



**Unfallforschung kompakt**

**Neues Risiko Pedelec?**

## **Impressum**

**Gesamtverband der Deutschen Versicherungswirtschaft e. V.**  
**Unfallforschung der Versicherer**

Wilhelmstraße 43/43G, 10117 Berlin

Postfach 08 02 64, 10002 Berlin

E-Mail: [unfallforschung@gdv.de](mailto:unfallforschung@gdv.de)

Internet: [www.udv.de](http://www.udv.de)

Facebook: [www.facebook.com/unfallforschung](http://www.facebook.com/unfallforschung)

Twitter: [@unfallforschung](https://twitter.com/unfallforschung)

YouTube: [www.youtube.com/unfallforschung](http://www.youtube.com/unfallforschung)

Redaktion: Dr. rer. nat. Tina Gehlert

Layout: Franziska Gerson Pereira

Bildnachweis: Titelbild Fotolia, UDV und siehe Quellenangaben

Erschienen: 09/2014

## Vorbemerkung

Elektrofahrräder liegen im Trend. Diese können die Bezeichnung Pedelec (Pedel Electric Cycle), S-Pedelec oder E-Bike tragen. Allein im Jahr 2013 wurden 410.000 dieser Fahrräder verkauft (Abbildung 1). Das kennzeichnende Merkmal ist der zusätzliche Elektromotor. Je nach Art der Motorunterstützung werden in Deutschland Fahrräder mit Tretunterstützung (Pedelec, S-Pedelec) und Fahrräder mit tretunabhängigem Zusatzantrieb (E-Bike) unterschieden. Fahrräder mit Tretunterstützung werden nach Leistung und Geschwindigkeit in Pedelec und S-Pedelec unterteilt. Pedelec sind Fahrräder mit Tretunterstützung bis zu 25 km/h und Motorunterstützung bis 250 Watt. Diese werden rechtlich wie Fahrräder behandelt und nutzen wie diese die Radverkehrsinfrastruktur. Sie können ohne Fahrerlaubnis, Radhelmpflicht oder Kfz-Versicherungsschutz gefahren werden. Dagegen werden schnelle Pedelec (S-Pedelec) mit Tretunterstützung bis 45 km/h und Motorunterstützung bis zu 500 Watt als Kleinkrafträder behandelt. Sie dürfen nur mit gültiger Fahrerlaubnis bzw. Mofa-Prüfbescheinigung, einem geeigneten Helm und KFZ-Versicherungsschutz gefahren werden. Den S-Pedelec ist die Nutzung der Radverkehrsinfrastruktur in der Regel nicht gestattet [1]. In Deutschland werden überwiegend Pedelec mit Tretunterstützung bis zu 25 km/h Höchstgeschwindigkeit und Motorunterstützung bis 250 Watt gefahren [1]. Nach Angaben des Zweirad-Industrie-Verbandes (ZIV) [2] beträgt der Marktanteil der S-Pedelec bzw. E-Bikes nur etwa 2 bis 3 % an allen Elektrofahrrädern.

Mit der wachsenden Verbreitung der verschiedenen Elektrofahrräder ergeben sich neue Herausforderungen für die Verkehrssicherheit. Insbesondere die Frage, wie sich die potenziell höheren Geschwindigkeiten auf das Fahrverhalten und das Unfallgeschehen auswirken, ist bisher völlig offen. In Deutschland werden Elektrofahrräder bundesweit erst seit Januar 2014 separat

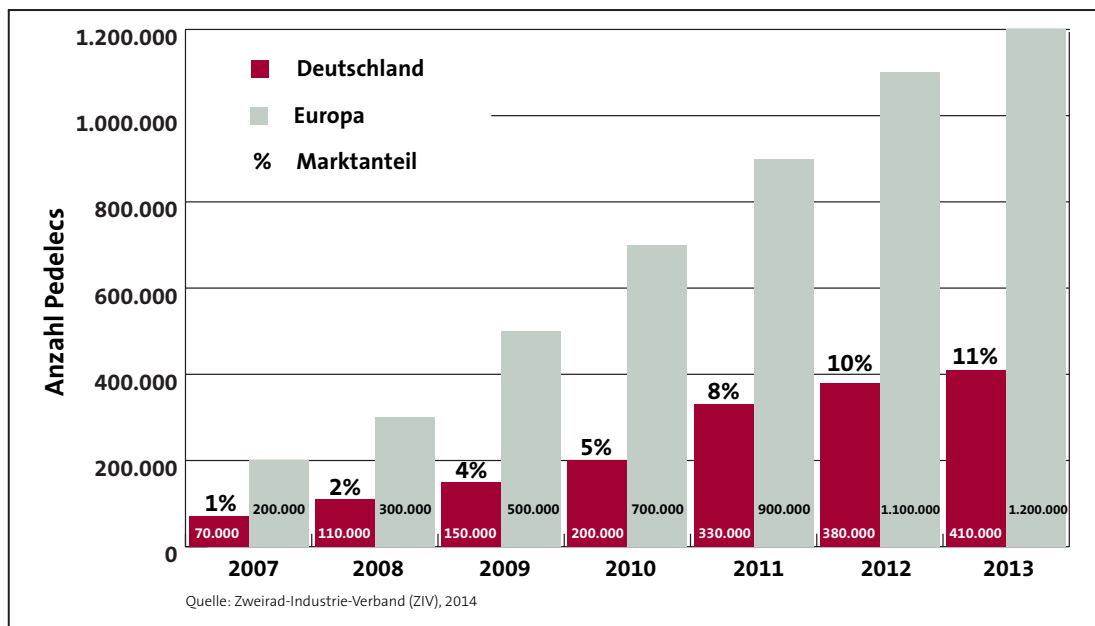


Abbildung 1:  
Marktentwicklung von Elektrofahrrädern

in der polizeilichen Unfallanzeige erfasst. Mit belastbaren Unfalldaten ist daher nicht vor 2017 zu rechnen. In der Schweiz werden Elektrofahrräder bereits seit 2011 in der Unfallstatistik erfasst. Erste Ergebnisse zeigen eine erhöhte Schwere im Vergleich zu Fahrradunfällen. Auch sind besonders Personen ab 45 Jahre betroffen [3]. Allerdings sind die Ergebnisse nur bedingt übertragbar, da in der Schweiz Elektrofahrräder mit einer Motorunterstützung von bis zu 1.000 Watt zugelassen sind.

Die Unfallforschung der Versicherer untersuchte daher gemeinsam mit der Technischen Universität Chemnitz die Mobilität, die Geschwindigkeit und die Verkehrssicherheit von Elektroradfahrern im Vergleich zu Fahrradfahrern in Deutschland. In dieser Veröffentlichung sind die wichtigsten Ergebnisse zusammengefasst. Alle Ergebnisse sind ausführlich im Forschungsbericht-Nr. 27 der UDV dokumentiert [4].

---

## Inhalt

---

Vorbemerkung	2
Methodik	5
Mobilität	6
Geschwindigkeit	7
Verkehrssicherheit	9
Schlussfolgerungen	12
Fazit	12
Schlussbemerkung	13
Literatur	14

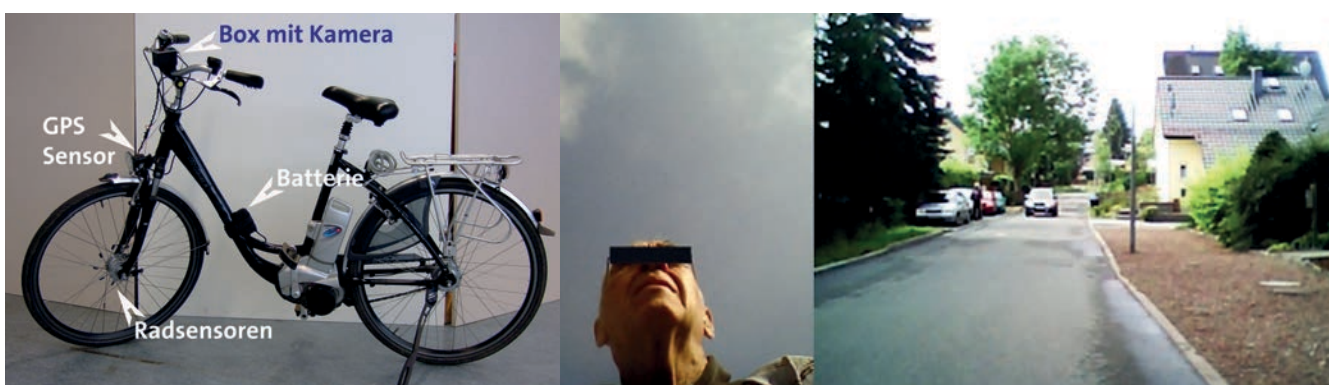
## Methodik

Zur Untersuchung wurde die Fahrverhaltensbeobachtung im natürlichen Umfeld eingesetzt, die bereits in der Vergangenheit zur Beobachtung von Pkw-Fahrern genutzt wurde und wertvolle Erkenntnisse lieferte [5]. Bei dieser Art der Fahrverhaltensbeobachtung werden Verkehrsteilnehmer in ihrem natürlichen Umfeld möglichst unauffällig beobachtet. Dazu werden Videokameras und zahlreiche Sensoren, wie etwa Geschwindigkeitslogger, GPS und Abstandsmessgeräte am oder im Fahrzeug des Probanden installiert. In der vorliegenden Studie wurde dieser Ansatz auf Zweiräder angewendet. Dazu wurde eigens ein Datenaufzeichnungssystem (DAS) entwickelt und an den Zweirädern der Teilnehmer fest verbaut (Abbildung 2). Das DAS bestand aus zwei Videokameras, eine auf die Straße, die andere auf den Kopf des Teilnehmers gerichtet, GPS- und Radsensoren zur Geschwindigkeitsmessung sowie eine digitale Speicherkarte und Batterie. Das Datenaufzeichnungssystem war so konstruiert, dass es unauffällig am Lenker befestigt werden und mit einem Tastendruck ein- und ausgeschaltet werden konnte.

Die Fahrverhaltensbeobachtung fand in Chemnitz und Umgebung statt. Chemnitz ist eine Stadt mit etwa 242.000 Einwohnern. Sie ist

eines von sechs Oberzentren des Freistaates Sachsen. Die Lage der Stadt an den Ausläufern des Erzgebirges bedingt eine sehr hügelige Topografie. Das macht Radfahren mit einem herkömmlichen Fahrrad anstrengend, und bietet daher ein großes Potenzial für die Nutzung von Elektrofahrrädern. Der Anteil des Radverkehrs am Verkehrsaufkommen in Chemnitz beträgt gegenwärtig 6 % [6].

An der Studie nahmen insgesamt 90 Personen, unterteilt in drei Altersgruppen, teil (Tabelle 1). Entsprechend ihrem Marktanteil wurden mehr Pedelec- als S-Pedelecfahrer rekrutiert. Die Fahrradfahrer dienten als Vergleichsgruppe. Bereits bei der Rekrutierung der Teilnehmer wurde ersichtlich, dass Pedelec vorwiegend von Senioren genutzt werden. Alle Teilnehmer waren im Durchschnitt 52 Jahre alt ( $SD = 17.23$ ), der jüngste 16, der älteste 83 Jahre alt. Diese Altersverteilung spiegelt nach Auskunft des Zweirad-Industrieverbandes in etwa die gegenwärtige Käuferstruktur wieder. 63 % der Teilnehmer waren Männer, 37 % Frauen. Die Teilnehmer nutzten ihre Zweiräder mindestens drei bis viermal pro Woche. Dies war der Tatsache geschuldet, dass insbesondere Vielfahrer angesprochen wurden. Mehr als die Hälfte der Teilnehmer gab an, für alle Fahrten einen Fahrradhelm zu tragen.



**Abbildung 2:** Elektrofahrrad mit Instrumentierung (links), Bildausschnitte Kopf, Straße (rechts)



**Tabelle 1:**  
**Stichprobenverteilung**

	Fahrrad	Pedelec	S-Pedelec	Gesamt
< 40 Jahre	10	16	3	<b>29</b>
41 - 64 Jahre	10	14	6	<b>30</b>
> 65 Jahre	11	19	1	<b>31</b>
<b>Gesamt</b>	<b>31</b>	<b>49</b>	<b>10</b>	<b>90</b>

Nach einem telefonischen Erstkontakt wurde für jeden Teilnehmer ein vierwöchiger Beobachtungszeitraum zwischen Juli und November 2012 festgelegt. Zu Beginn der Beobachtung kamen die Teilnehmer mit ihrem eigenen Zweirad an die TU Chemnitz. Dort wurde das Datenaufzeichnungssystem an ihrem Zweirad montiert und die Teilnehmer in die Nutzung eingewiesen. Gleichzeitig beantworteten sie einen Fragebogen zu ihrem gegenwärtigen Mobilitäts- und Nutzungsverhalten (Tabelle 2). Während der Fahrverhaltensbeobachtung führten die Teilnehmer für eine Woche ein Mobilitätstagebuch. Mit Hilfe des Mobilitätstagebuches sollten der Kontext der Radnutzung sowie qualitative Wegemerkmale erfasst werden. Nach Ablauf der Beobachtung wurde das Datenaufzeichnungssystem demontiert. Zu diesem Zeit-

**Tabelle 2:**  
**Fragebogen und Erhebungsinhalte**

Zeitpunkt	Inhalte
<b>Rekrutierung</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Soziodemographie</li> <li>▪ Verkehrsmittel (Elektrofahrrad/Fahrrad)</li> <li>▪ Nutzungsverhalten (z. B. Nutzungshäufigkeit)</li> </ul>
<b>Vorbefragung</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Erweiterte Soziodemographie</li> <li>▪ Motive für den Zweiradkauf und -nutzung</li> <li>▪ Aktuelles Mobilitäts- und Nutzungsverhalten</li> <li>▪ Vor- und Nachteile des Zweiradtyps</li> </ul>
<b>Während der Beobachtung</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Wegemerkmale (z. B. Uhrzeit, Zweck, Begleitung, ungewöhnliche Ereignisse/kritische Situationen)</li> </ul>
<b>Nachbefragung</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Subjektive Wahrnehmung des Fahrverhaltens</li> <li>▪ Unfälle/kritische Situationen während des Beobachtungszeitraums</li> <li>▪ Erfahrung mit der Fahrverhaltensbeobachtung</li> </ul>

punkt beantworteten die Teilnehmer erneut einen Fragebogen zu ihrem Sicherheitsverhalten und den Erfahrungen während und mit der Fahrverhaltensbeobachtung. Die Inhalte der Erhebungen sind in Tabelle 2 im Überblick dargestellt.

Die Teilnehmer legten insgesamt 4.348 Wege und 16.986 km zurück. Dabei wurden etwa 4.400 Videos mit einer Gesamtlänge von über 2.300 Stunden aufgezeichnet. Vor der eigentlichen Auswertung mussten diese Daten aufbereitet werden. Dazu gehörte die Kodierung der Videos mittels umfangreicher Kategoriensysteme, die Bereinigung der GPS- und Sensorrohdaten sowie der Befragungs- und Tagebuchdaten, die Synchronisierung der verschiedenen Datentypen und schließlich die Zusammenführung aller Datenquellen in einer Datenbank. Anschließend wurden die Mittelwerte für die Gruppe der Fahrrad-, der Pedelec- und der S-Pedelecfahrer bestimmt und vorhandene Unterschiede zwischen den Gruppen statistisch abgesichert. Das heißt, es wurde geprüft, ob die Unterschiede auf zufällige Schwankungen innerhalb der Teilnehmergruppe zurückzuführen sind oder aber auf vergleichbare Fahrrad-, Pedelec- und S-Pedelecfahrer verallgemeinert werden können. Im Folgenden wird von statistisch signifikant gesprochen, wenn sich die gefundenen Unterschiede mit einer mindestens 95 %igen Wahrscheinlichkeit verallgemeinern lassen.

---

## Mobilität

---

Während des vierwöchigen Beobachtungszeitraumes legten die Teilnehmer mit ihrem Zweirad im Durchschnitt 50 Wege und 195,2 km zurück. Gemessen an der Gesamtzahl ihrer Wege, nutzten die Teilnehmer ihr Zweirad für jeden fünften Weg. Es gibt keine statistisch signifikanten Unterschiede zwischen den drei

Zweiradtypen Fahrrad, Pedelec und S-Pedelec. Das Gleiche gilt für die durchschnittliche Wegedauer von 17 min pro Weg. S-Pedelec-fahrer legten mit 7,2 km statistisch signifikant längere Wege zurück als Fahrradfahrer (3,5 km) und Pedelec-fahrer (4,7 km). Der Unterschied zwischen Fahrrad- und Pedelec-fahrern ist statistisch nicht signifikant.

Am häufigsten wurde von allen Teilnehmern die Fahrbahn genutzt (61,4 % der zurückgelegten km), gefolgt von den verschiedenen Formen der Radverkehrsinfrastruktur (15,9 %) und Gehwegen (9,5 %). Entgegen der geltenden Vorschrift nutzten auch S-Pedelec-fahrer Radwege (13,7 % ihrer zurückgelegten km), insbesondere selbständig geführte gemeinsame Rad- und Gehwege (9,8 %). Alle drei Fahrzeuggruppen nutzten Gehwege, die nicht für Radfahrer freigegeben waren (7,4 %), wobei dieses regelwidrige Verhalten am häufigsten bei den Radfahrern auftrat (9,7 %).

Die Teilnehmer nutzen ihr Zweirad vor allem für Wege zum und vom Arbeitsplatz (30,0 % der Wege), zur Erholung bzw. Sport im Freien (19,3 %), zum Einkaufen (16,5 %) und in Zusammenhang mit Dienstleistungen (13,2 %). S-Pedelec-fahrer nutzten das Zweirad deutlich häufiger für arbeitsbezogene Wege als die beiden anderen Nutzergruppen (53,6 % vs. 30,0 % aller Teilnehmer). Mit zunehmendem Alter war eine deutliche Verschiebung der Zweiradnutzung in den Freizeitbereich zu beobachten.

Auf die Frage, welches Verkehrsmittel konkret als Alternative zum Elektrofahrrad zur Verfügung gestanden hätte, gaben die Teilnehmer für 18,4 % der Wege an, keine Alternative gehabt zu haben. Bei den verbleibenden Wegen zeigten sich Unterschiede zwischen den Pedelec-nutzern auf der einen und Fahrradfahrern auf der anderen Seite. Während Pedelec-

und S-Pedelec-fahrer am häufigsten den Pkw als Alternative angaben, war das bei Fahrradfahrern der Öffentliche Personennahverkehr.

Zusammenfassend finden sich kaum Unterschiede in der Mobilität von Fahrradfahrern, Pedelec-fahrern und S-Pedelec-fahrern. Lediglich S-Pedelec-fahrer legten vermehrt längere Wege sowie Arbeitswege zurück. Auffallend ist, dass Pedelec und S-Pedelec im Gegensatz zu Fahrrädern als Alternative zum Pkw angesehen werden.

---

## Geschwindigkeit

---

Eine zentrale Frage der Studie war, ob und wie die potenziell höheren Geschwindigkeiten von Elektrofahrrädern tatsächlich realisiert werden. Dafür wurden zwei Arten von Geschwindigkeiten gemessen. Zum einen ist das die durchschnittliche **Reisegeschwindigkeit**, die die ganze Zeitspanne vom Antritt bis zum Erreichen des Ziels umfasst, also auch Standzeiten der Fahrer an roten Ampeln o. ä. Zum anderen ist es die durchschnittliche **Fahrgeschwindigkeit**, mit der das Zweirad tatsächlich bewegt wurde. Allgemein gilt, dass die Reisegeschwindigkeit niedriger ist als die Fahrgeschwindigkeit. In dieser Studie war die Reisegeschwindigkeit bei allen drei Zweiradtypen um 1,4 km/h niedriger als die Fahrgeschwindigkeit.

Tabelle 3 zeigt die durchschnittliche Reise- und Fahrgeschwindigkeit getrennt nach Zweiradtyp und Altersgruppe. S-Pedelec-fahrer fuhren am schnellsten, gefolgt von Pedelec-fahrern und Fahrradfahrern. Fahrer bis 40 Jahre fuhren am schnellsten, gefolgt von Fahrern von 41 bis 64 Jahren und Fahrern über 65 Jahren. Die Indices a, b und c an den Gesamtmittelwerten der Alters- und Zweiradgruppen zeigen an, ob die Unterschiede



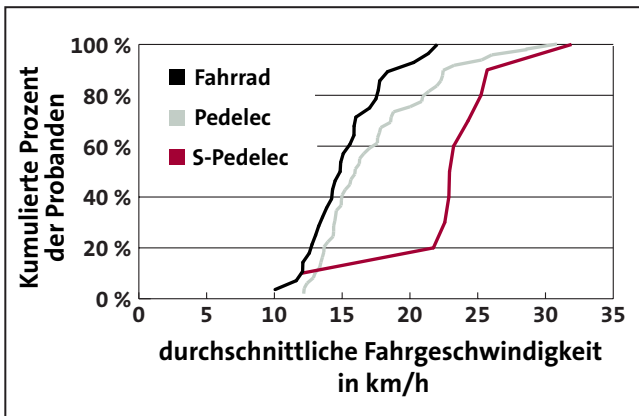
zwischen den Gruppen statistisch signifikant sind und wenn ja, welche Gruppen sich statistisch voneinander signifikant unterscheiden. Gruppen mit gleichem Indice unterscheiden sich statistisch **nicht** signifikant voneinander. Für die Altersgruppen bedeutet das, dass der Unterschied zwischen den Fahrern bis 40 Jahre und den Fahrern zwischen 41 und 64 Jahren statistisch nicht signifikant ist und einer zufälligen Schwankung entspricht. Beide Gruppen unterscheiden sich aber statistisch signifikant von den über 65-jährigen Fahrern. Das gilt sowohl für die durchschnittliche Reise- als auch für die durchschnittliche Fahrgeschwindigkeit. Für die Zweiradtypen zeigt sich, dass sich alle drei Zweiradtypen statistisch signifikant voneinander unterscheiden, sowohl in der durchschnittlichen Reise- als auch in der durchschnittlichen Fahrgeschwindigkeit. Dabei wurde der Tatsache, dass ältere Teilnehmern langsamer fahren als jüngere, Rechnung getragen. Für S-Pedelecfahrer ist eine Durchschnittsgeschwindigkeit nur für die Altersgruppe der 41- bis 64-Jährigen angegeben. Nur bei dieser Altersgruppe war dafür eine ausreichende Fallzahl vorhanden. Zur Be-

rechnung der Durchschnittsgeschwindigkeit für die Gruppe der S-Pedelecfahrer insgesamt wurden jedoch alle S-Pedelecfahrer herangezogen.

Des Weiteren wurde die Verteilung der Fahrgeschwindigkeit analysiert (Abbildung 3). Die niedrigste Durchschnittsgeschwindigkeit aller Teilnehmer betrug 10,1 km/h, die höchste Durchschnittsgeschwindigkeit 31,9 km/h. Dabei variierten die Geschwindigkeiten der Elektrofahrradfahrer stärker als die der Fahrradfahrer. Des Weiteren wurde die Geschwindigkeit ermittelt, die jeweils von 85 % und von 15 % der Probanden überschritten wurde. Diese Geschwindigkeiten charakterisieren den unteren und oberen Bereich der Geschwindigkeitsverteilung. Betrachtet man das untere Ende der Verteilung, fuhren 85 % der Fahrradfahrer im Durchschnitt schneller als 12,3 km/h, Pedelec-fahrer schneller als 13,5 km/h und S-Pedelec-fahrer schneller als 18,3 km/h. Am oberen Ende fuhren 15 % der Fahrradfahrer im Durchschnitt schneller als 18,1 km/h, Pedelec-fahrer schneller als 22,3 km/h und S-Pedelec-fahrer schneller als 27,9 km/h.

**Tabelle 3:**  
**Durchschnittliche Geschwindigkeit nach Zweiradtyp und Altersgruppe**  
(n = Gruppengröße, M = Mittelwert; SD = Standardabweichung; Radsensordaten; gesamter Erhebungszeitraum)

	Fahrrad			Pedelec 25			Pedelec 45			Gesamt		
	n	M	SD	n	M	SD	n	M	SD	n	M	SD
<i>Durchschnittliche Reisegeschwindigkeit (mit 0 km/h)</i>												
≤ 40 Jahre	8	14,9	3,5	16	18,7	5,3	3	-	-	27	<b>18,0<sup>a</sup></b>	4,5
41 - 64 Jahre	9	14,4	2,2	14	16,1	4,4	6	23,6	2,4	29	<b>17,1<sup>a</sup></b>	4,8
≥ 65 Jahre	11	12,7	2,8	19	13,6	1,7	1	-	-	31	<b>13,2<sup>b</sup></b>	2,9
<b>Gesamt</b>	28	<b>13,9<sup>a</sup></b>	2,9	49	<b>16,0<sup>a</sup></b>	4,5	10	<b>21,8<sup>b</sup></b>	4,8			
<i>Durchschnittliche Fahrgeschwindigkeit (ohne 0 km/h)</i>												
≤ 40 Jahre	8	16,6	3,4	16	20,4	5,0	3	-	-	27	<b>19,6<sup>a</sup></b>	4,8
41 - 64 Jahre	9	15,8	2,3	14	17,5	4,0	6	25,1	3,7	29	<b>18,5<sup>a</sup></b>	4,8
≥ 65 Jahre	11	13,9	2,6	19	14,8	1,9	1	-	-	31	<b>14,4<sup>b</sup></b>	2,2
<b>Gesamt</b>	28	<b>15,3<sup>a</sup></b>	2,9	49	<b>17,4<sup>b</sup></b>	4,4	10	<b>23,2<sup>c</sup></b>	4,9			



**Abbildung 3:**  
Verteilung der durchschnittlichen Fahrgeschwindigkeit nach Zweiradtyp (Radsensordaten; gesamter Erhebungszeitraum)

Zusammenfassend lässt sich konstatieren, dass die Ergebnisse das erwartete Bild zeigen. S-Pedelecfahrer fahren am schnellsten, gefolgt von Pedelecfahrern und Fahrradfahrern. Auch variierte die Fahrgeschwindigkeit der Elektrofahrräder stärker als die der Fahrradfahrer. Allerdings ist der Unterschied in den Durchschnittsgeschwindigkeiten zwischen den Fahrrad- und den Pedelecfahrern geringer als vermutet. Pedelecfahrer scheinen die Motorunterstützung in erster Linie einzusetzen, um ähnliche Geschwindigkeiten wie Fahrradfahrer zu realisieren, nur mit geringerem Aufwand.

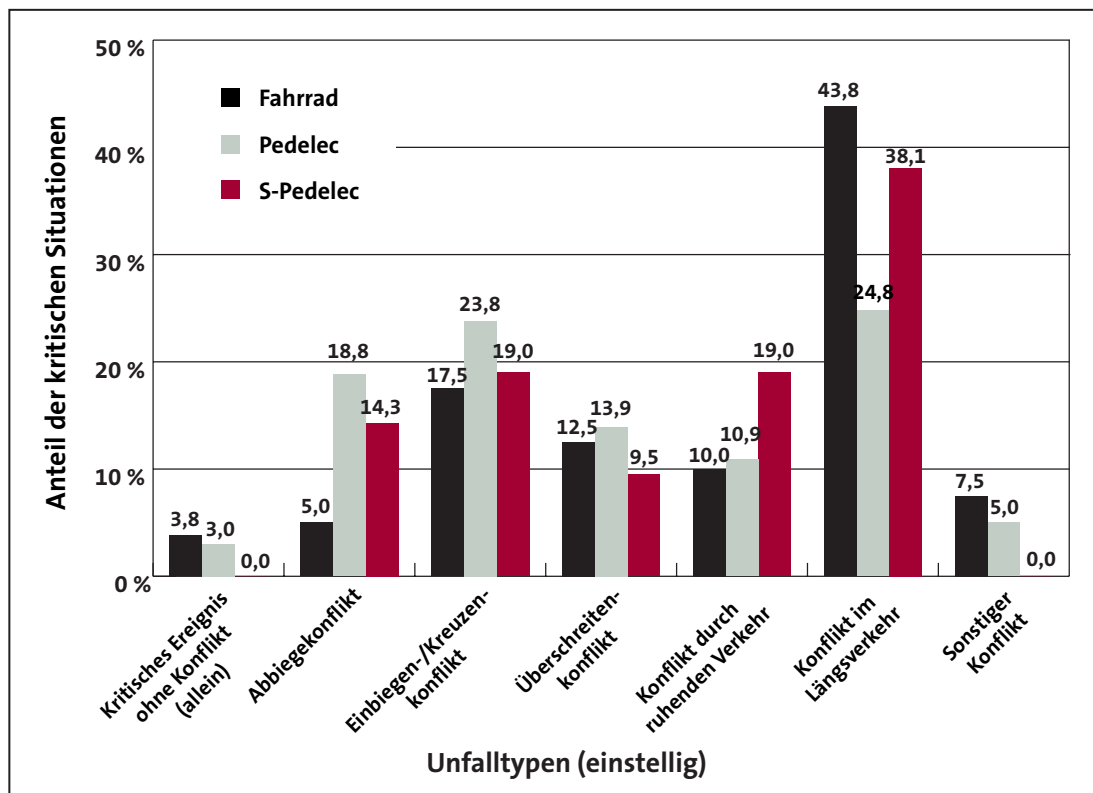
## Verkehrssicherheit

Für die Beurteilung der Verkehrssicherheit wurde auf die Art und Anzahl von kritischen Situationen im Straßenverkehr zurückgegriffen, da zum Zeitpunkt der Untersuchung belastbare Unfallzahlen für Deutschland fehlten. Dazu wurden die Videoaufnahmen von vorher geschulten Beobachtern mittels eines Kategorienschemas ausgewertet. Als kritisch wurde eine Situation dann eingestuft, wenn der Teilnehmer oder der/die Beteiligte sehr wahrscheinlich die Kontrolle über das Zweirad verlieren könnte. Unterschieden wurden fünf

verschiedene Arten von kritischen Situationen:

1. Konflikt mit Sturz: Konflikt zwischen dem Zweiradfahrer und einem anderem Verkehrsteilnehmer oder einem Objekt mit Sturzfolge (mit und ohne Kollision)
2. Konflikt ohne Sturz mit Reaktion: Ausweich- bzw. Bremsmanöver des Zweiradfahrers oder eines anderen Verkehrsteilnehmers, um einen Konflikt zu lösen bzw. eine Kollision zu verhindern
3. Konflikt ohne Sturz ohne Reaktion: Konflikt im Straßenverkehr ohne Manöver des (Elektro-) Radfahrers, z. B. zu nahes Überholen von anderen Fahrzeugen
4. Sturz: Zweiradfahrer stürzt ohne Einwirkung Anderer
5. Beinahesturz: Zweiradfahrer kann den bevorstehenden Sturz mit Mühe vermeiden (ohne Einwirkung Anderer).

Insgesamt wurden während des vierwöchigen Beobachtungszeitraums 202 kritische Situationen erfasst, davon zwei Stürze ohne Einwirkung anderer und ein Sturz in Folge eines Konflikts mit einem Pkw. Der beteiligte Pkw-Fahrer missachtete beim Linksabbiegen die Vorfahrt des entgegenkommenden Pedelecfahrers. Bei den beiden Alleinunfällen handelte es sich um Stürze infolge von nassem bzw. rutschigem Untergrund. Am häufigsten ( $n = 174$ ) waren Konflikte ohne Sturz mit einer Reaktion des Teilnehmers, um eine Kollision mit einem anderen Verkehrsteilnehmer zu verhindern. Es gab keine statistisch signifikanten Unterschiede in der Anzahl der kritischen Situationen zwischen Fahrrad-, Pedelec- und S-Pedelecfahrern oder den drei Altersgruppen. Gleiches gilt für die an der Kilometerleistung relativierte Anzahl kritischer Situationen. Das bedeutet, dass Pedelec- und S-Pedelecfahrer trotz höherer Durchschnittsgeschwindigkeiten nicht häufiger in kritische Situationen geraten als Fahrradfahrer.



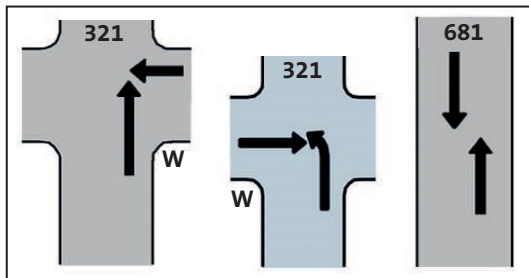
**Abbildung 4:** Art und Häufigkeit der kritischen Situationen entsprechend des einstelligen Unfalltyps getrennt nach Zweiradtyp (Videodaten, gesamter Erhebungszeitraum)

Zur näheren Beschreibung der kritischen Situationen wurde die Unfalltypenklassifikation gemäß dem Merkblatt zur Örtlichen Unfalluntersuchung in Unfallkommissionen (M UKO) [7] herangezogen. Der Unfalltyp bezeichnet den, einen Unfall auslösenden, Verkehrsvorgang bzw. Konflikt. Als Konflikt gilt dabei die gleichzeitige Annäherung von Verkehrsteilnehmern (den Konfliktpartnern) an eine Straßenstelle, an der sie unter Umständen zusammenstoßen könnten. Ob und wie Verkehrsteilnehmer tatsächlich kollidieren, spielt für die Bestimmung des Unfalltyps keine Rolle. Entscheidend für die Bestimmung des Unfalltyps ist allein die Konfliktsituation [7]. Der Unfalltyp wird für unterschiedlichste Untersuchungen des Unfallgeschehens in Forschung und Praxis einheitlich verwendet. Abbildung 4 stellt die Unfalltypen für Fahrrad-, Pedelec- und S-Pedelecfahrer dar.

Am häufigsten wurden bei allen drei Zweiradtypen Konflikte im Längsverkehr (Unfalltyp 6) und Einbiegen-Kreuzen-Konflikte (Unfalltyp 3) beobachtet. Dabei handelte es sich vor allem um entgegenkommende Fahrzeuge auf dem Fahrstreifen des Teilnehmers und Vorfahrtsmissachtungen durch motorisierte Fahrzeuge. Am seltensten traten in allen drei Gruppen kritische Situationen ohne Konflikte auf, die dem Unfalltyp 1, dem Alleinunfall, entsprechen.

Eine detaillierte Betrachtung des dreistelligen Unfalltyps ergab, dass bei Pedelecfahrern am häufigsten Konflikte des Unfalltyps 321 auftraten (Abbildung 5, links). Das sind Einbiegen-Kreuzen-Konflikte, bei denen der Teilnehmer sowohl wartepflichtig als auch bevorrechtigt gewesen sein kann. Bei S-Pedelecfahrern und Fahrradfahrern wurden am häufigsten Konflikte ähnlich

dem Unfalltyp 681 beobachtet (Abbildung 5, rechts). Das sind Konflikte im Längsverkehr zwischen sich begegnenden Verkehrsteilnehmern.



**Abbildung 5:**  
Grafische Darstellung der Unfalltypen entnommen aus der Unfalltypenklassifikation gemäß M UKO (W = Wartepflichtig) [7]

Konfliktgegner waren bei allen drei Zweiradtypen am häufigsten Pkw, gefolgt von Fußgängern und Fahrrad- bzw. Elektrofahrradfahrern. Des Weiteren traten bei allen drei Zweiradtypen auch kritische Situationen mit mehreren Beteiligten auf, beispielsweise ein Fußgänger, der mit seinem Hund unterwegs war.

Die Verteilung der kritischen Situationen auf die verschiedenen Infrastrukturtypen entsprach bei allen drei Zweiradtypen der Exposition, d. h. der gefahrenen Kilometerleistung pro Infrastrukturtyp. Am häufigsten wurden kritische Situationen auf der Fahrbahn beobachtet. Für S-Pedelecfahrer und Fahrradfahrer stand an zweiter Stelle der selbständig geführte gemeinsame Rad- und Gehweg. Bei Pedelecfahrern kamen dagegen häufiger kritische Situationen auf dem straßenbegleitenden getrennten Rad- und Gehweg vor. Ferner ereigneten sich die meisten kritischen Situationen während einer regelkonformen Nutzung der Infrastruktur. Auffallend waren lediglich einzelne kritische Situationen, bei denen die Teilnehmer den Gehweg statt der Fahrbahn nutzten.

Zusammenfassend lässt sich konstatieren, dass nicht nur Anzahl sondern auch die Art kri-

tischer Situationen zwischen Fahrradfahrern, Pedelec- und S-Pedelecfahrern vergleichbar ist. Das Konfliktgeschehen von Pedelec- und S-Pedelecfahrern entspricht im Wesentlichen dem Radunfallgeschehen [8].

Zur Einschätzung der Verkehrssicherheit wurde des Weiteren das regelwidrige Fahrverhalten von Pedelec- und Fahrradfahrern während des gesamten Beobachtungszeitraums analysiert. Folgenden Verhaltensweisen wurden betrachtet:

- ein Befahren der angebotenen Infrastruktur in falscher Fahrtrichtung, d. h. eine Missachtung des Rechtsfahrgebots
- die Nutzung von Gehwegen, die nicht für Radfahrer freigegeben sind, und
- das Abweichen von einer benutzungspflichtigen Radverkehrsinfrastruktur durch Pedelec und Fahrradfahrer.

Die Teilnehmer legten im Mittel 88,8 % der gefahrenen Kilometer auf der vorgeschriebenen Infrastruktur in der korrekten Fahrtrichtung zurück. Dieser Anteil war bei S-Pedelecfahrern niedriger als bei Pedelec- und Fahrradfahrern (Fahrrad: 88,8 %, Pedelec: 90,8 %, S-Pedelec: 80,4 %). Die Missachtung des Rechtsfahrgebots, d. h. die Nutzung von Fahrbahn und Radwegen entgegen der Fahrtrichtung trat vergleichsweise selten auf. Im Mittel fuhren die Teilnehmer nur 1,2 % der auf Fahrbahn und Radverkehrsinfrastruktur zusammen zurückgelegten Kilometer auf der falschen Seite.

Die Nutzung von Gehwegen, die nicht für Radfahrer freigegeben waren, trat deutlich häufiger auf. Fuhren die Teilnehmer auf dem Gehweg, stand für mehr als zwei Drittel der Streckenlänge die Fahrbahn als Alternative zur Verfügung. Für ein Viertel der auf Gehwegen zurückgelegten Strecken wurde hingegen keine alternative Infrastruktur angeboten. Dabei handelte es sich beispielsweise um Situati-

onen, in denen Wohngebiete durchquert wurden oder die Fahrbahn aufgrund von Bauarbeiten gesperrt war.

Sofern eine Radverkehrsinfrastruktur angeboten wurde, wurde diese in der Mehrzahl der Fälle auch genutzt (91,1 % der km, für die Radwege vorgeschrieben waren). Abgewichen davon wurde am häufigsten bei straßenbegleitenden getrennten und gemeinsamen Rad- und Gehwegen gefolgt von der markierten Radverkehrsführung auf der Fahrbahn. Angebotene, selbständig geführte gemeinsame Geh- und Radwege wurden in allen Fällen genutzt.

Zusammenfassend bedeutet dies, dass Fahrrad- und Pedelecfahrer vor allem dann die Infrastruktur regelwidrig zu nutzen scheinen, wenn das Angebot ihren Bedürfnissen nicht entgegenkommt.

---

## Schlussfolgerungen

---

Mit der wachsenden Verbreitung von Pedelec ergeben sich neue Herausforderungen für die Verkehrssicherheit. Insbesondere die Frage, wie sich die möglicherweise höheren Geschwindigkeiten auf das Fahrverhalten und das Unfallgeschehen auswirken, war bisher völlig offen. Die UDV untersuchte daher gemeinsam mit der TU Chemnitz mittels einer naturalistischen Fahrverhaltensbeobachtung die Mobilität, die Geschwindigkeit und die Verkehrssicherheit von Pedelec und S-Pedelecfahrern im Vergleich zu Fahrradfahrern. Im Ergebnis zeichnet die Studie folgendes Bild:

- Pedelec werden gegenwärtig vor allem von älteren Personen gefahren.
- Pedelec und Fahrräder werden in ähnlichem Umfang und zu ähnlichen Zwecken eingesetzt. Lediglich bei den S-Pedelecfahrern dominieren stärker die Arbeitswege.

- S-Pedelecfahrer erreichen im Durchschnitt statistisch signifikant höhere Reise- und Fahrgeschwindigkeiten als Fahrrad- und Pedelec-fahrer. Pedelecfahrer sind im Mittel ebenfalls statistisch signifikant schneller unterwegs als Fahrradfahrer. Allerdings ist der Unterschied nicht sehr groß. Sie scheinen die Motorunterstützung in erster Linie einzusetzen, um mit dem Fahrrad ähnliche Geschwindigkeiten mit geringerem Aufwand zu realisieren.
- Die Fahrgeschwindigkeit der S-Pedelec- und Pedelecfahrer variiert jedoch stärker als die der Fahrradfahrer.
- Alle drei Zweiradtypen erleben ähnlich häufig kritische Situationen im Straßenverkehr. Auch die höhere Durchschnittsgeschwindigkeit von S-Pedelecfahrern führt zu keiner Häufung von kritischen Situationen.
- Am häufigsten werden für alle drei Zweiradtypen Konflikte im Längsverkehr, Einbiegen-/ Kreuzen- oder Abbiege-Konflikte beobachtet. Entsprechend der Exposition ereignen sich die meisten Konflikte mit Pkw, gefolgt von Fußgängern und Fahrrad- bzw. Elektrofahrradfahrern. Dahinter verbergen sich typischerweise Vorfahrtsmissachtungen bzw. Auspark- oder Wendemanöver der Pkw sowie Querungen, das Vorauslaufen oder Entgegenkommen von Fußgängern bzw. anderen Radfahrern. Das Konfliktgeschehen von Pedelec- und S-Pedelecfahrern entspricht damit im Wesentlichen dem klassischen Radunfallgeschehen.

---

## Fazit

---

Der Vergleich von Fahrrädern und Elektrofahrrädern zeigt, dass Elektrofahrräder per se keinem erhöhten oder anders gelagertem Sicherheitsrisiko als Fahrräder unterliegen. Die potenziell höheren Geschwindigkeiten werden vor allem von S-Pedelecfahrern realisiert, während für Pedelecfahrer der erhöhte Komfort im Mittelpunkt steht.

Die rechtliche Einordnung von Pedelec und S-Pedelec [1] erscheint vor dem Hintergrund der Ergebnisse gerechtfertigt. Aufgrund der höheren Durchschnittsgeschwindigkeit von S-Pedelecfahrern ist zu empfehlen, dass diese auch weiterhin nur auf der Fahrbahn zugelassen sind und einer Helm- und Versicherungspflicht unterliegen. Es ist durchaus möglich, dass S-Pedelecfahrer zwar ebenso häufig in Unfälle verwickelt sind, aber dann schwerer verletzt werden. Erste Ergebnisse aus der Schweiz legen diesen Schluss nahe.

Die stärkere Variation der Geschwindigkeit von Pedelecfahrern im Vergleich zu Fahrradfahrern in Verbindung mit ihrer zunehmenden Verbreitung stellte besondere Anforderungen an die Dimensionierung der Radverkehrsinfrastruktur. Sie sollte den Empfehlungen der ERA 2010 [9] folgend so ausgestaltet sein, dass sichere Überholvorgänge von Zweiradfahrern untereinander möglich sind. Da manche der S-Pedelecfahrer immer noch die Radverkehrsinfrastruktur statt der Fahrbahn nutzen, ist hier verstärkt Aufklärung zu betreiben.

---

## Schlussbemerkung

---

Die Studie stellt eine Momentaufnahme der gegenwärtigen Nutzung von Fahrrädern mit elektrischer Tretunterstützung (Pedelec und S-Pedelec) in einer dafür in hohem Maße geeigneten Stadt in Deutschland dar. Die Ergebnisse sind daher vor dem Hintergrund der aktuellen gesetzlichen Rahmenbedingungen, der Verbreitung von Elektrofahrrädern sowie der Merkmale der jeweiligen Nutzergruppen zu bewerten. Eine Veränderung dieser Rahmenbedingungen kann durchaus zu einer geänderten Einschätzung der Verkehrssicherheit führen. Daher ist eine fortlaufende, aufmerksame Beobachtung der zukünftigen Entwicklung sinnvoll.



---

## Literatur

---

- [1] Verkehrsblatt-Verlag (2012). Landverkehr Ausgabe Nr. 22/2012. Bekanntmachung zur verkehrsrechtlichen Einstufung von Elektrofahrrädern. VO-Nr. 193, S. 848
- [2] ZIV - Zweirad-Industrie-Verband e. V. (2014). Jahresbericht 2014, Zweirad-Industrie-Verband e. V., Bad Soden a. Ts.
- [3] bfu - Beratungsstelle für Unfallverhütung (2013). SINUS-Report 2013: Sicherheitsniveau und Unfallgeschehen im Strassenverkehr 2012. bfu, Bern.
- [4] Schleinitz, K., Franke-Bartholdt, L., Petzoldt, T., Schwanitz, S., Kühn, M. & Gehlert, T. (2014). Pedelec-Naturalistic Cycling Study. Forschungsbericht Nr. 27. Unfallforschung der Versicherer. Gesamtverband der Deutschen Versicherungswirtschaft e. V., Berlin.
- [5] Winkelbauer, M., Baldanzini, N., Baumann, M., Petzoldt, T., & Gelau, C. (2012). Naturalistic Observation: Neue Methode unterwegs. Zeitschrift für Verkehrssicherheit, 58(2), 73 - 78.
- [6] Ahrens, G.-A., Ließke, F., Wittwer, R., & Hubrich, S. (2010). Sonderauswertung zur Verkehrserhebung, Mobilität in Städten - SrV 2008, Städtevergleich (Vol. 49).
- [7] Merkblatt zur Örtlichen Unfalluntersuchung in Unfallkommissionen (M UKO), FGSV Verlag, Köln 2012.
- [8] UDV- Unfallforschung der Versicherer (2013). Innerörtliche Unfälle mit Fußgängern und Radfahrern. Unfallforschung kompakt Nr. 39. Unfallforschung der Versicherer. Gesamtverband der Deutschen Versicherungswirtschaft e. V., Berlin.
- [9] Grundlagen für Planung und Betrieb von Radverkehrsanlagen (ERA 2010), FGSV Verlag, Köln, 2010.



**Gesamtverband der Deutschen Versicherungswirtschaft e.V.**

Wilhelmstraße 43/43G, 10117 Berlin  
Postfach 08 02 64, 10002 Berlin

Tel.: 030/2020 - 50 00, Fax: 030/20 20 - 60 00  
[www.gdv.de](http://www.gdv.de), [www.udv.de](http://www.udv.de)