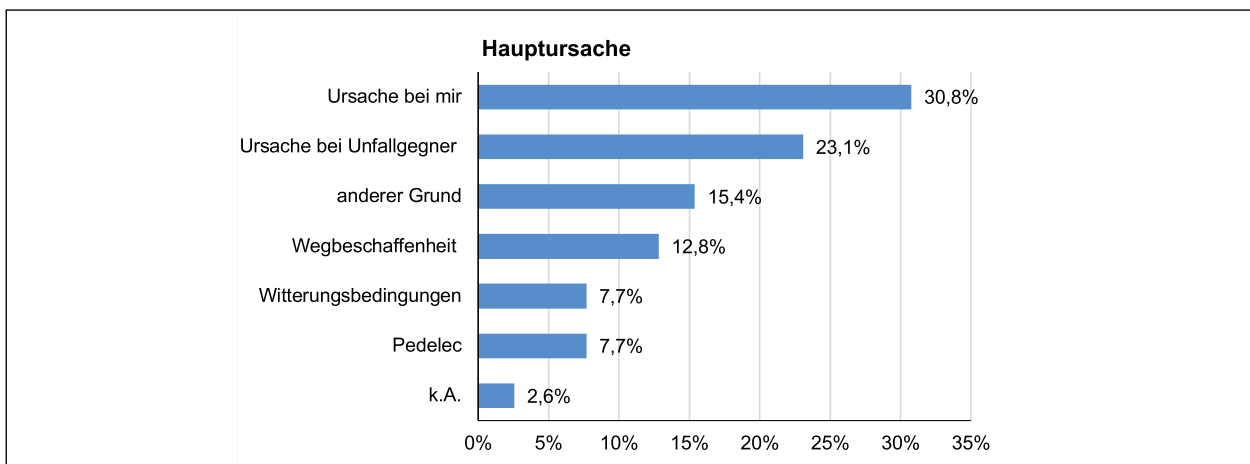


Bild 57: Berichtete Hauptursache des Pedelecunfalls (n = 39). Kumulation zu 100 %

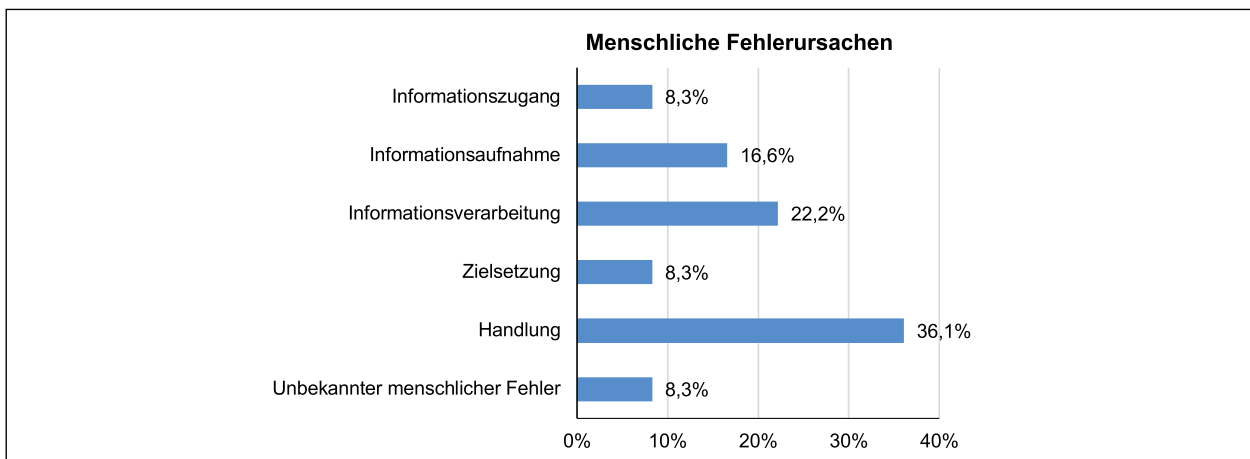


Bild 58: Menschliche Fehler nach ACAS in % bezogen auf 36 Fehlerursachen (n = 29). Kumulation zu 100 %.

5.4.7 Unfallfolgen

Art des Klinikaufenthalts

Etwa die Hälfte der Verunfallten wurde ausschließlich ambulant (48,7 %) bzw. auch stationär (51,3 %) behandelt. Die allgemeine Verletzungsschwere war bei den stationär aufgenommenen Patienten höher als bei den ambulant behandelten (Injury Severity Score von $M_{\text{stationär}} = 8,6$ vs. $M_{\text{ambulant}} = 2,9$). Etwa ein Drittel der stationären Patienten (17,9 % von $n = 39$) bedurfte einer intensivmedizinischen Versorgung (d. h. Intensivstation, Intensivtherapie bzw. -überwachung).

Dauer des Klinikaufenthalts

Im Durchschnitt lag die Dauer des Klinikaufenthalts bei 10 Tagen, einschließlich der 48,7 % der Verunfallten mit einer Aufenthaltsdauer von weniger als einem ($\triangleq 0$) Tag. Schließt man diese aus der Betrachtung aus, so lag die Aufenthaltsdauer zwischen fünf und 77 Tagen ($M = 17,6$ Tage).

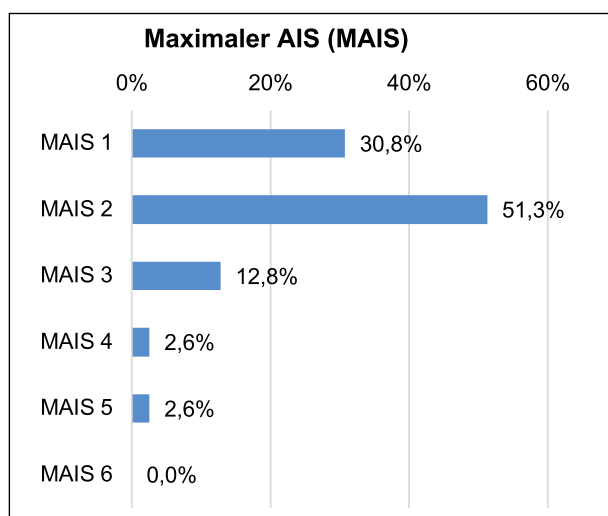


Bild 59: Maximaler AIS der Pedelecfahrer in % ($n = 39$). Kumulation zu 100 %

Entlassung, Verlegung

Eine Entlassung nach Hause erfolgte überwiegend mit (79,5 %), seltener ohne (12,8 %) anschließende Weiterversorgung. Drei Verunfallte wurden anschließend in eine andere Klinik verlegt (7,7 %). In diesen Fällen überstieg die tatsächliche Dauer des stationären Aufenthalts die hier dokumentierte Aufenthaltsdauer.

Verletzungsschwere

Bild 59 veranschaulicht die Verteilung der Verletzungsschwere über die sechs AIS-Kategorien. Dargestellt ist pro Fall der maximale AIS (MAIS), d. h. die höchste Verletzungsschwere unabhängig von der verletzten Körperregion. Ca. 80 % der Fälle entfallen auf geringe (30,8 %) oder ernsthafte (51,3 %) Verletzungen. Bei sieben Pedelecfahrern (17,9 %) wurde ein MAIS 3+ kodiert, der eine „Schwerstverletzung“ kennzeichnet (OECD/ITF, o.J.). Zum Auftreten nicht behandelbarer, d. h. tödlicher Unfälle, liegen keine Angaben der Kliniken vor.

Die meisten Verletzungen traten im Bereich der Extremitäten (Arme/Schultern sowie Beine/Hüfte/Becken auf). Darauf folgten Verletzungen des Kopf- und Hirnschädels. Eine Übersicht über die Verletzungen und ihre maximale Schwere je Region zeigt Tabelle 25.

Injury Severity Score (ISS)

Der ISS der Verunfallten lag zwischen 1 und 45. Zwei Verunfallte (5,3 %) wiesen einen ISS ≥ 16 und damit ein Polytrauma bzw. ein schweres Monotrauma auf (Lefering, 2010). Die Häufigkeiten der dokumentierten ISS-Werte sind in Bild 60 verdeutlicht.

	Unverletzt	AIS 1	AIS 2	AIS 3	AIS 4	AIS 5	AIS 6
		Gering	Ernsthafte	Schwer	Sehr schwer	Kritisch	Nicht behandelbar
Kopf-/Hirnschädel (%)	76,9	12,8	-	5,1	5,1	-	-
Gesicht(sschädel) (%)	84,6	12,8	2,6	-	-	-	-
Hals (%)	100	-	-	-	-	-	-
Brustkorb (%)	89,7	5,1	2,6	-	-	2,6	-
Bauchraum (%)	100	-	-	-	-	-	-
Rückenmark (%)	92,3	2,6	5,1	-	-	-	-
Arme/Schulter (%)	48,7	15,4	30,8	5,1	-	-	-
Beine/Hüfte/Becken (%)	51,3	20,5	25,6	2,6	-	-	-
Äußere und andere Verletzungen (%)	100	-	-	-	-	-	-

Tab. 25: Maximaler AIS der Pedelecfahrer je Region in % ($n = 39$). Kumulation zu 100 %

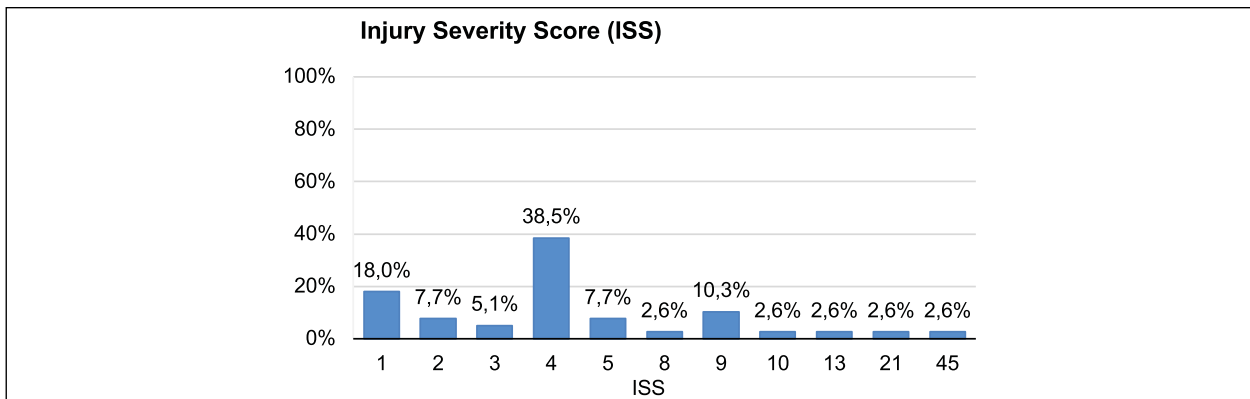


Bild 60: Injury Severity Score (ISS) der Pedelecfahrer (n = 39). Kumulation zu 100 %

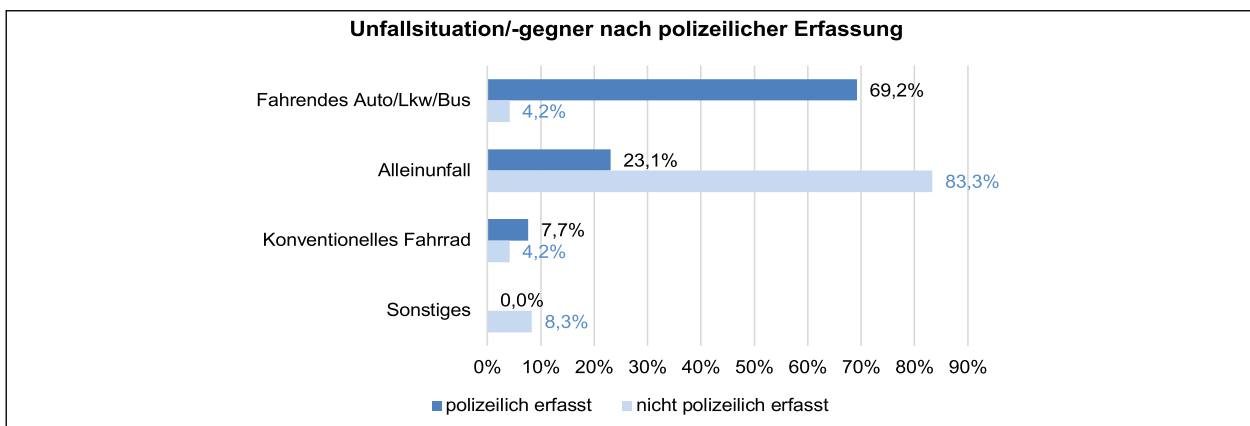


Bild 61: Vergleich der Unfallsituation bzw. des Unfallgegners für polizeilich erfasste (n = 13, dunkelblau) und nicht erfasste Unfälle (n = 24, hellblau). Kumulation zu je 100 %

Operationen, Beatmung

Bei einem Viertel der Fälle fehlen die Angaben darüber, ob und wie häufig im Rahmen der Behandlung des Pedelecunfalls eine Operation durchgeführt wurde (25,6 %). Da es ausschließlich ambulant aufgenommene Patienten waren, ist anzunehmen, dass keine Operation durchgeführt wurde. Bei einem weiteren Viertel wurde explizit verzeichnet, dass keine Operation erforderlich war (25,6 %). Die Hälfte der Verunfallten (n = 19) wurde einmal (28,2 %), zweimal (15,4 %) oder gar mehr als zweimal (5,3 %) operiert. Bei einem Verunfalltem war eine künstliche Beatmung erforderlich.

5.4.8 Vergleich der Unfälle mit und ohne polizeiliche Erfassung

Bei 37 der 39 Pedelecunfälle machten die Pedelec-fahrer Angaben zur polizeilichen Erfassung des Unfalls. 13 Unfälle wurden demnach erfasst, 24 nicht. Die nachfolgende Übersicht stellt die polizeilich erfassten den nicht erfassten hinsichtlich ausgewählter Fahrer-, Unfall- und Verletzungscharakteristika gegenüber (vgl. Tabelle 26 und Bild 61). Der Vergleich erfolgt deskriptiv; angesichts der geringen Fallzahlen

		Polizeiliche Erfassung	
		Ja (n = 13)	Nein (n = 24)
Fahrer	Männlich (%)	53,8	41,7
	65+ Jahre (%)	61,5	66,7
	Stationärer Aufenthalt (%)	61,5	41,7
	ISS (Ø)	7,9	3,8

Tab. 26: Verletzungsschwere, Alter und Geschlecht der verunfallten Pedelec-fahrer nach polizeilicher Erfassung (n = 37)

wäre die Teststärke inferenzstatistischer Analysen stark eingeschränkt. Die Gegenüberstellung weist bei deskriptiver Betrachtung einige Abweichungen auf. Die Fahrer polizeilich erfasster Unfälle sind etwas häufiger männlich und im Durchschnitt etwas jünger. Die Indikatoren der Verletzungsschwere deuten darauf hin, dass sie bei dem Unfall schwerere Verletzungen davontragen. Sie werden häufiger stationär aufgenommen und ihre durchschnittliche Verletzungsschwere (ISS) fällt höher aus.

Wie aus Bild 61 hervorgeht, unterscheidet sich die Unfallsituation beider Gruppen grundlegend. Bei den polizeilich erfassten Unfällen handelte es sich vergleichsweise selten um einen Alleinunfall, der

bei den nicht polizeilich erfassten die mit Abstand häufigste Unfallsituation darstellt. Stattdessen gingen die meisten polizeilich erfassten Unfälle auf einen Zusammenstoß mit einem motorisierten Fahrzeug (einmal „Lkw/Bus“ als Unfallgegner, ansonsten ausschließlich Auto) zurück. Unfälle mit Fahrern konventioneller Fahrräder oder sonstige Unfälle traten in beiden Gruppen nur selten auf. Unfälle mit einem anderen Pedelec wurden nicht berichtet.

5.4.9 Weitere Ergebnisse

Die Ergebnisse der zwei Fahrer, die mit einem S-Pedelec verunglückten, sind in Kapitel 6.1.2 zusammengefasst. Nachfolgend werden ausgewählte Ergebnisse der Selbstberichte und medizinischen Daten der sechs Fahrer elektrifizierter Zweiräder, die keine Angaben zum Fahrradtyp (Pedelec oder S-Pedelec) machten, dargestellt. Die drei männlichen und drei weiblichen Fahrer waren zwischen 25 und 88 Jahren alt ($M = 61,3$ Jahre). Drei fuhren ein E-City/-Hollandrad/-Cruiser und einer ein E-Mountainbike; zwei machten keine Angaben zum Fahrradtyp. Alle sechs Unfälle ereigneten sich innerorts: vier an Einmündungen/Kreuzungen, bei den beiden anderen fehlen Angaben zur Unfallstelle. Fünf verunglückten bei Tage, einer bei Dämmerung. Drei Unfälle wurden polizeilich erfasst, zwei nicht; bei einem liegen keine Angaben diesbezüglich vor. Drei Unfälle waren Alleinunfälle, die auf die Wegbeschaffenheit (2) bzw. auf eigenes Verschulden (1) zurückgeführt wurden. Die gefahrene Geschwindigkeit zum Unfallzeitpunkt lag bei zwei Fahrern unter 20 km/h, einer gab diesbezüglich keine Auskunft. Zwei Unfälle ereigneten sich durch einen Zusammenstoß mit einem fahrenden Auto, einmal beim Anfahren, einmal bei einer Geschwindigkeit unter 20 km/h. In beiden Fällen wurde der Unfallgegner als Verursacher beschrieben. Beim sechsten Unfall handelte es sich um einen seitlichen Zusammenstoß mit einem konventionellen Fahrrad, das in gleicher Richtung fuhr; nähere Angaben zur Ursache oder gefahrenen Geschwindigkeit fehlen. Drei Fahrer wurden ausschließlich ambulant behandelt, zwei stationär und einer intensivmedizinisch versorgt. Keiner wurde als schwerstverletzt eingestuft (alle MAIS < 3). Ihr ISS lag zwischen 1 und 5. Zwei wurden operiert, bei zweien war keine Operation erforderlich, bei zweien liegen keine Angaben dazu vor.

5.5 Zusammenfassende Diskussion

Es wurde eine Befragung verunfallter Pedelecfahrer durchgeführt, um deren Unfallgeschehen zu beschreiben und mit den aus amtlichen Unfallstatistiken gewonnenen Erkenntnissen abzugleichen. Die Stichprobe wurde auf zwei Wegen gewonnen: Zum einen durch die Rekrutierung ambulant oder stationär im Unfallklinikum Münster (UKM) bzw. dem Evangelischen Krankenhaus Oldenburg (EV OL) nach einem Pedelec- bzw. S-Pedeleccunfall behandelter Fahrer in einem Zeitraum von zwölf Monaten (Frühjahr/Sommer 2018 bis Frühjahr/Sommer 2019); zum anderen aus der postalischen Befragung der in den Kalenderjahren 2017 und 2018 an der Medizinischen Hochschule Hannover (MHH) über die zentrale Notaufnahme aufgenommenen bzw. dort behandelten Patienten. Die Befragungsteilnehmer beantworteten einen kurzen Fragebogen zu Fahrer-, Fahrzeug-, Umwelt- und Unfallcharakteristika und stimmten der Erfassung medizinischer Daten zur Beschreibung von Art und Schwere der Verletzung zu. Bei zusätzlicher Einwilligung erfolgte zudem ein ergänzendes telefonisches Interview zur näheren Beschreibung des Unfallhergangs zu einem späteren Zeitpunkt. Trotz des mindestens einjährigen Erhebungszeitraums an den drei Standorten lagen mit Abschluss der Datenerhebung nur 47 vollständige Datensätze von erwachsenen, bei einem Verkehrsunfall verunglückten Pedelec- bzw. S-Pedelecfahrern vor. Davon ordneten sich zwei als S-Pedelecfahrer ein und sechs machten keine Angabe zur Art des Pedelecs. Die Analyse konzentrierte sich auf die 39 eindeutig zuordbaren Pedelecfahrer, von denen 22 (56,4 %) an der Telefonbefragung teilnahmen; bei den anderen wurden die im Interview adressierten Informationen, sofern hinreichend beschrieben, der Unfallhergangsbeschreibung des Fragebogens entnommen.

Bei den 39 verunfallten Pedelecfahrern handelte es sich vorwiegend um ältere Fahrer mit einer weitgehend ausgewogenen Geschlechterverteilung. Eine Selbstselektion, d. h. höhere Teilnahmebereitschaft älterer und weiblicher Fahrer, ist nicht auszuschließen; nachweislich war jedoch die höhere Verletzungsschwere – und damit das höhere Alter als ein mit der Verletzungsschwere assoziierter Faktor (vgl. UHR & HERTACH, 2017) – in der vorliegenden Studie ein gewichtiges Selektionsmerkmal, da die Rekrutierung stationär aufgenommener Patienten konsequenter durchgeführt werden konnte als eine Rekrutierung in der Ambulanz. Bei den Verunfallten handelte es sich größtenteils um langjährig erfahre-

ne Fahrer, von denen etwa die Hälfte seit mindestens drei Jahren Pedelec fuhr und die mehrheitlich eine häufige bzw. (nahezu) tägliche Nutzung berichteten. Nur zwei Verunfallte wiesen eigenen Angaben zufolge lediglich ein bis drei Monate Pedelecfahrerfahrung auf; Pedelecbeginner mit weniger als einem Monat Pedelecfahrerfahrung kamen in der Stichprobe nicht vor. Eine mangelnde initiale Vertrautheit mit dem Fahrzeug und dessen Fahreigenschaften erscheint daher auf Basis der vorliegenden Informationen als Einflussfaktor auf das Unfallgeschehen von untergeordneter Bedeutung.

Hinsichtlich des verwendeten Fahrradtyps zeigten sich deutliche Abweichungen von den aktuellen Verkaufszahlen. Kein einziger Verunfallter berichtete die Nutzung eines E-Mountainbikes, das gemäß den Verkaufszahlen der vergangenen Jahre ein zunehmend wachsendes Segment darstellt (21,5 % gemäß ZIV, 2018). Dies mag zum einen darauf zurückgehen, dass an den drei Erhebungsstandorten das zumeist verwendete E-Cityrad bzw. E-Hollandrad oder E-Cruiser (79,5 %) die für die flachen Regionen und das großstädtische Umfeld passendste Wahl darstellen mag. Zum anderen dürften die Faktoren „Alter“ und „langjährige Pedelecnutzung“ eher mit der Nutzung eines für die Stadt ausgelegten Fahrradtyps assoziiert sein, so dass eine unterschiedliche Unfallbeteiligung der verschiedenen Fahrradtypen wahrscheinlich eher auf diese Drittvariablen zurückzuführen ist.

Den Angaben der Befragten zufolge ereigneten sich die Unfälle überwiegend bei Tage, selten bei Dämmerung und in keinem einzigen Fall bei Nacht. Einmündungen bzw. Kreuzungen (41,0 %) wurden als Unfallstellen ähnlich häufig genannt wie Strecken (38,5 %). Dabei ereigneten sich die Unfälle überwiegend auf der Straße ohne Radführung oder aber auf einem Radweg neben der Straße. Vergleiche zu bisherigen Befunden bezüglich der Unfallstelle lassen sich lediglich für die Ortslage ziehen. In der vorliegenden Klinikbefragung waren Innerortsunfälle häufiger vertreten als Außerortsunfälle (61,5 % vs. 38,5 %). Der Anteil an Außerortsunfällen lag dabei deutlich höher als in bisherigen Unfallanalysen (16,0 % bei GEHLERT et al., 2017; 22 % bei UHR & HERTACH, 2017). Deren Ergebnisse gründen jedoch auf nicht unmittelbar vergleichbaren Datenbasen (amtlichen Statistiken bzw. Schweizer Befragungsstudie mit hohem Anteil an S-Pedelecs), so dass die Annahme berechtigt ist, dass die Abweichungen auf Unterschiede in der Exposition der zugrundeliegenden Stichproben zurückgehen. Ohne

expositionsbezogene Informationen zum Umfang der zurückgelegten Kilometer in Abhängigkeit von der genutzten Fläche, der Tageszeit oder Ortslage lässt sich diese Annahme jedoch nicht überprüfen; ebensowenig lässt sich eine expositionsbereinigte Überrepräsentanz der betrachteten Umweltmerkmale im Unfallgeschehen ausweisen.

In fast der Hälfte der Pedelecunfälle der vorliegenden Studie wurde als Unfallart die Restkategorie „Unfall anderer Art“ festgehalten. Unter Rückgriff auf die Unfallhergangsbeschreibung ließen sich diese Unfälle als Fahrfehler oder Fehler im Umgang mit dem Fahrzeug beschreiben. Dazu gehörten Fehler beim Anfahren oder Anhalten, ein Umfallen während der Fahrt, ein Abkommen von der Fahrbahn oder Bremsfehler. Folgerichtig erwies sich als mit Abstand häufigste Unfallsituation bei Pedelecfahrern der Alleinunfall ohne weiteren Beteiligten (59,0 %). Als häufigster Unfalltyp wurde dabei ein Fahrnfall auf gerader Strecke festgestellt. In amtlichen Statistiken, die ausschließlich auf polizeilich erfassten Pedelecunfällen beruhen, sind Alleinunfälle deutlich seltener vertreten (26,0 % bei GEHLERT et al., 2017). Eine hohe Diskrepanz zwischen polizeilich erfassten Unfällen und Befragungen verunfallter Fahrer in Krankenhäusern hinsichtlich der anteiligen Häufigkeit von Alleinunfällen wurde bereits von VON BELOW (2016) bei ihren Analysen von Radfahrunfällen berichtet. Die Autorin schloss daraus auf eine systematische Unterrepräsentanz von Alleinunfällen von Radfahrern infolge ihrer selteneren polizeilichen Erfassung im Vergleich zu Unfällen mit mindestens zwei Beteiligten (EBD., S. 80). Dies gilt in ähnlicher Weise auch für Pedelecunfälle. Ein Unterschied zu den Unfällen mit konventionellen Fahrrädern dürfte jedoch darin liegen, dass bisherigen Studien zufolge Alleinunfälle bei Pedelecfahrern häufiger sind als bei Fahrern konventioneller Räder (SCHEPERS et al., 2014; UHR & HERTACH, 2017); ein Ergebnis, das auch auf das höhere Alter der Pedelecfahrer zurückgeführt wird (UHR & HERTACH, 2017).

Bei Unfällen mit mindestens einem weiteren Beteiligten handelte es sich zumeist um einen Pkw und hierbei ausnahmslos um Unfälle beim Einbiegen oder Kreuzen. Nur vereinzelt wurden Lkw/Bus oder Radfahrer als Unfallgegner genannt; häufiger blieb der Unfallgegner unbenannt. Gelegentlich lieferten die Unfallhergangsbeschreibungen darüber Auskunft, was unter dem Eintrag „Sonstige“ (z. B. Hund als Unfallgegner, wie bereits in der Onlinebefragung mehrfach berichtet) zu verstehen sei. Zusammen-

stöße mit Fußgängern wurden in der vorliegenden Untersuchung nicht berichtet; gleiches gilt für Zusammenstöße mit einer offenen Fahrzeugtür. Bei Unfällen mit einem weiteren Beteiligten glich damit das Ergebnismuster – fast immer Pkw, kaum Lkw/Bus, Radfahrer oder Fußgänger – den Statistiken auf Basis polizeilich erfasster Unfälle (GEHLERT et al., 2017). Somit liegen keine Hinweise für auffällige systematische Fehlrepräsentationen der Unfallgegner von Pedelecs in amtlichen Unfallstatistiken vor, wenn man die Betrachtung auf Unfälle mit mindestens einem weiteren Beteiligten beschränkt. Bei diesen Unfällen schrieben die verunfallten Pedelec-fahrer häufiger ihrem jeweiligen Unfallgegner die Verursachung zu als sich selbst (60,0 % vs. 26,7 %). Dass die fehlenden Angaben (13,3 %) einer Systematik unterliegen, und zwar dergestalt, dass beispielsweise die eigene Verursachung eher verschwiegen würde, lässt sich auf Basis der vorliegenden Informationen ebenso wenig beurteilen wie die Angemessenheit ihrer Darlegung des Unfallhergangs.

Die berichteten Pedeleccunfälle ereigneten sich den Angaben der Befragten zufolge bei überwiegend moderaten Geschwindigkeiten. Etwa ein Drittel der Unfälle geschah nicht während der Fahrt, sondern aus dem Stand heraus bzw. beim Anfahren. Dabei handelte es nicht ausschließlich, aber überwiegend um Alleinunfälle. Bereits in einer niederländischen Klinikstudie wurde berichtet, dass sich ein knappes Viertel der Alleinunfälle von Pedeleccunfälle beim Auf- oder Absteigen ereignete (SCHEPERS et al., 2014). Dabei ist jedoch zu berücksichtigen, dass diese Unfallkategorie nicht inhaltlich deckungsgleich mit der in der vorliegenden Studie gewählten Kategorisierung der gefahrenen Geschwindigkeiten als „stehend“, „anfahrend“, „< 20 km/h“ etc. vor dem Unfall ist.

Selbst bei den Unfällen während der Fahrt betrug die vor dem Unfall und etwaigen Bremsmanövern gefahrene Geschwindigkeit zumeist weniger als 20 km/h. Nur wenige berichteten, dass sie mindestens 20 km/h, aber nicht über 25 km/h betragen habe (10,3 %). Dies sagt natürlich nichts darüber aus, ob die Geschwindigkeit nicht höher war, als sie es bei einem konventionellen Fahrrad gewesen wäre, und inwieweit man bei einer Geschwindigkeit, die man in derselben Situation mit einem konventionellen Fahrrad gewählt hätte, sich und einem etwaigen Unfallgegner mehr Möglichkeit gegeben hätte, die Verkehrssituation sicher zu bewältigen. Festhalten lässt sich jedoch, dass sich basierend auf den vor-

liegenden Unfallberichten mit all ihren Einschränkungen kein einziger Unfall oberhalb des von Pedelecs unterstützten Geschwindigkeitsbereichs ereignete. Somit deutet vorerst nichts darauf hin, dass eine Manipulation zur Erhöhung der motorunterstützten Maximalgeschwindigkeit einen nennenswerten Faktor im Unfallgeschehen darstellt. Das Hauptproblem stellten vielmehr Fahrfehler und Fehler beim Fahrzeughandling dar. Ein Anteil von 30,8 % der verunfallten Pedelecfahrer führte den Unfall hauptsächlich auf eigenes Verschulden zurück, und hierbei ausnahmslos auf Fehler beim Fahren (z. B. enge Kehrtwende, vom Geh- oder Radweg abkommen und gestürzt; gegen Bordsteinkante gefahren...). Wegbeschaffenheit und Witterungsbedingungen spielten als Hauptunfallursache ebenfalls eine, wenn auch mit einem Anteil von insgesamt 20,5 % eher untergeordnete Rolle – zumal den Unfallhergangsbeschreibungen nach zu urteilen hier auch zusätzliche Fahrfehler des Fahrers wie beispielsweise ein zu starkes Bremsen hinzukamen. Drei der 39 Befragten nannten das Pedelec, und zwar dessen Gewicht bzw. den Ausfall der Motorunterstützung, als Hauptursache des Unfalls. Dabei ist nicht auszuschließen, dass auch in anderen Fällen, in denen ein Umfallen beim Aufsteigen oder ein Umkippen beim Kurvenfahren berichtet wurden, das Gewicht des Pedelecs einen Einfluss hatte, auch wenn es von den Befragten letztendlich auf andere Faktoren wie eigenes Verschulden zurückgeführt wurde. Die Angemessenheit dieser Annahme lässt sich auf Basis der vorliegenden Informationen nicht beurteilen. Es bleibt jedoch festzuhalten, dass Fahrfehler sowie Probleme mit dem Fahrzeughandling gerade bei geringen Geschwindigkeiten zu häufigen und behandlungsbedürftigen Verletzungen führen.

Bedingt durch die Rekrutierung der Befragten über die drei Kliniken war keiner der verunfallten Pedelecfahrer beim Unfall unverletzt. Bei etwa der Hälfte genügte eine ambulante Behandlung, wobei hier die geringe Ausschöpfquote bei ambulant Behandelten berücksichtigt werden muss (s. u.). Trotz des hohen Anteils nicht stationär aufgenommener Patienten wurde bei insgesamt 17,9 % der verunfallten Pedelecfahrer ein MAIS 3+ festgestellt, der gemäß der Definition der europäischen Kommission eine „Schwerstverletzung“ kennzeichnet (OECD/ITF, o.J.). Zwei Verunfallte (5,3 %) wiesen einen ISS \geq 16 auf und damit ein Polytrauma bzw. ein schweres Monotrauma. Stellt man diese Befunde den Befunden von VON BELOW (2016) zur Verletzungs-

schwere von Radfahrern – ebenfalls im Zuge einer Klinikbefragung erfasst – gegenüber, so fallen die Verletzungen bei der Gruppe der Pedelecfahrer ungleich schwerer aus. Bei Radfahrern lag „nur“ bei 3,5 % ein MAIS 3+ vor. Die großen Unterschiede zwischen beiden Stichproben dürften sehr stark durch das Alter der Verunfallten beeinflusst sein. Nachweislich steigt mit dem Alter die Wahrscheinlichkeit einer schweren Verletzung bei einem Unfall (UHR & HERTACH, 2017) und folglich auch die Wahrscheinlichkeit einer stationären Aufnahme. Eine stationäre Aufnahme wiederum hat, wie nachfolgend noch diskutiert, in der vorliegenden Befragungsstudie zu einer besonders hohen Rekrutierungsrate durch das ärztliche Personal geführt und die Ergebnisse zugunsten einer Überrepräsentanz schwerer Verletzungen sowie mit der Verletzungsschwere assoziierter Merkmale (z. B. Alter) verzerrt. Diese Überrepräsentanz zeigt sich auch darin, dass der Anteil älterer Pedelecfahrer ab 65 Jahren in der Klinikbefragung (59,0 %) höher lag als in den amtlichen Statistiken (42,0 %, Statistisches Bundesamt, 2019).

Bei der Betrachtung der Verletzungen nach Körperregion erwiesen sich Verletzungen der Extremitäten als häufigste Unfallfolge. Jeweils etwa die Hälfte der Verunfallten wiesen Verletzungen an Armen bzw. Schulter oder an Beinen, Hüfte oder Becken auf. Darauf folgten Kopfverletzungen mit einem Anteil von 23,1 %. Damit liegt der Anteil an Kopfverletzungen deutlich niedriger als in einer früheren GIDAS-Untersuchung, die bei knapp 60 % der verunfallten Fahrer Kopfverletzungen feststellte, wenn auch bei einer niedrigeren Helmtragequote von 16,7 % (OTTE et al., 2014) im Vergleich zur hier berichteten Helmnutzung zum Unfallzeitpunkt bei einem Anteil von 38,5 % der Verunfallten. Eine weitere Erklärung für die Diskrepanz – neben den geringen Fallzahlen – könnten Unterschiede in der Unfallsituation sein, dahingehend, dass Alleinunfälle (häufigste Unfallsituation in der vorliegenden Studie) seltener mit Kopfverletzungen einhergehen als Zusammenstöße mit einem Pkw (häufiger bei polizeilich erfassten Unfällen, vgl. OTTE et al., 2014). Kopfverletzungen treten deskriptiv häufiger bei den zum Unfallzeitpunkt unbehelmtten Fahrern auf, die mit einem Anteil von 61,5 % in der Gesamtstichprobe stärker vertreten sind als die Helmträger. Dass bei den sieben unbehelmtten, kopfverletzten Pedelecfahrern ein Helm die Kopfverletzung hätte verhindern oder abmildern können, steht zu vermuten; das Ausmaß seiner an und für sich unstrittigen

Schutzwirkung (vgl. ELVIK, 2011) lässt sich jedoch generell nur unter schwer abzusichernden Annahmen und auf Basis der hier vorliegenden Daten gar nicht quantifizieren.

Die Ergebnisse der Klinikbefragung sprechen für eine hohe Dunkelziffer von Pedelecunfällen. Nur jeder dritte Fahrer berichtete (33,3 %), dass der Unfall polizeilich aufgenommen wurde. Nimmt man noch die Fahrer hinzu, die diesbezüglich keine Aussagen machten bzw. machen konnten (5,1 %), dann liegt die maximal mögliche Rate polizeilicher Erfassung bei 38,4 %. Polizeilich erfasste Unfälle unterscheiden sich in wesentlichen Unfallcharakteristika von den nicht polizeilich erfassten Unfällen. Der größte Unterschied liegt in der Unfallsituation. Bei polizeilich erfassten Unfällen dominieren Zusammenstöße mit Pkw, bei den nicht polizeilich erfassten handelt es sich fast ausschließlich um Alleinunfälle. Dies könnte die Unterschiede in der Verletzungsschwere, die bei polizeilich erfassten Unfällen trotz des geringeren Durchschnittsalters der Fahrer höher ausfällt, erklären. Sowohl im Anteil polizeilich nicht erfasster Unfälle als auch in der Systematik der polizeilichen Erfassung (vorwiegend Unfälle mit mindestens zwei Beteiligten) gleichen die vorliegenden Ergebnisse zu verunfallten Pedelecfahrern denen, die man aus früheren Klinikstudien mit Fahrern (vorwiegend) konventioneller Fahrräder kennt (JUHRA et al., 2012; VON BELOW, 2016).

Bereits mit Blick auf den Rekrutierungsprozess der Befragten – sowohl hinsichtlich der Auswahl von nur drei Erhebungsstandorten in Großstädten als auch der starken Selektionseffekte – wird deutlich, dass es sich bei der Stichprobe der vorliegenden Befragung um ein Opportunity-Sampling handelte, das keine Repräsentativität beanspruchen kann. Die Ausschöpfquote als ein wesentlicher, wenn auch nicht hinreichender Indikator dafür ließ sich nicht berechnen, da die Anzahl der im Befragungszeitraum behandelten Pedelecfahrer nicht mit Sicherheit festgestellt werden konnte. Das UKM schätzte die Ausschöpfquote bei stationären Patienten auf 100 %, bei ambulant behandelten auf 14 %. Die Angaben sind jedoch mit einer gewissen Unsicherheit dahingehend verbunden, da die Gesamtanzahl der zur Behandlung vorstelligen Pedelecverunfallten nicht mit Gewissheit ermittelt werden konnte. Grund dafür ist, dass nicht zwangsläufig das Pedelec als das beim Unfall genutzte Verkehrsmittel in den Arztbriefen aufgeführt ist. Das EVOL lieferte daher keine Angaben zur Ausschöpfquote; auch an der MHH lässt sich auf Basis der vorlie-

		Klinikbefragung	Statistisches Bundesamt (2019)
Verletzungsschwere	Getötet	0,0 %	1,1 %
	Schwerverletzt/ stationär	61,5 %	26,6 %
	Leichtverletzt/ ambulant	38,5 %	72,4 %
Gesamt		100 %	100 %

Tab. 27: Verletzungsschwere bei Pedelecunfällen aus der Klinikbefragung (n = 39) und gemäß Statistisches Bundesamt (2019) mit n = 7.823

genden Informationen die Anzahl behandelter Pedelecfahrer nicht bestimmen. Damit sind weder die Ausschöpfquote der berichteten Befragung noch die Charakteristika der Verweigerer beschreibbar. Die Ergebnisse der hier berichteten Befragung verunfallter Pedelecfahrer unterliegen somit erheblichen Einschränkungen, die auch durch die Erhebungsmethodiken mitbedingt sind. Das wohl gravierendste Problem stellen die starken Selektionseffekte dar. So war den Berichten des UKM und EVOL zufolge die Teilnahmequote bei stationär aufgenommenen Patienten deutlich höher, da sich bei einer Aufenthaltsdauer von mehreren Tagen mehr Gelegenheit für das ärztliche Personal ergab, die Verunfallten über die Studie aufzuklären und eine Einwilligung einzuholen. Dieser Effekt führte zu einer Überrepräsentation schwererer Verletzungen, die zum einen im Vergleich zur Verletzungsschwere nach amtlichen Statistiken deutlich wird (Tabelle 27).

Zum anderen zeigt sie sich bei Gegenüberstellung mit der Verletzungsschwere der Patienten der MHH, die postalisch kontaktiert wurden. Dort ist – wie bei allen Befragungen – zwar mit Selbstselektionseffekten zu rechnen, die möglicherweise auch stärker ausfielen als bei persönlicher Ansprache; eine systematische Verzerrung durch eine häufigere Ansprache stationär behandelter Pedelecfahrer war jedoch nicht gegeben. Hier lässt sich jedoch im Gegenzug durch den Verzicht auf die Kontaktierung der bereits in die GIDAS-Erhebung aufgenommenen Pedelecfahrer eine Selektion zugunsten der weniger schweren Unfälle (und damit assoziierter Merkmale) nicht ausschließen. Bei der postalischen Nachbefragung ist zudem zu bedenken, dass das berichtete Unfallereignis in manchen Fällen mehr als zweieinhalb Jahre zurückliegen kann. Demnach sind Erinnerungsverzerrungen durchaus wahrscheinlich. Wie ausgeprägt diese sind und welche Items davon besonders betroffen sein könnten, lässt sich jedoch nicht feststellen.

Im Gegensatz zur Onlinebefragung ließ sich nicht bestimmen, ob die zum Unfallzeitpunkt genutzten Pedelecs im Eigenbesitz oder geliehen waren. Ein entsprechendes Item wurde nicht in den Kurzfragebogen aufgenommen, da zu Beginn der Klinikbefragung nicht absehbar war, dass der hohe Anteil an Nutzern gemieteter Pedelecs in der später gestarteten Online-Befragung den Aspekt der Mietnutzung zu einer zentralen Unterscheidungsvariable machen würde. Es ist davon auszugehen, dass ein gewisser Anteil von Mietradnutzern auch in der Stichprobe der Verunfallten vorkommt (eine verunfallte Pedelecfahrerin berichtete es explizit in der Unfallhergangsbeschreibung), ohne diesen jedoch quantifizieren zu können. Auch andere an und für sich interessante Fragen konnten im Zuge der Befragung nicht adressiert werden. Dies war vor allem der Notwendigkeit geschuldet, die Befragung auf eine zumutbare Länge zu begrenzen, um die Verunfallten während ihrer Behandlung nicht übermäßig zu belasten. Die adressierten Themen stellen somit nur einen groben Querschnitt zur Beschreibung der Fahrer-, Fahrzeug, Umwelt- und Unfallmerkmale dar. Verzichtet wurde beispielsweise auf sensible Fragen in der Annahme, diesbezüglich keine bzw. keine wahrheitsgemäßen Angaben zu erhalten. Durch die persönliche Ansprache des namentlich bekannten Patienten, der im Falle einer Einwilligung in das Telefoninterview auch seine Kontaktinformationen hinterließ, war anzunehmen, dass dies durch die fehlende Anonymität in der Befragungssituation verstärkt worden wäre. Fragen zur Alkoholisierung oder zum Tuning des Pedelecs wurden daher im Fragebogen nicht gestellt. In den 22 durchgeführten telefonischen Interviews wurde bei der Frage nach den Unfallursachen nur in einem Fall eine durch mehrere Faktoren bedingte Aufmerksamkeitsreduzierung kodiert, bei der möglicherweise (aber nicht sicher) unter anderem Alkohol eine Rolle gespielt haben könnte. Folglich lässt sich zumindest auf Basis der Klinikbefragung nicht erkennen, dass Alkoholisierung bei Pedelecfahrern eine nennenswerte Rolle im Unfallgeschehen spielt.

Aufschlussreich erwies sich die in vielen Fällen recht ausführliche Unfallhergangsbeschreibung. Diese kann das Zusammenspiel beeinflussender Faktoren umfassender wiedergeben als die Einzeli-tems mit ihren vorgegebenen Antwortkategorien. Eine qualitative Inhaltsanalyse in Verbindung mit einer Clusterung typischer Unfallabläufe könnte die in Unfallanalysen gängigen Frageschemata um bislang Unberücksichtigtes ergänzen. Dazu bedürfte

es jedoch einer größeren Fallzahl als der hier erzielten, die bei einem im Durchschnitt mehr als einjährigen Erhebungszeitraum an drei Standorten sehr gering ausfiel. Angesichts der gravierenden Selektionseffekte hätte jedoch auch eine Vervielfachung der Fallzahl nur augenscheinlich generalisierungsfähigere Ergebnisse hervorbringen können. Neben den bereits mehrfach angesprochenen Selektionseffekten schränkt auch die geringe Anzahl an Erhebungsstandorten die Generalisierbarkeit der Ergebnisse ein.

6 S-Pedelecfahrer

In beide empirische Erhebungen der vorliegenden Arbeit (Online- und Klinikbefragung) wurden auch Fahrer von S-Pedelecs eingebunden. Im vorliegenden Kapitel werden die Ergebnisse dieser Nutzergruppe vorgestellt. Aufgrund der geringen Nutzungsquote von S-Pedelecs sind die Fallzahlen erwartungsgemäß niedrig. Bezogen auf die 799 Fahrer der Onlinebefragung, die sich als Pedelecfahrer ($n = 775$) oder S-Pedelecfahrer ($n = 23$) einordneten, stellen Letztere einen Anteil von 2,9 %. Damit liegt ihr Anteil sogar oberhalb des vom ZIV (2019) berichteten Absatzes, der sich im Jahr 2018 auf einen Anteil von 1 bis maximal 2 % an allen elektrifizierten Fahrrädern belief. Diese Überrepräsentation in Verbindung mit den Angaben einiger Befragten (kein Versicherungskennzeichen am Fahrzeug/keine Haftpflichtversicherung) wirft zudem die Frage auf, ob die Fahrer tatsächlich ein S-Pedelec nutzen, oder ob sie den Fahrzeugtyp fälschlich als solchen eingeordnet haben. Da sich diese Zuordnungen nicht objektiv überprüfen lassen und ihre Angaben auch eine (bewusste oder nicht bewusste) Regelverletzung widerspiegeln können (wie später noch erörtert), lässt sich eine „Bereinigung“ der Stichprobe um diese Fälle nicht empfehlen. Doch selbst wenn alle 23 Befragungsteilnehmer ihren eigenen Angaben gemäß tatsächlich ein S-Pedelec nutzen sollten, sind die Fallzahlen zu niedrig, um belastbare Aussagen zu den Merkmalen ihrer Fahrergruppe, deren Fahrverhalten und -erleben zu ermöglichen. Die hier vorliegenden Befunde zu S-Pedelec Fahrern zeigen eine im Vergleich zur Gruppe der Pedelec-fahrer deutlich jüngere Fahrergruppe (37,0 vs. 56,7 Jahre) mit einem etwas höheren Anteil männlicher Fahrer, die im Straßenverkehr hohe Geschwindigkeiten wählt ($M = 32,9$ km/h vs. $M = 20,7$ km/h bei Pedelec Fahrern). Drei der 23 S-Pedelec-fahrer berichteten von mindestens einem

Unfall in den vergangenen drei Jahren. In der Klinikbefragung gaben zwei der 47 verunfallten Teilnehmer (davon 39 Pedelec-fahrer, sechs ohne Angaben zum Fahrzeugtyp) die Nutzung eines S-Pedelecs an. Angesichts der eingeschränkten Belastbarkeit der Daten wird auf eine detaillierte Darstellung und Erörterung der Ergebnisse zur Gruppe der S-Pedelec-fahrer verzichtet und stattdessen ein kompakter Überblick gegeben. Dieser beginnt mit einer Übersicht über die Antworten der 23 Teilnehmer der Onlinebefragung, die die Nutzung eines S-Pedelecs berichteten (Kapitel 6.1.1). Anschließend erfolgt eine knappe Beschreibung des Unfallgeschehens der S-Pedelec-fahrer, die in der Onlinebefragung mindestens einen Unfall in den vergangenen drei Jahren berichtet hatten ($n = 3$) bzw. im Erhebungszeitraum in einer der drei Kliniken UKM, EV OL oder MHH zur Behandlung eines S-Pedelecunfalls aufgenommen worden waren ($n = 2$, siehe Kapitel 6.1.2). Ziel dieser Ergebnisübersicht ist die Dokumentation der vorliegenden Daten. Auf eine inhaltliche Diskussion der angesichts der geringen Fallzahlen nicht generalisierbaren Ergebnisse wird verzichtet; stattdessen werden im anschließenden Kapitel die im Zuge der Projektbearbeitung gewonnenen Erfahrungen zusammengefasst, die möglicherweise für zukünftige Forschungsprojekte nutzbringend sein können (6.2).

6.1 Dokumentation der Ergebnisse zu S-Pedelec-fahrern

6.1.1 Fahrer- und Fahrzeugmerkmale, Fahrverhalten und Regelverstöße, Probleme im Umgang mit dem S-Pedelec

In Tabelle 28 sind die Antworten der 23 S-Pedelec-fahrer zu Personen- und Nutzungscharakteristika, ihrem Fahrverhalten, riskanten Verhaltensweisen und Regelverstößen sowie Problemen im Umgang mit dem Fahrzeug dargestellt. Berichtet werden die Häufigkeiten. Sofern weniger als 23 Antworten vorliegen, wird die Fallzahl explizit vermerkt. Bei Items mit mehreren Antwortkategorien (z. B. Nutzungshäufigkeit, Pedelecerfahrung, Sicherheitsgefühl, allgemeine Risikobereitschaft) wurden manche Antwortkategorien zusammengefasst oder das Item dichotomisiert (z. B. bei Items zur Regelbefolgung) und entsprechend gekennzeichnet (*).

Items		Antwortkategorien	Häufigkeiten ¹
Fahrermerkmale	Geschlecht	männlich	16
		weiblich	7
	Alter (Jahre)	∅	37,0 Jahre
		Altersspanne (Jahre)	19 – 61 Jahre
	Besitzstand	Eigener Besitz	12
		Mitbenutzung	10
		Dienstrad	1
	Pedelec erfahrung	< 1 Monat	0
		1 – 6 Monate	8
		6 – 12 Monate	4
		1 – 3 Jahre	7
		> 3 Jahre	4
	Nutzung eines konventionellen Fahrrads	Ja ²	16
		Nein	7
Körperliche Fitness: „[...] ohne Motorunterstützung eine ebene Strecke von 5 Kilometern zurücklegen: Wäre das für Sie...“	...ohne Anstrengung möglich	12	
	...ein wenig anstrengend	9	
	...sehr anstrengend	1	
	...zu anstrengend [...] nicht möglich	1	
Gefühlte Sicherheit im Straßenverkehr	Gar nicht sicher	1	
	Im mittleren Bereich	16	
	Sehr sicher	5	
Allgemeine Risikobereitschaft	Gar nicht risikobereit	1	
	Im mittleren Bereich	22	
	Sehr risikobereit	0	
Nutzungsverhalten	Nutzungshäufigkeit	Nicht regelmäßig/sehr selten	8
		Gelegentlich	8
		(sehr) häufig	7
	Nutzungszwecke (Mehrfachnennungen möglich)	Ausflugsfahrten	14
		Weg zur Arbeit/Ausbildungsstätte	11
		Mountainbiken im Gelände	7
		Weg zu Freunden/Hobby/Ausgehen etc.	7
Einkäufe/Erledigungen	6		
Weitere: Transport der Kinder, als Arbeitsmittel, zum Rennradfahren	3		
Fahrzeugmerkmale	Fahrradtyp (n = 21)	E-Mountainbike	9
		E-Cityrad/-Hollandrad/-Cruiser	6
		E-Trekkingrad/E-Crossrad	4
		E-Klapprad/Faltrad	1
		E-Lastenrad	1
	Anhänger (n = 22)	Ja ²	1
		Nein	21
Antrieb (n = 20)	Mittelmotor	14	
	Hinterradmotor	6	
	Vorderradmotor	0	

¹ Angaben, bei denen es sich nicht um Häufigkeiten handelt (Durchschnittswerte/Spannen), werden explizit gekennzeichnet.
² "selten"/"gelegentlich"/"(sehr) häufig" wurden zu „ja“ zusammengefasst.

Tab. 28: Personen- und Fahrzeugmerkmale, Fahrverhalten sowie Probleme bei Nutzung des S-Pedelecs gemäß den Selbstberichten (Onlinebefragung) der 23 S-Pedelec fahrer.

	Items	Antwortkategorien	Häufigkeiten ¹
Fahrverhalten und Regelbefolgung	Bevorzugte Geschwindigkeit (n = 21)	Durchschnitt	32,9 km/h
		Bis 25 km/h	5
		26 – 30 km/h	6
		31 – 35 km/h	5
		36 – 40 km/h	2
		> 40 km/h	3
	Haftplicht (n = 20)	Ja	14
		Nein	6
	Versicherungskennzeichen (n = 20)	Ja	12
		Nein	8
	Gültige Mofa- oder Pkw-Fahrerlaubnis	Ja	21
		Nein	2
	Helmnutzung	Ja	15
		Nur bei bestimmten Gelegenheiten	4
Nein		4	
Überholen mit wenig Seitenabstand	Ja ²	18	
	Nie	5	
Fahren nach Konsum von Alkohol	Ja ²	7	
	Nie	16	
Rotlichtübertretung	Ja ²	9	
	Nie	14	
Nutzung nicht für S-Pedelecs freigegebener Radwege	Ja ²	18	
	Nie	5	
Telefonieren während der Fahrt	Ja ²	6	
	Nie	17	
Texten, Lesen o. ä. während Fahrt	Ja ²	5	
	Nie	18	
Technische Probleme/ Probleme mit Fahrzeughandling	Überraschendes Einsetzen des Motors (n = 22)	Ja ²	9
		Nie	13
	Nachlaufen des Motors (n = 21)	Ja ²	8
		Nie	13
	Stärkeres Bremsen als geplant (n = 22)	Ja ²	14
		Nie	8
Balance beim Fahren (beinahe) verloren (n = 22)	Ja ²	6	
	Nie	16	
Balance beim Losfahren/Anhalten (beinahe) verloren (n = 22)	Ja ²	21	
	Nie	1	

¹ Angaben, bei denen es sich nicht um Häufigkeiten handelt (Durchschnittswerte/Spannen), werden explizit gekennzeichnet.
² „selten“/„gelegentlich“/„(sehr) häufig“ wurden zu „ja“ zusammengefasst.

Tab. 28: Fortsetzung

6.1.2 Unfallcharakteristika

Onlinebefragung

Von den 23 mutmaßlichen S-Pedelecfahrern berichteten drei (davon zwei männliche Fahrer) eine Beteiligung an einem (n = 2) bzw. vier oder mehr Unfällen (n = 1). Beschrieben wurde der jeweils schwerste Unfall. Dabei handelte es sich um zwei

Alleinunfälle und einen Zusammenstoß mit einem fahrenden Pkw. Alle drei Fahrer gaben an, den Unfall selbst verursacht zu haben, und sahen die Hauptursache entweder bei sich (n = 1) oder bei ungünstigen Witterungsbedingungen (n = 2). Die vor dem Unfall bzw. vor dem initiierten Bremsmanöver gefahrene Geschwindigkeit lag in zwei Fällen unter 20 km/h und im anderen Fall über 35 km/h. Keiner

dieser ambulant (n = 2) bzw. stationär behandelten Unfälle (n = 1) wurde polizeilich erfasst.

Klinikbefragung

Von den insgesamt 47 Patienten, die an einem der drei Erhebungsstandorte infolge eines Unfalls mit einem elektrifizierten Rad behandelt wurden und der Befragung zustimmten, gaben zwei an, zum Unfallzeitpunkt ein S-Pedelec gefahren zu haben. Beide S-Pedelecfahrer waren männlich und 49 bzw. 57 Jahre alt. Beide berichteten, außerorts und bei Tage verunfallt zu sein. Ein Unfall wurde polizeilich erfasst. Dabei handelte es sich um eine Kollision mit einem Lkw bzw. Bus, der nach Angaben des S-Pedelecfahrers (ohne Helm, Geschwindigkeit unterhalb von 20 km/h) vom Unfallgegner (Lkw/Bus) verschuldet wurde. Der andere Unfall war ein Alleinunfall eines 57-Jährigen mit Helm, den dieser auf die Wegbeschaffenheit der normalen Fahrbahn zurückführte. Die vor dem Unfall gefahrene Geschwindigkeit lag bei über 35 km/h. Keiner der beiden S-Pedelecfahrer wurde beim Unfall schwerstverletzt (MAIS < 3). Der ISS betrug 5 bzw. 7. Beide wurden ambulant behandelt und einer mit, der andere ohne Weiterversorgung nach Hause entlassen.

6.2 Empfehlungen

Angesichts der eingeschränkten Belastbarkeit der Ergebnisse zur Gruppe der S-Pedelecfahrer wird auf die Interpretation selbiger verzichtet. Stattdessen werden nachfolgend die Probleme und besonderen Herausforderungen diskutiert, die für die Durchführung etwaiger weiterer Studien zu dieser Nutzergruppe von Relevanz sein könnten, und in konkrete Empfehlungen überführt. Zu diesen Auffälligkeiten gehört zum einen die (in dieser Studie nicht überprüfbar) Zweifel daran, ob all diejenigen, die die Nutzung eines S-Pedelecs berichteten, auch tatsächlich ein solches nutzten; zum anderen die mutmaßlich häufige Fehleinordnung von Pedelecs als S-Pedelec in der amtlichen Unfallstatistik (vgl. Kapitel 4.1).

Größtmögliche Sorgfalt bei der Absicherung des Fahrzeugtyps

Nur acht der 23 befragten S-Pedelecfahrer gaben an, sowohl eine Haftpflichtversicherung für das S-Pedelec vorweisen zu können als auch ein Versicherungskennzeichen am Fahrzeug zu führen. Dies könnte auf eine häufige Vernachlässigung der mit der S-Pedelecnutzung assoziierten Auflagen hinzu-

deuten. Gerade für die unterlassene Anbringung eines Versicherungskennzeichens gäbe es aus Nutzersicht nachvollziehbare Gründe – wie die Möglichkeit zur unerkannten Nutzung für S-Pedelecs nicht freigegebener Radwege oder den nicht als Verstoß erkennbaren Verzicht auf den für S-Pedelecfahrer obligatorischen Helm. Denkbar wäre auch eine Fehlzuordnung des Pedelecs als S-Pedelec durch einige Befragungsteilnehmer, die möglicherweise aufgrund einer motorunterstützten Geschwindigkeit oberhalb von 25 km/h – vielleicht als Folge eines Tunings – erfolgte oder aber durch Unwissen bezüglich der Grenzen (Motorunterstützung nur bis 25 km/h) des eigenen Pedelecs verursacht wurde. Dafür spräche auch die Überrepräsentation von S-Pedelecfahrern in der Befragung (2,9 %) gegenüber den Absatzzahlen von S-Pedelecs (ZIV, 2019), die nur halb so viele S-Pedelecs erwarten ließe. In wie vielen Fällen das eine oder andere zutrifft, lässt sich auf Basis der vorliegenden Ergebnisse nicht nachvollziehen. In weiteren Untersuchungen zu S-Pedelecfahrern sollte daher möglichst zweifelsfrei sichergestellt werden, dass es sich bei dem genutzten Fahrzeug tatsächlich um ein S-Pedelec handelt. Objektive Informationen wird man oft nicht einholen können; auch fehlen für Laien Augen eindeutige Erkennungsmerkmale. Man sollte jedoch zum einen die Möglichkeit intentionaler Regelverstöße sowie lückenhaften Wissens bezüglich der für S-Pedelecs geltenden Regelungen (Haftpflichtversicherung, Versicherungskennzeichen am Fahrzeug, etc.) in Betracht ziehen und nicht, wie hier geschehen, diese explizit mit dem interessierenden Fahrzeugtyp verbinden. Zum anderen empfiehlt es sich, die Gewissheit der Zuordnung mit weiterführenden Fragen weitestgehend sicherzustellen, um eine möglichst „reine Stichprobe“ von S-Pedelecfahrern analysieren zu können.

Identifikation bewusst fehlerhafter Angaben

Generell möchte man bei der Durchführung von Studien gerne ausschließen, dass Teilnehmer die Einschlusskriterien nicht erfüllen. Bei Befragungsstudien ist dies besonders herausfordernd, da es kaum Möglichkeiten gibt, deren Erfüllung zu überprüfen. Im vorliegenden Falle würde selbst ein geringer Anteil willkürlicher Antworten bei einer zufälligen Einordnung zu den zwei Antwortmöglichkeiten (Pedelec oder S-Pedelec) zu ihrer anteilig hohen Präsenz in einer mit nur 1-2 % repräsentierten Gruppe führen und das Ergebnisbild stark verzerren. Wünschenswert wären daher Möglichkeiten zur Identifikation der Teilnehmer, die nur willkürliche

Einträge anstelle von ernst gemeinten Angaben hinterlassen. Abhilfe schaffen könnte hier gegebenenfalls eine elaborierte Analyse der Antwortzeiten und -muster auf Itemebene bei der Beantwortung des Fragebogens, die über die Identifikation von Durchklickern hinausgeht. Inwiefern es diesbezüglich bereits valide Verfahren gibt, ist den Autoren jedoch nicht bekannt.

Verbesserung der Aussagekraft amtlicher Statistiken

Die vorliegende Arbeit zeigt, dass seltene Verkehrsteilnahmearten wie in Deutschland das S-Pedelec einer Untersuchung des Unfallgeschehens nur schwer zugänglich sind. Als gangbarer Weg zur Betrachtung ihres Unfallgeschehens verbleibt damit vor allem die Analyse amtlicher Unfallstatistiken. Hier ist jedoch gemäß den GIDAS-Analysen von Schwächen in der Datenbasis aufgrund einer häufigen Fehlzuordnung von Pedelecs als S-Pedelecs auszugehen. Wenn sich diese Ergebnisse auch im Zuge einer umfassenderen und deutschlandweiten Betrachtung als korrekt erweisen würden, wäre davon auszugehen, dass die in amtlichen Statistiken festgehaltenen Fahrer- und Unfallmerkmale von S-Pedelecs durch die Charakteristika der langsameren Pedelecs und ihrer älteren Fahrergruppe mitgeprägt wären. Diese Möglichkeit einer Fehlklassifikation von Pedelecs als S-Pedelecs muss daher bei der Interpretation amtlicher Statistiken angemessen berücksichtigt werden; ebenso wie eine Fehlklassifikation von S-Pedelecs als Pedelecs oder als konventionelles Fahrrad im Rahmen der polizeilichen Unfallanzeige, sofern tatsächlich ein Drittel der S-Pedelecfahrer kein Versicherungskennzeichen am Fahrzeug führt. In weiteren Studien sollte daher der Frage nachgegangen werden, wie häufig S-Pedelecfahrer auf die Anbringung eines Versicherungskennzeichens verzichten und welche Gründe dafür vorliegen. Vor allem aber sollte die Güte der Zuordnung zu den drei genannten Zweiradtypen bei der polizeilichen Unfallanzeige überprüft und die Gründe der Fehlzuordnungen identifiziert werden. Mögliche Gründe wären beispielsweise eine mangelnde Kenntnis der Typenunterschiede sowie die prominente Platzierung der S-Pedelecs in der Kodierliste zur Verkehrsteilnahmeart (Platz 3 für S-Pedelec versus Platz 72 für Pedelec). Bei einem nicht hinnehmbaren Anteil von Fehlzuordnungen müsste auf angemessenem Wege gegengesteuert werden.

7 Abschließende Zusammenfassung und Ergebnisdiskussion

Zur Beschreibung der Nutzergruppe von Pedelecs und ihres Unfallgeschehens wurden drei Untersuchungen durchgeführt. Dabei handelte es sich zum einen um eine deutschlandweite Onlinebefragung mit 997 Teilnehmern, die einen breiten Überblick über die Eigenschaften der Fahrer, ihrer Fahrzeuge und ihres Fahrverhaltens bot und Probleme sowie Unfälle mit dem Pedelec bzw. S-Pedelec adressierte. Zum anderen wurden zwei Unfallanalysen durchgeführt, um das Unfallgeschehen der Fahrer einschließlich der Unfallfolgen zu beschreiben. Dies erfolgte über eine Analyse der in der GIDAS-Datenbank enthaltenen Pedeleccunfälle ($n = 214$) sowie über eine Befragung der Fahrer, die zur Behandlung eines Pedelec- ($n = 39$) bzw. S-Pedeleccunfalls ($n = 2$) in einem von drei deutschen Krankenhäusern ambulant oder stationär behandelt wurden.

Nachfolgend werden die zentralen Erkenntnisse aus der Onlinebefragung, der GIDAS-Analyse und der Klinikbefragung dargestellt und mit Blick auf den bisherigen Forschungsstand und ihren Implikationen für die Verkehrssicherheit diskutiert. Die Gemeinsamkeiten und Unterschiede zwischen den Erkenntnissen der drei Studien, die teilweise (Onlinebefragung) bzw. ausschließlich (GIDAS-Analyse, Klinikbefragung) das Unfallgeschehen thematisieren, werden aufgezeigt und der Einfluss der jeweiligen Untersuchungsmethodik auf das Ergebnisbild thematisiert. Auf Basis der gewonnenen Erkenntnisse werden Maßnahmen zur Verbesserung der Sicherheitslage elektrifizierter Zweiräder formuliert und weiterer Forschungsbedarf aufgezeigt. Da nur wenige S-Pedelecfahrer in die Untersuchungen inkludiert werden konnten, liegen diesbezüglich nur wenige und nicht belastbare Erkenntnisse vor. Daher liegt der Schwerpunkt der nachfolgenden Ausführungen auf der Gruppe der Pedelecfahrer. Für einen zusammenfassenden Überblick über die in der vorliegenden Arbeit gewonnenen Erkenntnisse zur Gruppe der S-Pedelecfahrer sei auf Kapitel 6 verwiesen.

7.1 Erkenntnisse zu personen-, fahrzeug- und fahrverhaltensbezogenen Merkmalen von Pedelecfahrern

Die Ergebnisse zur Nutzergruppe von Pedelecs basieren auf einer Onlinebefragung von 775 Fahrern,

die entweder ein Pedelec besitzen, das eines anderen mitnutzen oder denen eines als Dienstrad zur Verfügung steht. Eingeschlossen sind auch die Fahrer, die das Pedelec nur selten oder unregelmäßig nutz(t)en, sofern sie wiederholt Fahrerfahrung gesammelt haben, die über ein sporadisches Ausprobieren hinausgeht. Separat betrachtet wurde die mit 199 Fahrern unerwartet große Gruppe von Mietpedelecfahrern, deren Nutzungserfahrung auf ein oder mehrere gemietete Pedelecs, darunter möglicherweise auch vereinzelt S-Pedelecs, zurückgeht, und die eine Reihe von Unterschieden zur Gruppe der nachfolgend dargestellten Pedelecfahrer aufweist.

Wie ist die Altersstruktur der Nutzer und welchen Veränderungen unterliegt sie?

Die Gruppe der Pedelecfahrer, zu 53,8 % männlich (46,2 % weiblich), weist mit 56,7 Jahren einen hohen Altersdurchschnitt auf. Insgesamt nutzen jedoch mehr Fahrer unter 65 Jahren ein Pedelec als Fahrer, die 65 Jahre oder älter sind. Dennoch ist nur etwa jeder fünfte Pedelecfahrer jünger als 45 Jahre. Die beiden mit knapp 40 % vergleichbar großen Hauptnutzergruppen stellen die 44- bis 64-Jährigen sowie die älteren Pedelecfahrer ab 65 Jahren. Damit liegt der Altersdurchschnitt deutlich über dem Altersdurchschnitt der Fahrer konventioneller Fahrräder ($M = 45,6$ Jahre bei VON BELOW, 2016). Das im Vergleich zu früheren Studien etwas geringere Durchschnittsalter der Pedelecfahrer lässt sich plausibel mit seinen späteren Durchführungszeitraum erklären (ALRUTZ et al., 2015; VON BELOW, 2016). So weist die vorliegende Befragung eindeutig eine zunehmende Verjüngung der Stichprobe aus, mit einer Vervielfachung des Anteils der Pedelecnutzer binnen der vergangenen zwei Jahre (zurückgerechnet vom Befragungszeitpunkt im Frühjahr 2018) bei den 18- bis 44-Jährigen von einem sehr niedrigen Ausgangsniveau von vormals etwa 1 % auf 6 % (18- bis 24-Jährige) bzw. 9 % auf 24 % (25- bis 44-Jährige). Die aus der vorliegenden Befragung gewonnenen Erkenntnisse zur vergangenen und möglicherweise anhaltenden Veränderung der Gruppe der Pedelecfahrer unterstreichen den starken Zeitbezug, dem die hier gewonnenen Erkenntnisse unterliegen. Demnach ist anzunehmen, dass Studien, die auf dasselbe Befragungspanel unter Verwendung derselben Einschlusskriterien zurückgreifen, in den auf 2018 folgenden Jahren zu abweichenden Ergebnissen kommen. Zwar wird die Gruppe der älteren Fahrer noch eine wichtige und anteilig starke Nutzergruppe bleiben; anteilig je-

doch dürfte die Gruppe jüngerer Fahrer zunehmend an Bedeutung gewinnen. Diese Veränderung geht schnell vonstatten. Das zeigt sich an dem hohen Anteil an Fahrern, die erst seit maximal einem Jahr Pedelec fahren (ca. ein Drittel der Stichprobe) sowie an den Absatzzahlen elektrifizierter Fahrräder, die ebenfalls um etwa ein Drittel gegenüber dem Vorjahr der Befragung stiegen (ZIV, 2019).

Welche Merkmale weisen die genutzten Pedelecs auf?

Die Befragung legt nahe, dass die Summe der vom Zweiradindustrieverband jährlich berichteten Absatzzahlen, abzüglich der 1 bis 2 % darin subsumierten E-Bikes und S-Pedelec (ZIV 2018, 2019), ein gutes Abbild des Pedelecbestands in Deutschland geben. Genutzt werden ausschließlich als Pedelecs gebaute und verkaufte Fahrzeuge und keine zum Pedelec nachgerüsteten vormalig konventionellen Fahrräder. Der Pedelecbestand ist jedoch nicht gleichzusetzen mit der Anzahl der Pedelecnutzer. Ein eigenes Pedelec nutzen nur etwa drei Viertel der Pedelecfahrer, während etwa jeder fünfte auf das Pedelec eines Angehörigen, Partners oder Freundes zurückgreift. Folglich liegt die Anzahl der Nutzer deutlich oberhalb des gegebenen Fahrzeugbestands (selbst ohne Berücksichtigung der Mietpedelecnutzer). Bei den Fahrradtypen sind elektrifizierte City- und Hollandräder bzw. Cruiser am verbreitetsten, gefolgt von Trekking-/Crossrädern und an dritter Stelle den Mountainbikes, die aktuellen Verkaufszahlen zufolge besonders starke Zuwächse verzeichnen (EBD.). Für sich genommen ist die Nutzung eines dedizierten Lastenrads noch selten (1,3 %); zusammen mit einer zumindest sporadischen Anhänger-nutzung (7,4 %) stellen jedoch transportgeeignete elektrifizierte Pedelecs einen sichtbaren Anteil am Fahrzeugbestand. Die meisten Pedelecs verfügen über einen Mittelmotor, der für einen niedrigeren Schwerpunkt des Fahrzeugs sorgt, während Vorderradmotoren, denen diesbezüglich eine geringe Stabilität und Schwierigkeiten auf nassem Untergrund oder in Kurven nachgesagt wird (JELLINEK et al., 2013), vergleichsweise selten sind. Für den Fahrradtyp an und für sich besteht keine unmittelbare kausale Wirkung auf die damit verbundene Sicherheit im bzw. außerhalb des Straßenverkehrs. Inhärent ist jedoch die Verbindung bestimmter Fahrradtypen mit bestimmten Nutzungszwecken (z. B. Lastenräder für den Transport von Personen und Objekten oder Mountainbikes zur überwiegend sportlichen Nutzung auch außerhalb befestigter Wege). Wie gefährlich wiederum die un-

terschiedlichen Nutzungszwecke für Fahrer elektrifizierter Räder sind, ist jedoch bislang nicht bekannt und auf Basis der vorliegenden Befragung u.a. wegen des Fehlens expositionsbezogener Informationen nicht beantwortbar.

Was charakterisiert das Fahr- und Nutzungsverhalten?

Die Mehrheit der Fahrer nutzt das Pedelec für unterschiedliche Zwecke. Mehr als zwei Drittel der Befragten nutzt es für Ausflugsfahrten, die damit den mit Abstand häufigsten Nutzungszweck stellen. Insgesamt wird das Pedelec jedoch auch sehr häufig für zweckbezogene Wege im Alltag verwendet: Für Einkäufe und Erledigungen ebenso wie für das Zurücklegen (vorwiegend) alltäglicher Wege zur freizeitlichen Nutzung (dem Besuch bei Freunden oder der Ausübung des Hobbies). Fahrten zur Arbeit oder Ausbildungsstätte erscheinen absolut gesehen seltener, da sie „nur“ von jedem fünften Fahrer als Nutzungszweck benannt werden. Relativiert man diese Angaben jedoch daran, dass nur etwa jeder zweite Fahrer einer Altersgruppe angehört, in denen eine Ausbildung oder Berufstätigkeit üblich ist, stellt das Pendeln einen durchaus bedeutsamen Nutzungszweck dar. Welche Wege zusätzlich durch den Einsatz des Pedelecs entstehen und welche Verkehrsmittel durch selbige ersetzt werden, liegt außerhalb der Fragestellung der vorliegenden Studie. Festhalten lässt sich, dass das Pedelec einerseits stark für Fahrten genutzt wird, in denen das Fahren der Selbstzweck ist; andererseits spielt es innerhalb seiner Nutzergruppe eine wichtige Rolle in der Alltagsmobilität zum Zurücklegen zweckbezogener Fahrten. Ferner wird es nicht nur für verschiedene Zwecke genutzt, sondern insgesamt auch recht häufig: Etwa drei Viertel der Fahrer nutzen es mehrmals im Monat, und mehr als die Hälfte davon gar mehrmals pro Woche. Bei Fahrern konventioneller Räder liegt der Anteil derer, die es zumindest einmal pro Woche nutzen, lediglich bei 35 % (NOBIS & KUHNIMHOF, 2018). Angaben zur Länge der mit dem Pedelec zurückgelegten Strecke wurden in der Befragung nicht adressiert; die bedeutendste deutsche Mobilitätsstudie „Mobilität in Deutschland“ (MiD) weist in einer aktuellen (im Jahr 2017 durchgeführten) Erhebung aus, dass Pedelecfahrer (einschließlich der sehr seltenen E-Bikefahrer und S-Pedelecfahrer) im Mittel fast doppelt so viele Kilometer zurücklegen wie Fahrer konventioneller Fahrräder (NOBIS & KUHNIMHOF, 2018).

Diese häufigen und langen Strecken werden von den meisten Fahrern mit einer zumindest geringfügig, oft aber auch deutlich höheren (nicht in km/h bezifferten Differenz-)Geschwindigkeit zurückgelegt, als es mit einem konventionellen Fahrrad der Fall wäre. Mit Blick auf die im Straßenverkehr bei ungehinderter Fahrt zumeist gewählte Geschwindigkeit liegt diese nach Angaben der Fahrer oftmals unterhalb der Möglichkeiten, die das Pedelec ihnen böte. Etwa die Hälfte der Fahrer reizt demzufolge die Möglichkeiten der elektrischen Tretunterstützung nicht aus und fährt bis höchstens 20 km/h. Ein Viertel der Fahrer bewegt sich mit 21 bis 25 km/h nahe am Maximum der Tretunterstützung. Das verbleibende Viertel teilt sich hälftig auf in die Gruppe der Fahrer, die zumeist geringfügig (wohl aufgrund der 1 bis 2 km/h herstellerseitigen Toleranz bei Überschreiten der maximalen Tretunterstützung), seltener deutlich schneller als 25 km/h fährt und in diejenigen Fahrer, die keine Angaben zur gefahrenen Geschwindigkeit machen. Bei Letzteren lässt sich jedoch nicht sagen, inwiefern die Verweigerung dieser Angabe aus Bequemlichkeit zur Vermeidung einer Freitexteingabe geschieht oder ob den fehlenden Angaben eine Systematik unterliegt (bspw. ein Verschweigen von Geschwindigkeiten oberhalb der maximalen tretunterstützten Geschwindigkeit, was angesichts der Nonresponserate von 11,9 % den Anteil zu schnell fahrender Fahrer deutlich ansteigen ließe). Ein geringer Anteil von knapp zwei Prozent der Fahrer gibt ein Tuning des von ihnen genutzten Pedelecs zu. Die Rahmenbedingungen allein (Befragung anonym und online; Geschwindigkeitsübertretungen einschließlich Einsatz von Hilfsmitteln zu deren Erreichung nicht als schambesetztes Verhalten bekannt) geben wenig Anlass, unwahrscheinlich anzunehmen; ausgeschlossen werden können sie jedoch nicht.

Aus den Angaben zur Geschwindigkeit ergeben sich zwei potenziell risikobehaftete Gruppen: Zum einen eine kleine Gruppe, bei denen die maximal vorgesehene Tretunterstützung bis 25 km/h auch im Straßenverkehr nicht die Obergrenze der Geschwindigkeit darstellt. Zum anderen diejenigen, die schneller fahren als mit einem konventionellen Fahrrad (was auf die meisten Pedelecfahrer zutrifft), und die diese höhere Geschwindigkeit nicht angemessen bewältigen können. Wie groß der Anteil an Fahrern ausfällt, bei denen die mit dem Pedelec gefahrene Geschwindigkeit die eigenen Fähigkeiten zur Situationseinschätzung sowie zur an-

gemessenen, rechtzeitigen Reaktion spürbar übersteigt, lässt sich jedoch weder angesichts der vorliegenden Arbeit noch bisheriger anderer Forschungsarbeiten bemessen. Ebenso wenig lässt sich bislang eine klare Verbindung zwischen dem Unfallrisiko und der mit dem Pedelec gefahrenen (höheren) Geschwindigkeit ziehen. Klar ist nur, dass mit einer höheren Fahrgeschwindigkeit Pedelec-fahrern und ihren möglichen Unfallgegnern weniger Zeit bleibt, auf Unvorhergesehenes zu reagieren, und dass Pkw-Fahrer (und möglicherweise auch andere Verkehrsteilnehmer) nachweislich die Geschwindigkeit von Pedelec-fahrern unterschätzen (SCHLEINITZ et al., 2015).

Im Vergleich zum Tuning werden viele andere potenzielle Regelverstöße mit dem Pedelec im Straßenverkehr von einem deutlich größeren Anteil der Fahrer begangen. Allen voran liegt das „gelegentliche“ oder „(sehr) häufige“ Überholen langsamerer Radfahrer mit nur wenig Abstand, das nahezu jeder dritte Pedelec-fahrer berichtet. Darauf folgt das Fahren nach Alkoholkonsum, das etwa jeder zehnte Fahrer „gelegentlich“ oder „(sehr) häufig“ ausübt. Geringer fällt der Anteil der Pedelec-fahrer aus, die zumindest „gelegentlich“ über eine rote Ampel fahren (ca. 6 %) oder während der Fahrt telefonieren, texten oder Nachrichten lesen (3 bis 4 %). Dabei ist jedoch zu berücksichtigen, dass sich diese Zahlen auf ein stärker habituelles Verhalten beziehen. Adiert man diejenigen dazu, die diese Verhaltensweisen eigenen Angaben zufolge „sehr selten“ ausüben, vervielfachen sich die oben genannten Angaben. Auf Basis der vorliegenden Informationen lässt sich jedoch ihre Bedeutsamkeit für die sichere Verkehrsteilnahme nicht abschätzen. Dazu bedarf es sowohl einer Präzisierung der Häufigkeit dieser Verhaltensweisen durch verhaltensnahe Untersuchungen als auch einer Abschätzung der durch sie verursachten Gefährdung.

Welche Schwierigkeiten berichten Fahrer bei Nutzung des Pedelecs?

Etwa ein Viertel der Pedelec-fahrer erlebt technische Probleme mit dem Antrieb ihres Pedelecs (überraschendes Einsetzen des Motors oder dessen Nachlaufen). Noch höher liegt der Anteil der Fahrer, der Schwierigkeiten mit dem Fahrzeughandling (Balance, zu heftiges Abbremsen) berichtet. Beides scheint nur wenig mit einer mangelnden Vertrautheit mit dem Fahrzeug zu tun zu haben, da diese Probleme mehrheitlich über die ersten drei Nutzungsmonate hinaus persistieren. Bei Problemen

mit dem Fahrzeughandling zeigen sich zudem in beiden im vorliegenden Projekt durchgeführten Befragungen Hinweise auf ihre ursächliche Rolle im Unfallgeschehen: selten, aber eindeutig bei der Benennung der Unfallursache; häufig, aber indirekt abgeleitet aus dem Faktum, dass sich knapp ein Drittel der Unfälle aus dem Stand bzw. beim Anfahren ereigneten. Die Frage, inwiefern diese mit dem Pedelec erlebten Probleme bei Nutzung eines konventionellen Fahrrads nicht oder zumindest seltener auftreten, erübrigt sich bei den technischen Problemen mit dem Antrieb und lässt sich für die Probleme mit dem Fahrzeughandling auf Basis der vorliegenden Informationen nicht abschließend beantworten. Es gibt lediglich plausible Gründe für die Annahme, dass sie bei Nutzung eines Pedelecs häufiger sind: zum einen weil die Bremsen stärker greifen, zum anderen weil ein Pedelec wegen des Elektroantriebs, insbesondere des Akkus, spürbar mehr wiegt und damit gerade bei geringen Geschwindigkeiten die Stabilisierung schwerer fallen dürfte. Diese fahrzeugspezifischen Merkmale dürften bei älteren Fahrern, die bereits bei Nutzung eines konventionellen Fahrrads häufiger Gleichgewichtsprobleme oder Schwierigkeiten beim Anfahren oder Auf- und Absteigen erleben, eine zusätzliche Herausforderung darstellen (DRAEGER & KLÖCKNER, 2001). Eine stark beeinträchtigte körperliche Befähigung zur Fortbewegung aus eigener Kraft dürfte bei der Mehrheit der Fahrer eigenen Angaben zufolge jedoch nicht vorliegen; schließlich ist nur etwa jeder zehnte Fahrer beim Zurücklegen einer ebenen Strecke von 5 km auf den Elektroantrieb angewiesen, um große oder nicht zumutbare körperliche Anstrengung zu vermeiden.

Die meisten Fahrer fühlen sich im Straßenverkehr auf dem Pedelec sicher. Dies mag man willkommen heißen, da es die Nutzung von Pedelecs als ein Baustein einer klimafreundlicheren Mobilität begünstigen dürfte. Die Frage, ob die gefühlte Sicherheit in Bezug auf die objektiv gegebene angemessen ist, lässt sich generell nur schwer beantworten, aber selbst ungeachtet der berichteten Probleme mit dem Fahrzeughandling aufgrund der Exposition und Vulnerabilität dieser Fahrergruppe in Frage stellen. Zum einen handelt es sich um eine exponierte Fahrergruppe, die oft und viel und dazu in der Regel schneller als mit einem konventionellen Fahrrad fährt. Zum anderen ist die Gruppe der Pedelec-fahrer hoch vulnerabel – sowohl aufgrund der ungeschützten (und oftmals unbehelmten) Verkehrsteilnahmeart als auch infolge des hohen Anteils älterer

Fahrer, die bei einem Unfall nachweislich deutlich schwerere Verletzungen erleiden als junge (UHR & HERTACH, 2017).

Worauf beziehen sich die berichteten Ergebnisse zur Nutzergruppe?

Bei der vorliegenden Beschreibung der „Gruppe der Pedelecfahrer“ ist zu berücksichtigen, dass es sich um eine heterogene Gruppe handelt. Sie schließt Fahrer ein, für die das Fahren ohne Motorunterstützung sehr anstrengend oder nicht möglich ist, ebenso wie einen großen Teil sehr aktiver Fahrer mit einer nur geringen Risikobereitschaft, die das Pedelec für viele unterschiedliche Zwecke nutzt, sowie einige wenige Fahrer, die auch mit illegalen Methoden (Tuning) sehr hohe Geschwindigkeiten erzielen. Die hier berichteten Ergebnisse sind auch das Resultat der festgelegten Einschlusskriterien der Befragungen (seltene und zeitlich begrenzte Nutzung ebenso eingeschlossen wie die Mitnutzung des Pedelecs von Freunden oder Angehörigen) sowie der getroffenen Abgrenzung zur separat und weniger ausführlich betrachteten Gruppe der Mietpedelecfahrer. Angesichts ihres Anteils von ca. 20 % innerhalb der Befragungsstichprobe spielen Mietpedelecs eine bedeutsame Rolle in der E-Zweiradmobilität – wenn auch die zurückgelegten Wege infolge der selteneren Nutzung einen deutlich geringeren Anteil ausmachen dürften als bei denjenigen, die ein eigenes Pedelec nutzen. Da die Befragung nicht auf das Konzept der Mietpedelecnutzung zugeschnitten war, liegen diesbezüglich relevante Informationen, beispielsweise zur Art des bzw. der genutzten Pedelecs oder zu unterschiedlichen Mietkonzepten (z. B. die touristische, intensive Nutzung innerhalb eines begrenzten Zeitraums, bevorzugt fernab des Straßenverkehrs, oder die Pedelecnutzung als regelmäßige oder eher sporadische Facette der Alltagsmobilität), nicht vor. Die Unterschiede zur Gruppe der zuvor beschriebenen Pedelecfahrer (der Männeranteil liegt höher, sie sind deutlich jünger, im Straßenverkehr schneller unterwegs und nutzen seltener ein Pedelec) unterstreichen jedoch erneut die Bedeutung, die die jeweils gewählte Operationalisierung der betrachteten Gruppe „der“ Pedelecfahrer nach Besitzstand, Nutzungskonzept oder -häufigkeit für die resultierenden Ergebnisse birgt.

Welche neuen Informationen bietet die vorliegende Arbeit zur Nutzergruppe von Pedelecs?

Die früheren Befragungsstudien, die ausschließlich oder teilweise Pedelecfahrer einbezogen, wurden

vorwiegend im Ausland durchgeführt (HAUSTEIN & MØLLER, 2016; JELLINEK et al., 2013; JOHNSON & ROSE, 2015; LING et al., 2017; MACARTHUR et al., 2014) oder wählten ein nicht repräsentatives Opportunity Sampling (ALRUTZ et al., 2015; SIFA-FE, 2017). Die wenigen Ausnahmen bieten eine nur knappe Beschreibung der Gruppe der Pedelecfahrer (KRÖLING & GEHLERT, 2016; VON BELOW, 2016). Eine unmittelbare Vergleichbarkeit zur vorliegenden Arbeit in den wenigen gemeinsam erfassten Merkmalen, wie bspw. der Altersstruktur, ist durch unterschiedliche Einschlusskriterien (bspw. Nutzung mindestens einmal die Woche bei KRÖLING & GEHLERT, 2016 vs. unregelmäßige, seltene Nutzung in der vorliegenden Befragung) nicht gegeben. Die vorliegende Befragung ist nach Wissen der Autoren die erste deutschlandweit durchgeführte Pedelecstudie, die ein repräsentatives und umfassendes Bild der Nutzergruppe, ihres Nutzungs- und Fahrverhaltens bietet. Darüber hinaus demonstriert sie erstmalig den starken Wandel, dem die jährlich wachsende Nutzergruppe von Pedelec Fahrern unterliegt (z. B. die zunehmende Verjüngung), und beschreibt damit den Zeitbezug, dem die vorliegenden Erkenntnisse zur Nutzergruppe – und damit verbunden wohl auch die Erkenntnisse zum Unfallgeschehen – unterliegen. Setzt sich dieser Wandel weiter fort, ist anzunehmen, dass die im Erhebungsjahr 2018 gewonnenen Erkenntnisse in den Folgejahren schnell wieder als veraltet gelten können.

7.2 Beschreibung des Unfallgeschehens von Pedelec Fahrern

7.2.1 Vergleich der drei Studien

Alle drei Studien der vorliegenden Arbeit liefern Informationen zum Unfallgeschehen von Pedelec Fahrern. Im Zuge der Onlinebefragung, die primär auf die im vorherigen Kapitel erörterte Beschreibung der Nutzergruppe von Pedelecs zielte, wurde das Unfallgeschehen nur als einer von mehreren Themenblöcken adressiert. Die daraus gewonnenen Informationen zum Unfallgeschehen beziehen sich auf die kleinere Substichprobe von 55 (von insgesamt 775 befragten) Pedelec Fahrern, die eigenen Angaben zufolge in den vergangenen drei Jahren mit dem Pedelec verunfallt bzw. gestürzt sind. Dahingegen beinhalteten die Stichproben der GIDAS-Analyse und der Krankenhausstudie ausschließlich verunfallte Pedelec Fahrer, die nach einem Pedelecunfall in einem von drei deutschen

Krankenhäusern behandelt worden waren (Klinikbefragung mit $n = 39$), oder deren Unfall in der GIDAS-Datenbank abgelegt worden war und somit für eine Reanalyse zur Verfügung standen. Alle drei Studien bieten eine Beschreibung der Unfallcharakteristika (Fahrer-, Umwelt- und Unfallcharakteristika einschließlich der Unfallfolgen) sowie der unfallverursachenden Faktoren, und gehen vor allem in letzterem über die in amtlichen Statistiken verfügbaren Informationen hinaus. Neben den (rekrutierungsbedingten) Stichprobencharakteristika unterscheidet sich jedoch auch der Detaillierungsgrad der vorliegenden Informationen zwischen den Studien ebenso wie deren Quelle (Selbstberichte vs. Dokumentationen eines geschulten Erhebungsteams), so dass nicht alle in einer Befragung adressierten Aspekte auch in den beiden anderen Studien in gleicher Weise vorliegen (vgl. Kapitel 7.3). Somit bilden alle drei Studien jeweils unterschiedliche Facetten des Unfallgeschehens von Pedelecfahrern ab. Die Onlinebefragung zeigt das Unfallgeschehen einer nach vorliegenden Informationen repräsentativen Nutzergruppe von Pedelecs einschließlich der zumeist folgenarmen Unfälle, die keiner ärztlichen Behandlung bedürfen. Dagegen gilt die GIDAS-Stichprobe, die ausschließlich polizeilich erfasste Unfälle beinhaltet, als Stichprobe, die den amtlichen Unfallstatistiken – abgesehen von den Kodierungsproblemen (s. Kapitel 4.1) – weitgehend entspricht, jedoch in Tiefe und Güte der Unfallbeschreibung über diese hinausgeht. In der vorliegenden Arbeit ist sie die einzige Analyse, die nicht vorwiegend auf Selbstberichten gründet und eine fallzahlenstarke Analyse von Pedeleccunfällen ($n = 214$) ermöglicht. Die Klinikbefragung hingegen beleuchtet auch den Teil des Unfallgeschehens von Pedelecfahrern, der polizeilich nicht erfasst wurde, der jedoch – im Gegensatz zur Onlinebefragung – zu einer behandlungsbedürftigen Verletzung der Pedelecfahrer führte. Die nachfolgende Gegenüberstellung der drei Studien nimmt die Aspekte in den Fokus, die in mindestens zwei Studien adressiert werden; für eine detaillierte Beschreibung aller Teilergebnisse sei jedoch auf die Ergebnisbeschreibung der jeweiligen Kapitel verwiesen. Die nachfolgenden Vergleiche zwischen verschiedenen Studien sind rein deskriptiv und damit nicht auf statistische Bedeutsamkeit geprüft. Aufgrund der geringen Fallzahl von zwei der drei Studien werden geringfügige Abweichungen von nur wenigen Prozentpunkten nicht als Unterschied interpretiert.

Vergleich der Unfallcharakteristika

Bei vielen orts- und zeitbezogenen Unfallmerkmalen ebenso wie beim Unfalltyp ist der Vergleich auf die Ergebnisse der polizeilich aufgenommenen GIDAS-Unfälle und der Klinikbefragung beschränkt. Beiden gemeinsam ist ein ähnliches Ergebnismuster bezüglich der Tageszeit der Unfälle, deren vergleichsweise überschaubare Abweichungen allein durch die geringen Fallzahlen der Klinikbefragung erklärbar sein könnten. Demnach ereignen sich die meisten Unfälle bei Tage und nur sehr wenige bei Dämmerung. Unfälle bei Dunkelheit werden ausschließlich bei der GIDAS-Analyse berichtet. Mit einem Anteil von 12,9 % treten sie vergleichsweise selten auf, stellen aber einen nicht unbedeutenden Anteil am Unfallgeschehen dar. In beiden Stichproben sind die beiden häufigsten Unfalltypen Fahrnfälle und Einbiegen/Kreuzen-Unfälle. Wenn es einen weiteren Unfallbeteiligten gibt, dann handelt es sich zumeist um einen Pkw-Fahrer. Diesem wird auch in ca. 80 % der Fälle die Haupt- oder Alleinverursachung des Unfalls zugeschrieben. Von diesen Parallelen abgesehen, zeigen sich erhebliche Unterschiede in mehreren Unfallmerkmalen. Augenfällig ist hier unter anderem der Vergleich des Anteils von Außerortsunfällen, der in der Klinikbefragung etwa zehnmal höher liegt als in der GIDAS-Analyse (3,3% vs. 38,5 %). Damit gehen weitere drastische Unterschiede einher. In der GIDAS-Analyse sind Unfälle beim Einbiegen/Kreuzen und somit auch anteilig die Unfälle an Einmündungen und Kreuzungen (vs. Unfällen auf Strecken) häufiger als in der Klinikbefragung, die wiederum Fahrnfälle als mit Abstand häufigsten Unfalltyp ausweist. Stimmig dazu ist: Bei ca. 60 % aller Unfälle handelt es sich um Alleinunfälle ohne weiteren Beteiligten. Damit erscheinen Unfälle mit Beteiligung eines Pkw – der in beiden Stichproben häufigste Unfallgegner bei Unfällen mit einem weiteren Beteiligten – in der Klinikstudie anteilig als weitaus weniger bedeutsam als in der GIDAS-Analyse, bei der die Hälfte aller aufgenommenen Pedeleccunfälle unter Beteiligung eines Pkw erfolgte. Zusammenfassend lässt sich also sagen, dass in der GIDAS-Analyse vor allem Innerortsunfälle mit einem Pkw beim Einbiegen oder Kreuzen repräsentiert sind, während in der Klinikbefragung überwiegend Fahrnfälle ohne weiteren Unfallgegner vertreten sind, die sich deutlich häufiger außerorts ereignen. Mit Blick auf die großen Unterschiede in den Unfallcharakteristika beider Stichproben erscheinen die Unterschiede bei den menschlichen Fehlerursachen der Pedelecfahrer nach dem ACAS-Schema folgerichtig. In der Kli-

nikbefragung mit ihrer starken Repräsentation von Unfällen ohne weiteren Beteiligten überwiegen Handlungsfehler (z. B. Reaktionsfehler), während in der GIDAS-Analyse die Pedelecunfälle häufiger durch eine fehlerhafte Informationsaufnahme bzw. -verarbeitung (eines Unfallgegners bzw. seiner Handlung(sabsicht)) oder eine fehlerhafte Zielsetzung mitverursacht wurden. Die Unterschiede zwischen GIDAS-Analyse und Klinikbefragung sind methodisch begründet und werden nachfolgend in Kapitel 7.3 erläutert.

Jenseits der expertenbasierten Kodierungen dieser menschlichen Fehlerursachen liegen für beide Befragungsstudien Angaben zur Hauptursache aus Fahrersicht und zur Geschwindigkeit vor dem Unfall vor. Hinsichtlich der Unfallsituation liegen die Ergebnisse der Klinikbefragung näher an denen der Onlinebefragung (dort liegt der Anteil an Alleinunfällen mit 78,2 % vs. 59,0 % sogar noch höher) als an denen der GIDAS-Analyse (21,0 %), da Alleinunfälle seltener polizeilich erfasst und demzufolge seltener in GIDAS aufgenommen werden. Ähnliche Ergebnismuster finden sich auch bei den berichteten Hauptursachen. Etwa die Hälfte der Befragten attribuiert den Unfall auf menschliche Fehler (eigene oder des Unfallgegners, meist ohne nähere Erläuterung). Witterungsbedingungen werden genauso selten wie das Pedelec für den Unfall verantwortlich gemacht (< 10 % der Fälle). Die Wegbeschaffenheit hingegen wird v. a. in der Onlinebefragung häufiger als Unfallursache gesehen; ein Unterschied, der sich durch die besonders häufigen Alleinunfälle erklären dürfte. Die Befunde zur gefahrenen Geschwindigkeit vor dem Unfall (und vor dem Initiieren einer Bremsung) sind für beide Stichproben vergleichbar und zeigen, dass die meisten Unfälle bei Geschwindigkeiten auftreten, die deutlich unterhalb der (mit legalen Mitteln) erreichbaren motorunterstützten Höchstgeschwindigkeit von 25 km/h lagen. Etwa ein Drittel der Unfälle ereignete sich bei sehr geringen Geschwindigkeiten, d. h. beim Stehen oder Anfahren. Die Hälfte der Unfälle geschah während Fahrten mit weniger als 20 km/h. Nur etwa jeder zehnte Fahrer berichtete eine Geschwindigkeit von 20 km/h oder darüber; Geschwindigkeiten oberhalb der legalen motorunterstützten Geschwindigkeit wurden nahezu gar nicht berichtet.

Beschreibung der Verletzungsschwere

Die Verunfallten der Onlinebefragung erlitten überwiegend geringfügige Unfälle und Stürze, bei denen in vier von fünf Fällen keine ärztliche Behandlung

vonnöten schien. Als Indikator der Verletzungsschwere bei den verbleibenden 20,0 %, die sich ärztlich behandeln ließen, lässt sich nur die stationäre Aufnahme (vs. einer ambulanten Behandlung/ Behandlung durch den Hausarzt) heranziehen, die von nur Wenigen berichtet wurde. Mit einem Anteil von 7,3 % bei 55 Verunfallten entspricht dies vier Selbstberichten und damit keiner belastbaren Größe. In der GIDAS-Analyse hingegen war der Anteil unverletzter Pedelecfahrer sehr gering (7,3 %). Insgesamt lag die Verletzungsschwere in GIDAS jedoch deutlich unterhalb der Verletzungsschwere der Klinikbefragung, in der der Anteil an MAIS 1-Verletzungen vergleichsweise gering ausfiel (30,8 % vs. 68,9 % bei GIDAS), während Verletzungen der Gruppe MAIS 2 (51,3 % vs. 18,4 % bei GIDAS) sowie Schwereverletzungen (17,9 % vs. 5,3 % bei GIDAS mit MAIS 3+) häufiger auftraten. Da Verletzung und Behandlung in einer Klinik Vorbedingung der Aufnahme in die Klinikbefragung waren, gab es in der Klinikstudie keine Unverletzten. Da die Verletzungscharakteristika ausschließlich in der Klinikbefragung betrachtet wurden, lässt sich kein Vergleich zu den anderen Studien ziehen.

Vergleich personen- und fahrzeugbezogener Merkmale

Bei den verunfallten Fahrern der Onlinebefragung und bei den polizeilich erfassten GIDAS-Unfällen fällt der Altersdurchschnitt mit 60,1 Jahren bzw. 58,5 Jahren ähnlich hoch aus wie in der repräsentativen Online-Gesamtstichprobe (M = 56,7 Jahre). Dahingegen findet sich in der Klinikbefragung ein mit 66,3 Jahren deutlich höheres Durchschnittsalter. Demzufolge lässt sich vermuten, wenn auch auf Basis der vorliegenden Informationen nicht belastbar belegen, dass ältere Pedelecfahrer häufiger so verunglücken, dass sie im Krankenhaus behandelt werden müssen. Dabei geht das auffallend hohe Durchschnittsalter in der Klinikbefragung mit einer überdurchschnittlich ausgeprägten Verletzungsschwere (im Vergleich zur GIDAS-Analyse und der amtlichen Unfallstatistik) einher. Dies spricht für eine mit höherem Alter steigende Verletzungsschwere von Pedelecfahrern, wie sie bereits von UHR UND HERTACH (2017) berichtet wurde.

In Hinsicht auf die Geschlechterverteilung ergibt sich kein ganz einheitliches Bild. In der repräsentativen Onlinebefragung zeigt sich bei der Gesamtstichprobe wie auch der Subgruppe der verunfallten Pedelecfahrer ein leichtes Übergewicht männlicher Fahrer, das bei den polizeilich erfassten Unfällen der GI-

DAS-Datenbank deutlich stärker ausgeprägt ist. Dagegen überwiegt in der Klinikbefragung der Anteil weiblicher Fahrer. Mögliche Erklärungen dafür wären, dass weibliche Pedelecfahrer häufiger verletzt werden, häufiger Behandlung in einer Klinik suchen oder eine höhere Teilnahmebereitschaft zeigen. Allerdings ist es auch möglich, dass die beobachteten Diskrepanzen allein auf Zufallsschwankungen bedingt durch die geringen Fallzahlen zurückgehen.

Hinsichtlich der Pedelec-erfahrung, operationalisiert als Dauer der Pedelecnutzung, sowie der Nutzungshäufigkeit zeigen sich ebenfalls Unterschiede zwischen den Stichproben. So liegt die Pedelec-erfahrung der verunfallten Fahrer in der Klinikstichprobe deutlich höher als in der Gesamtstichprobe der Onlinebefragung (48,7 % vs. 26,7 % mit mehr als drei Jahren Pedelec-erfahrung). Eine plausible Erklärung dafür wäre das höhere Durchschnittsalter der Befragten. Dafür spricht die in der Onlinebefragung aufgezeigte Verbindung zwischen dem Lebensalter und der Erfahrung mit dem Pedelec, das sich in den vergangenen Jahren einer zunehmend jüngeren Nutzergruppe erschloss. Ein Vergleich zu den anderen Stichproben lässt sich nicht durchführen. In der Subgruppe der verunfallten Fahrer der Onlinebefragung wurde die Fahrerfahrung mit dem Pedelec nicht in Relation zum Unfallzeitpunkt ermittelt, und in der GIDAS-Datenbank liegen keine Daten zur Erfahrung mit dem Pedelec vor.

Fahrer, die das Pedelec (sehr) häufig nutzen, sind im Unfallgeschehen (55,4 % in der Onlinebefragung und 71,8 % in der Klinikbefragung) überrepräsentiert, wenn man den Vergleich zur Gesamtstichprobe der Onlinebefragung (42,7 %) zieht. Die Überrepräsentation mag sich durch die naheliegende Verbindung zwischen der Exposition und der Unfallwahrscheinlichkeit erklären. Annahmen zur Verbindung zwischen der Höhe der Exposition und Personenmerkmalen (bspw. des Alters, das in der Klinikbefragung überdurchschnittlich hoch lag) lassen sich jedoch auf Basis der vorliegenden Informationen nicht ziehen. Bei den Fahrradtypen überwiegt die Gruppe von Fahrrädern, die nicht explizit auf eine sportliche Nutzung ausgelegt sind. Abgesehen von der GIDAS-Analyse, in der keine Angaben zum Fahrradtyp vorliegen, wurde von mehr als der Hälfte der Pedelec-erfahrer die Nutzung eines E-Cityrads/E-Hollandrads/E-Cruisers berichtet. Besonders groß fällt deren Anteil bei den Verunfallten aus, v.a. in der Klinikbefragung (79,5 % vs. 66,7 % bei den Verunfallten der Onlinebefragung vs. 55,1 % Gesamtstichprobe der Onlinebefragung). Es ist an-

zunehmen, dass die Überrepräsentation weniger auf den Fahrradtyp selbst zurückgeht, als auf mit selbigem assoziierte Personen- und Nutzungsmerkmale wie beispielsweise das Alter oder die Häufigkeit der Pedelecnutzung.

7.2.2 Zusammenfassung der zentralen Erkenntnisse der Unfallanalysen

Wie im vorherigen Kapitel dargelegt, liefern die Studien keine Beschreibung zu „dem Unfallgeschehen“ von Pedelec-erfahrern, sondern vielmehr zu dessen unterschiedlichen Facetten. Die GIDAS-Analyse bietet ein mit hohem Detailgrad beschriebenes Subset der amtlichen Unfallstatistik, die ausschließlich polizeilich erfasste Unfälle beinhaltet; dahingegen schließen die beiden Befragungen größtenteils polizeilich nicht erfasste Unfälle ein. Während die Onlinebefragung ein weitgehend repräsentatives Abbild der Gesamtheit der Pedelec-erfahrer und ihrer (oftmals folgenarmen) Unfälle bietet, umfasst die Klinikbefragung einen höchst selektiven Ausschnitt der Pedelec-erfahrer, die in Folge ihres Unfalls (oft stationär) im Krankenhaus behandelt wurden. Aufgrund der im vorangegangenen Kapitel dargelegten Unterschiede zwischen den Stichproben der Studien und damit auch den Ergebnissen können quantifizierte Aussagen über „das“ Unfallgeschehen von Pedelec-erfahrern nur in Bezug auf die jeweils betrachtete Grundgesamtheit getroffen werden. Daher und aufgrund der methodischen Einschränkungen, u. a. der geringen Fallzahl der Verunfallten in beiden Befragungsstudien (vgl. Kapitel 7.3), beschränkt sich die nachfolgende Zusammenfassung auf die zentralen Ergebnisse der Unfallanalysen unter weitgehender Vermeidung ihrer expliziten Quantifizierung. Vergleiche zwischen verschiedenen Studien sind rein deskriptiv und damit nicht auf statistische Bedeutsamkeit geprüft.

Welche Merkmale weisen die verunfallten Pedelec-erfahrer auf?

Die verunfallten Pedelec-erfahrer weisen einen im Vergleich zur repräsentativen Gesamtstichprobe der Onlinebefragung höheren Altersdurchschnitt auf. Auch Dauer und Häufigkeit der Pedelecnutzung, beides mutmaßlich konfundiert mit dem Alter, sind bei den Verunfallten überrepräsentiert. Mehr als die Hälfte der verunfallten Pedelec-erfahrer ist (fast) täglich mit dem Pedelec unterwegs. Zumeist nutzen sie einen Fahrradtyp, der nicht primär für den sportlichen Einsatz ausgelegt ist (E-Cityrad/E-Hollandrad/E-Cruiser).

Inwieweit bietet die amtliche Unfallstatistik ein angemessenes Abbild des Unfallgeschehens?

Pedelecunfälle ereignen sich viel häufiger, als es die amtliche Statistik widerspiegelt. Die meisten bleiben folgenlos oder ziehen nur geringfügige Verletzungen nach sich, die keiner ärztlichen Behandlung bedürfen. Nur ein kleiner Anteil der Verunfallten begibt sich in hausärztliche Behandlung oder muss zur ambulanten oder stationären Behandlung ins Krankenhaus. Dennoch sind selbst die Unfälle der Fahrer, die bei dem Pedelecunfall gravierende Verletzungen erlitten haben, oftmals nicht polizeilich erfasst und folglich nicht in der amtlichen Unfallstatistik repräsentiert. In der vorliegenden, wenn auch hoch selektiven, klinischen Befragungsstichprobe wurden etwa zwei Drittel der Unfälle mit Verletzungsfolge nicht polizeilich erfasst. Dies entspricht den Ergebnissen früherer Klinikstudien zum Unfallgeschehen von Fahrern konventioneller Fahrräder, in denen ein vergleichbar hoher Anteil nicht polizeilich erfasster Unfälle berichtet wurde (JUHRA et al., 2012; VON BELOW, 2016). Würde man auch die (weitgehend) verletzungsfreien Unfälle einbeziehen, läge der Anteil polizeilich nicht erfasster Unfälle noch höher und gemäß den Ergebnissen der Onlinebefragung bei schätzungsweise etwa 90 %. Dabei sollte jedoch berücksichtigt werden, dass sich ein nicht bestimmbarer Anteil der polizeilich nicht erfassten Unfälle auch außerhalb der dem Straßenverkehr zugehörigen Wege ereignet haben könnte und demnach nicht in den Erfassungsbe- reich der amtlichen Unfallstatistiken fiel. Die definitionsgemäße Dunkelziffer der amtlichen Unfallstatistik läge demnach niedriger.

Die amtliche Unfallstatistik bietet auch jenseits der Dunkelziffer kein akkurates Abbild des Unfallgeschehens. Ein Grund dafür ist die systematische Verzerrung hinsichtlich Unfallschwere und Unfallsituation. Schwere Unfälle sind überrepräsentiert, Alleinunfälle sowie Außerortsunfälle hingegen erscheinen deutlich unterrepräsentiert. Auch hier ist jedoch zu berücksichtigen, dass sich insbesondere Alleinunfälle außerorts auch außerhalb des Straßenverkehrs ereignen können – auch wenn sich auf Basis der vorliegenden Informationen nicht abschätzen lässt, wie oft dies der Fall ist – und diese somit auch nicht in der amtlichen Unfallstatistik abzubilden wären. Zudem gibt es klare Hinweise auf eine häufige Fehlklassifikation von Pedelecunfällen als Unfälle mit S-Pedelecs oder konventionellen Fahrrädern, die – sofern das im Zuge der GIDAS-Analyse identifizierte Ausmaß der Fehlkodierungen

von Pedelecunfällen (42 % bis 78 %) auch nur ansatzweise zutreffen sollte – erhebliche Fehleinschätzungen bezüglich Art und Häufigkeit dieser Unfälle in den amtlichen Unfallstatistiken zur Folge haben dürfte.

Wie lässt sich das Unfallgeschehen von Pedelec-fahrern beschreiben?

Im betrachteten Unfallgeschehen von Pedelec-fahrern zeigen sich zwei Schwerpunkte: Zum einen Innerortsunfälle, die häufig mit Beteiligung eines Pkw und zumeist beim Einbiegen oder Kreuzen auftreten, und zum anderen die polizeilich nicht erfassten Alleinunfälle, die sich oft auch außerorts ereignen. In Übereinstimmung mit früheren Studien ist bei Unfällen mit einem weiteren Beteiligten der Unfallgegner zumeist ein Pkw, während Zusammenstöße mit anderen ungeschützten Verkehrsteilnehmergruppen einen vergleichsweise geringen Anteil stellen (GEHLERT et al., 2017; OTTE et al., 2014). Am häufigsten handelt es sich dabei um Radfahrer, seltener um Fußgänger oder Fahrer anderer Kraftfahrzeuge (z. B. Krafträder oder Lkw, EBD.). Es zeichnen sich keine altersabhängigen Unterschiede (18 bis 64 vs. 65+ Jahre) hinsichtlich der Häufigkeit der Unfallgegner und des Anteils der Alleinunfälle ab. Eine differenzierte Betrachtung des Unfallgeschehens nach Fahrzeugtyp (auch S-Pedelec-fahrer) oder Nutzungskonzept (auch Mietpedelec-fahrer) war aufgrund der äußerst niedrigen Fallzahlen nicht möglich.

Pedelecunfälle ereignen sich überwiegend bei Tage. Dämmerungs- und Nachtunfälle sind – mutmaßlich expositionsbedingt – vor allem bei älteren Fahrern ab 65 Jahren selten. Bezüglich der Ursachen von Pedelecunfällen zeigen sich verschiedene und unterschiedlich bedeutsame Einflussfaktoren in Abhängigkeit von der betrachteten Grundgesamtheit. Dazu gehören externe Faktoren wie die nur selten genannten Witterungsbedingungen und die vergleichsweise häufiger genannte Wegbeschaffenheit. Zumeist aber sehen die Unfallbeteiligten die Ursache bei sich bzw. dem Unfallgegner. Eine Präzisierung der menschlichen Fehlerursachen gemäß dem ACAS-Schema legt eine Verbindung zur Unfallsituation nahe. Wenn Alleinunfälle dominieren, sind Handlungsfehler die häufigste menschliche Fehlerursache (z. B. Reaktionsfehler, vgl. Klinikbefragung). Wenn vorwiegend Unfälle mit mindestens zwei Beteiligten vertreten sind (vgl. GIDAS-Analyse), so überwiegen Fehler bei der Informationsaufnahme. Hierbei wurde wiederholt eine

Alkoholisierung des Pedelecfahrers als Ursachenfaktor verzeichnet.

Das Pedelec hingegen, bzw. dessen höheres Gewicht, wird nur selten explizit als unfallverursachender Faktor benannt. Es steht jedoch zu vermuten, dass bis zu ein Drittel der Unfälle auf Probleme mit dem Fahrzeughandling zurückgeht. Dazu gehört der mit ca. 30 % größere Anteil der Unfälle, die sich aus dem Stand heraus bzw. beim Anfahren ereignen (erklärbar durch in der Onlinebefragung häufig berichteten Balanceproblemen beim Losfahren oder Anhalten), sowie die vergleichsweise selten berichteten Unfälle durch übermäßig starkes Bremsen. Insgesamt ereignen sich Pedeleccunfälle häufig bei niedrigen Geschwindigkeiten, während Unfälle mit Geschwindigkeiten am oder gar über dem Maximum der zulässigen Tretunterstützung von 25 km/h äußerst selten berichtet werden. Inwieweit die gewählte Geschwindigkeit wahrheitsgemäß berichtet wurde und der Verkehrssituation sowie den eigenen Fähigkeiten angemessen war, lässt sich jedoch nicht beurteilen. Zu den Ursachen der Unfälle, in denen die Schuld beim Unfallgegner der Pedelec liegt – bei Unfällen mit Pkw trifft dies auf ca. 80 % der Unfälle zu – lassen sich auf Basis der vorliegenden Arbeit keine Aussagen treffen.

Was lässt sich über die Verletzungsfolgen von Pedeleccunfällen sagen?

Die Verletzungsschwere bei Pedeleccunfällen unterscheidet sich erheblich in Abhängigkeit der betrachteten Grundgesamtheit. Bezieht man alle Unfälle und Stürze mit ein, so bleiben die meisten weitgehend folgenlos. Da eine höhere Verletzungsschwere und damit assoziierte Faktoren wie die Beteiligung eines weiteren Verkehrsteilnehmers die Wahrscheinlichkeit einer polizeilichen Erfassung des Unfalls erhöhen (VON BELOW, 2016), sind in den amtlichen Unfallstatistiken – und damit auch in der GIDAS-Datenbank – eher die schweren Unfälle repräsentiert. Die durch die selektive Aufnahme insbesondere stationär behandelte Pedelecfahrer geprägten Ergebnisse der klinischen Befragung sprechen für die bereits bekannte Vulnerabilität älterer Fahrer, deren Verletzungsschwere mit dem Alter erheblich steigt (UHR & HERTACH, 2017). Die Erkenntnisse zu den Verletzungscharakteristika gründen auf nur einer, zudem sehr selektiven, Stichprobe von häufig allein verunfallten Fahrern überdurchschnittlich hohen Alters und sind dementsprechend in ihrer Aussagekraft eingeschränkt. Demnach treten Verletzungen

zumeist, d. h. in etwa der Hälfte der Fälle, im Bereich der Extremitäten (Arme, Schulter, Beine, Hüfte, Becken) auf. Darauf folgen Verletzungen des Kopf- und Hirnschädels bei etwa einem Viertel der Fahrer (bei einer Helmtragequote von 38,5 % zum Unfallzeitpunkt), augenscheinlich häufiger bei zum Unfallzeitpunkt unbehelmten Fahrern.

Welche Unterschiede zeigen sich zu verunfallten Fahrern konventioneller Fahrräder?

Im Vergleich zu den Fahrern konventioneller Fahrräder verunglücken Pedelecfahrer häufiger bei Fahrnfällen. Infolgedessen zeigen sich auch Unterschiede in der Unfallsituation und der Unfallstelle: Pedelecfahrer verunfallen häufiger auf Strecken als an Netzknoten (z. B. Kreuzungen, Einmündungen) und ohne Beteiligung eines weiteren Verkehrsteilnehmers. Im Gegensatz zu den Fahrern konventioneller Fahrräder, bei denen die 65+-Jährigen einen höheren Anteil an Alleinunfällen aufweisen als Fahrer bis einschließlich 64 Jahre, weisen die vorliegenden Unfalldaten keinen altersbezogenen Unterschied bei Pedelec Fahrern aus. Dass Pedelecfahrer insgesamt schwerer verunglücken als die Fahrer konventioneller Räder, geht auf ihren höheren Altersdurchschnitt (58,5 Jahre vs. 40,0 Jahre bei den verunfallten Fahrern konventioneller Räder) zurück. Bei der altersdifferenzierten Betrachtung der Verletzungsschwere zeigen sich keine Unterschiede zwischen den Fahrern konventioneller Fahrräder und Pedelec Fahrern, jedoch eine höhere Verletzungsschwere bei älteren Fahrern ab 65 Jahren unabhängig vom genutzten Fahrzeugtyp. Die hier berichteten Vergleiche beruhen allein auf der GIDAS-Analyse, in der polizeilich nicht erfasste Unfälle – zumeist Unfälle ohne weiteren Beteiligten – keine Berücksichtigung finden.

Wie lassen sich die Erkenntnisse der vorliegenden Arbeit zum Unfallgeschehen von Pedelec Fahrern in bestehende Erkenntnisse einordnen?

Die meisten bisherigen Studien zum Konflikt- bzw. Unfallgeschehen von Pedelec Fahrern stammen aus anderen europäischen sowie außereuropäischen Ländern. Aufgrund möglicher Unterschiede in den Nutzer-, Nutzungs- und damit Unfallcharakteristika (bspw. hoher Anteil nachgerüsteter Fahrzeuge, größere Verbreitung von Pedelecs und S-Pedelecs als in Deutschland) ist das Ausmaß der Übertragbarkeit ihrer Erkenntnisse auf Deutschland nicht gesichert (HAUSTEIN & MØLLER, 2016; JELLINEK et al., 2013; JOHNSON & ROSE, 2015; MACARTHUR et al., 2014; SCHEPERS et al., 2014; UHR & HER-

TACH, 2017). Die in Deutschland durchgeführten Studien beschränken sich bislang auf polizeilich erfasste Unfälle (GEHLERT et al., 2017; OTTE et al., 2014), oder liefern nur eine knappe Beschreibung der Pedelecunfälle (VON BELOW, 2016). Wie in der vorliegenden Arbeit verdeutlicht, beeinflusst die Erhebungsmethodik die rekrutierte Stichprobe und damit Art und Schwere der dort repräsentierten Unfälle (wie bereits für Fahrradunfälle bei VON BELOW, 2016 dargelegt) ebenso wie Art (Kategorienbildung über Studien nicht vergleichbar) und Häufigkeit der berichteten Unfallursachen. Folglich ist die Vergleichbarkeit zu bisherigen Untersuchungen erheblich eingeschränkt. Inhaltliche Parallelen zeigen sich vor allem in Bezug auf die Unfallsituation – d. h. in der Bedeutsamkeit von Alleinunfällen von Pedelecfahrern – in Studien aus Holland oder der Schweiz (SCHEPERS et al., 2014; UHR & HERTACH, 2017) bzw. des Pkw als häufigstem Unfallgegner bei polizeilich erfassten Unfällen (GEHLERT et al., 2017; OTTE et al., 2014), sofern man Studien mit einer vergleichbaren Erhebungsmethodik heranzieht. Eine nominelle Vergleichbarkeit der Ergebnisse im Sinne eines vergleichbaren prozentualen Anteils der jeweiligen Unfallsituation oder -ursache am betrachteten Unfallkollektiv ist dabei jedoch weder gegeben noch erwartbar.

Die vorliegende Arbeit bietet Erkenntnisse zum Unfallgeschehen von Pedelecfahrern in Deutschland, die über die in der amtlichen Unfallstatistik verfügbaren Informationen hinausgehen. Dazu gehört vor allem eine erste Abschätzung der Dunkelziffer, d. h. der nicht polizeilich erfassten Unfälle, sowie deren Beschreibung (zumeist Alleinunfälle, oft auch außerhalb). Zudem erfolgt eine tiefergehende Beschreibung der Unfallursachen. Wichtige Erkenntnisse sind, dass sich Pedelecunfälle häufig aus dem Stand heraus oder beim Anfahren ereignen, während medial diskutierte Problemfelder wie das Tuning oder hohe Fahrgeschwindigkeiten in ihrer Unfallrelevanz stark überschätzt scheinen. Darüber hinaus bietet die vorliegende Arbeit die Möglichkeit, die Merkmale verunfallter Pedelecfahrer näherungsweise an der Gesamtnutzergruppe zu spiegeln, um mögliche unfallassoziierte Merkmale (hier: ältere Fahrer mit hoher Exposition) aufzuzeigen.

7.3 Einschränkungen

Die vorliegende Arbeit unterliegt verschiedenen und vorwiegend methodisch begründeten Einschränkun-

gen. Dazu gehört unter anderem die eingeschränkte Vergleichbarkeit zwischen den drei durchgeführten Studien, nicht nur hinsichtlich der Erhebungsmethodik und damit unterschiedlichen Stichprobencharakteristika, sondern auch hinsichtlich der eingeschränkten Deckungsgleichheit der verfügbaren Informationen zum Unfallgeschehen, von denen manche nur für zwei, andere sogar nur für eine der insgesamt drei Studien vorliegen. Gründe dafür sind zum einen der fehlende Zugang zu objektiven Informationen wie medizinischen Datenblättern oder zu Interviews mit den Unfallbeteiligten bei der Onlinebefragung (bspw. zur Ermittlung der menschlichen Fehlerursachen nach ACAS oder der Verletzungscharakteristika durch diesbezügliche Experten), und zum anderen die fehlende Möglichkeit zur Ergänzung interessierender Items bei Reanalyse der im GIDAS-Datensatz abgelegten Informationen (z. B. zum Nutzungsverhalten). Darüber hinaus sollte in beiden Befragungsstudien der Umfang der Befragung auf das Wesentlichste beschränkt werden, um die Bearbeitungsdauer in zumutbaren Grenzen zu halten. Dies galt insbesondere für die bereits umfangreiche Onlinebefragung, sodass hier auf die zeitintensiven Freitexteingaben zur Erläuterung des Unfallhergangs (u. a. wichtig zur nachträglichen Bestimmung des Unfalltyps) verzichtet wurde.

Weitere Einschränkungen bestehen hinsichtlich der Fallzahl, der Repräsentativität und der Subjektivität der vorliegenden Informationen. Davon sind die drei im vorliegenden Projekt durchgeführten Studien in unterschiedlichem Maße betroffen. Beide Befragungsstudien, einschließlich der Interviews gemäß dem ACAS-Schema zur Ermittlung der menschlichen Fehlerursachen, unterliegen möglichen Einschränkungen, die mit der Verwendung subjektiver Daten einhergehen (z. B. Erinnerungsverzerrungen oder unwahrheitsgemäße Angaben). Es bietet sich keine Möglichkeit, die Angaben der Befragten zu überprüfen und ihre Zuverlässigkeit zu ermitteln. Da nur Pedelecfahrer, nicht aber ihre Unfallgegner, einbezogen wurden, ist die Unfallbeschreibung entsprechend einseitig und die Sicht der Unfallgegner nicht berücksichtigt.

Von den drei Stichproben der vorliegenden Arbeit, die Informationen über das Unfallgeschehen liefern, bringt ausschließlich die GIDAS-Analyse eine hinreichend große Fallzahl auf. Keine vergleichbar belastbaren Ergebnisse zum Unfallgeschehen hingegen bieten die Klinikbefragung mit nur 39 verunfallten Pedelecfahrern und das verunfallte Sub-

sample (n = 55) der Onlinebefragung, deren Gesamtstichprobe allerdings zur fallzahlenstarken Beschreibung der Nutzergruppe genügte (n = 775). Nicht minder wichtig für die Aussagekraft der Ergebnisse ist die Repräsentativität der Stichprobe und damit die Verallgemeinerbarkeit der Erkenntnisse. Bei der Onlinebefragung spricht das Procedere der Panel-Rekrutierung (vgl. Kapitel 3.1.1) wie auch die Ermöglichung einer Offline-Teilnahme dafür, dass das Panel den Ansprüchen einer für Deutschland repräsentativen Stichprobe genügt. Es lässt sich jedoch nicht ausschließen, dass durch eine unterschiedliche Teilnahmebereitschaft innerhalb dieses Panels eine Selektion stattgefunden hat, die auch die vorliegenden Ergebnisse beeinflusst haben könnte. Die beiden anderen Analysen bieten hingegen eindeutig kein repräsentatives Abbild des Unfallgeschehens, da die Fallaufnahme verschiedenen Selektionskriterien unterlag. In die GIDAS-Datenbank gehen ausschließlich polizeilich erfasste Unfälle in nur zwei Erhebungsgebieten (Großraum Dresden und Hannover) ein. Charakteristika der Unfälle, bei denen die Polizei häufiger hinzugezogen wird, sind damit überrepräsentiert (z. B. Unfälle mit mindestens zwei Beteiligten). In der Klinikbefragung erfolgte eine Selektion nach behandlungsbedürftigen Unfallfolgen und damit assoziierter Merkmale (z. B. des Alters als Vulnerabilitätsfaktor). Darüber hinaus sind stationär behandelte – im Vergleich zu den in der Klinikambulanz behandelten – Patienten in der Klinikstudie überrepräsentiert, da diese aufgrund ihres längeren Aufenthaltes einfacher rekrutiert werden konnten. Die in diesen beiden Studien gewonnenen Erkenntnisse zum Unfallgeschehen müssen daher als nicht verallgemeinerbar gelten, sondern besitzen nur für ihre jeweilige Stichprobe Gültigkeit.

Zur Gruppe der S-Pedelecfahrer kann die vorliegende Arbeit keine generalisierbaren Aussagen treffen. Entgegen den anfänglichen Planungen konnte das Ziel, auch die Nutzergruppe von S-Pedelecs und deren Unfallgeschehen wissenschaftlich zu analysieren und zu beschreiben, aufgrund der zu geringen Fallzahlen nicht weiterverfolgt werden. Die aus den Befragungen gewonnenen Einzelfälle wurden somit ohne weitere inhaltliche Diskussion dokumentiert. Für etwaige weitere wissenschaftliche Betrachtungen dieser Nutzergruppe wurden jedoch die Lehren des vorliegenden Projekts geteilt und darauf aufbauend Empfehlungen ausgesprochen (vgl. Kapitel 6.2).

8 Empfehlungen

Auf Basis der in den Studien identifizierten Problemfeldern im Erleben und Verhalten der Fahrer sowie der Betrachtung häufiger und beeinflussbarer Unfallursachen werden nachfolgend verschiedene Maßnahmen zur Verbesserung der Verkehrssicherheit von Pedelecfahrern dargelegt. Zudem werden weitere Forschungsbedarfe aufgezeigt, die sich entweder aus den Wissenslücken der vorliegenden Arbeit ergeben, oder aber begleitend zu den diskutierten Maßnahmen erforderlich wären, um deren Implementierung zu unterstützen oder deren Erfolge messbar zu machen.

Beschreibung der Gruppe der Mietpedelecfahrer

Die vorliegende Arbeit war nicht auf das Konzept der Mietpedelecnutzung zugeschnitten, so dass diesbezüglich viele Fragen unbeantwortet blieben. Zum einen fehlt eine Klassifizierung der unterschiedlichen Nutzungskonzepte (z. B. einmalige oder mehrfache Nutzung desselben oder aber unterschiedlicher E-Fahrzeugtypen) als Basis einer dahingehend differenzierten Beschreibung der Charakteristika ihrer Fahrer und deren Fahr- und Nutzungsverhalten. Zum anderen liegen keine belastbaren Aussagen zum Unfallgeschehen vor. Da Mietpedelecfahrer jedoch mit schätzungsweise 20 % einen bedeutsamen Anteil an der Nutzergruppe elektrifizierter Räder stellen und anzunehmen ist, dass ihre Zahl mit Einführung der Mietpedelecflootten in Großstädten steigt, sollten diese Fragen in weiterführenden Studien adressiert werden.

Nähere Untersuchung potenziell riskanter Verhaltensweisen

Ein Teil der Pedelecfahrer berichtet, im Straßenverkehr potenziell riskanten Verhaltensweisen nachzugehen. Dazu gehört, wenn auch bei wenigen Personen, die Nutzung mobiler Geräte während der Fahrt und, bei einem deutlich höheren Anteil, das enge Überholen langsamerer Radfahrer sowie Rotlichtquerungen. Aussagen über die tatsächliche Häufigkeit dieser Verhaltensweisen und ihrem möglichen Risiko sind jedoch nicht im Rahmen der vorliegenden Arbeit, sondern nur über verhaltensbasierte Maße z. B. aus Beobachtungsstudien im Straßenverkehr oder Road-Side Surveys zur Erfassung alkoholisierten Fahrens möglich. Diesbezügliche Befunde stehen jedoch bislang noch aus. Zudem gilt es, das mit diesen Verhaltensweisen verbundene Unfallrisiko näher zu

betrachten. In der vorliegenden Arbeit konnte zwar das Fahren nach Alkoholkonsum als ein Einflussfaktor im Unfallgeschehen ausgewiesen werden, jedoch keine Aussagen zur Veränderung des Unfallrisikos getroffen werden. Die bestmögliche Kombination aus Umsetzbarkeit und methodischer Güte zur Beantwortung dieser Fragestellung böten hier die (naturgemäß retrospektiven) Fall-Kontroll-Studien, bei denen Verunfallte mit Nichtverunfallten bezüglich des Vorliegens des interessierenden Risikofaktors verglichen werden.

Untersuchung der Passung zwischen der gefahrenen Geschwindigkeit und der individuellen Befähigung

Pedelecfahrer fahren mit ihrem Pedelec in der Regel schneller als mit einem konventionellen Fahrrad. Unklar sind die damit verbundenen Folgen für die sichere Verkehrsteilnahme. Auch wenn die vor dem Unfall gewählte Geschwindigkeit offenbar bei den wenigsten nahe am Maximum der Tretunterstützung oder gar darüber hinaus liegt, ist nicht auszuschließen, dass die Geschwindigkeit höher ausfällt, als es unter den gegebenen Randbedingungen und der eigenen Befähigung zur Ausübung einer schnellen und angemessenen Reaktion empfehlenswert wäre. Die vorliegende Studie kann diese Frage nicht beantworten; auch gibt es nach Wissen der Autoren bislang keine Untersuchung, die diese Passung zwischen der Geschwindigkeitswahl bei Pedelecnutzung und der individuellen körperlichen und kognitiven Befähigung adressiert. Diese erscheint jedoch angesichts der weiten Verbreitung des im Vergleich zum konventionellen Rad zügigeren Fahrens innerhalb der Nutzergruppe und des hohen Anteils älterer Fahrer mit einer alterskorreliert geringeren Reaktionsfähigkeit (SCHLAG, 2001) zwingend erforderlich. Sollte sich hier ein Missverhältnis zeigen, wäre ein möglicher Weg zur Wahrung der Passung von Befähigung und Geschwindigkeit, das Ausmaß der elektrischen Tretunterstützung stärker an das körperliche Leistungsvermögen der Nutzer zu koppeln.

Vermeiden von Stürzen bei niedrigen Geschwindigkeiten

Ein bedeutender Anteil der Unfälle ereignet sich bei geringen Geschwindigkeiten, vor allem aus dem Stand heraus oder beim Anfahren. Dies spricht für Probleme mit der Balance, wie sie viele Pedelec-fahrer beim Anfahren oder Anhalten berichten, und die durch das im Vergleich zum konventionellen Fahrrad höhere Fahrzeuggewicht zusätzlich er-

schwert sein dürfte. Da auch diese Unfälle behandlungsbedürftige Verletzungen nach sich ziehen, sollten geeignete Ansätze aufgezeigt und dahingehend geprüft werden, inwieweit sie ein stabiles und sicheres Fahren auch bei geringen Geschwindigkeiten zu unterstützen vermögen. Vorteilhaft könnte z. B. eine Reduktion des Fahrzeuggewichts in Verbindung mit einem möglichst tiefen Schwerpunkt sein. In welchem Maße beides umsetzbar ist, und welche Verbesserungen der Fahrstabilität damit erzielt werden könnten, ist nach Wissen der Autoren bislang nicht bekannt. Stützräder wären zwar eine effektive und einfach umzusetzende Maßnahme, dürften jedoch selbst bei bestehendem Problembewusstsein auf wenig Akzeptanz stoßen. Vielversprechend erscheinen daher vor allem technische Lösungen durch intelligente Systeme zur Gewährleistung der Fahrzeugstabilität. Diesbezügliche Entwicklungen besitzen noch keine Marktreife (vgl. KRAMPER, 2019), sollten jedoch aufgrund ihres enormen Unfallvermeidungspotenzials aktiv vorangetrieben werden.

Befürwortung von Anti-Blockier-Systemen (ABS) für Pedelecs

Die meisten Unfälle von Pedelec Fahrern ereignen sich ohne Beteiligung eines Unfallgegners. Ein Teil dieser Stürze, die auf Fehler beim Bremsen oder ungünstige Weg- und Witterungsbedingungen (bspw. nasse Straßen) zurückgeführt wurden, hätten womöglich durch ein inzwischen marktreifes Anti-Blockier-System (ABS) für Pedelecs vermieden werden können (OESTERREICH, 2017). Ein derartiges System vermeidet ein Blockieren der Räder (was unweigerlich einen Sturz zur Folge hätte) und ermöglicht somit die intendierte Verringerung der Fahrgeschwindigkeit. Diese Faktoren sprechen für das Sicherheitspotenzial von ABS am Pedelec und folglich dafür, deren Bekanntmachung und Verbreitung aktiv zu fördern. Im Gegensatz zu konventionellen Fahrrädern erscheinen die Nutzungshürden geringer, da die Stromversorgung durch den elektrischen Antrieb gesichert ist und die (noch hohen) Systemkosten in einem vergleichsweise günstigeren Verhältnis zum Anschaffungspreis stehen. Vor dem Gedanken an eine etwaige verpflichtende Ausstattung von Pedelecs mit ABS bedarf es jedoch einer soliden Quantifizierung ihrer Unfallvermeidungspotenziale.

Erhöhung der Helmtragequote

Kopfverletzungen sind eine häufige Unfallfolge bei Pedelec Fahrern. Dabei stellt die Nutzung eines

Fahradhelms eine einfache und nachweislich wirksame Maßnahme dar, Kopfverletzungen von vornherein zu vermeiden oder zumindest in ihrer Schwere abzumildern (ELVIK, 2011). Da mehr als die Hälfte der Pedelecfahrer gänzlich oder gelegentlich auf die Nutzung des für sie nicht obligatorischen Fahrradhelms verzichtet, bedarf es effektiver Maßnahmen zur Erhöhung der Helmtragequote. Voraussetzung dafür ist unter anderem ein steigendes Bewusstsein für die Unfall- und Verletzungsrisiken ebenso wie für Schutzwirkung von Helmen bei Nutzung eines Pedelecs. Eine klare Kommunikationslinie bezüglich ihres Sicherheitsnutzens – ungeachtet der Sorge, dies zöge eine Helmpflicht für Pedelecfahrer im Speziellen oder Radfahrer im Allgemeinen nach sich – wäre ein erster wichtiger Schritt, auch die Fahrer zur Helmnutzung zu bewegen, die selbigen noch nicht (regelmäßig) nutzen.

Ermittlung der Unfallursachen bei Pkw-Pedelec-Unfällen

In der vorliegenden Arbeit lag der Fokus auf der Unfallbeschreibung aus Sicht der beteiligten Pedelec-fahrer, während die Perspektive ihrer Unfallgegner in beiden Befragungen nicht berücksichtigt werden konnte. Weiterführende Studien sollten sich daher der näheren Betrachtung der unfallgegnerseitigen Ursachen widmen. Besonders relevant erscheint hier der Blick auf Pkw-Fahrer als den häufigsten Unfallgegnern von Pedelecfahrern bei Unfällen mit mindestens zwei Beteiligten, zumal sie zumeist die Haupt- oder Alleinschuld am Unfall tragen. Auf Basis der identifizierten Ursachen ließe sich dann die Bedeutung weiterer sicherheitsfördernder Maßnahmen ermessen, die in der vorliegenden Arbeit nicht zu ermitteln waren. Nach den vorliegenden Informationen ist lediglich anzunehmen, dass diese vorrangig der Konfliktvermeidung an Kreuzungen und Einmündungen dienen müssten.

Verringern der Fehlzuordnungen in amtlichen Statistiken

Die GIDAS-Analyse lieferte erste Hinweise auf eine häufige Fehlklassifikation von Pedelecfahrern als Fahrer eines konventionellen Fahrrades oder als S-Pedelec-fahrer bei der polizeilichen Unfallaufnahme. Daher erscheint eine Überprüfung der Klassifikationsgüte amtlicher Statistiken bei der Erfassung von Pedelecunfällen erforderlich, um das Ausmaß der Fehlkodierungen an einer größeren und deutschlandweiten Stichprobe zu untersuchen. Sollte diese die vorliegenden Fehlerraten auch nur ansatzweise bestätigen, dann wäre die Folge eine

erhebliche Unterschätzung der Häufigkeit von Pedelecunfällen sowie eine Überschätzung der Unfälle mit den seltenen S-Pedelecs. Ziel sollte es daher sein, die Ursachen dieser Fehlklassifikation zu ermitteln und darauf aufbauend Maßnahmen zur Verbesserung der Zuverlässigkeit der Datenbasis für Pedelec- und S-Pedelecunfälle abzuleiten. Mögliche Gründe für die Klassifikationsfehler wären beispielsweise das Kaschieren des Akkus im Rahmen, so dass das Pedelec einem konventionellen Fahrrad gleicht, und eine fehlende Vertrautheit mit den Unterschieden zwischen Pedelecs und S-Pedelecs. Da die Zuordnung zur Fahrzeugkategorie im Zuge der polizeilichen Erfassung erfolgt, müssen Maßnahmen zur Verbesserung der Klassifikationsgenauigkeit auch auf dieser Ebene ansetzen.

Durchführung einer großangelegten Dunkelzifferstudie

Die meisten Pedelecunfälle ereignen sich ohne Beteiligung eines weiteren Verkehrsteilnehmers. Diese Unfälle gehen nur selten in die amtliche Unfallstatistik ein, obwohl sie – gerade bei der hier betrachteten Gruppe der älteren Pedelec-fahrer – gravierende Verletzungen nach sich ziehen können. In der vorliegenden Arbeit erfolgte eine erste Beschreibung dieser Dunkelziffer; allerdings gründeten beide Studien auf einer nur geringen Fallzahl von 55 bzw. 39 Pedelec-fahrern. Daher erscheint es wünschenswert, die in amtlichen Statistiken nicht erfassten Unfälle auf Basis einer größeren und auch repräsentativen Stichprobe beschreiben zu können. Eine Klinikbefragung erscheint prinzipiell als der richtige Weg, die polizeilich nicht erfassten, aber behandlungsbedürftigen Verkehrsunfälle zu adressieren. In der Praxis zeigten sich jedoch starke Selektionseffekte (durch nur wenige Erhebungsstandorte und bevorzugten Einschluss stationärer Patienten), die einer repräsentativen Abbildung des Unfallgeschehens im Wege stehen. Ein möglicher Weg wäre eine großangelegte Dunkelzifferstudie im Rahmen einer Klinikbefragung unter weitmöglichster Vermeidung der Selektionseffekte. Dies würde zum einen eine große Anzahl und repräsentative Auswahl der teilnehmenden Kliniken zur Abdeckung unterschiedlichster Regionen und damit auch Nutzungszwecken erfordern; zum anderen dürfte die Rekrutierung der Teilnehmer nicht denjenigen aufgebürdet werden, die mit der gesundheitlichen Versorgung der Verunfallten betraut sind (d. h. Rekrutierung durch Klinikexterne). Beides zusammen bedeutet einen erheblichen organisatorischen und finanziellen Aufwand. In Verbindung mit einem ge-

eigneten Stichprobenverfahren (auch zur Abdeckung der Tages- und Jahreszeiten) ließen sich jedoch fallzahlenstarke und repräsentative Aussagen gewinnen. Zudem böte sich die Möglichkeit, die zur Befragung aufgesetzte Infrastruktur auch für Unfälle mit anderen, mutmaßlich ebenfalls in amtlichen Statistiken unterrepräsentierten, Verkehrsteilnehmergruppen (bspw. Fußgänger, E-Scooter) zu nutzen.

Berücksichtigung der zeitlich begrenzten Aktualität der vorliegenden Ergebnisse

Die vorliegende Arbeit zeigt in der Gegenüberstellung von Pedelecfahrern mit mehr bzw. weniger als zwei Jahren Nutzungserfahrung eine deutliche Veränderung der Nutzergruppe von Pedelecs. Es ist anzunehmen, dass sich diese Veränderung weiter fortsetzen wird, und folglich die in der vorliegenden Arbeit gewonnenen Erkenntnisse zur Nutzergruppe mit zunehmendem zeitlichen Abstand zum Durchführungsjahr 2018 an Aktualität einbüßen. Möchte man diese Veränderungen sichtbar machen und das Bild der Nutzergruppe auch als Referenz zu den Entwicklungen im Unfallgeschehen der kommenden Jahre aussagekräftig halten, müsste man die Befragung nach einigen Jahren erneut durchführen. Dabei könnten auch in der vorliegenden Arbeit nicht hinreichend adressierte, aber offenbar bedeutsame Nutzungskonzepte (z. B. die Mietpedelecnutzung) berücksichtigt werden.

Literatur

- ADAC (2016). Zahlen, Fakten, Wissen. Aktuelles aus dem Verkehr. Ausgabe 2016. München. Abgerufen von https://www.adac.de/_mmm/pdf/statistik_zahlen_fakten_wissen_1016_208844.pdf [20.06.2018]
- ALRUTZ, D., BOHLE, W., HACKE, U., LOHMANN, G., & FRIEDRICH, N. (2015). Potenzielle Einflüsse von Pedelecs auf die Verkehrssicherheit. Schlussbericht der Forschungsarbeit Nr. FE 82.0533 der Bundesanstalt für Straßenwesen. Abgerufen von http://www.iwu.de/fileadmin/user_upload/dateien/i_n_e/Pedelecs_Schlussbericht.pdf [20.06.2018]
- ARMITAGE, C.J. & CONNER, M. (2001). Efficacy of the theory of planned behaviour: a meta-analytic review. *British Journal of Social Psychology* 40, 471-499.
- Association for the Advancement of Automotive Medicine (1998). The Abbreviated Injury Scale – AIS, version 90 revision, update 1998, Des Plaines, USA.
- Bosch eBike Systems (2011). Marktanalyse von Bosch eBike Systems – „Jedes zweite Rad in zehn Jahren ein eBike“ – Claus Fleischer prognostiziert rasantes Wachstum (28.11.2017). Abgerufen von <https://www.presseportal.de/pm/112314/3800047> [20.06.2018]
- BR24 (2019). E-Bikes: Jedes dritte Elektrofahrrad inzwischen frisiert (14.03.2019). Abgerufen von <https://www.br.de/nachrichten/deutschland-welt/e-bikes-jedes-dritte-elektrofahrrad-inzwischen-frisiert,RKcXsUH> [21.05.2019]
- CZOWALLA, L. (2016). Nutzungs- und Akzeptanzkriterien von Elektrofahrrädern im beruflichen Pendelverkehr. Abschlussbericht der wissenschaftlichen Begleitforschung. Braunschweig: Institut für Transportation Design (ITD).
- DOZZA, M., & WERNEKE, J. (2014). Introducing naturalistic cycling data: What factors influence bicyclists' safety in the real world? *Transportation Research Part F: Traffic Psychology and Behaviour*, 24, 83-9.
- DOZZA, M., PICCININI, G.F.B., & WERNEKE, J. (2016). Using naturalistic data to assess e-cyclist behavior. *Transportation Research Part F: Traffic Psychology and Behaviour*, 41, 217-226.
- DRAEGER, W. & KLÖCKNER, D. (2001). Ältere Menschen zu Fuß und mit dem Fahrrad unterwegs. IN: FLADE, A.; LIMBOURG, M.; SCHLAG, B.(HRSG.): *Mobilität älterer Menschen*, S. 41-69. Opladen: Leske und Budrich.
- DVR (2017). „Wer Rad fahren kann, kann auch Pedelec fahren“ (Presseinformationen 10. März 2017). Abgerufen von https://www.dvr.de/presse/informationen/leser-telefon-aktionen/wer-rad-fahren-kann-kann-auch-pedelec-fahren_id-4710.html [20.06.2018]
- ELVIK, R. (2011). Publication bias and time-trend bias in meta-analysis of bicycle helmet efficacy: a re-analysis of Attewell, Glase and McFadden, 2001. *Accident Analysis & Prevention*, 43, S. 1245-1251.

- EVERS, M. (2018, 01. MAI). Getunte E-Bikes machen zunehmend Radwege unsicher. Heise online. Abgerufen von <https://www.heise.de/newsticker/meldung/Getunte-E-Bikes-machen-zunehmend-Radwege-unsicher-4038167.html> [20.06.2018]
- Fahrradportal (2017). Neue Regelung ab 1. Januar 2017 – Niederlande erklären Speed-Pedelecs zu Mopeds. Stand vom 22. November 2016. Abgerufen von <https://nationaler-radverkehrsplan.de/de/aktuell/nachrichten/niederlande-erklaren-speed-pedelecs-zu-mopeds> [20.06.2018]
- FYHRI, A. & FEARNLEY, N. (2015). Effects of e-bikes on bicycle use and mode share. *Transportation Research Part D: Transport and Environment*, 36, 45-52.
- GEHLERT, T.; KRÖLING, S.; SCHREIBER, M. & SCHLEINIZ, K. (2017). Accident analysis and comparison of bicycles and pedelecs. *International Cycling Conference* vom 19.09. bis 21.09., Mannheim.
- HARRÉ, N., FIELD, J., & KIRKWOOD, B. (1996). Gender differences and areas of common concern in the driving behaviors and attitudes of adolescents. *Journal of Safety Research*, 27(3), 163-173.
- HAUSTEIN, S. & MØLLER, M. (2016). E-bike safety: individual-level factors and incident characteristics. *Journal of Transport & Health*, 3(3), 386-394.
- HEDLUND, J. (2000). Risky business: safety regulations, risk compensation, and individual behavior. *Injury prevention*, 6(2), 82-89.
- HUERTAS-LEYVA, P., DOZZA, M. & BALDANZINI, N. (2018). Investigating cycling kinematics and braking maneuvers in the real world: e-bikes make cyclists move faster, brake harder, and experience new conflicts. *Transportation research part F: traffic psychology and behaviour*, 54, 211-222.
- Institut für Straßenverkehr (1998). *Unfalltypenkatalog*. Gesamtverband der Deutschen Versicherungswirtschaft e.V., Köln, 1998.
- JELLINEK, R., HILDEBRANDT, B., PFAFFENBICHLER, P. & LEMMERER, H. (2013). MER-KUR – Auswirkungen der Entwicklung des Marktes für E-Fahrräder auf Risiken, Konflikte und Unfälle auf Radinfrastrukturen. *Forschungsarbeiten des oesterreichischen Verkehrssicherheitsfonds*. Band 019. Wien: bmvit.
- JOHANNSEN, H.; KRETTEK, C; HANNAWALD, L; SCHASER, K. D. (2017). Consideration of Accident Avoidance Technology within GIDAS. 25th ESV Conference, Detroit, 2017.
- JOHNSON, M. & ROSE, G. (2015). Safety implications of e-bikes. *RACV Research Report 15/02*. Clayton, Victoria: Institute of Transport Studies.
- JUHRA, C., WIESKOETTER, B., CHU, K., TROST, L., WEISS, U., MESSERSCHMIDT, M., ... & RASCHKE, M. (2012). Bicycle accidents – Do we only see the tip of the iceberg? A prospective multi-centre study in a large German city combining medical and police data. *Injury*, 43(12), 2026-2034.
- KNOTT, M. (19. JUNI 2019). E-Bike im Test: Das superleichte Cooper E braucht selten eine Steckdose. Abrufbar unter <https://www.netzwelt.de/cooper-e/testbericht.html> [24.06.2019]
- KOLREP-ROMETSCH, H., LEITNER, R., PLATHO, C., RICHTER, T., SCHREIBER, A., SCHREIBER, M. & BUTTERWEGGE, P. (2013). *Abbiegeunfälle Pkw/Lkw und Fahrrad*. Forschungsbericht Nr. 21, Berlin: Gesamtverband der Deutschen Versicherungswirtschaft e. V..
- KOVÁCSOVÁ, N., DE WINTER, J.C.F., SCHWAB, A.L., CHRISTOPH, M., TWISK, D.A.M., & HAGENZIEKER, M.P. (2016). Riding performance on a conventional bicycle and a pedelec in low speed exercises: objective and subjective evaluation of middle-aged and older persons. *Transportation research part F: traffic psychology and behaviour*, 42, 28-43.
- KRAMPER, G. (21.04.2019). Sturzsicher – dieses E-Bike von Gazelle kann nicht mehr umfallen. *Stern*. Abgerufen von <https://www.stern.de/auto/service/dieses-e-bike-von-gazelle-kann-nicht-mehr-umfallen-8676168.html> [13.01.2020]
- KRÖLING, S. & GEHLERT, T. (2016). *Verkehrsklima in Deutschland 2016 – Unfallforschung kompakt*. Gesamtverband der Deutschen Versicherungswirtschaft e. V., Nr. 59, Berlin.

- KÜHN, M. (2011). Sicherheitstechnische Aspekte schneller Pedelecs – Unfallforschung kompakt. Forschungsbericht Nr. 30, Berlin: Gesamtverband der Deutschen Versicherungswirtschaft e. V..
- LEFERING, R. (2010) Abschätzung der Gesamtzahl Schwerstverletzter in Folge von Straßenverkehrsunfällen in Deutschland. Bergisch Gladbach: Bundesanstalt für Straßenwesen. Abrufbar unter https://www.bast.de/BASt_2017/DE/Verkehrssicherheit/Publikationen/Download-Publikationen/Downloads/U3-Schwerstverletzte.pdf;jsessionid=A0F6678AAE0AE-77D64007EA4B3602DC2.live11292?__blob=publicationFile&v=1 [22.10.2019].
- LING, Z., CHERRY, C.R., MACARTHUR, J.H., & WEINERT, J.X. (2017). Differences of Cycling Experiences and Perceptions between E-Bike and Bicycle Users in the United States. *Sustainability*, 9(9), 1662.
- MACARTHUR, J., DILL, J., & PERSON, M. (2014). Electric bikes in North America: results of an online survey. *Transportation Research Record: Journal of the Transportation Research Board*, 2468, 123-130.
- MELLINGER, N. (2017). Zusammenfassung der Ergebnisse der Nutzerstudie (Onlinebefragung mit LimeSurvey). Kaiserslautern: Institut für Mobilität & Verkehr. Abgerufen von https://www.bauing.uni-kl.de/fileadmin/imove/bilder/projekte/SIFAFE/2017-07-11-Nutzerstudie_Ergebnisse.pdf [20.06.2018]
- NEBE, T. (2017, 24. JULI). So Machen Sie aus Ihrem Fahrrad ein E-Bike. *Welt*. Abgerufen von <https://www.welt.de/wirtschaft/webwelt/article166942653/So-machen-Sie-aus-Ihrem-Fahrrad-ein-E-Bike.html> [20.06.2018]
- NOBIS, C. & KUHNIMHOF, T. (2018): Mobilität in Deutschland – MiD Ergebnisbericht. Studie von infas, DLR, IVT und infas 360 im Auftrag des Bundesministers für Verkehr und digitale Infrastruktur (FE-Nr. 70.904/15). Bonn, Berlin. www.mobilitaet-in-deutschland.de
- OECD/ITF (o.J.). Reporting on Serious Road Traffic Casualties – Combining and using different data sources to improve understanding of non-fatal road traffic crashes. Abrufbar unter <https://www.itf-oecd.org/sites/default/files/docs/road-casualties-web.pdf> [22.10.2019]
- OESTERREICH, J. (23.06.2017). Weltneuheit: Bosch bringt serienreifes eBike ABS. *eBike-News*. Abgerufen von <https://ebike-news.de/bosch-ebike-abs/169099/> [13.01.2020]
- OTTE, D.; FACIUS, T.; MÜLLER, C. (2014). Pedelecs im Unfallgeschehen und Vergleich zu konventionellen nichtmotorisierten Zweirädern. *VKU Verkehrsunfall und Fahrzeugtechnik* 52. Jahrgang/ISSN 0724-2050.
- OTTE D., PUND B., JÄNSCH M. (2009): "A new approach of accident causation analysis by seven steps ACASS." Presented at the 21st International Technical Conference on the Enhanced Safety of Vehicles (ESV), June 2009 Stuttgart, Germany.
- Pedelecforum (5. Mai 2012). Abrufbar unter <https://www.pedelecforum.de/forum/index.php?threads/bosch-antrieb-schaltet-sich-einfach-ab.15321/> [24.06.2019]
- POOS, H.P.A.M., LEFARTH, T.L., HARBERS, J.S., WENDT, K.W., EL MOUMNI, M. & REININGA, I.H.F. (2017). E-bikers are more often seriously injured in bicycle accidents: results from the Groningen bicycle accident database. *Nederlands Tijdschrift voor Geneeskunde*, 161, D1520-D1520.
- POPOVICH, N., GORDON, E., SHAO, Z., XING, Y., WANG, Y. & HANDY, S. (2014). Experiences of electric bicycle users in the Sacramento, California area. *Travel Behaviour and Society* 1(2), 37-44.
- REIDL, A. (2. OKTOBER 2017). Einige E-Biker sind die neuen Manta-Fahrer. *Zeit Online*. Abgerufen von <https://www.zeit.de/mobilitaet/2017-09/e-bike-tuning-fahrrad-geschwindigkeit-pedelecs> [20.06.2018]
- ROLISON, J. J., HANOCH, Y., WOOD, S., & LIU, P. J. (2013). Risk-taking differences across the adult life span: a question of age and domain. *Journals of Gerontology Series B: Psychological Sciences and Social Sciences*, 69(6), 870-880.
- SCHEPERS, J.P., FISHMAN, E., DEN HERTOOG, P., WOLT, K.K., & SCHWAB, A.L. (2014). The

- safety of electrically assisted bicycles compared to classic bicycles. *Accident Analysis & Prevention*, 73, 174-180.
- SCHLAG, B. (2001). Ältere Menschen im Pkw unterwegs. IN: FLADE, A.; LIMBOURG, M.; SCHLAG, B.(HRSG.): Mobilität älterer Menschen, S. 85-98. Opladen: Leske und Budrich.
- SCHLEINITZ, K., FRANKE-BARTHOLDT, L., PETZOLDT, T., SCHWANITZ, S., KÜHN, M. & GEHLERT, T. (2014). Pedelec - Naturalistic Cycling Study. Forschungsbericht Nr. 27. Berlin: Gesamtverband der Deutschen Versicherungswirtschaft e.V..
- SCHLEINITZ, K., PETZOLDT, T., KREMS, J., GEHLERT, T. & KRÖLING, S. (2016). Helmnutzung und regelwidriges Verhalten von Pedelec- und Fahrradfahrern. Forschungsbericht Nr. 43. Berlin: Gesamtverband der Deutschen Versicherungswirtschaft e.V..
- SCHLEINITZ, K., PETZOLDT, T., KREMS, J., KÜHN, M. & GEHLERT, T. (2015). Geschwindigkeitswahrnehmung von einspurigen Fahrzeugen. Forschungsbericht Nr. 33. Berlin: Gesamtverband der Deutschen Versicherungswirtschaft e.V..
- SINUS (2017). Fahrrad-Monitor Deutschland 2017 – Ergebnisse einer repräsentativen Online-Befragung. Heidelberg: Sinus Markt- und Sozialforschung GmbH. Abgerufen von https://www.bmvi.de/SharedDocs/DE/Anlage/G/fahrradmonitor-2017-ergebnisse.pdf?__blob=publicationFile [20.06.2018]
- SINUS (2019). Fahrrad-Monitor Deutschland 2019 – Ergebnisse einer repräsentativen Online-Befragung. Heidelberg: Sinus Markt- und Sozialforschung GmbH. Abgerufen von https://www.bmvi.de/SharedDocs/DE/Anlage/K/fahrradmonitor-2019-ausgewahlte-ergebnisse.pdf?__blob=publicationFile [20.03.2020]
- Statistisches Bundesamt (2016). Verkehr – Verkehrsunfälle 2014. Fachserie 8 Reihe 7. Wiesbaden: Statistisches Bundesamt.
- Statistisches Bundesamt (2017). Verkehr – Verkehrsunfälle 2016. Fachserie 8 Reihe 7. Wiesbaden: Statistisches Bundesamt.
- test.de (12. Mai 2015). Pedelecs von Bulls Green Mover E-Bikes können unerwartet starten. Abzurufen unter <https://www.test.de/Pedelecs-von-Bulls-Green-Mover-E-Bikes-koennen-unerwartet-starten-4822876-0/> [24.06.2019]
- TWISK, D.A.M., PLATTEEL, S. & LOVEGROVE, G.R. (2017). An experiment on rider stability while mounting: comparing middle-aged and elderly cyclists on pedelecs and conventional bicycles. *Accident Analysis & Prevention*, 105, 109-116.
- UHR, A. & HERTACH, P. (2017). Verkehrssicherheit von E-Bikes mit Schwerpunkt Alleinunfälle. Bfu-Report Nr. 75, Bern: Bfu – Beratungsstelle für Unfallverhütung.
- ULLEBERG, P. (2002). Influencing subgroups of young drivers and their passengers. Motivational influences of personality traits on risk-taking attitudes and driving behaviour. Unveröffentlichte Dissertation, Trondheim. Abgerufen von <https://brage.bibsys.no/xmlui/handle/11250/270365> [20.06.2018]
- VON BELOW, A. (2016). Verkehrssicherheit von Radfahrern: Analyse sicherheitsrelevanter Motive, Einstellungen und Verhaltensweisen. Heft M 264. Bergisch Gladbach: Bundesanstalt für Straßenwesen.
- VON RAUCH, W. (2011, 19. MÄRZ). Sensorik: Bewegungs- oder Kraft-/Drehmomentsensor... was ist besser? Abgerufen von <https://www.eradhafen.de/2011/03/welcher-sensor-ist-der-beste/> [20.06.2018]
- ZIV (2013). Zahlen – Daten – Fakten zum Fahrradmarkt in Deutschland. ZIV Wirtschaftspressekonferenz am 20.03.2013 in Berlin. Abgerufen von https://documentde.com/the-philosophy-of-money.html?utm_source=ziv-wirtschaftspressekonferenz-am-20-maerz-2013-in-berlin-zahlen-daten-fakten-zum-fahrradmarkt-in-deutschland-zweirad-industrie-verband-e-v [20.06.2018]
- ZIV (2015). Zahlen – Daten – Fakten zum Deutschen E-Bike-Markt 2014 (Pressemitteilung vom 18.03.2015). Abgerufen von http://ziv-zweirad.de/fileadmin/redakteure/Downloads/Marktdaten/PM_2015_18.03.2015_E-Bikes.pdf [20.06.2018]

ZIV (2018). Zahlen – Daten – Fakten zum Deutschen E-Bike-Markt 2017. E-Bikes mit Rekordzuwächsen. (Pressemitteilung vom 13.03.2018). Abgerufen von http://www.ziv-zweirad.de/fileadmin/redakteure/Downloads/Marktdaten/PM_2018_13.03._E-Bike-Markt_2017.pdf [20.06.2018]

ZIV (2019). Zweirad-Industrie-Verband (ZIV) – Wirtschaftspressekonferenz am 21. März 2019 in Berlin: Zahlen – Daten – Fakten zum Fahrradmarkt in Deutschland 2018. Abrufbar unter https://www.ziv-zweirad.de/fileadmin/redakteure/Downloads/PDFs/PK-2019_21-03-2019_Praesentation.pdf. [15.08.2019]

Bilder

- Bild 1: Absatzzahlen von Pedelecs sowie der seltenen S-Pedelecs und E-Bikes in Deutschland von 2009 bis 2018 nach Angaben des Zweirad-Industrie-Verbands (ZIV, 2013, 2015, 2018, 2019)
- Bild 2: Anbringung des Motors am Pedelec. Piktogramme erstellt durch das Befragungsinstitut forsa
- Bild 3: Entwicklung der Bestands- und Verunglücktenzahlen von Pedelecs ab 2009 bzw. 2014 (in polizeilichen Unfallanzeigen wurde die Kategorie „Pedelec“ erst ab dem Jahr 2014 bundesweit geführt)
- Bild 4: Anteil (%) verunglückter Pedelecnutzer nach Altersgruppen für 2014 (dunkelblau, n = 2.221 nach Statistisches Bundesamt, 2016) und 2018 (hellblau, n = 7.815 nach Statistisches Bundesamt 2019). Kumulation zu je 100 %
- Bild 5: Beteiligung an Unfällen mit Personenschaden nach Monaten im Jahr 2018: Vergleich der Verunglückten, die ein konventionelles Fahrrad (blau, n = 88.180) bzw. Pedelec nutzten (rot, n = 8.147) nach Statistisches Bundesamt (2019). Kumulation zu je 100 %
- Bild 6: Anteilige Häufigkeit der Unfalltypen bei Fahrern konventioneller Räder (blau)

und Pedelecfahrern (rot) bei GEHLERT et al. (2017) mit n Pedelec = 2.495 und n konventionelles Fahrrad = 87.738 (links) und OTTE et al. (2014) mit n Pedelec = 30 und n konventionelles Fahrrad = 4.514 (rechts). Kumulation zu je 100 %

- Bild 7: Anteilige Häufigkeit der Unfallgegner bei Fahrern konventioneller Räder (blau) und Pedelecfahrern (rot) bei Gehlert et al. (2017) mit $n_{\text{Pedelec}} = 2.448$ und $n_{\text{konventionelles Fahrrad}} = 81.805$ (links) und Otte et al. (2014) mit $n_{\text{Pedelec}} = 30$ und n Konventionelles Fahrrad = 4.514 (rechts). Kumulation zu je 100 %
- Bild 8: Alterskategorien der Pedelecfahrer (n = 775). Kumulation zu 100 %
- Bild 9: Erfahrung mit Pedelecs (n = 775). Kumulation zu 100 %
- Bild 10: Körperliche Fitness der Pedelecfahrer (n = 775). Kumulation zu 100 %
- Bild 11: E-Bike-Excitement bei Pedelecfahrern (n = 775) auf einer fünfstufigen Skala. Kumulation zu je 100 %
- Bild 12: Sicherheitsgefühl der Pedelecfahrer (n = 775). Kumulation zu 100 %
- Bild 13: Risikobereitschaft der Pedelecfahrer (n = 775). Kumulation zu 100 %
- Bild 14: Nutzungshäufigkeit eines Pedelecs (n = 775). Kumulation zu 100 %
- Bild 15: Nutzungszwecke der Pedelecs (n = 775)
- Bild 16: Häufigkeit der Fahrradtypen bei Pedelecs (n = 775). Piktogramme erstellt durch Befragungsinstitut forsa
- Bild 17: Berichtete Geschwindigkeit im Straßenverkehr bei ungehindertem Fahren (n = 775 Pedelecfahrer). Kumulation zu 100 %
- Bild 18: Unfallsituation/-gegner der verunfallten Pedelecfahrer (n = 55). Kumulation zu 100 %
- Bild 19: Hauptunfallursache der Pedelecfälle (n = 55). Kumulation zu 100 %
- Bild 20: Berichtete Geschwindigkeit vor dem Pedelecfall (n = 55). Kumulation zu 100 %

- Bild 21: Berichteter Nutzungszweck des Pedelecs zum Unfallzeitpunkt (n = 55). Kumulation zu 100 %
- Bild 22: Alterskategorien der Pedelec Fahrer mit bis zu zwei Jahren Erfahrung (n = 448) vs. mehr als zwei Jahre Erfahrung (n = 321). Kumulation zu je 100 %
- Bild 23: Nutzungshäufigkeit des Pedelecs bei Pedelec Fahrern bis zwei Jahre Erfahrung (n = 448) vs. mehr als zwei Jahre Erfahrung (n = 321). Kumulation zu 100 %
- Bild 24: Altersverteilung der unfallbeteiligten Fahrer von konventionellen Fahrrädern und Pedelecs (n = 7.947). Jahre 2007 – 2018
- Bild 25: Alter von Fahrern konventioneller Fahrräder (n = 7.743) und Pedelecs (n = 312), die an Unfällen beteiligt waren, für verschiedene Zeitintervalle. Jahre 2007 – 2018
- Bild 26: Analyse der Unfallstelle im Straßennetz in GIDAS bei Unfällen für Pedelec Fahrer über 17 Jahre (n = 210). Kumulation zu 100 %. Jahre 2007 – 2018
- Bild 27: Analyse der Unfallstelle im Straßennetz für Pedelec Fahrer im Vergleich zu Fahrern von konventionellen Fahrrädern für Fahrer zwischen 18 bis 64 Jahre. (Fallzahlen für konventionelles Fahrrad: n = 5.643; Pedelec: n = 120). Kumulation je Gruppe zu 100 %. Jahre 2007 – 2018
- Bild 28: Analyse der Unfallstelle im Straßennetz für Pedelec Fahrer im Vergleich zu Fahrern von konventionellen Fahrrädern für Fahrer über 64 Jahre. (Fallzahlen für konventionelles Fahrrad: n = 1.091; Pedelec: n = 90). Kumulation je Gruppe zu 100 %. Jahre 2007 – 2018
- Bild 29: Analyse des Unfalltyps für über 17-jährige Fahrer von Pedelecs (n = 210). Kumulation zu 100 %. Jahre 2007 – 2018
- Bild 30: Analyse des Unfalltyps für Pedelec Fahrer im Vergleich zu Fahrern von konventionellen Fahrrädern für Fahrer zwischen 18 und 64 Jahre (Fallzahlen für konventionelles Fahrrad: n = 5.653; Pedelec: n = 120). Kumulation zu je 100 %. Jahre 2007 – 2018
- Bild 31: Analyse des Unfalltyps für Pedelec Fahrer im Vergleich zu Fahrern von konventionellen Fahrrädern für Fahrer über 64 Jahre (Fallzahlen für konventionelles Fahrrad: n = 1.092; Pedelec: n = 90). Kumulation zu je 100 %. Jahre 2007 – 2018
- Bild 32: Analyse des Unfalltyps für Fahrer von konventionellen Fahrrädern bei verschiedenen Unfallstellen (n = 6.734). Jahre 2007 – 2018
- Bild 33: Analyse des Unfalltyps für Fahrer von Pedelecs bei verschiedenen Unfallstellen (n = 210). Jahre 2007 – 2018
- Bild 34: Analyse des Unfalltyps für Fahrer von konventionellen Fahrrädern bei verschiedenen Unfallarten (n = 6.745). Jahre 2007 – 2018
- Bild 35: Analyse des Unfalltyps für Fahrer von Pedelecs bei verschiedenen Unfallarten (n = 210). Jahre 2007 – 2018
- Bild 36: Analyse der Lichtverhältnisse/Tageszeit in GIDAS bei Unfällen für Pedelec Fahrer im Vergleich zu Fahrern konventioneller Fahrräder für Fahrer bis vs. über 64 Jahre (Fallzahlen für Pedelec, Alter über 17 Jahre: n = 210; konventionelles Fahrrad: n = 5.655 (Alter 18 – 64 Jahre), n = 1.092 (Alter über 64 Jahre); Pedelec: n = 120 (Alter 18 – 64 Jahre), n = 90 (Alter über 64 Jahre)). Jahre 2007 – 2018
- Bild 37: Analyse der Unfallgegner für Pedelec Fahrer über 17 Jahre (n = 159). Kumulation zu 100 %. Jahre 2007 – 2018
- Bild 38: Analyse der Unfallgegner für Pedelec Fahrer im Vergleich zu Fahrern von konventionellen Fahrrädern für Fahrer von 18 bis 64 Jahren (Fallzahlen für konventionelles Fahrrad: n = 4.735; Pedelec: n = 90). Kumulation zu je 100 %. Jahre 2007 – 2018
- Bild 39: Analyse der Unfallgegner für Pedelec Fahrer im Vergleich zu Fahrern von konventionellen Fahrrädern für Fahrer über 64 Jahre (Fallzahlen für

- konventionelles Fahrrad: n = 875; Pedelec: n = 69). Kumulation zu je 100 %. Jahre 2007 – 2018
- Bild 40: Analyse der Verletzungsschwere von verunfallten Pedelecfahrern über 17 Jahren (n = 120) sowie Pedelecfahrern im Vergleich zu Fahrern von konventionellen Fahrrädern für Fahrer bis vs. über 64 Jahre (Fallzahlen für konventionelles Fahrrad: n = 5.469 (Alter 18 – 64 Jahre), n = 1.050 (Alter über 64 Jahre); Pedelec: n = 118 (Alter 18 – 64 Jahre), n = 88 (Alter über 64 Jahre)). Jahre 2007 – 2018
- Bild 41: Analyse der Verletzungsschwere von Pedelecfahrern und Fahrern von konventionellen Fahrrädern für Unfälle mit Pkw als Gegner und für Unfälle mit Fahrrädern als Gegner (Fallzahlen für konventionelles Fahrrad: n = 4.049 (Pkw als Gegner), n = 833 (konventionelles Fahrrad und Pedelec als Gegner); Pedelec: n = 105 (Pkw als Gegner), n = 32 (konventionelles Fahrrad und Pedelec als Gegner)). Jahre 2007 – 2018
- Bild 42: Analyse der Verletzungsschwere von Fahrern von konventionellen Fahrrädern in Abhängigkeit vom Unfalltyp (n = 6.517) Jahre 2007 – 2018
- Bild 43: Analyse der Verletzungsschwere von Pedelecfahrern in Abhängigkeit vom Unfalltyp (n = 206). Jahre 2007 – 2018
- Bild 44: Analyse des Schuldanteils in Abhängigkeit vom Unfalltyp bei Fahrern von konventionellen Fahrrädern (n = 6.730). Jahre 2007 – 2018
- Bild 45: Analyse des Schuldanteils in Abhängigkeit vom Unfalltyp bei Fahrern von Pedelecs (n = 210). Jahre 2007 – 2018
- Bild 46: Erläuterung der ACAS-Kodierung am Beispiel der Ablenkung durch Mitfahrer
- Bild 47: Verteilung der menschlichen ACAS-Codes von Pedelecfahrern auf die fünf Kategorien menschlicher Ursachen und auf die Kriterien der Kategorien. Jahre 2009 – 2018
- Bild 48: Prozess der Datenerhebung und -weitergabe im UKM und EV OL an die MHH und die HFC GmbH
- Bild 49: Berichtete Fahrerfahrung mit dem Pedelec (n = 39). Kumulation zu 100 %
- Bild 50: Berichtete Nutzungshäufigkeit des Pedelecs (n = 39). Kumulation zu 100 %
- Bild 51: Einordnung des zum Unfallzeitpunkt genutzten E-Fahrradtyps (n = 39, davon n = 1 (2,6 %) ohne Angabe)
- Bild 52: Monat der Verunfallung für die befragten Pedelecfahrer (n = 39, blau) im Vergleich zu den verunglückten Pedelecfahrern der amtlichen Unfallstatistik des Jahres 2018 (Statistisches Bundesamt, 2019) mit n = 7.823 in grün. Kumulation zu 100 %
- Bild 53: Berichtete Unfallstelle (n = 39). Kumulation zu 100 %
- Bild 54: Zugeordnete Unfalltypen der berichteten Pedeleccunfälle (n = 39). Kumulation zu 100 %
- Bild 55: Zugeordnete Unfallart der berichteten Pedeleccunfälle (n = 39). Kumulation zu 100 %
- Bild 56: Berichtete Geschwindigkeit vor der Verunfallung mit dem Pedelec (n = 39). Kumulation zu 100 %
- Bild 57: Berichtete Hauptursache des Pedeleccunfalls (n = 39). Kumulation zu 100 %
- Bild 58: Menschliche Fehler nach ACAS in % bezogen auf 36 Fehlerursachen (n = 29 Pedelecfahrer). Kumulation zu 100 %
- Bild 59: Maximaler AIS der Pedelecfahrer in % (n = 39). Kumulation zu 100 %
- Bild 60: Injury Severity Score (ISS) der Pedelecfahrer (n = 39). Kumulation zu 100 %
- Bild 61: Vergleich der Unfallsituation bzw. des Unfallgegners für polizeilich erfasste (n = 13, dunkelblau) und nicht erfasste Unfälle (n = 24, hellblau). Kumulation zu je 100 %

Tabellen

- Tab. 1: Anzahl und Anteil leichtverletzter, schwerverletzter und getöteter Nutzer eines konventionellen Fahrrads ($n = 81.057$) und Pedelecs ($n = 7.823$) im Jahr 2018 nach Statistisches Bundesamt (2019)
- Tab. 2: Themenfelder der Befragung
- Tab. 3: Zusammensetzung der Stichprobe nach Bundesland aggregiert ($n_{\text{Gesamt}} = 974$) und separat für Pedelecfahrer ($n = 775$) und Mietpedelecfahrer ($n = 199$)
- Tab. 4: Zusammensetzung der Stichprobe nach Ortsgröße aggregiert ($n_{\text{Gesamt}} = 974$) und separat für Pedelecfahrer ($n = 775$) und Mietpedelecfahrer ($n = 199$)
- Tab. 5: Vergleich der Pedelecfahrer ($n = 773$) nach ihrer allgemeinen Risikobereitschaft bei Split der unteren drei (mittlere Kategorie bis „gar nicht risikobereit“) vs. der oberen beiden Antwortkategorien (bis „sehr risikobereit“)
- Tab. 6: Häufigkeit der von Pedelecfahrern berichteten Regelverstöße in % ($n = 775$)
- Tab. 7: Technische Probleme sowie Probleme mit der Fahrzeugkontrolle bei Pedelec-fahrern in % ($n = 775$)
- Tab. 8: Technische Probleme sowie Probleme mit der Fahrzeugkontrolle in Abhängigkeit von der Erfahrung mit Pedelecs in %: „Wie oft ist es in den letzten drei Monaten vorgekommen, ...“
- Tab. 9: Unterschiede zwischen verunfallten und nicht verunfallten Pedelecfahrern ($n_{\text{Gesamt}} = 775$)
- Tab. 10: Geschwindigkeit zum Unfallzeitpunkt für Ausflugsfahrten ($n = 16$) und Fahrten zur Arbeit/Ausbildungsstätte ($n = 14$) als Häufigkeit (und in %)
- Tab. 11: Unfallbeteiligte Fahrer von konventionellen Fahrrädern und Pedelecs nach Jahren
- Tab. 12: Vergleich der Kodierung von konventionellen Fahrrädern und Pedelecs zwischen GIDAS und Polizei (2014 – 2017)
- Tab. 13: Vergleich der Kodierung von konventionellen Fahrrädern und Pedelecs zwischen dem VUD Hannover und GIDAS (2014 – 2017)
- Tab. 14: Vergleich der Kodierung von konventionellen Fahrrädern und Pedelecs zwischen allgemeinem Einsatz- und Streifendienst und GIDAS (2014 – 2017)
- Tab. 15: Fallzahlen für die Analyse des Unfallgeschehens von Fahrern von konventionellen Fahrrädern und Pedelec-fahrern differenziert nach verschiedenen GIDAS-Variablen
- Tab. 16: Anteil der Außerortsunfälle für Pedelec-fahrer im Vergleich zu Fahrern von konventionellen Fahrrädern für Fahrer bis vs. über 64 Jahren (Fallzahlen für konventionelles Fahrrad: $n = 5.653$ (Alter 18–64 Jahre), $n = 1.092$ (Alter über 64 Jahre); Pedelec: $n = 120$ (Alter 18 – 64 Jahre), $n = 90$ (Alter über 64 Jahre))
- Tab. 17: Analyse der Alleinunfälle von Pedelec-fahrern im Vergleich zu Fahrern von konventionellen Fahrrädern für Fahrer bis vs. über 64 Jahren (Fallzahlen für konventionelles Fahrrad: $n = 5.653$ (Alter 18 – 64 Jahre), $n = 1.092$ (Alter über 64 Jahre); Pedelec: $n = 120$ (Alter 18 – 64 Jahre), $n = 90$ (Alter über 64 Jahre))
- Tab. 18: Analyse des Geschlechts von verunfallten Pedelec-fahrern im Vergleich zu verunfallten Fahrern von konventionellen Fahrrädern für Fahrer bis vs. über 64 Jahren (Fallzahlen für konventionelles Fahrrad: $n = 5.655$ (Alter 18 – 64 Jahre), $n = 1.092$ (Alter über 64 Jahre); Pedelec: $n = 120$ (Alter 18 – 64 Jahre), $n = 90$ (Alter über 64 Jahre))
- Tab. 19: Unfallschuld der Pedelec-fahrer bzw. Fahrer von konventionellen Fahrrädern bei allen Unfällen (Fallzahlen für konventionelles Fahrrad: $n = 5.653$ (Alter 18 – 64 Jahre), $n = 1.092$ (Alter über 64 Jahre); Pedelec: $n = 120$ (Alter 18 – 64 Jahre), $n = 90$ (Alter über 64 Jahre) und bei Unfällen durch einen Konflikt mit einem Pkw (Fallzahlen für konventionelles Fahrrad: $n = 3.528$ (Alter 18 – 64 Jahre), $n = 663$ (Alter über 64 Jahre);

Pedelec: n = 59 (Alter 18 – 64 Jahre), n = 47 (Alter über 64 Jahre) im Vergleich zu Unfällen mit einem anderen Unfallgegner als einem Pkw (Fallzahlen für konventionelles Fahrrad: n = 1.203 (Alter 18 – 64 Jahre), n = 212 (Alter über 64 Jahre); Pedelec: n = 31 (Alter 18 – 64 Jahre), n = 22 (Alter über 64 Jahre)

- Tab. 20: Verteilung der unfallverursachenden Pedelecfahrer auf die Gruppen von Unfallursachen (n = 80)
- Tab. 21: Übermittelte und finale Fallzahlen insgesamt und nach Erhebungsstandort
- Tab. 22: Ausgewählte Stichprobenmerkmale der Pedelecfahrer insgesamt (n = 39) und nach Erhebungsstandort
- Tab. 23: Häufigkeit und – in Klammern – Anteil der (nicht) kopfverletzten Pedelecfahrer in Abhängigkeit von der Helmnutzung (n = 39)
- Tab. 24: Geschwindigkeit vor dem Unfall für Alleinunfälle (n = 23) und für Zusammenstöße mit Pkw, Lkw/Bus oder konventionellem Fahrrad (n = 12)
- Tab. 25: Maximaler AIS der Pedelecfahrer je Region in % (n = 39). Kumulation zu 100 %
- Tab. 26: Verletzungsschwere, Alter und Geschlecht der verunfallten Pedelecfahrer nach polizeilicher Erfassung (n = 37)
- Tab. 27: Verletzungsschwere bei Pedelecfällen aus der Klinikbefragung (n = 39) und gemäß Statistisches Bundesamt (2019) mit n = 7.823
- Tab. 28: Personen- und Fahrzeugmerke, Fahrverhalten sowie Probleme bei Nutzung des S-Pedelecs gemäß den Selbstberichten (Onlinebefragung) der 23 S-Pedelecfahrer.

Anhang A: Fragebogen der Onlinebefragung

1. SCREENING:

In dieser Befragung geht es um sogenannte Pedelecs (oftmals auch E-Bikes genannt). Der Begriff Pedelec bezeichnet ein Fahrrad, das Sie beim Treten durch einen Elektromotor unterstützt, ohne Ihnen das Treten durch Betätigung eines Hebels oder Gasgriffs vollständig abzunehmen.

Welche der folgenden Aussagen trifft am ehesten auf Sie zu?

- Ich besitze ein Pedelec und nutze es zumindest ab und zu
- Ich besitze ein Pedelec, nutze es aber nicht (mehr) >> ENDE
- Ich besitze kein Pedelec, nutze aber zumindest ab und zu eines
- Ich besitze kein Pedelec, habe aber schon mindestens für eine Woche einmal eines ausgeliehen (z. B. im Urlaub)
- Ich besitze und nutze kein Pedelec, aber interessiere mich grundsätzlich dafür >> ENDE
- Ich besitze und nutze kein Pedelec und habe daran auch kein Interesse >> ENDE

Herzlich willkommen.

Diese Befragung richtet an sich an alle, die zumindest gelegentlich mit dem Pedelec fahren oder schon einmal damit gefahren sind oder kürzlich damit begonnen haben.

[FALLS AUSGELIEHEN LAUT FRAGE 1: Die folgenden Fragen beziehen sich auf Ihre Erfahrungen mit dem Pedelec, das Sie sich für mindestens eine Woche ausgeliehen haben. Bitte rufen Sie sich diesen Zeitraum in Erinnerung und beantworten Sie die folgenden Fragen so gut wie möglich.]

Ziel dieser Befragung ist es, näheres über Ihr Erleben und Verhalten als Pedelecfahrer bzw. -fahrerin im Straßenverkehr zu erfahren. Bitte beantworten Sie daher die folgenden Fragen nach bestem Wissen und Gewissen. Ihre Angaben sind vollständig anonym, d. h. sie lassen keine Rückschlüsse auf Ihre Person zu. Sie werden ausschließlich im Rahmen des Projekts zu rein wissenschaftlichen Zwecken genutzt und nicht an Dritte weitergegeben.

Herzlichen Dank für Ihre Teilnahme!

2. Wie häufig fahren Sie Pedelec?

- sehr selten (einmal pro Monat)
- gelegentlich (mehrmals im Monat)
- häufig (mehrmals pro Woche)
- sehr häufig (täglich oder fast täglich)
- ich fahre nicht regelmäßig, nur wenn ich mir ein Pedelec ausgeliehen habe
- weiß nicht/keine Angabe [bei jedem Item verfügbar; daher nachfolgend nicht mehr expliziert]

3. Für welche Zwecke nutzen Sie das Pedelec?

RANDOMISIEREN; MEHRFACHNENNUNG:

- aus beruflichen Gründen als Arbeitsmittel (z. B. für Zustellungen)
- für den Weg zur Arbeit/Ausbildungsstätte
- für Einkäufe/Erledigungen
- zum Transport der Kinder
- für den Weg zu Freunden/zum Hobby/zum Ausgehen etc.
- für Ausflugsfahrten
- zum Mountainbiken im Gelände
- zum Rennradfahren
- Sonstiges
- nichts davon

FALLS MEHR ALS EIN NUTZUNGSZWECK BEI FRAGE 3:

4. Für welchen Zweck nutzen Sie das Pedelec am häufigsten?

NUR IN FRAGE 3 GENANNT; RANDOMISIEREN; MEHRFACHNENNUNG:

- aus beruflichen Gründen als Arbeitsmittel (z. B. für Zustellungen)
- für den Weg zur Arbeit/Ausbildungsstätte
- für Einkäufe/Erledigungen
- zum Transport der Kinder
- für den Weg zu Freunden/zum Hobby/zum Ausgehen etc.
- für Ausflugsfahrten
- zum Mountainbiken im Gelände
- zum Rennradfahren
- Sonstiges
- nichts davon

5. Nutzen Sie zusätzlich zum Pedelec noch ein normales Fahrrad ohne Motorunterstützung?

- nein, nie
- sehr selten (einmal pro Monat)
- gelegentlich (mehrmals im Monat)
- häufig (mehrmals pro Woche)
- sehr häufig (täglich oder fast täglich)

6. Ist das Pedelec, das Sie fahren, ...?

- in Ihrem Besitz
- im Besitz eines (Ehe-)Partners, Familienangehörigen, Freundes o.a.
- ein Dienstrad
- ein Mietrad

FALLS KEIN MIETRAD LAUT FRAGE 6:






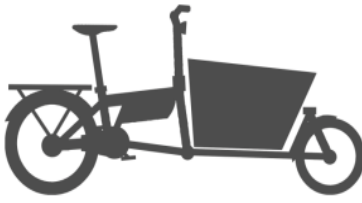
7. Ist es das erste Pedelec, das Sie regelmäßig fahren?

- ja
- nein

8. Wie lange fahren Sie denn schon Pedelec?

- unter 1 Monat
- 1 bis 3 Monate
- 3 bis 6 Monate
- 6 Monate bis 1 Jahr
- 1 Jahr bis 2 Jahre
- 2 Jahre bis 3 Jahre
- 3 Jahre bis 4 Jahre
- mehr als 4 Jahre

9. Um was für einen Fahrradtyp handelt es sich bei dem Pedelec, das Sie [FALLS MIETRAD: meistens] fahren [FALLS MIETRAD: bzw. gefahren sind]?

 <p><input type="checkbox"/> E-Cityrad/Hollandrad/Cruiser</p>	 <p><input type="checkbox"/> E-Trekkingrad/E-Crossrad</p>	 <p><input type="checkbox"/> E-Mountainbike</p>
 <p><input type="checkbox"/> E-Rennrad</p>	 <p><input type="checkbox"/> E-Klapprad/E-Faltrad</p>	 <p><input type="checkbox"/> E-Lastenrad</p>

- E-Cityrad/Hollandrad/Cruiser

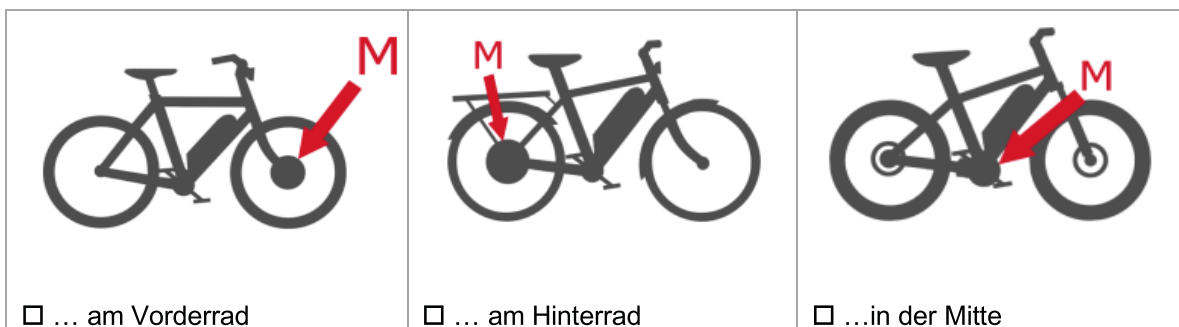
- E-Trekkingrad/E-Crossrad
- E-Mountainbike
- E-Rennrad
- E-Klapprad/E-Faltrad
- E-Lastenrad

FALLS KEIN LASTENRAD LAUT FRAGE 9:

10. Nutzen Sie einen Anhänger am Pedelec?

- nein, nie
- sehr selten (einmal pro Monat)
- gelegentlich (mehrmals im Monat)
- häufig (mehrmals pro Woche)
- sehr häufig (täglich oder fast täglich)

11. Wo befindet sich der Motor bei dem Pedelec, das Sie [FALLS MIETRAD: meistens] fahren [FALLS MIETRAD: bzw. gefahren sind]?



FALLS KEIN MIETRAD LAUT FRAGE 6:

12. Wurde dieses Pedelec...?

- als Pedelec gebaut und gekauft
- vom Fahrrad zum Pedelec nachgerüstet

FALLS NICHT ZUM PEDELEC NACHGERÜSTET LAUT FRAGE 12:

13. Fahren Sie ...?

- ein normales Pedelec mit einer Tretunterstützung bis 25 km/h
- ein schnelles S-Pedelec mit einer Tretunterstützung bis 45 km/h, das ein Versicherungskennzeichen erfordert

14. Wie sicher fühlen Sie sich als Pedelecfahrer im Straßenverkehr?

- sehr sicher
-
-
-
- gar nicht sicher

15. Stellen Sie sich vor, Sie müssten mit einem normalen Fahrrad ohne Motorunterstützung eine ebene Strecke von 5 Kilometern zurücklegen. Wäre das für Sie...?

- ohne Anstrengung möglich
- ein wenig anstrengend
- sehr anstrengend
- zu anstrengend und daher gar nicht möglich

16. Sind Sie von der höheren Geschwindigkeit und Beschleunigung des Pedelecs...?

- sehr begeistert
-
-
-
- gar nicht begeistert

17. Fahren Sie mit dem Pedelec im Vergleich zum normalen Fahrrad ...?

- sehr viel schneller
-
-
-
- gar nicht schneller

18. Erleben Ihrer Erfahrung nach andere Verkehrsteilnehmer Ihre höhere Geschwindigkeit als ...?

- sehr überraschend
-
-
-
- gar nicht überraschend

19. Wie schätzen Sie sich persönlich ein: Wie risikobereit sind Sie im Allgemeinen?

- sehr risikobereit
-
-
-
- gar nicht risikobereit

FALLS PEDELEC 25 LAUT FRAGE 13:

20. Ist das Pedelec, das Sie fahren, „getunt“, d. h. so verändert, dass eine höhere maximale Tretunterstützung als 25 km/h erreichbar ist?

- ja
- nein

FALLS NACHGERÜSTET LAUT FRAGE 12:

21. Liegt die maximale vom Motor unterstützte Geschwindigkeit des Pedelecs ... ?

- bei etwa 25 km/h
- über 25 km/h

FALLS GETUNT LAUT FRAGE 20 ODER MAX. GESCHWINDIGKEIT ÜBER 25 KM/H LAUT FRAGE 21:

22. Wie hoch ist die maximale vom Motor unterstützte Geschwindigkeit des Pedelecs? Wenn Sie diese individuell einstellen können, nennen Sie bitte die von Ihnen gewählte Einstellung und nicht die technisch mögliche Maximalleistung.

OFFEN

FALLS GETUNT LAUT FRAGE 20 ODER MAX. GESCHWINDIGKEIT ÜBER 25 KM/H LAUT FRAGE 21:

23. Ist das, was Ihnen eine motorunterstützte Geschwindigkeit oberhalb von 25 km/h ermöglicht, (fast) immer montiert bzw. aktiv oder nur gelegentlich?

- (fast) immer montiert/aktiv
- nur gelegentlich

FALLS NUR GELEGENTLICH LAUT FRAGE 23:

24. Wie häufig nutzen Sie das aktive bzw. montierte Tuning auch im Straßenverkehr, d. h. nicht nur auf Feldwegen oder im Gelände?

- nie
- sehr selten (einmal pro Monat)
- gelegentlich (mehrmals im Monat)
- häufig (mehrmals pro Woche)
- sehr häufig (täglich oder fast täglich)

25. Welche Geschwindigkeit zeigt Ihr Tacho die meiste Zeit, wenn Sie mit dem Pedelec im Straßenverkehr ungehindert fahren können?

OFFEN

26. Tragen Sie beim Pedelecfahren...?

- immer einen Helm
- nur bei bestimmten Gelegenheiten einen Helm
- nie einen Helm

27. Es kann vorkommen, dass man sich nicht immer hundertprozentig an die Verkehrsregeln hält. Wie sieht es bei Ihnen aus, wenn Sie mit dem Pedelec im Straßenverkehr unterwegs sind? Wie häufig kommt es vor, dass Sie ...?

RANDOMISIEREN:

- fahren, nachdem Sie Alkohol getrunken haben
 - über eine rote Ampel fahren
 - während der Fahrt mit dem Handy telefonieren
 - sich während der Fahrt mit dem Smartphone beschäftigen (zum Texten, Lesen, o.ä.)
 - langsamere Radfahrer auch mit wenig Seitenabstand überholen
 - [FALLS SCHNELLES S-PEDELEC BIS 45 KM/H LAUT FRAGE 13] auf Radwegen fahren, die nicht für Mofas oder S-Pedelecs freigegeben sind
-
- sehr häufig
 - häufig
 - gelegentlich
 - sehr selten
 - nie

FALLS SCHNELLES S-PEDELEC BIS 45 KM/H LAUT FRAGE 13:

28. Wurde für das Pedelec eine Haftpflichtversicherung abgeschlossen?

- ja
- nein

FALLS SCHNELLES S-PEDELEC BIS 45 KM/H LAUT FRAGE 13:

29. Befindet sich ein Versicherungskennzeichen am Pedelec?

- ja
- nein

FALLS SCHNELLES S-PEDELEC BIS 45 KM/H LAUT FRAGE 13:

30. Besitzen Sie derzeit einen gültigen Mofa- oder Pkw-Führerschein?

- ja
- nein

31. Mitunter hört man von verschiedenen Problemen im Umgang mit dem Pedelec. Wie oft ist es in den letzten drei Monaten vorgekommen, dass ... ?

RANDOMISIEREN:

- der Motor sehr plötzlich und überraschend einsetzte
- der Motor nachlief, d. h. noch Schub gab, obwohl Sie nicht mehr in die Pedale traten
- Sie viel stärker gebremst haben, als Sie es eigentlich vorhatten
- Sie beim Fahren (beinahe) die Balance verloren haben
- Sie beim Losfahren oder Anhalten (beinahe) die Balance verloren haben
- das Vorderrad durchdrehte

- sehr häufig
- häufig
- gelegentlich
- sehr selten
- nie

32. Waren Sie als Pedelecfahrer in den vergangenen drei Jahren in einen Unfall, d. h. einen Zusammenstoß oder einen Sturz mit oder ohne fremdes Zutun, verwickelt?

- ja
- nein

FALLS JA LAUT FRAGE 32:

33. Wie häufig waren Sie als Pedelecfahrer in den vergangenen drei Jahren in einen Unfall verwickelt?

- 1mal
- 2mal
- 3mal
- 4mal oder öfter

EINBLENDUNG FALLS EIN UNFALL LAUT FRAGE 33:

Die folgenden Fragen beziehen sich auf diesen Pedelecunfall.

EINBLENDUNG FALLS MEHRERE UNFÄLLE LAUT FRAGE 33:

Bitte rufen Sie sich den schwersten dieser Unfälle (schwerste Verletzung; größter Schaden) ins Gedächtnis. Die folgenden Fragen beziehen sich nur auf diesen Pedelecunfall.

FALLS UNFALL LAUT FRAGE 32:

34. Was hat sich bei dem Unfall ereignet?

- Alleinunfall, z. B. Sturz ohne Fremdeinwirkung
- Zusammenstoß mit einem fahrenden Auto
- Zusammenstoß mit einem fahrenden Lkw/Bus
- Zusammenstoß mit einem fahrenden Motorrad
- Zusammenstoß mit einem Fußgänger
- Zusammenstoß mit einem anderen Radfahrer mit normalem Fahrrad
- Zusammenstoß mit einem anderen Radfahrer mit Pedelec
- Kollision mit einem Gegenstand (auch stehendes Auto)
- Kollision mit offener Fahrzeughür
- Sonstiges: NOTIEREN

FALLS UNFALL LAUT FRAGE 32:

35. Haben Sie den Unfall allein oder mit verursacht?

- habe ihn allein verursacht
- habe ihn mit verursacht
- habe ihn nicht (mit-)verursacht

FALLS UNFALL LAUT FRAGE 32:

36. Was war die Hauptursache für den Unfall?

- Wegbeschaffenheit (z. B. verschmutzt, Schlaglöcher, Kopfsteinpflaster)
- Witterungsbedingungen (z. B. Nässe, Glätte)
- Blendung (z. B. durch Scheinwerfer, Reflektionen)
- schlechte Beleuchtung
- Pedelec (z. B. abruptes Ein-/Ausschalten oder Nachlaufen des Motors, Durchdrehen des Laufrads)
- Ursache bei mir (z. B. abgelenkt, etwas übersehen, zu stark gebremst, bei Rot gefahren, Alkohol, Müdigkeit)
- Ursache bei Unfallgegner
- anderer Grund

FALLS ANDERER GRUND LAUT FRAGE 36:

37. Bitte nennen Sie die Hauptursache Ihres Unfalls.

OFFEN

FALLS UNFALL LAUT FRAGE 32:

38. Wie schätzen Sie Ihre eigene Geschwindigkeit vor dem Unfall ein (d. h. bevor Sie begannen zu bremsen, um den Unfall zu vermeiden)?

- stehend
- anfahrend
- unter 20 km/h
- 20 bis 25 km/h
- 26 bis 35 km/h
- über 35 km/h

FALLS UNFALL LAUT FRAGE 32:

39. Haben Sie sich bei dem Unfall verletzt?

- ja
- nein

FALLS VERLETZT LAUT FRAGE 39:

40. Wie sind Sie mit den Verletzungen umgegangen?

MEHRFACHNENNUNG:

- selbst behandelt
- ambulant (von einem Arzt oder im Krankenhaus) behandeln lassen
- stationär im Krankenhaus behandeln lassen
- gar nicht behandelt

FALLS UNFALL LAUT FRAGE 32 UND FALLS KEIN MIETRAD LAUT FRAGE 6:

41. Passierte der Unfall mit demselben Pedelec, das Sie jetzt fahren?

- ja
- nein

FALLS UNFALL LAUT FRAGE 32:

42. Für welchen Zweck nutzten Sie das Pedelec zum Zeitpunkt Ihres Unfalls?

RANDOMISIEREN:

- aus beruflichen Gründen als Arbeitsmittel (z. B. für Zustellungen)
- für den Weg zur Arbeit/Ausbildungsstätte
- für Einkäufe/Erledigungen
- zum Transport der Kinder
- für den Weg zu Freunden/zum Hobby/zum Ausgehen etc.
- für Ausflugsfahrten
- zum Mountainbiken im Gelände
- zum Rennradfahren
- Sonstiges
- nichts davon

FALLS UNFALL LAUT FRAGE 32:

43. Wurde der Unfall polizeilich erfasst? D. h. wurde die Polizei hinzugerufen, um den Unfall aufzunehmen?

- ja
- nein

SOZIODEMOGRAFIE:

- Alter
- Geschlecht
- Ortsgröße
- Bundesland

Anhang B: Fragebogen der Klinikbefragung

1. Geschlecht:

- Weiblich
 Männlich

2. Alter: _____ Jahre

3. Wie lange fahren Sie schon Pedelec? _____ Jahr(e) und _____ Monat(e)






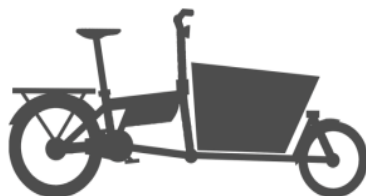
4. Wie häufig fahren Sie Pedelec?

- Sehr selten (1x im Monat)
 Gelegentlich (mehrmals im Monat)
 Häufig (mehrmals pro Woche)
 Sehr häufig (täglich/fast täglich)

5. Wurde das Pedelec, mit dem Sie verunfallt sind, ...

- ... als Pedelec gebaut und gekauft?
 ... vom Fahrrad zum Pedelec nachgerüstet?




6. Um was für einen Fahrradtyp handelt es sich bei dem Pedelec, mit dem Sie verunfallt sind?

		
<input type="checkbox"/> E-Cityrad/Hollandrad/Cruiser	<input type="checkbox"/> E-Trekkingrad/E-Crossrad	<input type="checkbox"/> E-Mountainbike
		
<input type="checkbox"/> E-Rennrad	<input type="checkbox"/> E-Klapprad/E-Faltrad	<input type="checkbox"/> E-Lastenrad
<input type="checkbox"/> weiß nicht/keine Angabe		

7. Was ist die maximale vom Motor unterstützte Geschwindigkeit?

- bis 25 km/h
 bis 45 km/h
 mehr als 45 km/h

8. Wo befindet sich der Motor?

		
<input type="checkbox"/> ... am Vorderrad	<input type="checkbox"/> ... am Hinterrad	<input type="checkbox"/> ...in der Mitte

9. Wann sind Sie verunfallt?

- bei Tag
- bei Dämmerung
- bei Nacht

10. Wurde der Unfall polizeilich erfasst?

- ja
- nein
- weiß nicht/keine Angabe

11. Was hat sich bei dem Unfall ereignet?

- Alleinunfall
- Zusammenstoß mit einem fahrenden Auto
- Zusammenstoß mit einem fahrenden Lkw/Bus
- Zusammenstoß mit einem fahrenden Motorrad
- Zusammenstoß mit einem Fußgänger
- Zusammenstoß mit einem anderen Radfahrer. Dieser fuhr ein ...
 - ... normales Fahrrad
 - ... Pedelec
- Kollision mit einem Gegenstand (auch stehendes Auto)
- Kollision mit offener Fahrzeugtür
- Sonstiges: _____
- weiß nicht

12. Was war passiert? Bitte beschreiben Sie den Hergang des Vorfalles (bei Bedarf bitte Rückseite verwenden und ggf. Skizze auf Rückseite erstellen)

13. Wo fuhren Sie, als sich der Unfall ereignet hat?

- Normale Fahrbahn
- Fahrradstreifen auf der Fahrbahn
- Radweg neben der Straße
- Gehweg
- Fußgängerzone
- Fahrradstraße
- Feldweg/Waldweg
- Sonstiges, und zwar: _____

14. Fand der Unfall innerorts oder außerorts statt?

- innerorts
- außerorts

15. Was war die Hauptursache für den Unfall? Bitte ergänzen Sie die genaue Ursache handschriftlich.

- Wegbeschaffenheit, und zwar: _____
(z. B. Schlaglöcher, Kopfsteinpflaster,...)
- Witterungsbedingungen, und zwar: _____
(z. B. Nässe, Glätte,...)
- Pedelec, und zwar: _____
(z. B. abruptes Ein-/Ausschalten oder Nachlaufen des Motors, Durchdrehen des Laufrads,...)
- Ursache bei mir, und zwar: _____
(z. B. abgelenkt, etwas übersehen, zu stark gebremst, bei Rot gefahren,...)
- Anderer Grund, und zwar: _____
- Ursache bei Unfallgegner
- weiß nicht/keine Angabe

16. Trugen Sie zum Zeitpunkt des Unfalls einen Helm?

- ja
- nein

17. Hatten Sie zum Zeitpunkt des Unfalls einen Anhänger am Pedelec?

- ja
- nein
- ich fahre ein Lastenrad

18. Wie schätzen Sie Ihre eigene Geschwindigkeit vor dem Unfall ein (d. h. bevor Sie begannen zu bremsen, um den Unfall zu vermeiden)?

- stehend
- anfahrend
- < 20 km/h
- 20 – 25 km/h
- 26 – 35 km/h
- > 35 km/h

Schriftenreihe

Berichte der Bundesanstalt für Straßenwesen

Unterreihe „Mensch und Sicherheit“

2017

- M 271: **Evaluation der Kampagnenfortsetzung 2013/2014 „Runter vom Gas!“**
Klimmt, Geber, Maurer, Oschatz, Süllow € 14,50
- M 272: **Marktdurchdringung von Fahrzeugsicherheitssystemen 2015**
Gruschwitz, Hölscher, Raudszus, Zlocki € 15,00
- M 273: **Verkehrswahrnehmung und Gefahrenvermeidung – Grundlagen und Umsetzungsmöglichkeiten in der Fahranfängervorbereitung**
TÜV | DEKRA arge tp 21 € 22,00
- M 273b: **Traffic perception and hazard avoidance – Foundations and possibilities for implementation in novice driver preparation**
Bredow, Brünken, Dressler, Friedel, Genschow, Kaufmann, Malone, Mörl, Rüdell, Schubert, Sturzbecher, Teichert, Wagner, Weißer
Dieser Bericht ist die englische Fassung von M 273 und liegt nur in digitaler Form vor und kann unter <https://bast.opus.hbz-nrw.de/> heruntergeladen werden.
- M 274: **Fahrschulüberwachung in Deutschland – Gutachten im Auftrag der Bundesanstalt für Straßenwesen**
Sturzbecher, Bredow
Dieser Bericht liegt nur in digitaler Form vor und kann unter <https://bast.opus.hbz-nrw.de/> heruntergeladen werden.
- M 275: **Reform der Fahrlehrerausbildung**
Teil 1: **Weiterentwicklung der Fahrlehrerausbildung in Deutschland**
Teil 2: **Kompetenzorientierte Neugestaltung der Qualifizierung von Inhabern/verantwortlichen Leitern von Ausbildungsfahrschulen und Ausbildungsfahrlehrern**
Brünken, Leutner, Sturzbecher
Dieser Bericht liegt nur in digitaler Form vor und kann unter <https://bast.opus.hbz-nrw.de/> heruntergeladen werden.
- M 276: **Zeitreihenmodelle mit meteorologischen Variablen zur Prognose von Unfallzahlen**
Martensen, Diependaele € 14,50
- 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, Gräcmann, 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 Kraftfahreignung 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 Fahrzeugsicherheitssystemen 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**
Kreuzlein, Schleinitz, Krens € 17,50
- M 298: **Zahlungsbereitschaft für Verkehrssicherheit**
Obermeyer, Hirte, Korneli, Schade, Friebe € 18,00
- M 299: **Systematische Untersuchung sicherheitsrelevanter Fußgängerverhaltens**
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, Straßgütl € 15,50
- M 309: **Entwicklung und Evaluation effizienter Trainingsmaßnahmen für ältere Verkehrsteilnehmer zur Förderung ihrer Fahrkompetenz**
Schoch, Julier, Kennntner-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, Rucker € 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.
- AKTUALISIERTE NEUAUFLAGE VON:**
M 115: **Begutachtungsleitlinien zur Kraftfahreignung – gültig ab 31.12.2019**
Gräcmann, 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, Zens
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 Webseite 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.