

Analyse der Merkmale und des Unfallgeschehens von Pedelecfahrern

FA 82.693

Forschungsstellen: HFC Human-Factors-Consult GmbH,
Berlin

Medizinische Hochschule Hannover, Verkehrsunfallforschung (Dr.-Ing. H. Johannsen)

Bearbeiter: Platho, C. / Horn, H.-P. / Jänsch, M. / Johannsen, H.

Auftraggeber: Bundesministerium für Verkehr und digitale Infrastruktur, Bonn

Abschluss: Januar 2020

1 Zielstellung

Pedelecs, die umgangssprachlich oft als E-Bikes bezeichnet werden, verfügen über eine elektrische Tretunterstützung bis 25 km/h bei einer Nenndauerleistung von 250 Watt. Sie ermöglichen ihren Fahrern eine im Vergleich zu konventionellen Fahrrädern höhere Beschleunigung und ein müheloseres Erreichen und Halten höherer Geschwindigkeiten. Im Gegensatz zu S-Pedelecs mit einer elektrischen Tretunterstützung bis 45 km/h, bei denen es sich um zulassungspflichtige Kleinkrafträder samt Helm-, Versicherungskennzeichen- und Fahrerlaubnispflicht (Klasse AM) handelt, erfreuen sie sich wachsender Beliebtheit. Mit einem Absatz von knapp einer Million verkauften Pedelecs im Jahr 2018 setzt sich der Trend jährlich steigender Absatzzahlen weiter fort (ZIV, 2013, 2015, 2018, 2019). Mit dem Pedelecbestand steigen jedoch auch die Unfallzahlen (Statistisches Bundesamt, 2016, 2019) und damit die Notwendigkeit effektiver Maßnahmen zur Erhöhung der Verkehrssicherheit von Pedelecfahrern. Dies setzt jedoch ein tieferes Verständnis für diese Nutzergruppe und ihr Unfallgeschehen voraus, als es bisherige Studien zu bieten vermögen, die vorwiegend in anderen (außer)europäischen Ländern durchgeführt wurden (Haustein & Møeller, 2016; Jellinek et al., 2013; Johnson & Rose, 2015; Mc Arthur et al., 2014; Schepers et al., 2014; Uhr & Hertach, 2017), kein umfassendes oder repräsentatives Abbild der Nutzergruppe oder ihres Unfallgeschehens zeichnen (Alrutz et al., 2015; Kröling & Gehlert, 2016; Sifafe, 2017; Von Below, 2016) oder sich auf polizeilich erfasste Unfälle beschränken (Gehlert et al., 2017; Otte et al., 2014) und folglich keinen vollständigen Einblick in das Unfallgeschehen bieten (Juhra et al., 2012; Von Below, 2016). Ziel des hier beschriebenen Projekts war es zum einen, eine umfassende und repräsentative Übersicht über die Gruppe der Pedelecfahrer hinsichtlich soziodemografischer Merkmale, ihrer Fahrgewohnheiten und Nutzungszwecke, sicherheitsrelevanter Einstellungen und Verhaltensweisen sowie etwaiger Probleme im Umgang mit dem Pedelec zu geben. Zum anderen sollte das Unfallgeschehen von Pedelecfahrern über die in amtlichen Unfallstatistiken verfügbaren Informationen hinaus beschrieben werden, sowohl hinsichtlich des Detaillierungsgrads unter Berücksichtigung von Fahrer-, Fahrzeug-, Umweltmerkmalen und Unfallursachen, als auch hinsichtlich des Einschlusses polizeilich nicht erfasster Unfälle. Dabei sollte der Schwerpunkt der Studie auf die Gruppe der Pedelec-25-Fahrer gelegt werden. Um einen ersten Einblick in die spezifi-

sche, kleine Gruppe der S-Pedelec-Fahrer (Pedelec 45) zu gewinnen, sollten auch diese in die Erhebung miteinbezogen werden.

2 Vorgehen

Zur Beantwortung dieser Zielstellung wurden die drei nachfolgend beschriebenen Studien durchgeführt, die jeweils unterschiedliche Schwerpunkte setzten, doch allesamt auch das Unfallgeschehen von Pedelecfahrern in Bezug auf die Unfallsituation, ursächliche Faktoren und die Verletzungsschwere adressierten.

2.1 Onlinebefragung

Im Frühherbst 2018 wurde eine deutschlandweite Onlinebefragung von Pedelecfahrern durchgeführt. Die Rekrutierung erfolgte über das für die deutschsprachige Bevölkerung repräsentative Panel der Forsa.omninet, das ausschließlich telefonisch rekrutiert wurde und auch eine Offline-Teilnahme an Befragungen ermöglicht. Im Zuge der ca. 20-minütigen Befragung wurden personen- und fahrzeugbezogene Charakteristika der Pedelecfahrer, ihr Fahr- und Nutzungsverhalten und sicherheitsrelevante Aspekte (Probleme mit dem Pedelec, potenziell riskante Verhaltensweisen) adressiert und der (schwerste) in den vergangenen drei Jahren erlebte Pedeleccunfall (einschließlich der Stürze) beschrieben. Der Fokus lag auf der Gruppe der 775 Pedelecfahrer, von denen 55 mindestens einen Unfall in den vergangenen drei Jahren berichteten. Separat betrachtet wurde die Gruppe der Fahrer, deren Pedeleccerfahrung auf der Nutzung eines gemieteten Pedelecs beruhte (n = 199).

2.2 GIDAS-Analyse

Es erfolgte eine Analyse der Pedeleccunfälle, die in den Jahren von 2007 bis 2018 in die German In-Depth Accident Study (GIDAS) aufgenommen worden waren. Bei GIDAS handelt es sich um eine in den Erhebungsgebieten "Landkreis Dresden" und "Region Hannover" durchgeführte, repräsentative Erhebung von Verkehrsunfällen mit Verletzten (Johannsen et al., 2007). Hierbei fährt ein interdisziplinäres Team zeitgleich mit Polizei und Rettungskräften zur Unfallstelle und erhebt unfallbezogene Charakteristika, die im Umfang über die polizeilichen Unfalldaten hinausgehen. Eine Auswahl dieser Merkmale wurde für die 214 Pedelecfahrer in der Unfalldatenbank analysiert. Zudem erfolgte ein Vergleich zu Fahrern konventioneller Fahrräder sowie eine altersdifferenzierte Betrachtung für Fahrer bis einschließlich 64 Jahren und Fahrer ab 65 Jahren.

2.3 Klinikbefragung

Durchgeführt wurde eine Befragung verunfallter Pedelecfahrer, die während eines Zeitraums von 12 Monaten ab Frühjahr 2018 zur Behandlung im Unfallklinikum Münster beziehungsweise im Evangelischen Krankenhaus Oldenburg vorstellig wurden. Aufgrund der geringen Fallzahlen wurde 2019 zusätzlich eine postalische Befragung der in den Jahren 2017 bis 2018 verunfallten und in der Notaufnahme der medizinischen Hochschule

Hannover (MHH) aufgenommenen Pedelecfahrer initiiert. Mit Abschluss der Erhebung lagen für 39 Pedelecfahrer vollständige Datensätze (Fragebogen zum Unfallgeschehen, medizinische Behandlungsdaten) vor. Darüber hinaus absolvierten 22 Pedelecfahrer ein telefonisches Interview zur näheren Beschreibung des Unfallhergangs und seiner Ursachen.

3 Untersuchungsergebnisse

3.1 Beschreibung der Nutzergruppe auf Basis der Onlinebefragung

In der Gruppe der Pedelecfahrer überwiegt geringfügig der Anteil männlicher Fahrer (53,8 %). Der hohe Altersdurchschnitt von 56,7 Jahren erklärt sich durch den geringen Anteil vergleichsweise jüngerer Fahrer unter 45 Jahren (21,9 %), der jedoch in den vergangenen zwei Jahren anteilig die stärksten Zuwächse verzeichnet hat. Sollte sich dieser Trend in ähnlichem Maße fortsetzen wie die Absatzzahlen von Pedelecs (ZIV, 2019), wäre in den kommenden Jahren mit einer deutlichen Verjüngung der derzeitigen Nutzergruppe zu rechnen. Diese nutzt ausschließlich als Pedelecs gebaute und verkaufte Fahrzeuge und keine zum Pedelec nachgerüsteten, vormalig konventionellen Fahrräder. Da etwa jeder fünfte auf das Pedelec eines Angehörigen, Partners oder Freundes zurückgreift, liegen die Nutzerzahlen selbst ohne Berücksichtigung der Mietpedelecnutzung oberhalb des Fahrzeugbestands. Bei den Fahrradtypen sind elektrifizierte City- und Hollandräder beziehungsweise Cruiser mit Abstand am verbreitetsten, gefolgt von Trekking-/Crossrädern und den Mountainbikes an dritter Stelle. Die Nutzung eines dedizierten Lastenrads ist noch seltener (1,3 %) als eine zumindest sporadische Anhängernutzung (7,4 %). 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 (12,1 %).

Mehr als 70 % der Fahrer nutzen das Pedelec für Ausflugsfahrten. Darüber hinaus wird es von vielen Fahrern für alltägliche zweckbezogene Fahrten eingesetzt (beispielsweise für Einkäufe und Erledigungen, Fahrten zum Ort der Freizeitgestaltung). In Anbetracht dessen, dass ein Anteil von etwa 40 % der Fahrer nicht (mehr) erwerbspflichtig ist, stellt selbst das Pendeln zur Arbeits- oder Ausbildungsstätte einen oft genannten Nutzungszweck dar (21,4 %). Etwa drei Viertel der Fahrer nutzen es mehrmals im Monat und mehr als die Hälfte davon sogar mehrmals pro Woche. Die Wegelängen wurden in der Befragung nicht adressiert; nach einer aktuellen Mobilitätsstudie ist jedoch davon auszugehen, dass im Vergleich zu konventionellen Fahrrädern mit dem Pedelec in etwa doppelt so viele Kilometer zurückgelegt werden (Nobis & Kuhnimhof, 2018). Die Nutzungsmotive wurden zwar nicht adressiert, doch scheinen gesundheitliche Probleme mehrheitlich nicht ausschlaggebend für die Nutzung eines elektrifizierten Rads. Nach eigenen Angaben ist nur etwa jeder zehnte Fahrer beim Zurücklegen einer ebenen Strecke von 5 km auf den Elektroantrieb angewiesen, um große oder nicht zumutbare körperliche Anstrengungen zu vermeiden. Die meisten Fahrer fühlen sich mit dem Pedelec im Straßenverkehr sicher. Das hohe Sicherheitsgefühl wird beglei-

tet von einer niedrigen allgemeinen Risikobereitschaft. Auch wenn die meisten Fahrer eigenen Angaben zufolge mit dem Pedelec zumindest ein wenig schneller fahren als mit einem konventionellen Fahrrad, erreicht die zumeist gewählte Geschwindigkeit bei ungehinderter Fahrt im Straßenverkehr bei der Hälfte der Fahrer eigenen Angaben zufolge höchstens 20 km/h. Während ein Anteil von knapp fünf Prozent deutlich höhere Geschwindigkeiten wählt, als es das Maximum der elektrischen Tretunterstützung erlaubt (25 km/h oder mehr), wird ein Tuning des Pedelecs vergleichsweise selten berichtet (< 2 %). Die Ergebnisse sprechen somit dafür, dass die bisherigen, nicht empiriebasierten Schätzungen zum Anteil getunter Pedelecs mit 10 bis 30 % deutlich überhöht zu sein scheinen (BR24, 2019; Reidl, 2017). Offen bleibt, wie die höheren Geschwindigkeiten von 28 km/h oder mehr (sofern die Angaben zutreffend sind) erreicht werden, und inwiefern die Antworten derjenigen, die keine Angaben zur Geschwindigkeit gemacht haben (11,9 %), das Ergebnisbild zur Geschwindigkeitswahl verändert hätten. Bei den gelegentlich oder gar (sehr) häufig begangenen potenziell kritischen Verhaltensweisen wird das Überholen langsamerer Radfahrer mit nur wenig Abstand von nahezu jedem dritten Pedelecfahrer berichtet. Darauf folgt bei etwa jedem zehnten Fahrer das Fahren nach Alkoholkonsum (ohne nähere Quantifizierung desselbigen). Etwas geringer liegt der Anteil der Pedelecfahrer, der zumindest gelegentlich über eine rote Ampel fährt (ca. 6 %) oder während der Fahrt telefoniert, textet oder liest (3 bis 4 %). Etwa ein Viertel der Fahrer erlebt technische Probleme mit dem Antrieb ihres Pedelecs, das heißt, einem überraschenden Einsetzen des Motors oder dessen Nachlaufen. Noch höher liegt der Anteil der Fahrer, der Schwierigkeiten mit dem Fahrzeughandling bei der Balance oder beim Abbremsen berichtet. Sowohl die technischen Probleme als auch die Probleme mit dem Fahrzeughandling scheinen nur wenig mit einer mangelnden Vertrautheit mit dem Pedelec zu tun zu haben, da sie mehrheitlich über die ersten drei Nutzungsmonate hinaus Bestand haben. Angesichts ihres hohen Anteils von 20,0 % in der Befragungsstichprobe spielen Mietpedelecs eine bedeutsame Rolle für vorwiegend, aber nicht ausschließlich freizeitorientierte Fahrten. Ihre Fahrergruppe weist einen höheren Männeranteil (61,3 %) und geringeren Altersdurchschnitt (47,0 Jahre) auf als die oben berichtete Gruppe der Pedelecfahrer.

3.2 Beschreibung des Unfallgeschehens auf Basis der drei Studien:

Die verunfallten Pedelecfahrer weisen einen im Vergleich zur repräsentativen Onlinebefragung höheren Altersdurchschnitt auf. Auch Dauer und Häufigkeit der Pedelecnutzung sind bei den Verunfallten überrepräsentiert. Über die Hälfte der verunfallten Pedelecfahrer 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). Es ist anzunehmen, dass diese Merkmale vor allem die Exposition und Vulnerabilität der Nutzergruppe widerspiegeln und nicht als ursächliche Faktoren zu deuten sind.

Im Unfallgeschehen von Pedelec Fahrern zeigen sich zwei Schwerpunkte. Dazu gehören Innerortsunfälle mit Beteiligung eines Pkw beim Einbiegen oder Kreuzen, die überwiegend in

den polizeilich erfassten GIDAS-Daten repräsentiert sind. In Übereinstimmung mit früheren Studien ist der Unfallgegner zumeist ein Pkw, während Zusammenstöße mit anderen Verkehrsteilnehmergruppen – Radfahrer, seltener Fußgänger oder Fahrer von Lkw oder Krafträdern – einen vergleichsweise geringen Anteil stellen (Gehlert et al., 2017; Otte et al., 2014). Als zweiter Schwerpunkt erweisen sich die in beiden Befragungsstudien (GIDAS und Krankenhausbefragung) berichteten Alleinunfälle, die viel häufiger auftreten, als es polizeilich erfasste Unfalldaten widerspiegeln. Der Klinikbefragung zufolge beläuft sich der Anteil polizeilich nicht erfasster, im Krankenhaus behandelter Pedelecunfälle auf zwei Drittel und entspricht damit den Ergebnissen früherer Klinikstudien zum Unfallgeschehen von Fahrern konventioneller Räder (Juhra et al., 2012; Von Below, 2016). Doch auch jenseits der Unterrepräsentation von Unfällen mit bestimmten Charakteristika (Alleinunfall, außerorts) ist fraglich, inwiefern die amtliche Unfallstatistik ein akkurates Abbild der Art und Häufigkeit des Unfallgeschehens von Pedelecfahrern zu zeichnen vermag. Beim Vergleich der Unfallaufnahme durch die Polizei mit der des geschulten GIDAS-Erhebungsteams zeigt sich eine offensichtliche Diskrepanz in der Klassifikation des Fahrzeugtyps. So wurden nur knapp 30 % der Pedelecunfälle von beiden als solche eingeordnet; mehrheitlich wurden sie jedoch von der Polizei fälschlicherweise entweder als Unfall mit einem konventionellen Fahrrad oder als S-Pedelecunfall geführt.

Zu den Unfallursachen gehören unter anderem externe Faktoren, wie die nur selten genannten Witterungsbedingungen oder die Wegbeschaffenheit, die mit steigendem Anteil an Außerortsunfällen an Bedeutung gewinnen. Häufiger aber sehen die Pedelecfahrer die Ursache bei sich beziehungsweise dem Unfallgegner. Eine Präzisierung der menschlichen Fehlerursachen legt auch hier eine Verbindung zur Unfallsituation nahe. Wenn Alleinunfälle dominieren (wie in der Klinikbefragung), sind Handlungsfehler die häufigste menschliche Fehlerursache (zum Beispiel Reaktionsfehler). Wenn vorwiegend Unfälle mit mindestens zwei Beteiligten vertreten sind (wie in der GIDAS-Analyse), überwiegen Fehler bei der Informationsaufnahme. Bei Letzteren wurde mehrfach die Alkoholisierung des Pedelecfahrers als Ursachenfaktor verzeichnet. Auch wenn das Pedelec, beziehungsweise dessen höheres Gewicht, nur selten explizit als unfallverursachender Faktor benannt wird, spricht einiges dafür, dass bis zu ein Drittel der Unfälle auf möglicherweise auch altersbedingte Probleme mit dem Fahrzeughandling (vor allem Unfälle aus dem Stand heraus oder beim Anfahren, seltener auch Unfälle infolge zu starken Bremsens) zurückgeht. Dahingegen gibt es kaum Hinweise auf Pedelecunfälle mit Geschwindigkeiten am oder gar über dem Maximum der zulässigen Tretunterstützung von 25 km/h. Inwieweit die Geschwindigkeit wahrheitsgemäß berichtet wurde und der Verkehrssituation oder den eigenen Fähigkeiten angemessen war, lässt sich jedoch nicht beurteilen.

Die Arbeit verdeutlicht erneut, wie stark die Erhebungsmethodik, die rekrutierte Stichprobe und damit Art und Schwere der in die Analyse eingehenden Unfälle beeinflusst (vergleiche Von Below, 2016). Dies gilt auch für die Verletzungsschwere. Da eine höhere Verletzungsschwere und damit assoziierte Faktoren wie die Beteiligung eines weiteren Verkehrsteilnehmers die Wahrscheinlichkeit einer polizeilichen Erfassung des Unfalls

erhöhen (ebd.), sind in den amtlichen Unfallstatistiken und damit auch in der GIDAS-Datenbank häufiger die schwereren Unfälle repräsentiert. Noch ausgeprägter ist deren Überrepräsentation in der Klinikbefragung, in der die Rekrutierung stationär aufgenommenen Patienten ungleich leichter umzusetzen war als die Rekrutierung ausschließlich ambulant behandelter Patienten. Der auffallend hohe Altersdurchschnitt in dieser Stichprobe spricht für die bereits bekannte Vulnerabilität älterer Fahrer, deren Verletzungsschwere mit dem Alter erheblich steigt (Uhr & Hertach, 2017). Die Erkenntnisse zu den Verletzungscharakteristika gründen nur auf dieser selektiven Stichprobe von häufig allein verunfallten Pedelecfahrern überdurchschnittlich hohen Alters. Demnach treten Verletzungen zumeist, das heißt in etwa der Hälfte der Fälle, im Bereich der Extremitäten (Arme, Schulter, Beine, Hüfte, Becken) auf. Darauf folgen Kopfverletzungen bei etwa einem Viertel der Fahrer, die augenscheinlich häufiger bei zum Unfallzeitpunkt unbehelmteten Fahrern auftreten. Insgesamt lag die Helmtragequote zum Unfallzeitpunkt bei 38,5 % (n = 39).

4 Einschränkungen

Zur Gruppe der S-Pedelecfahrer oder ihrem Unfallgeschehen kann die Arbeit aufgrund der zu geringen Fallzahlen keine generalisierbaren Aussagen treffen (n_{Onlinebefragung} = 23, n_{Klinikbefragung} = 2). Die erhobenen Daten sind jedoch im Bericht dokumentiert. Fallzahlenbedingten Einschränkungen unterliegen auch die aus beiden Befragungen stammenden Informationen zu den verunfallten Pedelecfahrern (n_{Onlinebefragung} = 55, n_{Klinikbefragung} = 39). Die Aussagekraft der klinischen Stichprobe ist zudem durch die Selektivität in Alter und Verletzungsschwere limitiert. Insgesamt erscheint es schwierig, jenseits ungefährer Größeneinordnungen und relativer Bezüge eine Quantifizierung der Bedeutsamkeit der betrachteten Unfallcharakteristika vorzunehmen, da alle drei Untersuchungen eine jeweils andere Facette des Unfallgeschehens abbilden: Die Onlinebefragung zeigt das Unfallgeschehen einer repräsentativen Nutzergruppe von Pedelecs mit ihren zumeist folgenarmen Unfällen. Dahingegen gründet die GIDAS-Analyse auf einer Stichprobe mit ausschließlich polizeilich erfassten Unfällen, die jedoch in Tiefe und Güte über die amtlichen Unfallstatistiken hinausgeht. Die Klinikbefragung hingegen beleuchtet den Teil des Unfallgeschehens von Pedelecfahrern, der gleichzeitig folgenschwer und in polizeilich erfassten Unfalldaten nicht hinreichend repräsentiert ist. Für alle vorliegenden Ergebnisse gilt, dass angesichts der erwartbaren Veränderung der Nutzergruppe die Ergebnisse der Arbeit mit zunehmendem zeitlichen Abstand zu den Durchführungsjahren 2018/2019 an Aussagekraft einbüßen dürften.

5 Empfehlungen

Aus den Erkenntnissen der Arbeit lassen sich verschiedene Empfehlungen zur Verbesserung der Verkehrssicherheit von Pedelecfahrern ableiten. Angesichts der häufigen Alleinunfälle sollten insbesondere Maßnahmen zum Selbstschutz der Pedelecfahrer unterstützt werden. Dazu gehört zum einen ein aktives Bemühen um eine deutliche Erhöhung der Helmtragequote von Pedelecfahrern zur Abmilderung oder Vermeidung von Kopfverletzungen. Noch wichtiger, wenn auch ungleich herausfordernder, ist es, den Unfallursachen direkt zu begegnen. Hier ver-

sprechen intelligente Systeme ein bedeutsames Unfallvermeidungspotenzial. Zum einen lässt sich vermuten, dass einige Stürze, die auf Fehler beim Bremsen oder ungünstige Weg- und Witterungsbedingungen (beispielsweise nasse Straßen) zurückgeführt wurden, durch ein inzwischen marktreifes Anti-Blockier-System (ABS) für Pedelecs hätten vermieden werden können (Oesterreich, 2017). Zum anderen könnte ein System zur Unterstützung der Fahrstabilität auch bei sehr geringen Geschwindigkeiten womöglich den häufigen Stürzen beim Anfahren begegnen. Wie aussichtsreich eine marktreife Umsetzung des bislang nur als Prototyp vorliegenden Systems (Kramper, 2019) ist und wie bedeutsam dessen Sicherheitswirkung, lässt sich jedoch noch nicht abschließend beurteilen. Selbstverständlich müssen ganzheitliche Konzepte zur Verbesserung der Verkehrssicherheit von Pedelecfahrern auch bei ihren Unfallgegnern (zumeist Pkw-Fahrern) ansetzen. Da sich zu den unfallgegnerseitigen Unfallursachen auf Basis der vorliegenden Arbeit keine Aussagen treffen lassen, sollten diese in weiterführenden Studien adressiert werden. Doch auch bei den Pedelecfahrern selbst besteht weiterer Forschungsbedarf. Dies betrifft beispielsweise eine nähere Betrachtung der Gruppe der Mietpedelecfahrer unter Berücksichtigung unterschiedlicher Nutzungskonzepte (zum Beispiel einmalige oder mehrfache Nutzung desselben oder aber unterschiedlicher E-Fahrzeugtypen) in Verbindung mit Merkmalen ihrer Fahrer, deren Fahrverhalten und Unfallbeteiligung. Darüber hinaus ist noch ungeklärt, wie groß der Anteil an Fahrern ist, bei denen die mit dem Pedelec gefahrene Geschwindigkeit die eigenen Fähigkeiten zur Situationseinschätzung und zur angemessenen, rechtzeitigen Reaktion deutlich übersteigt. Zur Klärung dieser Frage werden verhaltensnahe Untersuchungen notwendig. Darüber hinaus bedarf es einer Erweiterung der Wissensbasis zu Pedeleccunfällen. Dies betrifft weiterführende Untersuchungen insbesondere nicht polizeilich erfasster Unfälle mit geeigneten Methoden, um eine aussagekräftige und nicht selektive Stichprobe zu gewinnen. Zudem sollte die Klassifikationsgüte amtlicher Statistiken bezüglich der Einordnung von Pedelecs und S-Pedelecs überprüft und bei ähnlich bedenklichen Ergebnissen wie in der Arbeit entsprechend nachjustiert werden.