

# **Demografischer Wandel – Kenntnisstand und Maßnahmenempfehlungen zur Sicherung der Mobilität älterer Verkehrsteilnehmer**

**Berichte der  
Bundesanstalt für Straßenwesen**

**Mensch und Sicherheit Heft M 283**



**bast**

# **Demografischer Wandel – Kenntnisstand und Maßnahmenempfehlungen zur Sicherung der Mobilität älterer Verkehrsteilnehmer**

von

Kristina Schubert  
Nicole Gräcmann  
Astrid Bartmann

Bundesanstalt für Straßenwesen  
Bergisch Gladbach

**Berichte der  
Bundesanstalt für Straßenwesen**

**Mensch und Sicherheit Heft M 283**

**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 Öffentlichkeitsarbeit.

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 Öffentlichkeitsarbeit.

Ab dem Jahrgang 2003 stehen die **Berichte der  
Bundesanstalt für Straßenwesen (BASt)**  
zum Teil als kostenfreier Download im elektronischen  
BASt-Archiv ELBA zur Verfügung.  
<http://bast.opus.hbz-nrw.de>

## Impressum

**Bericht zum Forschungsprojekt F1100.4313013:**  
Demografischer Wandel – Kenntnisstand und Maßnahmenempfehlungen  
zur Sicherung der Mobilität älterer Verkehrsteilnehmer

### Herausgeber

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

### Redaktion

Stabsstelle Presse und Öffentlichkeitsarbeit

### 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](http://www.schuenemann-verlag.de)

ISSN 0943-9315

ISBN 978-3-95606-404-3

Bergisch Gladbach, August 2018

## Kurzfassung – Abstract

### **Demografischer Wandel – Kenntnisstand und Maßnahmenempfehlungen zur Sicherung der Mobilität älterer Verkehrsteilnehmer**

Das Thema Sicherheit von älteren Verkehrsteilnehmern hat sich zu einem wichtigen Schwerpunkt der verhaltenswissenschaftlichen Forschung der Bundesanstalt für Straßenwesen (BASt) entwickelt. Im Rahmen verschiedener Forschungsprojekte wurden verkehrssicherheitsrelevante Leistungspotenziale, Defizite, Gesundheitsdaten und Kompensationsstrategien älterer Verkehrsteilnehmer untersucht sowie Interventionsmaßnahmen zur Verbesserung ihrer Fahrkompetenz herausgearbeitet. Zudem war die BASt im November 2014 Veranstalter der Konferenz „Ageing and Safe Mobility“, auf welcher aktuelle Ergebnisse aus empirischen Untersuchungen zum Verhalten älterer Verkehrsteilnehmer, zur Straßeninfrastruktur und zur Fahrzeugtechnik diskutiert wurden. Die hierbei gewonnenen Erkenntnisse werden im vorliegenden Bericht aufgegriffen und zusammen mit Ergebnissen aus relevanten nationalen und internationalen Publikationen aufbereitet. Diese Übersichtsarbeit soll helfen, die neuen Herausforderungen für die Verkehrssicherheit, welche aufgrund der steigenden Anzahl der Älteren und ihrer Mobilitätsbedürfnisse aufkommen, angemessen zu bewältigen. Sie gibt den Stand der Forschung zu Mobilitätsbedürfnissen, altersbegleitenden fahrrelevanten Funktionsveränderungen sowie zu Kompensationsmechanismen älterer Fahrer umfassend wieder. Weiterhin werden die Eignung von Testungen zur Vorhersage der Fahrkompetenz sowie fahrerlaubnisrechtliche Regelungen in anderen europäischen Ländern näher beleuchtet. Einen weiteren Schwerpunkt bildet das Aufzeigen von Maßnahmen zur Verbesserung der Verkehrssicherheit Älterer, wobei hier überwiegend auf Maßnahmen eingegangen wird, die auf eine Veränderung des Verhaltens der Verkehrsteilnehmer abzielen. Auch wenn sich die vorliegende Übersichtsarbeit vorwiegend mit Älteren als Autofahrer beschäftigt, werden auch Kenntnisse über und Maßnahmen für Ältere als Fußgänger und Radfahrer dargelegt.

### **Demographic change – State of knowledge and recommended measures to ensure safe mobility of elderly road users**

The safety of elderly road users has become an important focus of the behavioural scientific research at the Federal Highway Research Institute (BASt) in Germany. Within the scope of diverse research projects the performance potentials, deficits, health data, and compensatory strategies of elderly road users have been investigated and interventions to improve their driving ability have been shown. Furthermore, the BASt hosted the conference „Ageing and Safe Mobility“ in November 2014 at which current findings from empirical studies on the behaviour of elderly road users, road infrastructure, and automotive engineering were discussed. Insights gained at this conference are taken up in the report at hand and are presented together with findings from relevant national and international publications. This overview will help to adequately meet new challenges of road safety which have arisen due to the increasing numbers of elderly persons and their mobility needs. The overview comprehensively describes research on mobility needs, age-related performance changes, and compensatory strategies of elderly drivers. Furthermore, the use of tests in predicting driving ability and driving license regulations in different European countries are outlined. Another focus of the report lies on the derivation of measures to improve road safety for the elderly, whereby this report mainly focuses on measures to influence the behaviour of traffic participants. Even though this report mainly considers findings on elderly persons as drivers, knowledge on and measures for the elderly as pedestrians and cyclists are also presented.



## Summary

### Demographic change – State of knowledge and recommended measures to ensure safe mobility of elderly road users

#### Background and method

With respect to Germany the term demographic change comprises the expected decrease in absolute population number in the long run as well as changes in age structure with a relative and absolute increase of the number of elderly persons. At the end of the year 2015 every fifth inhabitant of Germany was 65 years and older. This change in age structure also has an influence on everyday mobility.

The safety of elderly road users has therefore become an important focus of the behavioural scientific research at the Federal Highway Research Institute (BASt) in Germany. Within the scope of diverse research projects the performance potentials, deficits, health data, and compensatory strategies of elderly road users have been investigated and interventions to improve their driving ability have been shown. Furthermore, the BASt hosted the conference “Ageing and Safe Mobility” in November 2014 at which current findings from empirical studies on the behaviour of elderly road users, road infrastructure, and automotive engineering were discussed. Insights gained at this conference are taken up in the report at hand and are presented together with findings from relevant national and international publications. This overview will help to adequately meet new challenges of road safety which have arisen due to the increasing numbers of elderly persons and their mobility needs. The overview comprehensively describes research on mobility needs, age-related performance changes, and compensatory strategies of elderly drivers. Furthermore, the use of tests in predicting driving ability and driving license regulations in different European countries are outlined. Another focus of the report lies on the derivation of measures to improve road safety for the elderly, whereby this report mainly focuses on measures to influence the behaviour of traffic participants. Even though this report mainly considers findings on elderly persons as drivers, knowledge

on and measures for the elderly as pedestrians and cyclists are also presented.

#### Current knowledge on the elderly as car drivers

The motorized individual transport is still the means of transport most often used. Persons 65 years and older travel about half of their journeys a day using motorized individual transport. Driving a car makes self-determined mobility possible for the elderly. When deliberating the voluntary cessation of driving or the implementation of age-related mandatory tests of driving ability one should also take into account potential negative effects that this might have on the quality of life. Studies have yielded evidence of among others a decrease in the number of activities, the development of depressive symptoms, a decrease of cognitive abilities as well as of physical functions among elderly persons who ceased driving. With that in mind, efforts should be made to maintain the driving ability of seniors as long as possible, whereby traffic safety cannot be disregarded.

An analysis of accident rates has shown that the elderly as car drivers do not represent a greater risk for traffic safety. Relativized to the number of persons in the age group and the number of kilometres driven seniors are not overly involved in road accidents. If involved though the consequences of the accident are often more severe for them due to an increased frailty. When looking at accident data one always has to keep in mind systematic biases in the data due to the vulnerability of the elderly (Frailty Bias), their lower mileage (Low Mileage Bias), and the context of driving (Context Bias). Elevated crash rates only seem to exist among seniors who travel less than 3 000 km a year, especially those 75 years and older.

Research on ageing has shown that different aspects of psychophysical performance decrease with increasing age. With respect to sensory abilities a reduced contrast sensitivity, a slowing in dark adaptation, a heightened glare sensitivity, and a slowing of accommodation speed have been reported with age. With respect to cognitive functions impairments of among others the efficiency of the useful field of view, the speed of information processing, the inhibition of irrelevant stimuli, the switching of attention between different tasks, and the estima-

tion of velocity have been shown. With regard to changes in motor abilities elderly persons show a reduced movement speed and flexibility of the cervical spine. Increasing age also raises the likelihood of suffering from one or more illnesses which is often also associated with the use of medication. All these changes can have a negative influence of traffic safety. But the decrease of performance does not necessarily affect the whole range of capacities nor all elderly persons. Therefore, chronological age is not a good predictor of individual performance or crash risk of an elderly person.

To respond to age- and illness-related performance deficits elderly drivers often activate compensatory strategies. For example, they drive fewer kilometres than younger age groups, drive less often during rush hours, avoid driving at night, and drive slower in general. Overall, elderly persons are capable of adapting their behaviour to their decreasing performance. Age by itself does not automatically lead to an impairment of driving ability. It is rather an interrelation between age-related deficits and often subtly occurring illnesses that leads to an elevated crash risk in traffic.

The accident rates and scientific findings do not justify an implementation of age-related mandatory tests of health or driving ability. An analysis of study results on the effectiveness of different test procedures in various European countries has revealed a tendency of rather negative effects on overall traffic safety and that of affected seniors. The implementation of an age-related screening for seniors was partly associated with an increase of fatalities for elderly vulnerable road users. Age-related screenings can also give rise to fear of failure among seniors which might lead to an untimely cessation of driving. A need to implement restrictive measures cannot readily be derived from the accident statistics. The elderly are rather persons at increased injury risk.

There seem to be no personal or biographic characteristics of an elderly driver whose presence implies with sufficient certainty an elevated danger to road safety in terms of future involvement in crashes. Also, medical tests and results from performance tests do not allow predictions in this respect. In case of doubts regarding the driving ability, poor performance on psychometrical and/ or medical tests is not a sufficient criterion to question driving ability. Currently, there is a lack of scientific evidence for a criterion-valid prediction of the practical driving abil-

ity of elderly drivers on the basis of test results. In case of doubts regarding the driving ability of an elderly person, an observation of driving in real traffic is at present considered to be the best method for examination.

### **Measures for elderly car drivers**

To increase traffic safety for all kinds of traffic participation behavioural measures as well as measures from transport infrastructure and automotive engineering are equally meaningful and should complement each other. Due to the behavioural scientific focus of this report measures of infrastructure and automotive engineering are only discussed exemplarily and not presented comprehensively. Further infrastructural standards can be found in the technical guidelines of the Forschungsgesellschaft für Straßen- und Verkehrswesen (FGSV) e.V. and further measures in research reports (e.g., BASt-reports V217, V242, V251) and recommendations in the legislation. Infrastructural measures which take into account the concerns of elderly traffic participants can benefit all traffic participants and kinds of traffic participation.

With respect to the elderly driver himself the promotion of self-regulation and the participation in training can have positive effects. For elderly drivers to be able to adequately compensate for their performance deficits they need to recognize their weaknesses. Even though the majority of elderly drivers is able to adequately evaluate their own driving ability, some tend to over- or underestimate it. A stronger awareness for age-related changes in functions which are relevant for driving can be promoted by counselling by a physician, classroom-based interventions, self-assessment instruments and/ or an adequate labelling of medication that influence driving ability. With respect to training cognitive trainings and driver trainings exist whereas the latter can be conducted in real traffic or in a simulator.

With respect to measures of automotive engineering the usage of driver assistance systems can be helpful. Since accidents of elderly car drivers often occur at intersections, a cross-traffic assist which supports the driver especially when turning left can be useful. Also, collision avoidance systems, lane keeping systems, intelligent light systems, blind spot assist, head-up displays, and park assist can be meaningful for elderly drivers. Systems bringing the vehicle to standstill in case of an emergency caused by health problems of the driver can also be

helpful. With regard to road infrastructure for example clear and simple arrangements at intersections with separate turning lanes, corresponding road signs, and markings can be beneficial.

### **The elderly as pedestrians**

The report at hand also contains information on the elderly as pedestrians. Persons 65 years and older travel about one third of their daily journeys on foot. When analyzing accident data, it becomes apparent that every third seriously injured pedestrian in Germany is a senior. The share of elderly among all pedestrian fatalities is even higher (52 %).

With respect to behaviour of elderly pedestrians relevant to traffic safety often a slower walking speed can be observed. Due to this slower speed the time gap between crossing the street and the arrival of the car is often smaller among older than younger pedestrians. Among elderly pedestrians the number of unsafe road crossing decisions especially in complex and unknown situations is higher. A slower reaction time, decreased resilience, and higher fatigability also facilitate falling. Due to fear of falling elderly pedestrians furthermore look at the ground more often.

Campaigns and trainings for pedestrians can be used to raise awareness of risks in traffic among pedestrians and increase their safety. With respect to road infrastructure e.g. safe crossing facilities (possibly with crossing aids and central islands) can be beneficial. In the area of automotive engineering meanwhile collision avoidance systems exist which can protect pedestrians by automatically recognizing them, warning the driver, and stopping the car.

### **The elderly as cyclists**

Seniors travel about 9 % of their journeys a day by bicycle. When analyzing accident data, it can be seen that about one fourth of all seriously injured cyclists in Germany is 65 years and older. The share of elderly among all cyclist fatalities lies even higher (52 %). There is also evidence that accidents of elderly cyclists are often single-bicycle crashes, whereas the dark figure of this crash type is estimated to be high.

Bicycles with an electric motor are becoming more and more popular among the elderly. Even though they do not seem to show a higher or different safety risk per se than conventional bicycles, dangerous

situations might occur if the speed of pedelecs is underestimated by other road users. In general, a continuous attentive observation of the cycling behaviour and accident scenarios of elderly persons using pedelecs seems advisable. According to an analysis of data from the official accident statistics performed by BAST there seemed to be a higher share of single-bicycle crashes among all accidents with personal injuries in 2015 for persons who use a pedelec than for persons who use a conventional bicycle.

A safety-conscious behaviour of individual cyclists in road traffic can be promoted by education by means of campaigns and programs. A cycle training especially designed for the elderly can help to improve performance when cycling. With respect to technical equipment of the bicycle currently different assistance systems for the elderly like an automatically adjusting saddle, traction aid, forward looking assistant warning of objects on the bicycle path, and rear-view assistant warning of traffic approaching from behind are being developed and tested. Automatic emergency braking systems for motor vehicles to protect bicyclists as well as turning assist systems for trucks are reasonable measures in the field of automotive engineering.



## Inhalt

<b>1</b>	<b>Einleitung</b> .....	11	<b>5</b>	<b>Maßnahmenempfehlungen</b> .....	57
<b>2</b>	<b>Ältere Verkehrsteilnehmer</b> .....	12	5.1	Maßnahmen für ältere Pkw Fahrer .....	58
2.1	Demografischer Wandel in Deutschland ....	12	5.1.1	Selbstregulation .....	58
2.2	Mobilität der Älteren.....	12	5.1.2	Trainingsmaßnahmen .....	62
<b>3</b>	<b>Senioren als Autofahrer</b> .....	14	5.1.3	Fahrzeugtechnik.....	67
3.1	Nachteile eingeschränkter Mobilität .....	14	5.1.4	Infrastruktur .....	73
3.2	Unfallbeteiligung von Senioren als Autofahrer.....	16	5.2	Maßnahmen für ältere Fußgänger .....	73
3.3	Die Fahraufgabe.....	19	5.2.1	Verhaltensänderungen .....	73
3.4	Leistungsbeeinträchtigungen im Alter .....	19	5.2.2	Fahrzeugtechnik.....	74
3.4.1	Sensorische Veränderungen.....	19	5.2.3	Mobilität und Infrastruktur.....	74
3.4.2	Kognitive Veränderungen.....	22	5.3	Maßnahmen für ältere Radfahrer.....	75
3.4.3	Motorische Veränderungen.....	27	5.3.1	Verhaltensänderungen .....	75
3.5	Einfluss alterstypischer Erkrankungen auf die Verkehrssicherheit.....	28	5.3.2	Kraftfahrzeugtechnik.....	76
3.5.1	Alterstypische Erkrankungen .....	29	5.3.3	Fahrradtechnik.....	77
3.5.2	Multimedikation im Alter.....	33	5.3.4	Infrastruktur.....	78
3.6	Persönlichkeit .....	35	<b>6</b>	<b>Zusammenfassung und zukünftiger Forschungsbedarf</b> .....	78
3.7	Kompensationsmechanismen.....	37		<b>Literatur</b> .....	84
3.8	Testverfahren zur Leistungsprüfung.....	39		<b>Bilder</b> .....	104
3.9	Altersbezogene Pflichtüberprüfungen im internationalen Vergleich .....	46		<b>Tabellen</b> .....	104
<b>4</b>	<b>Senioren als Fußgänger und Radfahrer</b> .....	50			
4.1	Fußgänger .....	50			
4.1.1	Unfallbeteiligung von Senioren als Fußgänger.....	50			
4.1.2	Sicherheitsrelevantes Fußgängerverhalten	51			
4.2	Radfahrer .....	52			
4.2.1	Unfallbeteiligung von Senioren als Radfahrer .....	53			
4.2.2	Fahrräder mit Elektroantrieb.....	55			
4.2.3	Sicherheitsrelevantes Verhalten von Radfahrern.....	56			



## 1 Einleitung

Weltweit steigt die Lebenserwartung der Menschen. Die meisten Personen können heutzutage damit rechnen, 60 Jahre oder älter zu werden (WHO, 2015). Möglich gemacht haben dies Fortschritte auf dem Gebiet der Medizin, der Ernährung sowie der Hygiene. Eine höhere Lebenserwartung birgt viele Möglichkeiten für ältere Menschen. Sie gibt ihnen die Chance, Freizeitaktivitäten, wie Sport und Reisen nachzugehen und Familienangehörige, u. a. bei der Betreuung der Enkelkinder, zu unterstützen. Eine Vielzahl älterer Menschen übt zudem eine ehrenamtliche Tätigkeit aus oder geht auch nach dem Erreichen des Ruhestandsalters weiterhin einer Erwerbstätigkeit nach (NOWOSSADECK & VOGEL, 2013).

Für die Gruppe der Senioren<sup>1</sup> ließ sich in den letzten Jahren eine Zunahme der Mobilität beobachten. Die steigende Anzahl täglicher Wege und Aktivitäten außer Haus spiegelt den Wunsch älterer Menschen nach Teilhabe am gesellschaftlichen Leben wider. Hierbei scheint das beliebteste Fortbewegungsmittel nach wie vor der private Pkw zu sein. Die Anzahl der Älteren, die einen Führerschein besitzen und am Straßenverkehr teilnehmen, stieg in den vergangenen Jahren (infas & DLR, 2010).

Immer wieder werden Stimmen laut, die die Einführung einer obligatorischen Überprüfung der Fahreignung ab einem gewissen chronologischen Alter fordern. Dies wird damit begründet, dass Altern durch strukturelle und funktionelle Veränderungen praktisch aller Organsysteme charakterisiert ist, welches zu Einbußen im Hinblick auf die körperliche und geistige Leistungsfähigkeit einer Person führen kann. In der Öffentlichkeit scheint die Meinung zu dominieren, dass ältere Personen eine Gefahr für den heutigen und zukünftigen Individualverkehr darstellen (HAKAMIES-BLOMQUIST, 2003). Um beurteilen zu können, inwiefern diese Annahme gerechtfertigt ist, muss die Unfallbeteiligung älterer Fahrer im Vergleich zu anderen Altersgruppen differenziert betrachtet werden. Es ist zudem notwendig, zu analysieren, welche geistigen und körperlichen Anforderungen die Fahraufgabe an den Fahrer stellt und inwiefern sich diese Leistungsparameter im Laufe des Lebens verändern. Hierbei darf die Fähigkeit der Älteren zur Kompensation auftreten-

der Leistungsdefizite nicht außer Acht gelassen werden. Um den Wert obligatorischer altersbezogener Testungen zur Vorhersage der Fahreignung besser einschätzen zu können, empfiehlt es sich auch, den Blick auf die rechtlichen Regelungen anderer Staaten in Europa zu richten und zu analysieren, inwiefern die Einführung solcher Testungen einen Gewinn an Verkehrssicherheit mit sich gebracht hat.

In den letzten Jahren hat sich das Thema Sicherheit von älteren Verkehrsteilnehmern zu einem wichtigen Schwerpunkt der verhaltenswissenschaftlichen Forschung der Bundesanstalt für Straßenwesen (BASt) entwickelt. Im Rahmen verschiedener Forschungsprojekte wurden verkehrssicherheitsrelevante Leistungspotenziale, Defizite, Gesundheitsdaten und Kompensationsstrategien älterer Verkehrsteilnehmer untersucht sowie Interventionsmaßnahmen zur Verbesserung ihrer Fahrkompetenz herausgearbeitet (z. B. FALKENSTEIN, POSCHADEL & JOIKO, 2014; KARTHAUS, WILLEMSSEN, KOIKO & FALKENSTEIN, 2015; POSCHADEL et al., 2012; POTTGIESSER, KLEINEMAS, DOHMES, SPIEGEL, SCHÄDLICH & RUDINGER, 2012; RUDINGER, HAVERKAMP, MEHLIS, FALKENSTEIN, HAHN & WILLEMSSEN, 2015). Zudem war die BASt im November 2014 Veranstalter der Konferenz Ageing and Safe Mobility, auf welcher aktuelle Ergebnisse aus empirischen Untersuchungen zum Verhalten älterer Verkehrsteilnehmer, zur Straßeninfrastruktur und zur Fahrzeugtechnik diskutiert wurden. Die hierbei gewonnenen Erkenntnisse insbesondere in Bezug auf das Verhalten der Verkehrsteilnehmer werden im vorliegenden Bericht aufgegriffen und zusammen mit Ergebnissen aus relevanten nationalen und internationalen Publikationen aufbereitet. Die auf diese Weise entstandene Übersichtsarbeit soll helfen, die neuen Herausforderungen für die Verkehrssicherheit, welche aufgrund der steigenden Anzahl der Älteren und ihrer Mobilitätsbedürfnisse aufkommen, angemessen zu bewältigen. Sie gibt den Stand der Forschung zu Mobilitätsbedürfnissen, altersbegleitenden fahrrelevanten Funktionsveränderungen sowie zu Kompensationsmechanismen älterer Fahrer umfassend wieder. Weiterhin werden die Eignung von Testungen zur Vorhersage der Fahrkompetenz sowie fahrerlaubnisrechtliche Regelungen in anderen europäischen Ländern näher beleuchtet. Einen weiteren Schwerpunkt bildet das Aufzeigen von Maßnahmen zur Verbesserung der Verkehrssicherheit Älterer. Dies wird überwiegend aus der verhaltenswissenschaftlichen Perspektive geschehen.

<sup>1</sup> Der besseren Lesbarkeit halber werden Personenbezeichnungen in diesem Bericht ausschließlich in der grammatikalisch maskulinen Form verwendet. Sofern nicht anders gekennzeichnet, bezeichnen sie Personen beiderlei Geschlechts.

Maßnahmen der Fahrzeugtechnik und der Infrastruktur werden zwar angesprochen, jedoch nicht umfassend behandelt. Auch wenn sich die vorliegende Übersichtsarbeit vorwiegend mit Älteren als Autofahrer beschäftigt, werden auch Kenntnisse über und Maßnahmenempfehlungen für Ältere als Fußgänger und Radfahrer dargelegt.

## 2 Ältere Verkehrsteilnehmer

In der Literatur existieren verschiedene Definitionen von Senioren. Eine Person kann anhand ihres Alters, ihrer Berentung und/ oder ihrer Lebenserfahrung als Senior eingestuft werden. In der westlichen Gesellschaft werden Ältere typischerweise mit dem Erreichen des 65. Lebensjahres als Senioren bezeichnet (WASFI, LEVINSON & EL-GENEIDY, 2012). Die 65+ Grenze hat sich in Unfallstatistiken und Verkehrsverhaltensbefragungen in Deutschland und Europa sowie in der internationalen Forschungsliteratur zur Verkehrssicherheit etabliert (z. B. ANTOV, BANET, BARBIE, BELLET, BIMPEH & BOULANGER, 2012; infas & DLR, 2010; National Highway Traffic Safety, 2014; Statistisches Bundesamt, 2016). Sie wird ebenso wie eine Zweiteilung der Gruppe der Senioren in jüngere Senioren im Alter von 65 bis 74 Jahren und ältere Senioren ab 75 Jahren im Rahmen des vorliegenden Berichts Verwendung finden.

### 2.1 Demografischer Wandel in Deutschland

Der demografische Wandel bezeichnet per definitionem allgemeine Veränderungen in der Zusammensetzung von Gesellschaften, insbesondere in der Altersstruktur. Bezogen auf Deutschland umfasst er den erwarteten langfristigen Rückgang der absoluten Bevölkerungszahl sowie altersstrukturelle Veränderungen mit einer relativen und absoluten Zunahme an älteren Menschen (infas & DLR, 2010). Im Jahr 2015 lebten in Deutschland rund 81,3 Millionen Menschen, von denen etwa jeder Fünfte 65 Jahre und älter war (Statistisches Bundesamt, 2015). Gemäß Vorausberechnungen wird die Einwohnerzahl Deutschlands bis zum Jahr 2060 auf 67,6 Millionen zurückgehen<sup>2</sup> (Statistisches Bundesamt, 2015). Der Anteil von Personen im Alter von 65 Jahren und älter wird jedoch weiter steigen. Dieser

Anstieg wird insbesondere in den nächsten 20 Jahren stark ausgeprägt sein, wenn die geburtenstarken Jahrgänge allmählich in dieses Alter nachrücken. Im Jahr 2060 wird jeder Dritte in Deutschland mindestens 65 Jahre alt sein (Statistisches Bundesamt, 2015). Die fortschreitende Alterung der Gesellschaft zeigt sich insbesondere anhand der wachsenden Zahl der Hochbetagten. Zum Ende des Jahres 2013 betrug der Anteil der Personen, die 80 Jahre und älter sind, rund 5 % in Deutschland. Bis 2060 wird er Schätzungen zufolge auf ca. 13 % ansteigen (Statistisches Bundesamt, 2015a).

### 2.2 Mobilität der Älteren

Es wird davon ausgegangen, dass sich die Veränderung der Altersstruktur auch auf die Alltagsmobilität auswirken wird. In den Jahren 2002 und 2008 wurden im Rahmen der Studie Mobilität in Deutschland (MiD) (infas & DIW Berlin, 2004; infas & DLR, 2010) bundesweit Befragungen von Haushalten zu ihrem alltäglichen Verkehrsverhalten durchgeführt. Hierbei wurden eine hinsichtlich Raum und Siedlungsstruktur repräsentative Stichprobe gezogen und die Angaben von etwa 60.000 Personen aus ca. 25.000 Haushalten erfasst. Etwa ein Fünftel der Befragten war über 65 Jahre alt.

In diesen Erhebungen gelten der Anteil an Personen, welche an einem beliebigen Tag zumindest einmal das Haus verlassen sowie die Anzahl der von ihnen zurückgelegten Wege pro Tag als zentrale Kenngrößen zur Beschreibung von Mobilität. Im Jahr 2008 verließen 90 % aller Befragten zumindest einmal am Tag das Haus und legten im Durchschnitt 3,4 Wege zurück. Diese Werte haben sich im Vergleich zum Jahr 2002 um 4 % bzw. 0,1 erhöht (infas & DLR, 2010). Die leichte Erhöhung verteilte sich jedoch nicht gleichmäßig über alle Altersgruppen. Der Zuwachs an mobilen älteren Menschen fiel größer aus als an mobilen jüngeren Menschen. Bei Personen unter 18 Jahren war ein Rückgang der durchschnittlichen Anzahl täglicher Wege zu beobachten, wohingegen die Wegeanzahl bei Personen ab 65 Jahren besonders zunahm. An einem beliebigen Tag verließen 81,3 % der Befragten im Alter von 65 Jahren und älter zumindest einmal das Haus. Jeder Ältere erledigte im Durchschnitt 2,8 Wege am Tag (infas & DLR, 2010a). Damit gingen im Jahr 2008 im Vergleich zu 2002 mehr ältere Personen aus dem Haus und jeder Einzelne von ihnen tat dies auch häufiger (infas & DLR, 2010). Unterschiede

<sup>2</sup> bei schwächerer Zuwanderung

zeigten sich jedoch zwischen den jüngeren Alten und den älteren Alten. Während im Jahr 2008 86,3 % der jüngeren Alten mobil waren und an einem Tag im Schnitt 3,2 Wege zurücklegten, waren es bei den älteren Alten 74,3 % bzw. 2,3 Wege (infas & DLR, 2010a).

Bezieht man bei der Betrachtung der Wegeanteile einer Altersgruppe zudem die Veränderung der Bevölkerungsanteile der jeweiligen Altersgruppe mit ein, zeigt sich ein überproportionales Wachstum der Wegeanteile in der Altersgruppe ab 65 Jahren. Während in dieser zwischen 2002 und 2008 der Bevölkerungsanteil um 16 % wuchs, stieg der Anteil der Wege um 31 %. Besonders hohe Werte zeigten sich in der Gruppe der älteren Alten, deren Anteil in der Bevölkerung um 12 % wuchs, während ihr Wegeanteil parallel um 30 % stieg. Für die Gruppe der jüngeren Alten betrug, bei einem Wachstum des Bevölkerungsanteils um 20 %, die Zunahme der Wege immerhin noch 32 % (infas & DLR, 2010).

Im Hinblick auf die Verkehrsleistung war zwischen den Jahren 2002 und 2008 in allen Altersgruppen ein Anstieg der durchschnittlich am Tag zurückgelegten Kilometer zu verzeichnen. In der Gesamtbevölkerung legte im Jahr 2008 eine Person durchschnittlich 39,1 km an einem beliebigen Tag zurück, Personen über 65 Jahre berichteten im Mittel 22,7 km. Unterschiede zeigten sich auch hier zwischen den jüngeren und den älteren Alten, wobei erstere im Schnitt 27,7 km und letztere 15,6 km am Tag zurücklegten (infas & DLR, 2010).

Nach wie vor ist der motorisierte Individualverkehr das am häufigsten genutzte Verkehrsmittel. In der Gesamtbevölkerung wurden 57,8 % der Wege pro Tag mit diesem zurückgelegt. Zu Fuß, mit dem Fahrrad und mit dem öffentlichen Personennahverkehr (ÖPNV) wurden 23,7 %, 10,0 % bzw. 8,5 % der Wege erledigt. In der Altersgruppe ab 65 Jahren wurde im Jahr 2008 für 48,6 % der Wege pro Tag der motorisierte Individualverkehr genutzt. Zu Fuß, mit dem Fahrrad und dem ÖPNV wurden 34,1 %, 9,3 % bzw. 7,9 % der täglichen Wege zurückgelegt (infas & DLR, 2010a). Im Hinblick auf die Verkehrsleistung gaben die Befragten aller Altersgruppen an, für 78,8 % der pro Tag zurückgelegten Kilometer den motorisierten Individualverkehr zu nutzen. Mit dem ÖPNV, zu Fuß und mit dem Fahrrad legten sie 15,5 %, 2,9 % bzw. 2,8 % zurück. Für die Gruppe der Senioren fiel der Anteil der mit dem motorisierten Individualverkehr zurückgelegten Kilometer etwas geringer aus. Sie nutzen diesen für 70 % der

pro Tag zurückgelegten Kilometer. 20,4 %, 6,3 % und 3,8 % absolvierten sie mit dem ÖPNV, zu Fuß bzw. mit dem Fahrrad (Berechnungen mithilfe des MiT-Tabellentools von infas & DLR, 2010).

In Anbetracht der hohen Mobilität der älteren Bevölkerung stellt sich die Frage nach dem Zweck ihrer Wege. Da mit einem Alter von 65 Jahren ein Ausscheiden aus dem Berufsleben wahrscheinlich wird, machen regelmäßige Arbeitswege nur einen sehr geringen Anteil der zurückgelegten Wege aus. Der Wegfall der beruflichen Wege wird im Alter durch eine Zunahme an Wegen für Freizeit, Einkäufe und Erledigungen ausgeglichen. Im Jahr 2008 wurden hierfür in der Altersgruppe ab 65 Jahren 38,2 %, 34,6 % bzw. 21,9 % der Wege genutzt. Die übrigen 5,3 % wurden aus beruflichen Gründen oder zur Begleitung zurückgelegt. Im Hinblick auf den Zweck unterscheiden sich die jüngeren Alten kaum von den älteren Alten (Berechnungen mithilfe des MiT-Tabellentools von infas & DLR, 2010).

Wege werden zunehmend für freiwilliges Engagement u. a. im sozialen Bereich, in der Kirche, im Sport, in der Politik sowie im Umwelt- und Tierschutz zurückgelegt. Im Jahr 2009 waren von den 60- bis 69-Jährigen 37 % freiwillig tätig. Von Personen über 70 Jahren waren es immerhin noch 25 %. Weiterhin wird ein wachsender Anteil der Älteren unter den Teilnehmern eines Gaststudiums an einer Hochschule beobachtet. Im Wintersemester 2009/2010 war etwa jeder Dritte Gaststudierende 65 Jahre oder älter. Im Jahr 2008 waren zudem 13 % der Teilnehmer an Kursen einer Volkshochschule Personen ab 65 Jahre. Im Hinblick auf die Erwerbsbeteiligung ist zwar nach dem 65. Lebensjahr ein starker Rückgang zu beobachten, im Jahr 2009 waren jedoch noch 6 % der jüngeren Senioren und 1 % der älteren Senioren erwerbstätig (Statistisches Bundesamt, 2011).

Generell lässt sich sagen, dass die meisten Altersgruppen zwischen 2002 und 2008 mobiler geworden sind, wobei insbesondere die Aktivität der Älteren zugenommen hat. Betrachtet man jedoch die Mobilität über die Altersgruppen hinweg, zeigt sich, dass der Anteil an Personen, die zumindest einmal am Tag das Haus verlassen, bei den über 65-Jährigen geringer ist als in den anderen Altersgruppen. Weiterhin legen die mobilen Älteren durchschnittlich weniger Wege am Tag zurück als die Altersgruppen zwischen 18 und 64 Jahren, wobei die durchschnittliche Wegstrecke zudem kürzer ist (infas & DLR, 2010). Im Jahr 2016 wurde eine erneute Erhebung

der Mobilität in Deutschland durchgeführt, welche die Daten aus den Vorgängerstudien fortschreiben wird. Die Ergebnisse sollen im Jahr 2018 vorliegen. Es wird davon ausgegangen, dass mit der weiteren Veränderung des Altersaufbaus und der zunehmenden Mobilität der Älteren Auswirkungen auf das Verkehrsaufkommen und die Verkehrsleistung einhergehen werden.

### 3 Senioren als Autofahrer

Das Fahren des eigenen Pkw ist für ältere Personen von großer Bedeutung, da es ihnen selbstbestimmte Mobilität ermöglicht. Wie bereits erwähnt, stellt der Pkw im Alter das am häufigsten genutzte Verkehrsmittel dar. In der Altersgruppe ab 65 Jahren wird etwa die Hälfte der Wege pro Tag mit diesem zurückgelegt, im Hinblick auf die Verkehrsleistung sind es sogar 70 % der täglich absolvierten Kilometer (Berechnungen mithilfe des MiT-Tabellentools von infas & DLR, 2010). Der Besitz eines Führerscheins wird weiterhin als wünschenswert erachtet. Im Rahmen der MiD-Studie gaben im Jahr 2008 in der Altersgruppe ab 65 Jahren 76 % der Befragten an, über einen Führerschein zu verfügen. Über alle Altersgruppen hinweg betrug der Anteil 88 %. In der Gruppe der jüngeren Alten wurde ein Führerscheinbesitz von 82 % berichtet, in der Gruppe der älteren Alten von 63 %. Diese Anteile sind im Vergleich zur Erhebung im Jahr 2002 um 11 % bzw. 16 % gestiegen (infas & DLR, 2010).

Von den Befragten aller Altersgruppen gaben 84,4 % an, den Pkw (fast) täglich oder an ein bis drei Tagen pro Woche zu nutzen. Der Anteil unter den Senioren, welche dies angaben, betrug 74,2 %. Hierbei nutzten es 82,0 % der jüngeren Alten und 63,1 % der älteren Alten entsprechend häufig. Lediglich 5,3 % der Gesamtgruppe gaben an, dass Auto nie oder fast nie zu nutzen. Der Anteil unter den Senioren betrug 9,9 %. Dabei wurde es von 6,4 % der jüngeren Alten und 14,8 % der älteren Alten entsprechend selten genutzt (infas & DLR, 2010a). Weiterhin gaben 88,7 % aller Befragten an, dass in ihrem Haushalt mindestens ein Auto vorhanden sei. Unter den Senioren traf dies auf 76,0 % zu. Hierbei gaben 85,1 % der jüngeren Senioren und 63,5 % der älteren Senioren an, mindestens einen Pkw im Haushalt zu besitzen (Berechnungen mithilfe des MiT-Tabellentools von infas & DLR, 2010). Im Schnitt fuhr jeder Befragte pro Jahr 14.359 km mit dem Auto. In der Gruppe der über 65-Jährigen betrug die

durchschnittliche Jahresfahrleistung 10.849 km. Die jüngeren Alten fuhren dabei im Schnitt 11.346 km pro Jahr, die älteren Alten 8.539 km (infas & DLR, 2010a).

#### 3.1 Nachteile eingeschränkter Mobilität

Das Fahren eines Pkw stellt eine komplexe Aufgabe dar, welche Interaktionen zwischen sensorischen, kognitiven und motorischen Prozessen erfordern. Veränderungen in diesen Funktionsbereichen, zu denen es mit fortschreitendem Alter kommt (s. Kapitel 2.4), können das Fahrvermögen älterer Personen beeinträchtigen. Bei Überlegungen zum freiwilligen Einstellen des Fahrens sowie zur Einführung altersbezogener obligatorischer Fahreignungsüberprüfungen sollten jedoch auch potenzielle negative Auswirkungen auf die Lebensqualität älterer Menschen beachtet werden.

MAROTTOLI, MENDES DE LEON, GLASS, WILLIAMS, COONEY JR. & BERKMAN (2000) fanden, dass, unabhängig von gesundheitlichen und soziodemografischen Faktoren, das Einstellen des Autofahrens bei älteren Personen mit einem Rückgang der Anzahl an Unternehmungen (z. B. Besuch eines Kinos, eines Restaurants, einer Sportveranstaltung, eines Gottesdienstes) einherging. Ein Vergleich von Senioren, welche das Autofahren eingestellt hatten mit Senioren, die aktuell noch ein Fahrzeug führen, zeigte, dass die erste Gruppe weniger Zeit außer Haus und weniger Zeit mit sozialen Freizeitaktivitäten verbrachte (LIDDLE, GUSTAFSSON, BARTLETT & MCKENNA, 2012). Zudem kann das Einstellen des Autofahrens, unabhängig von der körperlichen und geistigen Gesundheit der Senioren, die Teilnahme an bezahlter Tätigkeit und an Freiwilligenarbeit negativ beeinflussen (CURL, STOWE, COONEY & PROULX, 2014).

In Bezug auf die psychischen Konsequenzen hängt das Reduzieren oder Einstellen des Fahrens zum einen mit Veränderungen des Erlebens der Unabhängigkeit und der persönlichen Identität zusammen (HARRISON & RAGLAND, 2003). Nicht mehr mit dem Auto zu fahren, bedeutet für viele ältere Personen, Wege nicht mehr spontan erledigen zu können. In diesem Fall sind sie vermehrt auf Verwandte und Bekannte angewiesen, wobei ein Transport durch diese häufig mit erhöhtem planerischem Aufwand verbunden ist (BURKHARDT,

1999). In Situationen, in denen ältere Personen keine Möglichkeiten sehen, sich durch eine Gegenleistung (z. B. finanzielle Zuwendung, Betreuung von Kindern) für eine Fahrt zu revanchieren, entscheiden sie sich häufig gegen diese, um Verwandten und Bekannten keine Unannehmlichkeiten zu bereiten (CARP, 1988). Der Besitz eines Führerscheins scheint auch im Hinblick auf die persönliche Identität relevant. In den Augen einiger Älterer bedeutet das Einstellen des Fahrens, nun zum alten Eisen zu gehören (EISENHANDLER, 1990). Zudem kann sich die Familiendynamik verändern, wenn erwachsene Kinder oder der Partner zunehmend die fürsorgende Rolle übernehmen.

Zum anderen wurden im Hinblick auf die psychischen Konsequenzen Auswirkungen auf das Erleben depressiver Symptome festgestellt. So erwies sich das Einstellen des Autofahrens als einer der stärksten Prädiktoren für die Entwicklung erhöhter depressiver Symptome binnen der folgenden Jahre, auch unter Berücksichtigung soziodemografischer und gesundheitsbezogener Faktoren (MARTOTTOLI et al., 1997). Weiterhin ergab ein Vergleich von Senioren, welche das Autofahren eingestellt hatten mit Senioren, die aktuell noch ein Fahrzeug führen, Hinweise auf eine geringere Lebenszufriedenheit in der Gruppe deren, die nicht mehr selbst fahren (LITTLE et al., 2012).

Im Hinblick auf die Gesundheit zeigte sich, dass das Einstellen des Autofahrens in Zusammenhang mit einem Abbau körperlicher Funktionen steht (EDWARDS, LUNSMAN, PERKINS, REBOK & ROTH, 2009). Zudem wiesen im Rahmen einer Langzeitstudie, Senioren, die nicht selbstständig ein Fahrzeug führten, niedrigere Werte in einem kognitiven Test auf als Senioren, die zum Zeitpunkt der Untersuchung noch fuhren. In der Gruppe derer, die nicht fuhren, war selbst unter Berücksichtigung der Ausgangswerte sowie der Gesundheit des Einzelnen, zudem ein stärkerer Abbau der kognitiven Fähigkeiten im Laufe der folgenden zehn Jahre zu beobachten (CHOI, LOHMAN & MEZUK, 2014). Bei Senioren, die nicht mehr selbstständig ein Fahrzeug führen, scheint auch, unabhängig von demografischen und gesundheitlichen Variablen, das Risiko für die Inanspruchnahme einer Langzeitpflege (z. B. in einem Pflegeheim) höher zu sein (FREEMAN, GANGE, MUÑOZ & WEST, 2006). Eine Untersuchung der Beziehung zwischen dem Einstellen des Autofahrens und der Sterblichkeit von Senioren ergab, dass Ältere, die nicht selbstständig fahren, 1,68 mal so häufig binnen der nächsten fünf Jahre

verstarben wie Ältere, die selbst fahren. Diese Beziehung wurde über die Gesundheit und die körperliche Leistung vermittelt. Nicht mehr selbstständig Auto zu fahren, verstärkt dabei möglicherweise bereits bestehende gesundheitliche Probleme und erhöht das Risiko zu versterben (O'CONNOR, EDWARDS, WATERS, HUDAK & VALDÉS, 2013).

Eine eingeschränkte Mobilität geht nicht nur mit negativen Konsequenzen für den einzelnen Senior einher. Auswirkungen sind zum einen auch auf Verwandte und Bekannte denkbar, da diese vermutlich vermehrt Zeit und Energie zur Versorgung der Älteren aufbringen müssen, sobald das selbstständige Fahren eingestellt wurde. Zum anderen sind Konsequenzen auch für die Wirtschaft denkbar. Im Rahmen einer Untersuchung des Zusammenhangs zwischen Fahren und Konsum zeigte sich, dass das Einstellen des Autofahrens mit einem Rückgang der Ausgaben für Reisen, Eintrittskarten und auswärts essen um 46 bis 63 % einherging (KIM & RICHARDSON, 2006).

In den oben aufgeführten Studien wurden lediglich Faktoren betrachtet, welche mit dem Einstellen des Autofahrens einhergingen. Ob sich bei ehemaligen älteren Fahrern nach dem Beenden des Autofahrens die Nutzung anderer Arten der Verkehrsteilnahme erhöht und inwiefern dies die oben beschriebenen negativen Effekte mindert, bleibt unklar. Weiterhin lässt sich nicht mit Sicherheit sagen, welche Folgen eine (zusätzlich) eingeschränkte Nutzung des ÖPNV, des Fahrrads oder eine geminderte Gehfähigkeit bei ehemaligen älteren Autofahrern und bei Älteren, die zu keinem Zeitpunkt in ihrem Leben ein Auto führten, haben. Da der überwiegende Teil der in diesem Abschnitt angeführten Studien in den USA durchgeführt wurde, bleibt unklar, inwiefern sich die Befunde auf in Deutschland lebende Senioren übertragen lassen. Möglicherweise sind aufgrund von Unterschieden im Ausbau des Nahverkehrsnetzes und der Radverkehrsinfrastruktur die Zusammenhänge in den zwei Ländern verschieden stark ausgeprägt. Nichtsdestotrotz zeigen die Studien klare Hinweise darauf, dass sich eine eingeschränkte Mobilität ungünstig auf die körperliche und psychische Entwicklung der Älteren auswirkt. In Anbetracht dessen sollten Anstrengungen unternommen werden, die Fahrkompetenz von Senioren möglichst lang aufrechtzuerhalten, wobei jedoch die Verkehrssicherheit nicht außer Acht gelassen werden darf (KAISER & OSWALD, 2000; POTTGIESSER et al., 2012).

### 3.2 Unfallbeteiligung von Senioren als Autofahrer

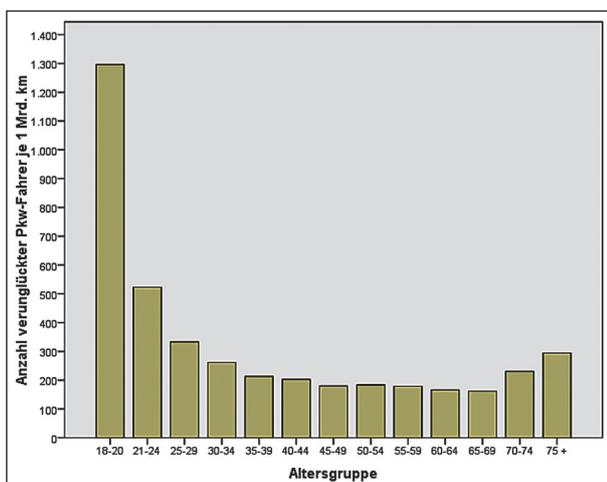
Die nachfolgenden Zahlen zur Unfallbeteiligung von Senioren wurden der Straßenverkehrsunfallstatistik für das Jahr 2015 entnommen. Hierin werden Unfälle und Verunglückte registriert, die sich auf deutschen Straßen ereignen bzw. auf diesen zu Schaden kommen. Es werden dabei nur Unfälle erfasst, zu denen die Polizei hinzugezogen wurde (Statistisches Bundesamt, 2016). Im Jahr 2015 verunglückten 48.690 Senioren bei Verkehrsunfällen auf deutschen Straßen. Dies entspricht einem Anteil von 12,3 % an der Gesamtzahl der Verunglückten. Von den Senioren wurden 15.839 als Fahrer eines Pkw verletzt oder getötet. Mit dem Fahrrad (konventionelles Rad oder Pedelec) und zu Fuß waren 13.681 bzw. 6.967 ältere Personen zum Zeitpunkt des Unfalls unterwegs. Für weitere Ausführungen zur Unfallbeteiligung Älterer als Radfahrer und Fußgänger siehe Kapitel 3.

Die 15.839 verunglückten Pkw Fahrer stellen einen Anteil von 9,9 % an der Gesamtzahl der verunglückten Pkw Fahrer aller Altersgruppen dar (Statistisches Bundesamt, 2016). Unter Berücksichtigung der Tatsache, dass im Jahr 2015 der Anteil der Senioren an der Gesamtbevölkerung rund 21 % betrug (Statistisches Bundesamt, 2015), wirkt diese Rate eher gering. Aus der unterproportionalen Anzahl an Verunglückten in dieser Altersgruppe kann jedoch nicht geschlossen werden, dass Ältere die sichereren Fahrer sind. Sie spiegelt vielmehr die in weiten Teilen geringere Verkehrsteilnahme der Älteren wider. Wie bereits erwähnt, sind Senioren zum heutigen Zeitpunkt zwar aktiver als frühere Genera-

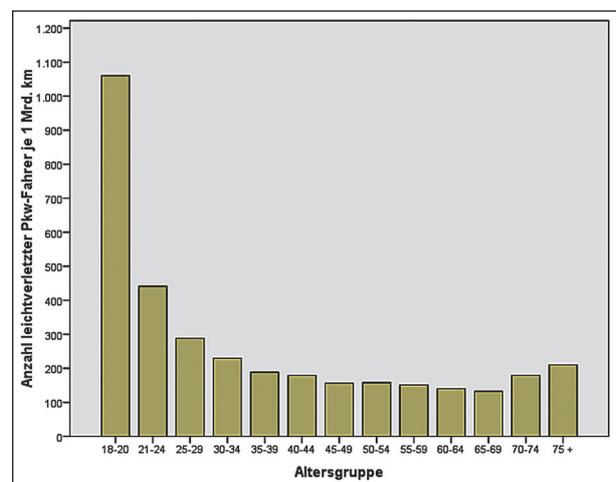
tionen in diesem Alter, dennoch sind die Verfügbarkeit eines Pkw sowie die durchschnittliche Pkw-Jahresfahrleistung der Älteren geringer als die der Jüngeren. Für eine bessere Einschätzung werden nachfolgend die Zahlen der Verunglückten in Bezug zur Fahrleistung der jeweiligen Altersgruppe betrachtet. Da eine Erfassung der Fahrleistung in Deutschland zuletzt im Rahmen der MiD Studie im Jahr 2008 stattfand, zeigen die nachfolgenden Grafiken die Unfalldaten des entsprechenden Jahres.

Eine Betrachtung der fahrleistungsbezogenen Quote der Verunglückten (Bild 1) zeigt eine sehr hohe Rate für die Altersgruppe der 18 bis 20-Jährigen. Danach sinkt die Anzahl der Verunglückten und verbleibt bei Personen zwischen 35 und 69 Jahren auf niedrigerem Niveau. Erst ab einem Alter von 70 Jahren steigt sie wieder leicht an und erreicht für die Gruppe der älteren Alten einen Wert vergleichbar mit dem der Anfang 30-Jährigen.

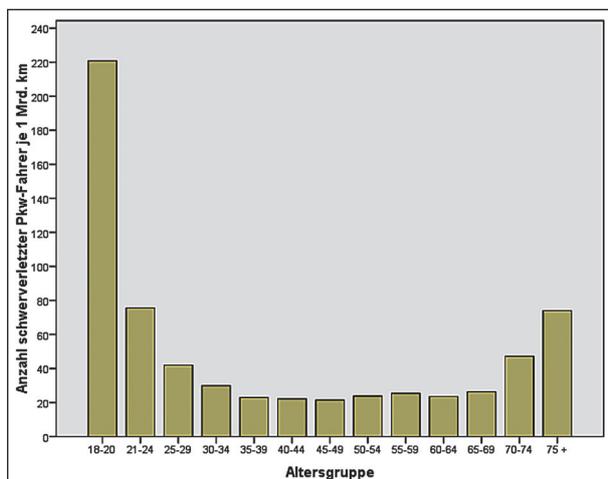
Hierbei kann nicht ausgeschlossen werden, dass das auf diese Weise ermittelte Unfallrisiko das tatsächliche Risiko überschätzt. Dies liegt zum einen daran, dass ältere Verkehrsteilnehmer aufgrund ihrer körperlichen Gebrechlichkeit im Vergleich zu jüngeren Verkehrsteilnehmern bei gleicher Unfallstärke schwerere Verletzungen erleiden. Da die Wahrscheinlichkeit eines Unfalls, polizeilich registriert zu werden, mit der Schwere der Unfallfolgen zusammenhängt, kann davon ausgegangen werden, dass ein höherer Anteil von Unfällen mit Seniorenbeteiligung in die Statistik eingeht (HAKAMIES-BLOMQUIST, 1998). Dies wird auch als Frailty Bias bezeichnet.



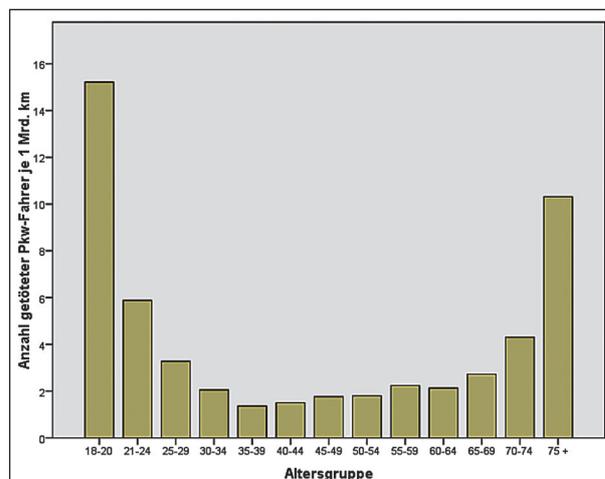
**Bild 1:** Anzahl der verunglückten Pkw-Fahrer je 1 Mrd. Kilometer nach Altersgruppen für das Jahr 2008 (Berechnungen auf Grundlage des Datensatzes infas & DLR, 2010 sowie Statistisches Bundesamt, 2009)



**Bild 2:** Anzahl der leichtverletzten Pkw-Fahrer je 1 Mrd. Kilometer nach Altersgruppen für das Jahr 2008 (Berechnungen auf Grundlage des Datensatzes infas & DLR, 2010 sowie Statistisches Bundesamt, 2009)



**Bild 3:** Anzahl der schwerverletzten Pkw-Fahrer je 1 Mrd. Kilometer nach Altersgruppen für das Jahr 2008 (Berechnungen auf Grundlage des Datensatzes infas & DLR, 2010 sowie Statistisches Bundesamt, 2009)



**Bild 4:** Anzahl der getöteten Pkw-Fahrer je 1 Mrd. Kilometer nach Altersgruppen für das Jahr 2008 (Berechnungen auf Grundlage des Datensatzes infas & DLR, 2010 sowie Statistisches Bundesamt, 2009)

Bild 2 bis Bild 4 zeigen die fahrleistungsbezogenen Raten der verunglückten Pkw-Fahrer in Abhängigkeit von den Unfallfolgen für die unterschiedlichen Altersgruppen im Jahr 2008.

Hierbei wird deutlich, dass mit zunehmender Schwere der Unfallfolgen, der Anteil der Senioren an den betroffenen Personen steigt. Wie Bild 4 entnommen werden kann, ist für die Senioren insbesondere die Wahrscheinlichkeit bei einem Unfall zu versterben erhöht. Das Risiko erreicht für die älteren Alten beinahe die Größenordnung der Fahranfänger.

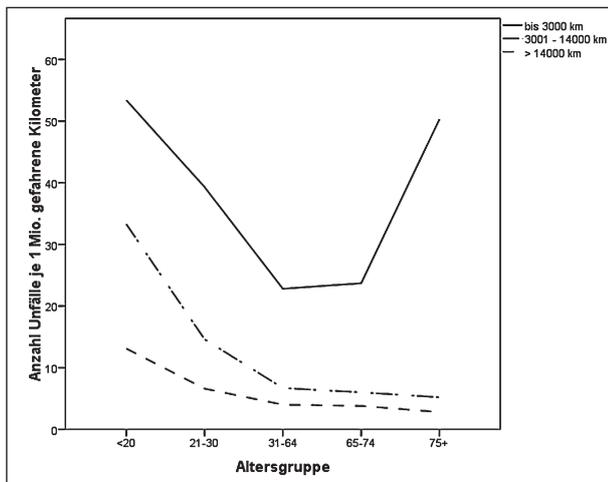
Bei der Einschätzung des Risikos gilt es zum anderen zu beachten, dass die Beziehung zwischen der Jahresfahrleistung und der Unfallrate pro Kilometer nicht linear ist. Personen mit einer hohen Fahrleistung weisen, unabhängig vom Alter, geringere Unfallzahlen pro Kilometer auf als Personen, die wenig fahren. Bei Personen mit geringer Fahrleistung kann es somit zu einer Überschätzung des Unfallrisikos kommen, ein Phänomen, das Low Mileage Bias genannt wird (LANGFORD, METHORST & HAKAMIES-BLOMQUIST, 2006). Wie oben bereits aufgezeigt, ist die durchschnittliche Pkw-Jahresfahrleistung in der Gruppe der Senioren geringer als in den anderen Altersgruppen. Da den Autoren keine Erhebung in Deutschland bekannt ist, in welcher die Fahrleistung gemeinsam mit der Unfallbeteiligung erfasst wurde, wird zur Veranschaulichung des Low Mileage Bias auf eine Untersuchung in den Niederlanden zurückgegriffen. Hierbei zeigte ein Vergleich der Unfallraten von Personen unterschiedlicher Altersgruppen mit jedoch gleicher Fahrleistung, dass die meisten Personen im Alter von 75

Jahren und ältere sicherere Fahrer waren als Personen anderer Altersgruppen. Lediglich für ältere Fahrer, die weniger als 3.000 km pro Jahr fuhren, fanden sich erhöhte Unfallzahlen (Bild 5).

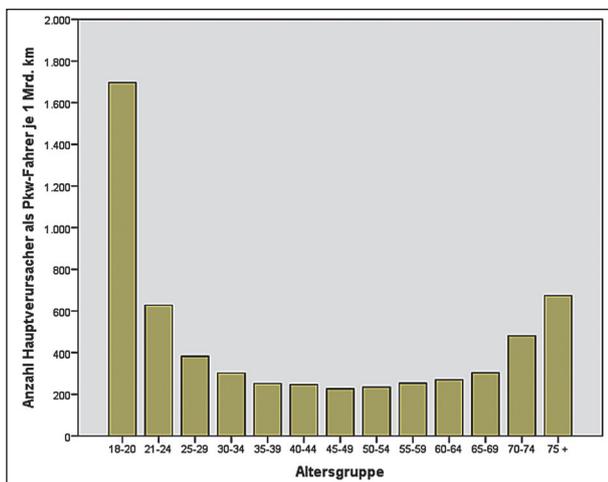
Die Wahrscheinlichkeit einer Unfallbeteiligung war für die Wenigfahrer über alle Altersgruppen hinweg höher (LANGFORD et al., 2006). Im Rahmen der Erhebung MiD gaben im Jahr 2008 9,9 % aller Befragten an, weniger als 5.000 km im Jahr mit dem Pkw zurückzulegen. In der Gruppe der Senioren traf dies auf 14,9 % zu, wobei der Anteil innerhalb der Gruppe der jüngeren Alten 13,3 % und innerhalb der Gruppe der älteren Alten 22,3 % betrug. Im Vergleich zu den anderen Altersgruppen findet sich demnach unter den Senioren ein größerer Anteil an Wenigfahrern.

Weiterhin müssen Unterschiede bezüglich der Umgebung, in welcher gefahren wird, beachtet werden. Während Vielfahrer mit höherer Wahrscheinlichkeit Autobahnen nutzen, sind Wenigfahrer vermehrt auf städtischen Verkehrswegen unterwegs, welche eine größere Anzahl potenzieller Konfliktpunkte beinhalten (LANGFORD et al., 2006). Gemäß einer Studie von JANKE (1991) ist die Anzahl an Unfällen auf Autobahnen 2,75-mal geringer als auf anderen Straßen. Diese unterschiedliche Exposition wird auch als Context Bias bezeichnet (FASTENMEIER & GSTALTER, 2013).

Im Jahr 2015 wurden 12 193 Senioren als Fahrer eines Pkw leicht und 3 336 Senioren schwer verletzt. Dies stellt einen Anteil von 8,9 % und 15,4 % an allen leicht bzw. schwer verletzten Pkw-Fahrern dar. Der Anteil der getöteten Älteren liegt höher. Im



**Bild 5:** Jährliche Unfallbeteiligung nach Altersgruppen, je 1 Mio. gefahrene Kilometer (Langford et al., 2006)



**Bild 6:** Anzahl der Hauptverursacher als Pkw-Fahrer je 1 Mrd. Kilometer nach Altersgruppen für das Jahr 2008 (Berechnungen auf Grundlage des Datensatzes infas & DLR, 2010 sowie Statistisches Bundesamt, 2009)

Jahr 2015 verstarben 310 Ältere an den Folgen des Unfalls, welches einen Anteil von 25,1 % an den getöteten Pkw-Fahrern aller Altersgruppen ausmacht (Statistisches Bundesamt, 2016). Somit ist etwa jeder vierte getötete Pkw-Fahrer auf deutschen Straßen über 65 Jahre alt.

Im Hinblick auf die Unfallverursachung zeigte sich, dass von den 46.781 Senioren, welche im Jahr 2015 als Führer eines Pkw an Verkehrsunfällen mit Personenschaden beteiligt waren, 31.406 als Hauptverursacher galten. In dieser Altersgruppe sind das somit 67,1 %. An der Gesamtzahl der Hauptverursacher als Fahrer eines Pkw bei Unfällen mit Personenschaden betrug der Anteil der Senioren jedoch 15,0 % (Statistisches Bundesamt, 2016). Berücksichtigt man die Fahrleistung (siehe Bild 6) zeigt sich, dass die Anzahl der Hauptschuldi-

gen in den Altersgruppen 30 bis 69 Jahre auf niedrigem Niveau bleibt. Ab 70 Jahren beginnt sie wieder zu steigen und erreicht für die Gruppe der älteren Alten vergleichbare Werte wie die der 21- bis 24-Jährigen.

Die meisten Unfälle, bei denen Senioren als Führer eines Pkw verunglückten, passierten innerhalb von Ortschaften. Etwa 53,7 % dieser Personengruppe wurde im Jahr 2015 auf innerörtlichen Straßen verletzt oder getötet. Auf Straßen außerhalb von Ortschaften und Autobahnen wurden 38,1 % bzw. 8,1 % der verunglückten Pkw-Führer im Alter von 65 Jahren und älter registriert (Statistisches Bundesamt, 2016). Eine Betrachtung des Fehlverhaltens der Pkw-Führer bei Unfällen mit Personenschaden ergab, dass die häufigsten Unfallursachen bei den Senioren ein Missachten der Vorfahrt und Fehler beim Abbiegen, Wenden, Rückwärtsfahren, Ein- und Anfahren sind. Diese machten 22,4 % bzw. 20,9 % der Unfallursachen aus. Weitere 11,1 % und 8,1 % der Fahrfehler gingen auf einen zu geringen Fahrzeugabstand bzw. ein falsches Verhalten gegenüber Fußgängern zurück. Hingegen waren eine nicht angepasste Geschwindigkeit, Fehler beim Überholen und Alkoholeinfluss nur in 6,1 %, 3,0 % bzw. 0,9 % der Fälle die Ursache (Statistisches Bundesamt, 2016), was auf ein eher risikoarmes Fahrverhalten der Älteren hinweist (FASTENMEIER & GSTALTER, 2013). Betrachtet man die tageszeitliche Verteilung der Verkehrsunfälle fällt auf, dass 81,0 % der verunglückten Senioren, unabhängig von ihrer Art der Verkehrsteilnahme, bei Unfällen zwischen 9 und 18 Uhr zu Schaden kamen. Die meisten Verunglückten gab es dabei in der Zeit von 11 bis 12 Uhr. Weiterhin zeigte sich, dass lediglich 4,3 % der verunglückten Senioren in Unfälle zwischen 20 und 6 Uhr verwickelt waren (Statistisches Bundesamt, 2016). Dies legt nahe, dass Senioren bevorzugt bei Tageslicht (ausgenommen die morgendliche Hauptverkehrszeit) mit dem Pkw unterwegs sind und Fahrten bei Nacht meiden.

Zusammenfassend lässt sich sagen, dass Senioren als Fahrer eines Pkw kein erhöhtes Verkehrsunfallrisiko darstellen. Sie verunglücken als Pkw-Fahrer relativiert auf die Anzahl der Personen dieser Altersgruppe ebenso wie auf die zurückgelegten Kilometer nicht häufiger bei Verkehrsunfällen. Wenn Senioren an einem Verkehrsunfall beteiligt sind, fallen die Unfallfolgen für sie aufgrund der höheren Verletzbarkeit häufig jedoch schwerer aus. Bei der Betrachtung von Unfallzahlen müssen stets systematische Verzerrungen in den Daten aufgrund der Ge-

brechlichkeit der Älteren, ihrer Fahrleistung sowie der Fahrumgebung berücksichtigt werden. Ein erhöhtes Unfallrisiko unter den Senioren scheint lediglich für die Wenigfahrer, insbesondere solche ab 75 Jahren, zu bestehen. Bei Unfällen, an denen Senioren beteiligt sind, wird ihnen häufig die Hauptschuld zugewiesen. Insbesondere in der Gruppe der älteren Alten gelten drei von vier Beteiligten als Hauptverursacher des Unfalls.

### 3.3 Die Fahraufgabe

Um abschätzen zu können, welche Schwierigkeiten sich beim Führen eines Pkw für ältere Verkehrsteilnehmer ergeben können, ist es zunächst nötig, die Fahraufgabe zu analysieren. Eine in der Verkehrspsychologie häufig verwendete Beschreibung von Fahraufgaben setzt an der Drei-Ebenen-Hierarchie nach DONGES (1982) an. Hierbei wird die Fahrzeugführung in die Aufgaben Navigation, Bahnführung und Stabilisierung unterteilt. Auf der Navigationsebene wählt der Fahrer unter Einbezug vorhandener Kenntnisse über das Straßennetz, Kenntnissen aus Kartenmaterial sowie Wissen über die aktuelle Verkehrssituation eine geeignete Fahrtroute aus dem Straßennetz aus. Dies erfolgt oft bereits vor Antritt der Fahrt. Während der Fahrt umfasst die Navigationsaufgabe die Wahrnehmung der notwendigen Informationen zur Einhaltung der Route und gegebenenfalls eine Anpassung ihrer aufgrund aktueller Störeinflüsse, wie Verkehrsstauungen oder Baustellen (DONGES, 1982; GELAU, SCHULZE & KROJ, 2012). Auf der Ebene der Bahnführung wird die Fahrtroute umgesetzt. Hierbei hat der Fahrer die Aufgabe, unter Berücksichtigung der vorliegenden Verkehrssituation sowie des geplanten Fahrtablaufs eine möglichst geringe Abweichung der Fahrzeugbewegung von der Sollspur und Sollgeschwindigkeit herzustellen (DONGES, 1982). Auf der Stabilisierungsebene setzt der Fahrer seine Wünsche bezüglich Längs- und Querführung des Fahrzeuges durch Bewegungen an Lenkrad, Gaspedal, Bremse und Gangschaltung um.

Schwierigkeiten ergeben sich jedoch bei dem Versuch, einzelnen Fahraufgaben gewisse sensorische, kognitive und motorische Fähigkeiten zu ihrer Bewältigung zuzuordnen. Es konnte bislang nicht abschließend geklärt werden, welche Fähigkeiten für die Bearbeitung einer bestimmten Fahraufgabe ausschlaggebend sind und inwiefern sich die Ausführung der Aufgabe verändert, sobald die spezifi-

sche Fähigkeit nicht mehr ausreichend ausgeprägt ist. Dies überrascht nicht in Anbetracht der Tatsache, dass das Fahrverhalten ein sehr komplexes Geschehen ist, bei dem eine Vielzahl an Fähigkeiten, Eigenschaften und Erfahrungen zusammenwirkt. Bis dato wurde in mehreren Studien versucht, Zusammenhänge zwischen Ergebnissen kognitiver Testungen und Leistungen während einer Fahrverhaltensbeobachtung herzustellen. Die erklärten Varianzanteile waren hierbei jedoch häufig gering. Wenn nun nachfolgend Veränderungen von Funktionen im Alter beschrieben werden, soll dabei beachtet werden, dass nicht abschließend geklärt ist, inwiefern diese Fähigkeiten relevant für verschiedene Fahraufgaben sind. Es soll dennoch eine Idee vermittelt werden, welche Fähigkeiten aktuell im Zusammenhang mit der Fahraufgabe diskutiert werden.

### 3.4 Leistungsbeeinträchtigungen im Alter

Aus der Altersforschung ist bekannt, dass verschiedene Aspekte der psychophysischen Leistungsfähigkeit mit zunehmendem Alter abnehmen. Diese Abnahme kann jedoch weder als genereller, d. h. alle Leistungsbereiche betreffender, noch als universeller, d. h. alle Personen betreffender Abbau körperlicher und geistiger Funktionen betrachtet werden (POTTGIESSER et al., 2012). Vielmehr ist Altern in hohem Maße ein individueller Prozess, der bei verschiedenen Personen, ebenso wie in ihren verschiedenen Fähigkeits- und Fertigungsbereichen sehr unterschiedlich verläuft. Aufgrund dieser hohen inter- und intraindividuellen Variabilität ist das chronologische Alter allein kein geeigneter Prädiktor für das Leistungspotenzial eines älteren Menschen. Nichtsdestotrotz steigt mit zunehmendem Alter die Wahrscheinlichkeit für das Auftreten sensorischer, kognitiver und motorischer Leistungseinbußen. In den folgenden Abschnitten werden altersbedingte Veränderungen, welche in Zusammenhang mit der Fahrkompetenz diskutiert werden, ausführlicher beschrieben.

#### 3.4.1 Sensorische Veränderungen

Die Orientierung im Straßenverkehr erfolgt überwiegend über die visuelle Sinnesmodalität (COHEN, 2008). Beim Sehen dringt Licht durch die Hornhaut in das Auge und passiert anschließend die Pupille. Die Größe der Pupille, und somit die Lichtmenge,

welche in das Auge dringt, wird von der Iris reguliert (MYERS, 2005). Mit fortschreitendem Alter reduziert sich der Pupillendurchmesser von 8 mm im dritten Lebensjahrzehnt auf 6 mm im siebten Lebensjahrzehnt (MEISAMI, BROWN & EMERLE, 2007). Aufgrund dessen verringert sich der Lichteinfall auf die Retina, was sich insbesondere unter schlechten Beleuchtungsverhältnissen bemerkbar machen kann (WAHL & HEYL, 2007).

Hinter der Pupille befindet sich die Linse. Sie unterliegt den wahrscheinlich stärksten altersabhängigen Veränderungen innerhalb des optischen Apparates (SCHIEBER, 1992). Die Linse bündelt die einfallenden Lichtstrahlen und vereinigt sie auf dem lichtempfindlichen dunklen Augenhintergrund zu einem Bild. Um ein scharfes Bild von Gegenständen, welche sich in weniger als fünf Meter Entfernung befinden und somit divergent verlaufende Lichtstrahlen senden, auf der Netzhaut zu erhalten, muss die Linse ihre Brechkraft erhöhen. Dies geschieht durch eine zunehmende Linsenkrümmung, ein Vorgang, der Akkommodation genannt wird (LEYDHECKER, 1975). Im Alter verliert die Linse aufgrund von Proteineinlagerungen an Elastizität, sodass sich der Nahpunkt, die kürzeste Entfernung eines Gegenstandes, die noch scharfes Sehen erlaubt, von 10 cm im Alter von 20 Jahren auf 84 cm im Alter von 60 Jahren entfernt (MEISAMI et al., 2007). Neben einer Verkleinerung des Bereiches zwischen minimaler und maximaler Gegenstandsweite, bei der noch eine scharfe Abbildung auf der Netzhaut möglich ist, kommt es mit zunehmendem Alter zu einer Verlangsamung des Akkommodationsprozesses (LOCKHART & SHI, 2010). Aufgrund dieser altersbezogenen Veränderungen der Akkommodation sind Schwierigkeiten beim Erkennen von Objekten innerhalb des Fahrzeuges, z. B. Anzeige auf dem Tachometer oder Warnleuchten, denkbar. Für dieses Erkennen wird zudem vermehrt Zeit benötigt, während welcher der ältere Fahrer seine Aufmerksamkeit nicht auf die Straße fokussieren kann.

Physiologisches Altern spiegelt sich im Hinblick auf die Linse zudem in der Komprimierung der Linsenfasern im Linsenkern wider. Diese Verdichtung führt zu einer geringeren Lichtdurchlässigkeit, sodass sich die Netzhauthelligkeit weiter verringert. Bei einer Person im Alter von 80 Jahren gelangen nur noch etwa 20 % der Lichtstrahlen in das Auge (MEISAMI et al., 2007). Zum anderen erhöht sich durch diese Verdichtung die Streuung des Lichtes im Auge, welches wiederum zu einer erhöhten Blendempfindlichkeit sowie einer Kontrastminde-

rung des Netzhautbildes führt (VAN DEN BERG et al., 2007).

Die Lichtstrahlen durchdringen auf ihrem weiteren Weg die äußere Schicht der Retina und gelangen zu den Photorezeptoren. Hierbei kann es sich zum einen um Zapfen, zum anderen um Stäbchen handeln. Die Zapfen sind besonders um die Mitte der Retina angesiedelt und funktionieren am besten bei guter Beleuchtung. Mit ihrer Hilfe können feine Details unterschieden und Farben wahrgenommen werden. Die Stäbchen hingegen sind für das periphere Sehen und das Sehen in der Dämmerung nötig. Sie bleiben auch bei schwachem Licht hochempfindlich und ermöglichen das Schwarz-Weiß-Sehen (MYERS, 2005). Mit zunehmendem Alter nimmt die Dichte der Photorezeptorzellen ab, wobei die beiden Zellarten von diesem Verlust unterschiedlich stark betroffen sind. Während für die äquatorialen Zapfen eine Abnahme von 16 Zellen/mm<sup>2</sup>/Jahr ab der zweiten Lebensdekade nachgewiesen wurde, scheint der Rückgang der äquatorialen Stäbchen uneinheitlich zu verlaufen. Ihre stärkste Abnahme erfahren sie zwischen der zweiten und vierten Lebensdekade. Anschließend gestaltet sich der Verlust mit 570-330/mm<sup>2</sup>/Jahr geringer (GAO & HOLLYFIELD, 1992). Die Abnahme der Stäbchendichte ist verantwortlich für das im Alter herabgesetzte skotopische Sehen, d. h. das Sehen bei Dunkelheit (MEISAMI et al., 2007). Zwischen dem 20. und dem 80. Lebensjahr verringert sich die skotopische Sensitivität um 0,07 log Einheit pro Lebensdekade. Gleichzeitig nimmt die Zeit, welche zur vollständigen Dunkeladaptation der Augen benötigt wird, um 2,76 Minuten pro Dekade zu (JACKSON, OWSLEY & MCGWIN JR, 1999).

Die beschriebenen Veränderungen können das Führen eines Kraftfahrzeuges insofern beeinflussen als es bei älteren Fahrern zu Schwierigkeiten im Erkennen von Details und Konturen von Objekten kommen kann. Insbesondere bei Fahrten in der Dämmerung und der Nacht können sich visuelle Beeinträchtigungen negativ auf das Fahren auswirken. In einer Studie von LACHENMAYR, BERGER, BUSER & KELLER (1998) zu Dunkelheitsunfällen zeigte sich, dass bei eingeschränktem Dämmerungssehvermögen und gesteigerter Blendempfindlichkeit die Wahrscheinlichkeit einen Dunkelheitsunfall zu erleben erhöht ist. In einer Untersuchung von THEEUWES, ALFERDINCK & PEREL (2002) zum Einfluss von Blendlicht auf das Fahrverhalten führte eine Blendquelle während einer Fahrverhaltensbeobachtung zu Beeinträchtigungen beim Er-

kennen von Fußgängern. Der Effekt zeigte sich insbesondere bei älteren Fahrern.

Im Rahmen des Sehtests für den Führerscheinwerb wird häufig lediglich die zentrale Tagessehschärfe geprüft. Gemäß der Fahrerlaubnisverordnung (Anlage 6 zu den §§ 12, 48 Absatz 4 und 5) darf die Sehschärfe des besseren Auges oder die beidäugige Sehschärfe den Wert 0,5 nicht unterschreiten. Die Sehschärfe bleibt bis zu einem Alter von 40 bis 50 Jahren bei etwa 1,2 konstant, nimmt dann aber deutlich ab. Bei Personen im Alter von 75 Jahren liegt sie im Mittel noch bei 0,6 (HILZ & CAVONIUS, 1996). Die Prüfung der Sehschärfe geschieht oft bei hohem Kontrast der Sehzeichen und unter optimalen Lichtverhältnissen. Testpersonen sollen dabei nacheinander Zielreize identifizieren. Da solche Bedingungen im Alltag nicht immer gegeben sind und die Sehschärfe allein nicht die visuelle Komplexität der Fahraufgabe widerspiegelt, überrascht es nicht, dass die Eignung der Sehschärfe als Prädiktor für die Fahrkompetenz strittig ist. Eine Meta-Analyse von BALL, WADLEY, EDWARDS, BALL & ROENKER (2001) zeigte nur einen geringen Zusammenhang zwischen der Sehschärfe und dem Risiko für einen Autounfall. Im Rahmen einer retrospektiven Befragungsstudie von KEEFFE, JIN, WEIH, MCCARTY & TAYLOR (2002) fand sich keine erhöhte Wahrscheinlichkeit einer Unfallbeteiligung von Personen mit einer Sehschärfe geringer als 0,5 im Vergleich zu Personen mit einer höheren Sehschärfe. Ähnliche Schlussfolgerungen ergaben sich auch bei einer Einschätzung der Fahrkompetenz solch einer Personengruppe im Rahmen einer Fahrverhaltensbeobachtung im Stadtverkehr (LAMBLE, SUMMALA & HYVÄRINEN, 2002).

Mit zunehmendem Alter nimmt zudem die Kontrastsensitivität ab. Sie beschreibt die Fähigkeit des visuellen Systems, den Leuchtdichteunterschied zwischen örtlich mehr oder weniger eng benachbarten Reizen zu erkennen. Die Abnahme der Kontrastsensitivität zeigt sich vorwiegend bei hohen Ortsfrequenzen (ALLARD, RENAUD, MOLINATTI & FAUBERT, 2013; OWSLEY, 2011). Personen im Alter von etwa 70 Jahren benötigen hier einen dreimal stärkeren Kontrast zum Erkennen eines Objektes als Personen im Alter von etwa 20 Jahren (BURTON, OWSLEY & SLOANE, 1993). In Studien zum Zusammenhang zwischen visuellen Funktionen und der Fahrkompetenz von Senioren stellte sich die Kontrastsensitivität zwar als Prädiktor für das Vermeiden von Nachtfahrten sowie das Einstellen des Autofahrens im Allgemeinen heraus (BRABYN,

SCHNECK, LOTT & HAEGERSTROM-PORTNOY, 2005; EMERSON, JOHNSON, DAWSON, UC, ANDERSON & RIZZO, 2012), einen Zusammenhang der Kontrastsensitivität mit zukünftiger Unfallbeteiligung scheint es jedoch nicht zu geben (OWSLEY et al., 1998; RUBIN, NG, BANDEEN-ROCHE, KEYL, FREEMAN & WEST, 2007).

Im Laufe des Lebens kommt es zudem zu einer Veränderung der Ausdehnung des Gesichtsfeldes. Das Gesichtsfeld umfasst die Gesamtheit der optischen Reize auf der Netzhaut bei unbewegter Augen- und Kopfstellung. Es wird in das zentrale sowie das periphere Gesichtsfeld unterteilt. Das normale Gesichtsfeld reicht nach temporal über 90° vom Fixationspunkt, nach oben und nasal bis etwa 60° und nach unten bis 70° (SACHSENWEGER, 2003). Gemäß Fahrerlaubnisverordnung (Anlage 6 zu den §§ 12, 48 Absatz 4 und 5) wird ein Gesichtsfeld eines Auges oder ein gleichwertiges beidäugiges Gesichtsfeld mit einem horizontalen Durchmesser von mindestens 120° für das Autofahren gefordert. Insbesondere das zentrale Gesichtsfeld muss bis 20° normal sein. Die Gesichtsfeldaußengrenzen hängen u. a. von der Lage des Augapfels in der Augenhöhle sowie der Lage des Oberlides ab. Mit fortschreitendem Alter kommt es zu einer Erschlaffung des Augenlids sowie einem Zurücksinken des Augapfels in die Augenhöhle aufgrund seniler Fettatrophie. Diese Veränderungen führen zu einer Verkleinerung der Gesichtsfeldgröße, welche sich bei Personen im Alter von 65 Jahren und älter auf etwa 12 bis 14 % beläuft (MEISAMI et al., 2007). In Untersuchungen zur Fahrkompetenz von Personen mit einer vergleichsweise starken Gesichtsfeldeinschränkung, sprich einem halbseitigen oder quadrantenförmigen Gesichtsfeldausfall, wurden im Rahmen einer Fahrverhaltensbeobachtung, trotz vereinzelter Schwierigkeiten beim Halten der Fahrspur, zumeist keine oder nur unbedeutende Fahrfehler beobachtet. Die Mehrheit dieser Personen wurde als sichere Fahrer eingestuft (ELGIN et al., 2010; WOOD et al., 2009). Im Rahmen einer Studie im Fahrsimulator mit Personen mit einem halbseitigen Gesichtsfeldausfall fiel jedoch im Vergleich zu Personen ohne visuelle Einschränkungen auf, dass Fußgänger am Straßenrand, wenn sie sich im betroffenen visuellen Halbfeld befanden, seltener wahrgenommen wurden (BOWERS, MANDEL, GOLDSTEIN & PELI, 2009). Inwiefern sich diese Befunde auf Personen mit geringeren, altersbedingten Einschränkungen des Gesichtsfeldes übertragen lassen, ist unklar.

Neben dem Sehen stellt das Hören einen weiteren Wahrnehmungskanal dar, über welchen Informationen im Straßenverkehr aufgenommen werden können. Während einer Fahrt gilt es u. a. die Warnsignale anderer Verkehrsteilnehmer, das Martinshorn eines Rettungswagens und die Geräusche innerhalb des eigenen Fahrzeuges zu beachten (GHOSH, LOCKHART & LIU, 2015). Unbekannte Geräusche oder die Zunahme der Lautstärke können eine Störung oder eine herannahende Gefahr anzeigen. Diese Informationen erhöhen die Wachsamkeit und ermöglichen eine adäquate Reaktion (BOOTZ, 2007). Mit zunehmendem Alter kommt es zu Veränderungen des Hörvermögens. So leiden etwa 40 % aller Personen ab dem 65. Lebensjahr an Presbyakusis, der sogenannten Schwerhörigkeit im Alter (ZAHNERT, 2011). Diese äußert sich als eine allmähliche beidseitige Abnahme des Hörvermögens, wobei zunächst nur die hohen Frequenzen betroffen sind. Eine einseitige hochgradige Schwerhörigkeit kann zudem zu einer Beeinträchtigung des räumlichen Hörvermögens führen, sodass eine Gefahrenquelle im Straßenverkehr möglicherweise nicht korrekt lokalisiert werden kann (BOOTZ, 2007). Der Zusammenhang zwischen Komponenten der auditiven Wahrnehmung und der Fahrkompetenz war im Vergleich zum Sehvermögen seltener Gegenstand wissenschaftlicher Untersuchungen. Gemäß EWERT (2006) konnte bislang kein bedeutsamer Einfluss des Hörvermögens auf die Verkehrssicherheit aufgezeigt werden. Die Fahrerlaubnisverordnung (Anlage 4 zu den §§ 11, 13 und 14) gestattet es Personen mit einem Hörverlust von 60 % und mehr einseitig oder beidseitig sowie Personen mit einer ein- oder beidseitigen Gehörlosigkeit am Straßenverkehr teilzunehmen, wenn nicht gleichzeitig andere schwerwiegende Mängel (z. B. Sehstörungen) vorliegen.

### 3.4.2 Kognitive Veränderungen

Neben der reinen Wahrnehmungsfähigkeit sind auch kognitive Komponenten erforderlich, um visuelle Informationen zu verarbeiten. An dieser Stelle wird auf das nutzbare Sehfeld (useful field of view, UFOV) eingegangen. Es ist kleiner als das Gesichtsfeld und beschreibt die räumliche Ausdehnung des peripheren Sehens um die aktuelle Fixationsstelle herum, in der dargebotene Reize kognitiv verarbeitet werden können (BALL, WADLEY & EDWARDS, 2002; MIURA, 1992). Bereits MACKWORTH (1965, 1976) stellte fest, dass es sich bei

dem nutzbaren Sehfeld nicht um eine feste Größe handelt, sondern, dass die Größe des nutzbaren Sehfeldes durch die Dichte irrelevanter Reize festgelegt wird, wenn in einem Display nach relevanten Reizen gesucht werden muss (MACKWORTH, 1976).

COHEN (1984) nahm an, dass die Wahrscheinlichkeit, Ereignisse zu übersehen, ansteige, wenn die Informationsdichte zunehme. Das nutzbare Sehfeld wird von ihm (1984, S. 2f) wie folgt definiert: Unter dem Begriff nutzbares Sehfeld ist im folgenden keine festgelegte, sondern eine variable räumliche Ausdehnung um die Fovea herum zu verstehen, die die Informationsaufnahme in unveränderter Weise gewährleistet. Ein paar Jahre später (1987) fügte er hinzu, dass das nutzbare Sehfeld im Sinne der jeweiligen visuellen Aufgabe nutzbar und stets auf einen definierten Reiz bezogen sei. Er nahm an, dass sich der Umfang des nutzbaren Sehfeldes mit zunehmender Belastung des Fahrers verringere, wenn dieser über keine freie Kapazität mehr zur Informationsaufnahme und -verarbeitung verfüge. Cohen fand, dass die Fahrpraxis der Versuchspersonen einen Einfluss auf die Größe ihres nutzbaren Sehfeldes hatte (COHEN 1984, 1985). Er vermutete daher, dass zunehmendes Wahrnehmungslernen zur Erweiterung des nutzbaren Sehfeldes führt. Wenig erfahrene Kraftfahrer wiesen ein geringeres nutzbares Sehfeld auf als erfahrene Fahrer.

Eine Überprüfung des nutzbaren Sehfeldes beinhaltet das Identifizieren und Lokalisieren von Zielreizen oberhalb der Reizschwelle im Rahmen von Untertests, welche die Informationsverarbeitungsgeschwindigkeit, die Fähigkeit zur geteilten Aufmerksamkeit und die Anfälligkeit gegenüber Ablenkung erfassen (BALL, ROENKER & BRUNI, 1990). SEKULER, BENNETT & MAMELAK (2000) bewerten den Umfang des nutzbaren Sehfeldes als ein Kriterium der Fahreignung. Die Erfassung der Umgebung erfolge umso schneller und einfacher, je ausgedehnter das nutzbare Sehfeld sei. Die Verringerung des nutzbaren Sehfeldes beginnt nach Angabe der o. g. Autoren bereits ab einem Alter von etwa 20 Jahren. Diese Verschlechterung wird von SEKULER et al. (2000) weniger als eine Verringerung des Umfanges des Sehfeldes an sich interpretiert, sondern eher als eine Abnahme in der Effizienz bewertet, mit der Personen Informationen aus einer unstrukturierten Szene (cluttered scene) extrahieren können.

Nach FOZARD, WOLF, BELL, MC FARLAND & PODOLSKY (1977) beeinflusst auch das Lebensalter die Größe des Sehfeldes. Nach ihrer Auffassung treten Veränderungen im Alter zwischen 55 und 65 Jahren auf, die durch den Stoffwechsel in der Retina beeinflusst würden. Eine andere Auffassung wird z. B. durch OSAKA (1980) vertreten, der darauf hinwies, dass die festgestellte Ausdehnung des nutzbaren Sehfeldes bei Erwachsenen im Vergleich zu Kindern darin begründet sei, dass der Vorgang der Informationsaufnahme und -verarbeitung mit zunehmendem Alter effizienter ablaufe.

Im Rahmen einer Meta-Analyse fanden CLAY, WADLEY, EDWARDS, ROTH, ROENKER & BALL (2005) Korrelationen zwischen der Leistung in einem Test zur Prüfung des nutzbaren Sehfeldes und der Anzahl der Unfälle in den letzten fünf Jahren, der Leistung während einer Fahrverhaltensbeobachtung sowie den Reaktionszeiten beim Fahren in einem Fahrsimulator. In einer prospektiven Kohortenstudie fanden OWSLEY et al. (1998), dass die Wahrscheinlichkeit, binnen der nächsten drei Jahre an einem Autounfall beteiligt zu sein, bei älteren Fahrern mit einem zu mindestens 40 % beeinträchtigtem nutzbaren Sehfeld mehr als doppelt so hoch war wie die von Personen mit einer geringeren Einschränkung. Neuere Simulatoruntersuchungen (ROGÉ, NDIAYE & VIENNE, 2014) haben gezeigt, dass mittels Trainings das nutzbare Sehfeld bei älteren Personen vergrößert werden konnte und die trainierte Gruppe der älteren Personen im Vergleich zur nicht trainierten Gruppe besser in der Lage war, Fußgänger in der Verkehrsumwelt zu entdecken.

RUSCH et al. (2016) untersuchten, inwiefern Verschlechterungen im nutzbaren Sehfeld die Schätzungen der Zeit bis zum Kontakt (TTC time-to-contact) mit einem entgegenkommenden Fahrzeug bei älteren Fahrern in Links-Abbiegesituationen mit Gegenverkehr beeinflussen. Das nutzbare Sehfeld wurde mittels Visual Attention Analyzer über Summierung der Ergebnisse in vier Untertests: A) Verarbeitungsgeschwindigkeit, B) geteilte Aufmerksamkeit, C) selektive Aufmerksamkeit und D) selektive Aufmerksamkeit bei einer gleich-ungleich Diskriminierung bei Fixation) gemessen. Jeder Wert in einem Untertest repräsentierte die Schwelle in Millisekunden, an der die jeweilige Versuchsperson in 75 % der Fälle korrekt reagierte. Einschränkungen im UFOV wurden definiert durch Werte von mindestens 350 im Untertest C) oder 500 im Untertest D). Die Versuchspersonen (17 mittelalte Fahrer zwischen 40 und 52 Jahren; 37 ältere Fahrer zwischen 69 und 81 Jahren)

mussten in einem Fahrsimulator beurteilen, wann ein entgegenkommendes Fahrzeug mit ihnen kollidieren würde, würden sie links abbiegen (Vorhersage in Sekunden). Die Teilnehmer mussten auf Fahrzeuge reagieren, die sich in unterschiedlichen Geschwindigkeiten der Kreuzung näherten (45, 55 und 65 mph). Der TTC Schätzfehler bestand aus der Differenz zwischen dem von der Person geschätzten TTC-Wert und dem tatsächlichen TTC-Wert. Die Autoren konnten zeigen, dass die TTC-Schätzungen bei allen Fahrern am genauesten waren, wenn die herannahenden Fahrzeuge mit der höchsten Geschwindigkeit fuhren und am ungenauesten waren, wenn sie mit der geringsten Geschwindigkeit fuhren. Die Fahrer mit dem schlechtesten nutzbaren Sehfeld wiesen die ungenauesten TTC-Schätzungen auf, insbesondere für die sich langsam nähernden Fahrzeuge. Die Ergebnisse weisen nach Auffassung der Autoren darauf hin, dass die altersbezogene UFOV-Einschränkung die Entscheidung älterer Fahrer, in sicherheitskritischen Linksabbiegesituationen unter Berücksichtigung der zeitliche Lücke bis zum Kontakt bzw. Kollision mit dem sich nähernden Fahrzeug noch abzubiegen, verschlechtert.

Bei Untersuchungen der Beziehungen zwischen psychischen Funktionen, Alter und Fahrverhalten wird vielfach Aufmerksamkeit thematisiert. Aufmerksamkeit stellt einen grundlegenden kognitiven Prozess dar, der multiple Subprozesse aufweist. Zu nennen sind selektive Aufmerksamkeit, Vigilanz bzw. Daueraufmerksamkeit und geteilte Aufmerksamkeit. Mit selektiver Aufmerksamkeit ist die Fähigkeit gemeint, auf relevante Reize zu reagieren und sich nicht durch irrelevante Reize bzw. Störreize ablenken zu lassen. Aus einer Fülle von Informationen werden relevante Reize erkannt und ausgewählt und gleichzeitig irrelevante Reize ignoriert. Bei der geteilten Aufmerksamkeit handelt es sich um die Fähigkeit, die Aufmerksamkeit gleichzeitig auf zwei oder mehr konkurrierende Reize zur gleichen Zeit zu richten (z. B. NAVON & GOPHER, 1979). Die parallele Konzentration auf Aufgaben gleicher Modalität ist schwieriger als auf Aufgaben unterschiedlicher Modalität. Das Autofahren wird oft als Paradebeispiel für geteilte Aufmerksamkeit genannt, da hier gleichzeitig unterschiedliche Aufgaben (Gasgeben, Steuern, Blinken etc.) durchgeführt und verschiedene Reize parallel beachtet werden müssen (z. B. VAN WOLFFELAAR, BROUWER & ROTHENGATTER, 1991). Unter Vigilanz wird nach STURM & ZIMMERMANN (2000) die Aufrechterhaltung selektiver Aufmerksamkeit unter monotonen

Bedingungen und bei niedriger Frequenz kritischer Reize verstanden. Daueraufmerksamkeit gilt als die Fähigkeit, die Aufmerksamkeit auf einen Stimulus über einen längeren Zeitraum (unter mentaler Anstrengung) aufrechtzuerhalten.

Untersuchungen zeigen einen Zusammenhang zwischen selektiver Aufmerksamkeit und Unfällen auf (z. B. ARTHUR, BARRET & ALEXANDER, 1991; PARASURAMAN, 1991). Daneben gibt es Hinweise darauf, dass die Leistungen älterer Personen in Bezug auf die selektive Aufmerksamkeit schlechter ausfallen als die jüngerer Personen (z. B. PARASURAMAN, 1991). In einer Untersuchung von BROUWER (1994) wurde deutlich, dass ältere Verkehrsteilnehmer im Vergleich zu jüngeren in bestimmten Situationen mehr Schwierigkeiten aufweisen, eine Unterscheidung zwischen relevanten und irrelevanten Reizen zu treffen. Untersuchungen dazu, ob eine schlechtere selektive Aufmerksamkeit älterer Personen zu einer deutlich schlechteren Fahrkompetenz führt, kommen allerdings nicht zu eindeutigen Ergebnissen. Nach GLISKY (2007) können die in Untersuchungen gefundenen Defizite bei Älteren eher einer allgemeinen Verlangsamung der Informationsverarbeitung zugeschrieben werden als selektiven Aufmerksamkeitsdefiziten an sich.

In Bezug auf die geteilte Aufmerksamkeit wurden wiederholt Alterseffekte aufgezeigt (z. B. EBY, TOMBLEY, MOLNAR, & SHOPE, 1998; FRENSCH, LINDENBERGER & KRAY, 1999; HARTLEY, 1992). Da geteilte Aufmerksamkeit bei komplexen Fahraufgaben wie dem Durchfahren von Kreuzungen und dem Linksabbiegen erforderlich ist, könnten Alterseffekte bei der geteilten Aufmerksamkeit für Unfälle Älterer beim Linksabbiegen (mit) verantwortlich sein.

Hinsichtlich der Daueraufmerksamkeit zeigen sich gemischte Befunde. Eine Untersuchung von HERBERG (1997) wies darauf hin, dass bei einer Vigilanztestung mittels eines computergestützten Testverfahrens ein geringer Anstieg der Reaktionszeit ab dem 70. Lebensjahr auftrat, wobei die Fehlerquote bezüglich ausgelassener oder falscher Reaktionen ab dem 60. Lebensjahr kontinuierlich anstieg. EBY et al. (1998) hingegen fanden keine Hinweise auf deutliche Veränderungen mit zunehmendem Alter. Auch in einer EEG-Studie von CAMPAGNE et al. (2004) zur Vigilanz beim Fahren in einem Simulator zeigten sich keine spezifischen Alterseffekte.

Vigilanz ist auch abhängig von der Tageszeit, der Schlafqualität und der Sauerstoffversorgung des Gehirns. Ist der Schlaf fragmentiert, verliert er seine regenerierende Funktion und es treten Vigilanzstörungen auf. Bekannt ist, dass Ein- und Durchschlafstörungen häufige Symptome im Alter sind, so dass indirekt (infolge von Schlafstörungen etwa) eine Änderung der Vigilanz im Alter nicht auszuschließen ist. Auch sollte an dieser Stelle erwähnt werden, dass Benzodiazepine, die häufig aufgrund von Schlafstörungen verschrieben werden, einen negativen Einfluss auf Vigilanz ausüben können.

Untersuchungen weisen darauf hin, dass Ältere Schwierigkeiten bei der visuellen Suche, dem Auffinden eines oder mehrerer Zielreize in einem Umfeld von Nicht-Zielreizen, haben und mehr Ressourcen als Jüngere aufwenden müssen, um entsprechende Leistungen zu erbringen (z. B. WILD-WALL & FALKENSTEIN, 2007). Bezogen auf den Straßenverkehr können Schwierigkeiten bei der visuellen Suche dazu führen, dass relevante Reize nicht schnell genug gefunden werden und dass der Suchprozess dermaßen beanspruchend ist, dass in kritischen Situationen nur noch verzögert reagiert werden kann. MCPHEE, SCIALFA, DENNIS, HO & CAIRD (2004) untersuchten Altersunterschiede bei der visuellen Suche nach Verkehrszeichen in digitalisierten Bildern mit Verkehrsszenen während einer simulierten Konversation. Die Verkehrszeichen mussten unter Einfachaufgabenbedingung und Doppeltätigkeitsbedingung in Verkehrsszenen gesucht werden, die entweder wenige oder viele Distraktoren aufwiesen. In der Doppeltätigkeitsbedingung mussten sich die Probanden neben der Suche nach Verkehrszeichen kurze Prosatexte anhören und Fragen dazu beantworten. Ältere Versuchspersonen waren weniger genau in ihrer visuellen Suche, besonders bei den Verkehrsszenen mit vielen Distraktoren und waren langsamer in ihrer Entscheidung hinsichtlich des Nichtvorhandenseins eines Verkehrszeichens in einer Szene. Zudem traten bei Älteren längere Fixationen in der Bedingung der geteilten Aufmerksamkeit auf, was gemäß den Autoren auf eine stärker beanspruchende Verarbeitung hinweist.

Das Führen von Kraftfahrzeugen ist durch Doppel- bzw. Mehrfachtätigkeiten geprägt. So muss der Fahrer z. B. sein Fahrzeug in der Spur halten, gleichzeitig verkehrsrelevante Informationen visuell suchen, Brems-, Kupplungs- und Lenkhandlungen ausführen und Umgebungsreize wie andere Verkehrsteilnehmer beachten. Untersuchungen zeigen

Hinweise darauf, dass Ältere Schwierigkeiten bei der Durchführung von Doppeltätigkeiten bzw. Mehrfach-tätigkeiten haben (z. B. BHERER, KRAMER & PETERSON, 2005). Diese Befunde stammen jedoch in erster Linie aus Laborstudien, in denen nicht selbst entschieden werden konnte, ob bzw. wann die zusätzliche Aufgabe durchgeführt wird. Hinzu kommt, dass Mehrfach-tätigkeiten oft unter Zeitdruck ausgeführt werden müssen. Auswirkungen des Alters auf die Durchführung von Mehrfach-tätigkeiten sind häufig untersucht worden. Dabei spielt die Art der zusätzlichen Aufgabe bzw. der Reize eine bedeutsame Rolle. Müssen Ältere gleichzeitig sensumotorische und kognitive Aufgaben durchführen, so zeigt sich, dass sie Schwierigkeiten bei der Durchführung aufweisen. Ist eine manuelle Reaktion zur Durchführung der Sekundäraufgabe erforderlich, zeigten sich größere Altersdefizite als wenn verbal zu reagieren war (BROUWER et al., 1991). Älteren Menschen bereitet es mehr Schwierigkeiten, zeitgleich unterschiedliche Informationen zu verarbeiten und in kurzer Zeit Entscheidungen zu treffen.

Mit exekutiven Funktionen (oder kognitive Kontrolle) werden geistige Funktionen bezeichnet, mit denen Menschen ihr eigenes Verhalten steuern. Zu den exekutiven Funktionen zählen unter anderem die Zielsetzung, die strategische Handlungsplanung, die Entscheidung für Prioritäten, das Arbeitsgedächtnis und die bewusste Aufmerksamkeitssteuerung. Altersbezogene Einschränkungen in einer Vielzahl kognitiver Aufgaben werden Defiziten in der effizienten Kontrolle der eigenen kognitiven Verarbeitung zugeschrieben, d. h. den exekutiven Funktionen des alternden Gehirns (z. B. KRAY, LI & LINDENBERGER, 2002).

KRAY & LINDENBERGER (2000) untersuchten in zwei unterschiedlichen Aufgabenbedingungsblöcken (homogene Aufgabenbedingung, z. B. AAAA vs. heterogene Aufgabenbedingung, z. B. AA-BAABB) Altersunterschiede hinsichtlich der Geschwindigkeit des Wechsels zwischen Aufgaben. Unterschiede in der Latenz zwischen heterogenen und homogenen Blöcken werden als allgemeine Wechselkosten definiert, wohingegen spezifische Wechselkosten als Unterschiede zwischen Wechsel und Nicht-Wechsel-Versuchsdurchgängen innerhalb heterogener Blöcke beschrieben werden. Spezifische (lokale) Wechselkosten betreffen mithin Erhöhungen der Reaktionszeit und/oder der Fehler-rate nach einem Aufgabenwechsel (z. B. AB) im Vergleich zu einer Aufgabenwiederholung (AA oder

BB) innerhalb der Wechselaufgabe. Es wurde verbales, bildliches und numerisches Reizmaterial verwendet. Altersbezogene Verschlechterungen waren signifikant größer für die allgemeinen im Vergleich zu den spezifischen Wechselkosten. Die Autoren nehmen aufgrund dieser Ergebnisse an, dass die Fähigkeit, zwei alternierende Aufgaben im Arbeitsgedächtnis zu behalten und zu koordinieren, mit fortschreitendem Alter stärker negativ beeinflusst wird als die Fähigkeit, den eigentlichen Aufgabenwechsel durchzuführen.

Weiterhin untersuchten KRAY, LI & LINDENBERGER (2002) wiederum mit einem Aufgabenwechsel-Paradigma Altersunterschiede in exekutiven Funktionen. Dabei wurden auch Bedingungen eingesetzt, bei denen mittels externer Hinweisreize die aktuellen Aufgaben angezeigt wurden (Cue-Steuerung). Bei solchen Aufgaben ist der Wechsel unvorhersagbar und wird durch die Hinweisreize extern gesteuert. Im Gegensatz zu früheren Studien fanden die Forscher große altersbezogene Unterschiede bei den spezifischen Wechselkosten, vor allem, wenn die Anzahl der potenziell relevanten Aufgabensets von zwei auf vier erhöht wurde. Bei Selbststeuerung (AABB-Version) zeigen sich hohe spezifische Kosten bei Älteren, bei Unterstützung des Wechsels durch Hinweisreize (Cue-Steuerung) hingegen kaum. Allgemein zeigten die Ergebnisse, dass altersbezogene Verschlechterungen beim Aufgabenwechseln als eine Funktion der Aufgabenunsicherheit (Unvorhersagbarkeit der Wechsel zwischen den Aufgaben) variierten. Nach FALKENSTEIN & SOMMER (2008) weisen diese Ergebnisse auf die Notwendigkeit hin, die Verkehrswelt möglichst regelmäßig und einfach zu gestalten. Würden Hinweisreize frühzeitig gegeben, könnte dies vor allem für Ältere eine Hilfe bedeuten.

Es hat sich gezeigt, dass sich inhibitorische Systeme mit dem Alter verändern (z. B. KOK, 1999). In Bezug auf die Stroop-Aufgabe wurde ersichtlich, dass Ältere bei Benennung der Farbe, in der das Wort gedruckt ist, nicht nur langsamer sind als Jüngere, sondern auch mehr Fehler machen, wenn Farbe und Wort nicht übereinstimmen (SPIELER, BALOTA & FAUST, 1996). Bei dem Stroop-Interferenz-Test handelt es sich um ein Verfahren, um die individuelle Interferenzneigung bei der Farb-Wort-Interferenz zu erfassen. Es zeigt sich dabei, dass bei der Benennung der Farbe eines visuell dargebotenen Wortes verlangsamt ist, wenn der Inhalt des Wortes der Farbe widerspricht (wie z. B. das Wort grün in der Farbe Rot). Wenn der Inhalt des Wortes

mit der Farbe übereinstimmt, kann die Farbe hingegen schneller benannt werden. Inhibitorische Störungen werden als ursächlich für derartige Ergebnisse angenommen.

HAHN, WILD-WALL & FALKENSTEIN (2011) verwendeten ein Doppeltätigkeitsparadigma mit einer Trackingaufgabe und einer visueller Aufmerksamkeitsaufgabe, während ein EEG abgeleitet wurde, um über die ereigniskorrelierten Potenziale (P300-Komponente) kontrollierte Reizverarbeitung widerspiegeln zu können. Bei der jüngeren Versuchspersonengruppe zeigte die P300 das erwartete Muster höherer Amplituden für relevante im Vergleich zu irrelevanten Reizen. Dieses Ergebnis wurde nicht für die Gruppe der Älteren gefunden. Eine generelle altersbezogene Verschlechterung in der Tracking-Aufgabe war dann auffällig, wenn eine sekundäre motorische Reaktion bei der visuellen Aufmerksamkeitsaufgabe erforderlich war und ebenso bei irrelevanten Reizen. Ältere wiesen größere Schwierigkeiten als Jüngere auf, zwischen relevanten und irrelevanten Reizen in einer Doppeltätigkeitssituation zu unterscheiden. Die Autoren vermuten, dass Ältere vergleichbare Aufmerksamkeitsressourcen auf alle Reize anwenden. Dies könnte auch die größeren Fehlerraten Älterer erklären.

In einer Untersuchung von WASCHER, FALKENSTEIN & WILD-WALL (2011) wurde die defizitäre Kontrolle irrelevanter Informationen mit zunehmendem Alter in einem Inhibition-of-Return-Paradigma (IOR) mittels EEG-Maßen gezeigt. IOR stellt einen Mechanismus dar, den Organismus davor zu schützen, die Aufmerksamkeit auf eine zuvor gescannte irrelevante Lokation wieder zurückzulenken. Es konnte gezeigt werden, dass Ältere irrelevante Reize ähnlich wie relevante Reize verarbeiten, nämlich kontrolliert, und dadurch ihr informationsverarbeitendes System überlasten.

Im Straßenverkehr ist es erforderlich, in kurzer Zeit eine große Vielzahl an Informationen angemessen zu verarbeiten. Insbesondere in Gefahrensituationen ist die Informationsverarbeitungsgeschwindigkeit für deren Bewältigung von erheblicher Bedeutung. Eine Literaturanalyse von KAISER & OSWALD (2000) zeigte, dass sich die Informationsverarbeitungsgeschwindigkeit mit zunehmendem Alter verringert und damit der Zeitbedarf für die Bewältigung kognitiver Aufgaben steigt. BRENNER-HARTMANN & BUKASA (2001) konnten einen Zusammenhang zwischen der Informationsver-

arbeitungsgeschwindigkeit und Fahrverhaltensdaten bestätigen.

Bei der Gesamtreaktionszeit ist die Entscheidungszeit von der motorischen Reaktionszeit zu unterscheiden. Nach EBY et al. (1998) liegen zwischen jüngeren und älteren Personen größere Unterschiede bei der Entscheidungszeit vor. Die Verlängerung der Reaktionszeit scheint weniger durch die (motorische) Ausführungszeit als durch die Verlangsamung der Entscheidungszeit zustande zu kommen. Unter Stress / Zeitdruck steigt die Gefahr, die Verkehrslage falsch einzuschätzen.

POSCHADEL et al. (2012) führen als eine wichtige Funktion beim Führen von Kraftfahrzeugen auch das Schätzen von Zeit und Geschwindigkeit an. Gemäß einer Untersuchung von MC CORMACK, BROWN, MAYLOR, DARBY & GREEN (1999) ist die Zeiteinschätzung Älterer ähnlich ungenau wie die von Kindern. Eine schlechtere Zeitschätzung könnte nach Auffassung von POSCHADEL et al. (2012) auch die Schwierigkeiten älterer Kraftfahrer beim Linksabbiegen erklären, wenn Ältere dabei die Zeit bis zum Herannahen eines Fahrzeug nicht korrekt einschätzen. In einer Untersuchung von SCIALFA, GUZY, LEIBOWITZ, GARVEY & TYRRELL (1991) wurde gezeigt, dass es erkennbare Altersunterschiede in Bezug auf die Schätzung der aktuellen Geschwindigkeit eines sich annähernden Fahrzeuges gibt. Im Vergleich zu einer jüngeren Versuchspersonengruppe tendierten die Älteren deutlicher als die jüngeren Versuchspersonen dazu, geringe Geschwindigkeiten zu überschätzen und höhere Geschwindigkeiten zu unterschätzen. Die Autoren vermuten, dass diese Veränderungen mit einer altersbedingten Abnahme in der Fähigkeit, Änderungen in Geschwindigkeiten zu empfinden, in Zusammenhang stehen könnten. Verschlechterungen in Bezug auf die Einschätzung von Geschwindigkeiten können gerade in Kreuzungssituationen sicherheitskritisch sein. SCIALFA et al. (1991) weisen aber auch darauf hin, dass in einer größeren Bandbreite Geschwindigkeiten zwischen Jüngeren und Älteren ähnlich eingeschätzt werden. Einschränkung muss zu der Untersuchung auch die geringe Stichprobengröße angeführt werden.

Nachlassende Gedächtnisleistungen werden vielfach mit zunehmendem Alter in Zusammenhang gebracht. Für das Fahrverhalten ist insbesondere das Kurzzeitgedächtnis (bzw. Arbeitsgedächtnis, siehe BADDELEY, 1986) zum Speichern und Abrufen der während der Fahrt erfassten Informationen bedeut-

sam. Werden Erinnerungen im Kurzzeitgedächtnis aufrechterhalten oder manipuliert, spricht man vom Arbeitsgedächtnis. Das Arbeitsgedächtnis wird als weitgehend identisch mit der dynamischen Funktion des Kurzzeitgedächtnisses angesehen. Bislang existiert nur wenig verkehrspsychologische Forschung zu Gedächtnisfunktionen (KAISER & OSWALD, 2000). Einbußen hinsichtlich der Gedächtnisleistungen müssen sich jedoch nicht zwingend nachteilig auf das Fahrverhalten auswirken. Es wird angenommen, dass zumindest teilweise nachlassende Gedächtnisleistungen durch andere kognitive Fähigkeiten kompensiert werden können. Nicht die Menge der Information ist oftmals entscheidend, sondern der Informationsgehalt (Relevanz für die Fahraufgabe). So hängt vorausschauendes Fahren auch von Erfahrungen ab, so dass ältere Fahrer mögliche Arbeitsgedächtnisprobleme dadurch kompensieren können. In mancher Hinsicht kann das Arbeitsgedächtnis als eine geteilte Aufmerksamkeitsaufgabe angesehen werden. Die Inhalte des Arbeitsgedächtnisses müssen aufrecht erhalten werden, während sie gleichzeitig verarbeitet werden. In vier Experimenten zum Arbeitsgedächtnis, Sprachverständnis und Altern konnte BRÉBION (2003) zeigen, dass Ältere die Speicherung der Information (Gedächtnisbelastung) zugunsten der Verarbeitung der Information opferten. Erst bei einer Kombination mit Defiziten in anderen Bereichen der kognitiven Leistungsfähigkeit werden Einbußen in Gedächtnisleistungen sicherheitskritisch (METKER, GELAU & TRÄNKLE, 1994).

### 3.4.3 Motorische Veränderungen

Auch hinsichtlich der motorischen Leistungsfähigkeit bestehen im Alter große interindividuelle Unterschiede. Untersuchungen, in denen die motorischen Veränderungen älterer Personen gezielt im Kontext der Verkehrsteilnahme betrachtet wurden, existieren bislang kaum. Die wenigen Studien zu altersbegleitenden Veränderungen thematisierten häufig Reaktionszeiten oder die Beweglichkeit verschiedener Gliedmaßen.

Die Reaktionszeit wird im Hinblick auf das Bremsen eines Fahrzeugs zumeist in Entscheidungszeit und Fußumsetzzeit eingeteilt. Die Entscheidungszeit beschreibt dabei die Zeitspanne zwischen dem Erscheinen eines Reizes (z. B. rotes Signal einer Lichtsignalanlage) und der Fußwegnahme vom Gaspedal. Als Fußumsetzzeit hingegen gilt die Zeit von der ersten Bewegung des Fußes auf dem Gas-

pedal bis zum Beginn der Betätigung der Bremse. WARSHAWSKY-LIVNE & SHINAR (2002) untersuchten die Bremszeiten dreier Altersgruppen (18-25, 26-49 und 50+ Jahre) als Reaktion auf das Aufleuchten der Bremslichter eines vorausfahrenden Fahrzeuges im Simulator. Es zeigte sich mit zunehmendem Alter eine Verlängerung der Entscheidungszeit, die Fußumsetzzeit blieb davon jedoch unbeeinflusst. In einer weiteren Studie untersuchten ZHANG et al. (2007) das Bremsverhalten älterer Fahrer (67 bis 87 Jahre) als Reaktion auf einen Signalwechsel einer Lichtzeichenanlage im Fahrsimulator. Hierbei stellte sich das Alter als Prädiktor für die gesamte Bremsreaktionsgeschwindigkeit heraus, wobei ein höheres Alter mit einer längeren Entscheidungszeit, aber auch mit einer längeren Fußumsetzzeit einherging. Die Fußumsetzzeit wurde hierbei jedoch anders als in der Untersuchung von WARSHAWSKY-LIVNE & SHINAR (2002) als Zeitspanne von der ersten Bewegung des Fußes auf dem Gaspedal bis zum Erreichen des maximalen Bremsdrucks definiert. Unterschiede in den Ergebnissen dieser beiden Studien lassen sich womöglich auch auf das unterschiedliche Alter der Versuchspersonen zurückführen.

Im Hinblick auf die Beweglichkeit der Halswirbelsäule untersuchten ISLER, PARSONSON & HANSSON (1997) in verschiedenen Altersgruppen die maximal mögliche Kopfbewegung zur linken und rechten Seite. Hierbei zeigte sich ein klarer Alterseffekt, wobei die maximal mögliche Bewegung des Kopfes bei Versuchspersonen im Alter von 60 bis 69 Jahren und Versuchspersonen über 70 Jahren 19° bzw. 27° geringer ausfiel als bei Personen, welche jünger als 30 Jahre waren. Unterschiede hinsichtlich der Beweglichkeit der Wirbelsäule wurden von REIMER, D'AMBROSIO, COUGHLIN, PULEO, CICHON & GRIFFITH (2008) unter Nutzung eines realen Fahrzeuges und bei der Ausführung einer Fahraufgabe untersucht. Im Fahrersitz sitzend fiel die maximale Rotation zur rechten Seite bei Versuchspersonen über 65 Jahren deutlich geringer aus als bei Personen zwischen 18 und 25 Jahren. Das gleiche Ergebnis zeigte sich für die Rotation der Wirbelsäule während des Rückwärtsausparkens aus einer Parklücke. Da die Flexibilität der Wirbelsäule jedoch die Sicht in die Spiegel ebenso wie die Ausführung von Schulterblicken zur Überwachung des toten Winkels beeinflusst, ist ihre adäquate Beweglichkeit maßgeblich für die sichere Bedienung eines Fahrzeuges. Auf diese Weise können potenzielle Gefährdungen bei einem Spur-

wechsel und beim Rückwärtsfahren entdeckt und das Risiko für Zusammenstöße mit anderen Verkehrsteilnehmern gemindert werden.

Mit zunehmendem Alter lassen sich weiterhin eine Abnahme der Greifkraft der Hand sowie der Bein- kraft beobachten (BASSEY & HARRIES, 1993; FRONTERA, HUGHES, LUTZ & EVANS, 1991; GOODPASTER et al., 2006; RANTANEN et al., 1998). Diese Veränderungen sind jedoch in Anbe- tracht der modernen Fahrzeugtechnik (z. B. Servo- lenkung, Bremsunterstützungssysteme), welche nicht auf eine hohe Bedienkraft angewiesen ist, we- niger relevant.

Abschließend soll noch auf die Interaktion von Mo- torik und Kognition hingewiesen werden, denn es ist denkbar, dass mit abnehmender Zuverlässigkeit der motorischen Systeme im Alter mehr zentrale Ressourcen aufgewandt werden müssen, um Defi- zite zu kompensieren. Aufgrund von Einschränkungen u. a. hinsichtlich der Beweglichkeit, Bewe- gungsgeschwindigkeit und -koordination bedürfen viele motorische Aufgaben vermehrt bewusster Kontrolle, was eine Umverteilung der Aufmerksam- keitsressourcen nötig macht (POSCHADEL et al., 2012). Bisläng ist noch nicht abschließend geklärt, inwiefern bei älteren Fahrern beim Führen eines Kraftfahrzeuges kognitive Ressourcen zur Kom- pensation motorischer Leistungsdefizite eingesetzt werden. Eine umfassende Literaturrecherche zu diesem Thema findet sich bei POSCHADEL et al. (2012).

### 3.5 Einfluss alterstypischer Erkran- kungen auf die Verkehrssicherheit

Ein hohes Alter in Gesundheit zu erreichen ist ho- hes persönliches Ziel. Auch wenn alt an Jahren nicht gleichbedeutend mit Kranksein ist, nimmt doch die Wahrscheinlichkeit, an einer oder an meh- reren Krankheiten zu leiden, mit dem Alter zu. Laut der Berliner Altersstudie (Robert Koch Institut/ Sta- tistisches Bundesamt, 2002) spielen im Alter chroni- sche und multiple Krankheiten eine wichtige Rolle. Bei fast allen Menschen im Alter von 70 Jahren und älter sind mindestens eine, bei rund einem Drittel fünf und mehr internistische, neurologische oder or- thopädische Erkrankungen diagnostiziert.

Unter Multimorbidität versteht man das Bestehen mehrerer Krankheiten bei einer einzelnen Person. Multimorbidität stellt aus medizinischer Sicht ein

Erkrankungen	Diagnoseprävalenzen
Hyperlipidämie	78,9 %
Varikosis	65,0 %
Zerebralatherosklerose	65,0 %
Herzinsuffizienz	64,7 %
Osteoarthrosen	60,6 %
Arterielle Hypertonie	58,9 %
Dorsopathien	49,5 %
Koronare Herzkrankheit	45,4 %

**Tab. 1:** Diagnoseprävalenzen körperlicher Erkrankungen bei 70-Jährigen und Älteren (STEINHAGEN-THIES- SEN & BORCHELT, 1996)

charakteristisches Phänomen des Alterns dar (vgl. IMOHF, 1994; LANG & KOHLSCHÜTTER, 1980; SCHRAMM, FRANKE & CHOWANETZ, 1982). Al- tersbedingte Erkrankungen sind chronisch und irre- versibel und greifen, wie auch die damit erforderli- chen Arzneimitteltherapien, in komplexer Weise in- einander ein. So ist beispielsweise bei Menschen mit Diabetes das Risiko erhöht, einen Herzinfarkt oder und einen Schlaganfall zu erleiden (MAAG, 1992; MEIR-BAUMGARTNER, 2000).

Die Berliner Altersstudie BASE (LINDENBERGER, SMITH, MAYER & BALTES, 2010) hat in einer re- gionalen Untersuchung Krankheitsdaten erhoben. Darin wurden über 500 Personen im Alter von 70 bis über 100 Jahren medizinisch untersucht. Als häufigste Krankheiten der 70-Jährigen und Älteren werden mit Prävalenzen zwischen 79 % und 45 % die in Tabelle 1 aufgelisteten Krankheiten genannt.

Der BAST-Bericht M 162 Verkehrsteilnahme und – erleben im Straßenverkehr bei Krankheit und Medi- kamenteneinnahme (HOLTE & ALBRECHT, 2004) liefert Kenntnisse über die Zusammenhänge zwis- chen verkehrsmedizinischen, verkehrspsychologi- schen und verkehrsbezogenen Daten älterer Ver- kehrsteilnehmer. Hierzu wurde eine standardisierte Befragung von Personen mit einem Mindestalter von 60 Jahren im Großraum Bonn durchgeführt. Von den insgesamt 4.265 Befragten beantworteten 1.020 Personen sowohl Fragen zum Mobilitätsver- halten als auch Fragen zum Thema Gesundheit. Diese Gruppe wiederum teilt sich auf in 743 Auto- fahrer und 277 Nicht-Autofahrer.

Die zentralen Ergebnisse der Befragung von Perso- nen mit einem Mindestalter von 60 Jahren lauten wie folgt:

- Zwei von drei Personen leiden an (mindestens) einer Krankheit.
- Fast jeder Zweite leidet an mehr als einer Krankheit.
- Fast jeder Zweite (49,8 %) ist in seiner Beweglichkeit eingeschränkt.
- Jeder Dritte (37,6 %) ist am Herzen erkrankt.
- Jeder Dritte (37,2 %) leidet unter Bluthochdruck.
- Fast jeder Fünfte (18,5 %) klagt über Schlafstörungen.
- Mit zunehmendem Alter und bei Krankheit kann sich eine auf Sicherheit bedachte Fahrweise einstellen.
- Personen, die an einer Erkrankung des Nervensystems leiden, schätzen ihre Fahrgewohnheiten häufig nicht angemessen ein.
- Das Risiko eines Autounfalls ist für Personen mit mehr als einer Krankheit 2,6-mal so hoch wie für Gesunde.

Insbesondere im Falle von Multimorbidität erhöht sich das Unfallrisiko. Zwei Ursachen lassen sich für ein erhöhtes Unfallrisiko durch Krankheiten ausmachen. Zum einen ist die generelle krankheitsbedingte Beeinträchtigung der Fahrkompetenz zu nennen, zum anderen die ebenfalls krankheitsbedingte Abnahme der Fahrpraxis (HOLTE, 2011). Schwere Erkrankungen führen in vielen Fällen zum vollständigen Verzicht auf Automobilität (RIMÖ & HAKAMIES-BLOMQUIST, 2002).

### 3.5.1 Alterstypische Erkrankungen

Physiologische Alterungsprozesse mit Funktionseinbußen des Herz-Kreislauf-Systems oder des Bewegungsapparates oder altersassoziierte Defizite des visuellen Systems können zu Leistungseinschränkungen führen, die sich negativ auf die Verkehrssicherheit auswirken.

#### Erkrankungen des Auges

Es existiert eine Reihe von Erkrankungen, welche die Sehleistung am Steuer verringern können (vgl. BURGARD, 2005). Schätzungen zufolge weist etwa die Hälfte der Bevölkerung zwischen dem 52. und 64. Lebensjahr einen Katarakt (grauen Star) auf, wobei der Anteil der Erkrankten mit zunehmendem Alter weiter ansteigt. Der Katarakt zeigt sich durch eine progrediente Verringerung der Sehschärfe, ein vermindertes Kontrastsehen und eine höhere

Blendempfindlichkeit. Dabei bilden diese Fähigkeiten eine Grundvoraussetzung für die sichere Teilnahme am nächtlichen Straßenverkehr (MADEA, MUSSHOFF & BERGHAUS, 2007). Ältere Fahrer mit Katarakt haben nachweislich ein höheres Unfallrisiko (OWSLEY, STALVEY, WELLS, SLOANE & MCGWIN JR, 2001).

Die altersbedingte Makuladegeneration führt zu einer Schädigung der Netzhaut und stellt laut VIVELL (2006) die häufigste Ursache für den Verlust der zentralen Sehschärfe im höheren Lebensalter dar. Schätzungen zufolge sind 26 % der Bevölkerung über 50 Jahren von unterschiedlichen Stadien der Erkrankung betroffen (KIRCHHOFF, 2000). Da diese Abbauprozesse der Sinneszellen im Bereich von Netzhaut und Fovea irreversibel sind, stellt sich im Extremfall eine unaufhaltsame Verschlechterung der Sehschärfe ein, welche bis zur Erblindung fortschreiten kann.

#### Diabetes mellitus

Diabetes mellitus gilt als die häufigste Stoffwechselerkrankung. Charakteristisch für dieses Krankheitsbild ist ein erhöhter Blutzuckerspiegel. Der Typ-2-Diabetes betrifft hauptsächlich Personen im mittleren und höheren Lebensalter (QUESTER & TSCHÖPE, 2006), wobei von einer stetigen Zunahme des Anteils der Diabetiker mit steigendem Lebensalter auszugehen ist. Schätzungen zufolge betrifft dies etwa 20 % in der Gruppe der 71- bis 80-Jährigen (HAUNER, KÖSTER & SCHUBERT, 1998; NEDDER, 2002; QUESTER & TSCHÖPE, 2006). Symptomatisch zeigt sich der Typ-2-Diabetes von völliger Symptomfreiheit bis hin zu Folgeerkrankungen wie schwere Schädigungen des Nervengewebes, der Niere oder auch der Netzhaut (BRÜCKEL, 2000). Verkehrssicherheitsrelevant ist das plötzliche Auftreten einer Hypoglykämie, die zu Kontrollverlust, Einschränkungen des Bewusstseins und einer plötzlich auftretenden Bewusstlosigkeit führen kann. Gemäß dem Kapitel 3.5 der Begutachtungsleitlinien zur Krafftfahreignung (2016) erfüllt die Mehrzahl der Menschen mit Diabetes die Anforderungen an das sichere Führen von Krafftfahrzeugen. Die Fahreignung kann jedoch eingeschränkt oder ausgeschlossen sein, wenn durch unzureichende Behandlung, Nebenwirkungen der Behandlung oder Komplikationen der Erkrankung verkehrsfördernde Gesundheitsstörungen bestehen oder zu erwarten sind. In höherem Maße als bei anderen Krankheitsbildern wird beim Diabetes mellitus die Stoffwechseleinstellung durch Faktoren wie Ernährung, körperliche Aktivität und krankheitsangemes-

senes Verhalten beeinflusst. Daher sind bei Therapien mit hohem Hypoglykämierisiko bei der Beurteilung der Fahreignung und bei der Anordnung von Auflagen auch Therapieregime, Einstellung und Fahrzeugnutzung zu berücksichtigen. Die Autoren der Studie IMMORTAL ordnen Diabetes mellitus insgesamt als Risikofaktor mittlerer Bedeutung ein. SAGBERG (2003) und VAA (2003) schätzen das Risiko beim Typ 2-Diabetes, einen Verkehrsunfall zu erleiden, im Vergleich zu gesunden Menschen um ca. 50 % erhöht ein.

### Herzerkrankungen

In Deutschland und in anderen Industrienationen führen Herz-Kreislauf-Erkrankungen nach wie vor die Mortalitätsstatistiken an (DANDEKAR, 1996; RIEDER, 2004). Statistiken zufolge lassen Herz- und Gefäßerkrankungen einen exponentiellen Anstieg mit steigendem Lebensalter erkennen. Das sichere Führen von Kraftfahrzeugen kann durch Herz- und Gefäßerkrankungen eingeschränkt sein. Laut PETCH (1998) liegen sie allerdings als (krankheitsbedingte) Unfallursache mit 8 % deutlich hinter der Epilepsie (38 %), Bewusstseinsverlusten (21 %) und insulinpflichtigem Diabetes mellitus (18 %). Herzerkrankungen, die zu Unfällen führen, sind meistens vorher bekannt. Bei lediglich 25 % der Fahrer konnte in der Vorgeschichte über keine vorliegenden Herzerkrankungen berichtet werden. Im Rahmen des MONICA Projektes wurde festgestellt, dass ab dem 50. Lebensjahr nahezu jeder zweite einen pathologisch erhöhten Blutdruck aufweist (JUNG, 2006). Dieser kann zu akuten Ereignissen wie Schlaganfall und Herzinfarkt führen. Weitere Herzerkrankungen, die zu einem plötzlichen Kontrollverlust am Steuer führen können, sind die koronare Herzerkrankung, Herzrhythmusstörungen sowie Herzinsuffizienz. Durch eine plötzliche zeitweilige Unterbrechung der Gehirndurchblutung kann es zu Bewusstseinsstörungen und Bewusstlosigkeit kommen. Im Rahmen des EU-Projektes IMMORTAL gelangte man zu der Erkenntnis, dass Herz- und Gefäßerkrankungen eher zu den Erkrankungen mit einem niedrigeren Risiko für die sichere Verkehrsteilnahme zu zählen sind (ÁLVAREZ, 2005).

Laut Kapitel 3.4 der Begutachtungsleitlinien zur Kraftfahreignung (2016) ist die Einschätzung der Fahreignung unter Berücksichtigung der Therapietreue des Fahrzeugführers stets individuell vorzunehmen. Zur Beurteilung der Fahreignung bei Herzerkrankungen wird die Risk of Harm Formula der Kanadischen Gesellschaft für Kardiologie herangezogen. Mit Hilfe dieser Gleichung lässt sich das Risiko

für einen krankheitsbedingten schweren Unfall grob berechnen.

### Zerebrale Durchblutungsstörungen

Mit zunehmendem Alter steigt das Risiko, einen Schlaganfall zu erleiden, deutlich an. Etwa 50 % der Schlaganfall-Patienten sind über 70 Jahre alt (JÜCHTERN & BRANDENBURG, 2000; KOLOMINSKY-RABAS, SARTI, HEUSCHMANN & GRAF, 1998; MEINCK & RINGLEB, 2006). Laut dem Robert-Koch-Institut (2015) stellt der Schlaganfall die zweithäufigste Todesursache und die häufigste Ursache für den Eintritt einer lebenslangen Behinderung im Erwachsenenalter dar. Je nach Art und Schwere der Erkrankung können die Beeinträchtigungen unterschiedlich ausfallen (FRIES et al., 2002). Der Schlaganfall kann zu Bewusstseinsstörungen, Bewusstlosigkeit und Lähmungen (Paresen Ataxien) führen (STEINHAGEN-THIESSEN & BORCHELT, 1996). Zudem kann es zu Gesichtsfeldeinschränkungen (Hemianopsien), Störungen der Aufmerksamkeit- und Reaktionsfähigkeit, Konzentrationsschwächen und rascher Ermüdbarkeit kommen.

Die Einschränkungen für das sichere Führen eines Kraftfahrzeuges nach einem erlittenen Schlaganfall ergeben sich aus (1) der akuten Situation; (2) den neuropsychologischen Störungen (3) den möglichen motorischen Beeinträchtigungen, wobei diese durch entsprechende Umrüstungen am Fahrzeug ausgeglichen werden können. Nach der Fahrerlaubnisverordnung kann die Fahreignung nur nach erfolgreicher Therapie und Abklingen des akuten Ereignisses ohne Rückfallgefahr gegeben sein.

Vom Schlaganfall abzugrenzen ist die sogenannte transitorisch ischämische Attacke (TIA). Hierbei handelt es sich um eine in ihrer Symptomatik dem Schlaganfall ähnelnde, vorübergehende neurologische Störung, welche auf eine Mikroembolie im Gehirn zurück zu führen ist. Per Definition dauert eine TIA nicht länger als 24 Stunden, im Schnitt liegt die Dauer bei etwa einer bis zwei Stunden. Gemäß den Begutachtungsleitlinien zur Kraftfahreignung ist die risikolose Teilnahme am Straßenverkehr nur dann gegeben, wenn nach entsprechender Diagnostik und Therapie keine signifikant erhöhte Rezidivgefahr mehr besteht.

### Epilepsie

Die Epilepsie gehört neben zerebrovaskulären und demenziellen Erkrankungen zu den dritthäufigsten neurologischen Störungen im höheren Lebensalter. Die Prävalenz von Epilepsie innerhalb des Kollektivs

tivs von Personen im Alter von 65 Jahren und älter wird auf etwa 1,5 % geschätzt (LEPPIK, 2001). Sie tritt somit in dieser Altersgruppe häufiger als in jeder anderen auf.

Wer epileptische Anfälle erleidet, ist nicht in der Lage, den Anforderungen zum Führen von Kraftfahrzeugen gerecht zu werden, solange ein wesentliches Risiko von Anfallsrezidiven besteht (Begutachtungsleitlinien zur Kraftfahreignung, 2016). Schätzungen zufolge steht etwa jeder vierhundertste Verkehrsunfall in Zusammenhang mit epileptischen Anfällen (PARSONAGE, 1992). 15 % aller anfallsbedingten Unfälle waren Folge erster bzw. zuvor nicht bekannter epileptischer Anfälle (SONNEN, 1997).

### **Parkinson Syndrom**

Das Parkinson-Syndrom zählt auch zu den verkehrsrelevanten neurologischen Störungen im höheren Alter (BERLIT, 2007). Laut SCHWARZ (2000) leiden etwa 1-1,5 % der über 60-jährigen Deutschen unter dem Parkinson-Syndrom, wobei die Prävalenz mit steigendem Lebensalter zunimmt. Symptomatisch sind eine Bewegungsverlangsamung (Akinese), Muskelsteifheit (Rigor), ein Zittern in Ruhezustand (Tremor) und neuropsychologische Beeinträchtigungen (z. B. Gedächtnisstörungen). Im Hinblick auf die motorischen Störungen haben Untersuchungen ergeben, dass ein gering ausgeprägter Ruhetremor unerheblich für die Fahreignungsbeurteilung ist. Ein starker Tremor mit Zunahme unter affektiver Belastung, ein Halte- oder Aktionstremor kann dagegen die Fahreignung deutlich beeinträchtigen (DETMERS & WEILLER, 2004). Fahreignungsrelevant ist die Akinese, vor allem, wenn sie unvorhersehbar und plötzlich während der Fahrt auftritt (MEINCK & RINGLEB, 2006). Im Rahmen einer Studie von KRÜGER, KÖRNER & ROTH (2005) konnte belegt werden, dass auch eine mit der Erkrankung typisch einhergehende Tages-schlafträgheit einen signifikanten Einfluss auf die Fahrkompetenz haben kann. Nach den Ergebnissen einer bundesweiten Befragung bestätigen etwa 40 % der Patienten das Auftreten solcher Einschlafattacken. Etwa 20 % von ihnen gaben zu, dies auch am Steuer erlebt zu haben (KRÜGER, 2003). Morbus Parkinson Patienten leiden häufig unter Depression und Schlafstörungen (MEINDORFNER, KÖRNER, MÖLLER, STIASNY-KOLSTER, OERTEL & KRÜGER, 2005), wodurch sich eine Unfallgefährdung erhöht. Parkinson tritt etwa bei 2 % der Älteren ab 70 Jahren auf (CHARLTON et al., 2010).

Die meisten Parkinson-Patienten weisen neben den charakteristischen motorischen Störungen kognitive Störungen auf, wobei insbesondere die exekutiven Funktionen beeinträchtigt zu sein scheinen. Diese Beeinträchtigungen zeigen sich insbesondere bei der kognitiven Flexibilität, Verarbeitung relevanter Informationen, Inhibition irrelevanter und ablenkender Reize, Generierung neuer Konzepte, Problemlösung, Planung sowie Konflikt- und Fehlerverarbeitung (WILLEMSEN, FALKENSTEIN, SCHWARZ, MÜLLER & BESTE, 2011). Sowohl die motorischen als auch die kognitiven Veränderungen können sich negativ auf die Fahreignung der älteren Fahrer auswirken und das Unfallrisiko erhöhen. In einer Vielzahl von Studien im Fahr Simulator und im Realverkehr wurden Zusammenhänge mit der Fahrkompetenz, mit Fahrfehlern und Kollisionen aufgezeigt (MEINDORFNER et al., 2005; UC, RIZZO, ANDERSON, DASTRUP, SPARKS & DAWSON, 2009; UC, RIZZO, ANDERSON, SPARKS, RODNITZKY & DAWSON, 2006; ZESIEWICZ et al., 2002).

### **Bewegungsbehinderungen**

Bewegungsbehinderungen nehmen mit dem Alter nicht nur zu, sondern sind auch vielfältiger und damit in ihrer Beurteilung differenzierter zu betrachten. Die Arthrose stellt die häufigste Gelenkerkrankung dar. Schätzungen zufolge liegt die Wahrscheinlichkeit für die Entwicklung einer Arthrose des Hüftgelenks jenseits des 80. Lebensjahres bei 26 %, für eine Arthrose des Knies sogar bei 55 % (SWOBODA, 2001). Auch die Arthritis nimmt im Alter zu. Sie ist für das Eintreten schmerzbedingter Bewegungseinschränkungen ursächlich und wirkt sich negativ auf die Fahreignung aus (ROBERTS & ROBERTS, 1993). Darüber hinaus kommt es altersassoziiert zu einer Versteifung der Nackenmuskulatur, sodass Kopfdrehbewegungen erschwert werden. Degenerative Gelenkveränderungen im Handbereich können die Fahrzeuglenkung beeinträchtigen und somit das sichere Führen eines Kraftfahrzeuges erschweren (BMFSFJ, 1998; NEHLEN, 2000; WINKLER, 2005). Im Rahmen des EU-Projektes IMMORTAL konnte ein statistisch signifikant erhöhtes Unfallrisiko (relatives Risiko: 1,173) von älterer Autofahrer mit Einschränkungen des Bewegungsapparates festgestellt werden.

### **Demenz**

Demenzen gehören zu den häufigsten und folgenschwersten Erkrankungen im höheren Alter. In Deutschland leiden mehr als eine Million Menschen unter einer Demenz. Die mittlere Auftretenshäufig-

keit beträgt für die 65- bis 69-Jährigen 1,2 %, für die 70- bis 74-Jährigen 2,8 %, für die 75- bis 79-Jährigen 6 %, für die 80- bis 84-Jährigen 13,3 %, für die 85- bis 89-Jährigen 23,9 % und für Personen, die 90 Jahre und älter sind 34,6 %. Stadienabhängig treten kognitive Beeinträchtigungen in unterschiedlicher Ausprägung auf. Eine Demenzerkrankung beeinträchtigt insbesondere die Leistungen des Gedächtnisses und der Aufmerksamkeitssteuerung, die Verarbeitung visueller Informationen (visuo-spatial skills) und die Geschwindigkeit von Entscheidungsprozessen. Symptome wie Fehlbeurteilung der Gefährlichkeit von Situationen oder Probleme bei der Wahrnehmung und Orientierung sind verkehrssicherheitsrelevant. Laut der Fahrerlaubnisverordnung gilt die Fahreignung bei mittlerer und schwerer Demenz als ausgeschlossen, während sie bei leichter Demenz noch gegeben sein kann (Fahrerlaubnisverordnung, 2016).

FIMM, BLANKENHEIM & POSCHADEL (2015) führten Fahrverhaltensbeobachtungen mit Personen durch, welche an einer leichten Demenzerkrankung litten, um den Einfluss dieser auf das Fahrverhalten im Realverkehr zu untersuchen. Grundlage der Studie bildete eine umfangreiche neuropsychologische Diagnostik mit dem Fokus auf visuell-räumlicher und fokussierter Aufmerksamkeit, allgemeinem Aktivierungsniveau sowie Verarbeitung komplexer visueller Reizsituationen. Danach wurde eine 50-minütige Fahrverhaltensbeobachtung im Realverkehr durchgeführt. Die visuell-räumliche Aufmerksamkeit sowie die geteilte Aufmerksamkeit trugen am stärksten zur Vorhersage der Fahreignung bei. Die Fahrverhaltensbeobachtung konnte nur geringfügige Unterschiede zwischen der Patienten- und Kontrollgruppe im Hinblick auf die Fahrkompetenz aufzeigen. Für Patienten im frühen Demenzstadium konnten keine nennenswerten verkehrssicherheitsrelevanten Leistungseinbußen nachgewiesen werden. Insgesamt erwiesen sich die in der klinischen Demenzdiagnostik eingesetzten Testverfahren als nicht geeignet, zuverlässige Vorhersagen zur Fahreignung eines Patienten zu treffen. Ein schlechtes Abschneiden in einem neuropsychologischen Test ging nicht zwangsläufig mit einem schlechten Abschneiden in der Fahrverhaltensbeobachtung einher.

Weil viele neurologische Veränderungen häufig schleichend verlaufen und gegebenenfalls mit Einschränkungen verkehrssicherheitsrelevanter Funktionen einhergehen, werden sie von den älteren Menschen oft nicht wahrgenommen. Grundsätzlich

wird es für ältere Verkehrsteilnehmer besonders dann gefährlich, wenn alters- und insbesondere krankheitsbedingte Leistungseinbußen nicht wahrgenommen oder ignoriert werden und dadurch die eigene Leistungsfähigkeit überschätzt wird. Allerdings dürfte es sich nur um eine Minderheit unter den Seniorinnen und Senioren handeln, die bei starker Beeinträchtigung durch Medikamente oder Krankheiten als Autofahrer am Straßenverkehr teilnehmen. Ein Großteil dieser Altersgruppe passt das eigene Mobilitätsverhalten den gegebenen gesundheitlichen Umständen an, so dass weiterhin ausreichend Sicherheit gewährleistet bleibt (DONORFIO, D'AMBROSIO, COUGHLIN & MOHYDE, 2008; HOLTE & ALBRECHT, 2004).

### Depression

Depressionen gehören zu den häufigsten psychiatrischen Erkrankungen im Alter (ADAM, 1998). Bei etwa 8 % der über 65-Jährigen finden sich reaktiv- und neurotisch-depressive sowie angsthafte Syndrome. Die Fahreignung hängt von der Schwere der Erkrankung ab. Bei schweren Depressionen ist die Fahreignung nicht mehr gegeben. Schwere Depressionen verstärken die im Alter vorhandene Tendenz der langsamen Informationsverarbeitung und können zu einer nicht mehr ausreichenden Möglichkeit der Kompensation führen (HEUSER, 2000). Darüber hinaus müssen Medikamentennebenwirkungen, die sich negativ auf das Fahrverhalten auswirken können, berücksichtigt werden (vgl. LANG, 1999). SCHMITT, WINGEN, RIEDEL & RAMAEKERS (2004) konnten zeigen, dass depressive Patienten mit und ohne medikamentöse Behandlung, gegenüber der gesunden Kontrollgruppe, sowohl in einer standardisierten Fahrprobe als auch in Labortests, hinsichtlich ihrer Fahrkompetenz signifikant eingeschränkt waren. Vor allem ohne medikamentöse Behandlung zeigen Patienten mit akut depressiven Symptomen in der Fahrprobe, wie auch in Überprüfungen der Gedächtnisfunktionen, der Aufmerksamkeit und der Psychomotorik sehr eingeschränkte Leistungen. Durch die medikamentöse Behandlung mit Selektiven Serotonin-Wiederaufnahme-Hemmern (SSRI) über einen Zeitraum von mindestens sechs Wochen konnten diese Leistungsbeeinträchtigungen teilweise ausgeglichen werden.

### Schlafstörungen

Ein- und Durchschlafstörungen sind häufige Symptome im Alter. Übermäßige Tagesschläfrigkeit und damit verbundene Aufmerksamkeitsdefizite können die Eignung zum Führen von Kraftfahrzeugen für

längere Zeit beeinträchtigen oder gänzlich aufheben. Tagesschläfrigkeit kann durch Schlafmangel, Medikamente, Alkohol, aber auch durch reduzierte Erholbarkeit des Schlafs aufgrund von Schlafstörungen oder durch Störungen der Schlaf-Wachregulation verursacht werden. Betroffene weisen mit einer diagnostizierten Schlafapnoe eine siebenmal höhere Unfallrate auf als Gesunde (FASTENMEIER & GSTALTER, 2015). In einer vergleichenden Studie konnte sogar eine Zunahme zwischen berichteten Verkehrsunfällen und dem Schweregrad der Apnoe festgestellt werden (SHIOMI et al., 2002).

### 3.5.2 Multimedikation im Alter

Unter Multimedikation versteht man die gleichzeitige Anwendung verschiedener Arzneimittel gegen mehrere Erkrankungen. Sie wird häufiger im höheren Lebensalter beobachtet. Das Zusammenspiel natürlicher altersbedingter Veränderungsprozesse mit auftretender Multimorbidität und eine damit verbundene Medikation kann zu einem wesentlichen Risikofaktor für die Verkehrssicherheit älterer Autofahrer werden (BECKER & ALBRECHT, 2003; HOLTE & ALBRECHT, 2004). Und je mehr Medikamente eingenommen werden, desto höher ist das Unfallrisiko (LEROY & MORSE, 2005).

Nach HOLTE & ALBRECHT (2004) nehmen 32,7 % der Befragten keine Medikamente ein. 30,7 % nehmen ein Medikament wegen einer einzigen Krankheit ein, 19,8 % nehmen zwei Medikamente wegen zwei unterschiedlichen Krankheiten und 9,9 % nehmen drei Medikamente wegen drei unterschiedlichen Krankheiten ein. Insgesamt 6,8 % nehmen mehr als drei Medikamente für unterschiedliche Krankheiten ein. An erster Stelle der täglich eingenommenen Medikamente stehen blutdrucksenkende Mittel (37,8 %) gefolgt von Herzmittel (27,6 %), harntreibende Mittel (6,4 %) und orale Antidiabetika (5,9 %). Typische Bedarfsmedikamente sind Schmerzmittel (17,6 %) und Schlafmittel (7,5 %). Ferner wurden 60-Jährige und älter gefragt, wie sich die Medikamente, die sie einnehmen, im Alltag auf beispielsweise Aufmerksamkeit, Müdigkeit, Konzentration, Reaktionsgeschwindigkeit auswirken, hier gaben die Befragten an, eher wenige negative Medikamenteneffekte im Alltag wahrzunehmen (HOLTE, 2011).

Epidemiologische Untersuchungen zeigen, dass bei allen Altersgruppen mindestens 5 bis 10 % aller Autofahrten unter dem Einfluss von Medikamenten stattfinden (LYRER & MÜLLER-SPAHN, 2004). Laut Herstellerangaben kann es bei 15 bis 20 % der

auf dem Markt gängigen Medikamente zu Beeinträchtigungen der Fahreignung kommen (LOTTNER et al., 2010). In mehreren Studien konnte eine signifikante Korrelation zwischen Medikamentengruppe, Dosis und erhöhtem Unfallrisiko nachgewiesen werden (MAROTTOLI et al., 1994; MORGAN & KING, 1995; PÜLLEN, 2000). Im Rahmen des EU-Projektes DRUID (Driving under the Influence of Drugs, Alcohol and Medicines) wurden zwischen 2007 und 2010 Daten zu Prävalenz und Unfallrisiko von europäischen Autofahrern, die unter dem Einfluss ausgewählter psychoaktiver Medikamente (hauptsächlich Hypnotika, Sedativa und ärztlich verordneten Opiaten/Opioiden) am Straßenverkehr teilnahmen, gesammelt und ausgewertet. Die Prävalenz der psychoaktiven Medikamente unter den Autofahrern aus den Verkehrskontrollen betrug im Mittel 1,4 %, wobei die am häufigsten festgestellten Medikamente Benzodiazepine waren (MEESMANN et al., 2011). Unter den schwerverletzten und getöteten Fahrern lag die Prävalenz an psychoaktiven Medikamenten zwischen 5 und 10 %. Psychoaktive Medikamente traten überdurchschnittlich häufig bei Frauen und Fahrern über 35 Jahren auf. Das entsprechende Unfallrisiko von Fahrern, die unter dem Einfluss von Benzodiazepinen oder medizinischen Opiaten gefahren waren, betrug das Zwei- bis Zehnfache derjenigen Autofahrer, die keine psychoaktiven Stoffe (inklusive Alkohol) konsumiert hatten.

Laut dem Bundesgesundheitsurvey 1998 gaben 20,1 % der 60 bis 79-Jährigen an, innerhalb der vergangenen Woche psychoaktive Medikamente eingenommen zu haben. Der Anteil der Befragten, der psychoaktive Medikamente mit Alkohol kombiniert hatte, lag bei 7,6 % (DU et al., 2008).

Nach dem Epidemiologischen Suchtsurvey 2015 des BMG liegt die 30-Tagesprävalenz (Einnahme in den letzten 30 Tagen) von Schmerzmitteln in der Altersklasse 60-64 Jahren bei 37 %. 7 % nahmen Schlaf- oder Beruhigungsmittel und 5,8% Antidepressiva ein. Eine Aufteilung nach Geschlecht ergab folgende Häufigkeiten des Gebrauchs in den letzten 30 Tagen und macht deutlich, dass Frauen häufiger als Männern Medikamente verordnet werden. Sehr häufig werden diese Medikamente auch kombiniert eingenommen. Von den 60-64-Jährigen Konsumenten von Schlaf- und Beruhigungsmittel (in den letzten 12 Monaten) haben 81,4 % auch Schmerzmittel und 30,3 % auch Antidepressiva eingenommen. Höhere Altersklassen waren bei diesem Survey nicht befragt worden (PIONTEK et al., 2016). Von einem

problematischen Gebrauch psychoaktiver Substanzen, vor allem Benzodiazepinen, sind schätzungsweise 8 % - 13 % aller Menschen zwischen 60-64 Jahren betroffen (RÖSNER et al., 2008).

### **Benzodiazepine**

Benzodiazepine sind derzeit die am häufigsten verschriebenen Beruhigungs- bzw. Schlafmittel. Sie werden zur Behandlung von Schlafstörungen, Angststörungen, Epilepsie und anderen Erkrankungen eingesetzt. Bei regelmäßiger Einnahme besteht die Gefahr der Gewöhnung und der Abhängigkeit. Benzodiazepine gelten als die Medikamente mit der höchsten Missbrauchsrate in Deutschland. Sie können die Reaktionszeit, das Sehen, die Aufmerksamkeit und die motorische Koordination beeinträchtigen (EWERT, 2006). Die Beeinträchtigung der Fahrtauglichkeit durch Benzodiazepine ist experimentell bestätigt. Dabei zeigte sich, dass bei kurz wirksamen Benzodiazepinen bereits in der ersten Applikationswoche nur mehr geringe Leistungseinbußen zu verzeichnen sind, während bei den lang wirksamen Benzodiazepinen auch nach diesem Zeitraum noch von einer erheblichen Beeinträchtigung der Verkehrssicherheit auszugehen ist (BERGHAUS, 1997; BRUNNAUER et al., 2004). Sowohl die Dosis, die Einnahmedauer und die Halbwertszeit ist hinsichtlich der Aussagekraft über die Fahrleistung heranzuziehen (MIDDLETON et al., 2003). In einer Studie (IWERSEN-BERGMANN, ANDRESEN, PÜSCHEL, HEINEMANN & RENTELN-KRUSE, 2009) stellte sich heraus, dass insbesondere die Gruppe der Benzodiazepine bei den Senioren überproportional häufig bei Unfällen nachgewiesen wurde.

Das erhöhte allgemeine Unfallrisiko aufgrund der Einnahme von Benzodiazepinen wird durch die Ergebnisse verschiedener Studien belegt (DRUMMER et al., 2004; LONGO et al., 2000). Dabei scheint das Unfallrisiko des älteren Fahrers insbesondere beim Konsum langwirksamer Benzodiazepine erhöht zu sein (HEBERT et al., 2007; HEMMELGARN et al., 1997). Die Verkehrsgefährdung hängt dabei von der Höhe der Dosierung, der Geschwindigkeit der Dosissteigerung, der Halbwertszeit, dem Lebensalter und der allgemeinen psychophysischen Leistungsfähigkeit ab (MÖRIKE & GLEITNER, 2003). Was das Risikopotenzial von Benzodiazepinen betrifft, so liegen nach WALSH, DE GIER, CHRISTOPHERSON & VERSTRAETE (2004) die Odds Ratios der einschlägigen Studien zwischen 2,4 und 13,5. Das höchste Unfallrisiko durch Benzodiazepine ergibt sich für den Zeitraum

der ersten zwei Wochen nach der Verschreibung dieses Medikaments. Altersunterschiede im Hinblick auf den negativen Einfluss von Benzodiazepinen auf die Verkehrssicherheit belegt eine Studie von DUBIOS et al. (2008).

### **Antidepressiva**

Antidepressiva zählen aufgrund ihres breiten Indikationsspektrums (z. B. zur Behandlung von depressiven, Angst-, Zwangs- und Essstörungen) zu den am häufigsten verordneten Psychopharmaka. RIEDERER et al. (2002) konnten aufzeigen, dass selektive Antidepressiva wie SSRIs im Gegensatz zu vielen trizyklischen Antidepressiva zu keiner signifikanten Beeinträchtigung kognitiver und psychomotorischer Leistungsparameter führten. Allerdings ist zu berücksichtigen, dass individuell sehr unterschiedliche Reaktionen auftreten können. Die Fahrtauglichkeit ist in den ersten Wochen der Therapie, besonders bei höheren Dosierungen von Substanzen mit dämpfender Wirkkomponente, als erheblich eingeschränkt zu betrachten. Dies gilt auch beim Auftreten unerwünschter Wirkungen mit deutlicher Blutdruckveränderung mit Neigung zu Synkopen und Akkommodationsstörungen.

### **Neuroleptika**

Die Einnahme von Neuroleptika ist vor allem zur Behandlung psychomotorischer Erregtheit und psychotischer Syndrome mit Wahn und Halluzinationen indiziert. Neuroleptika mit sedierender Wirkkomponente können das Reaktionsvermögen erheblich beeinträchtigen. Die Einnahme von Neuroleptika kann in Verbindung mit dem Auftreten von Schläfrigkeit und extrapyramidal-motorischen Symptomen stehen. Erst nach Abklingen der psychotischen Symptomatik und bei längerfristiger medikamentöser Therapie kann die Fahrtauglichkeit wieder gegeben sein. Zudem sind die Auswirkungen der Grundkrankheit auf die Fahrtauglichkeit zu berücksichtigen, die bei akuten Psychosen generell nicht gegeben ist (MÜLLER-SPAHN & DITTMANN, 2004).

Die Ergebnisse verschiedener Studien (z. B. HOLTE & ALBRECHT, 2004; LEROY & MORSE, 2008) zeigen, dass im Bereich der Verkehrssicherheitsarbeit der altersassoziierten Multimorbidität vermehrt Aufmerksamkeit gewidmet werden muss. Bei älteren Menschen, die an mehreren Krankheiten gleichzeitig leiden und dadurch mehr Medikamente einnehmen als Personen mit einer einzelnen Erkrankung, ist es wichtig, auf eine Veränderung ihres Verkehrsverhaltens hinzuwirken. Hinsichtlich des Medikamenteneinflusses auf das Unfallrisiko ist zu be-

rücksichtigen, dass die Wirkung eines Medikamentes auf das Fahrverhalten einer Person abhängig ist vom Wirkstoff, von der Dosis, von der Zeitdifferenz zwischen Applikation und Leistungsanforderung, der Compliance und der individuellen körperlichen Verfassung des Patienten. Berücksichtigt muss ferner die Einnahme zusätzlicher (psychotroper) Arzneimittel (RUDINGER & KOCHERSCHIED, 2011).

### 3.6 Persönlichkeit

Es wird davon ausgegangen, dass neben der Wahrnehmung, Kognition und Motorik auch die Persönlichkeit das Fahrverhalten beeinflusst. Zusammenhänge hierbei wurden bislang überwiegend für jüngere Verkehrsteilnehmer nachgewiesen (z. B. BEANLAND, SELBOM & JOHNSON, 2014; EHSANI et al., 2015; MACHIN & SANKEY, 2008), wobei der Fokus häufig auf risikoreichem Fahrverhalten lag. Wissenschaftliche Untersuchungen zur Vorhersage der Fahrkompetenz anhand von Persönlichkeitseigenschaften bei älteren Verkehrsteilnehmern wurden hingegen bislang selten durchgeführt. Im Rahmen einer Übersichtsarbeit fanden NICHOLS, CLASSEN, MCPHEEK & BREINER (2012) Hinweise auf eine gewisse Vorhersagekraft von Persönlichkeitseigenschaften älterer Verkehrsteilnehmer im Hinblick auf die Leistung in einer Fahrverhaltensbeobachtung im Realverkehr, die Anzahl selbstberichteter Unfälle und das selbstberichtete Fahrverhalten. Die Beziehung zwischen Persönlichkeit und Fahrkompetenz in einem Fahrsimulator blieb aufgrund inadäquater Daten unklar. Im Hinblick auf die Vorhersage amtlicher Straßenverkehrsunfallstatistiken stellten sich Persönlichkeitseigenschaften nicht als geeignete Prädiktoren in dieser Altersgruppe heraus.

Studien, welche in die Übersichtsarbeit von NICHOLS et al. (2012) eingingen, fanden u. a. positive Zusammenhänge zwischen der Eigenschaft Impulsivität und der Anzahl selbstberichteter Fahrfehler (z. B. Beinahe-Zusammenstoß mit einem Radfahrer beim Rechts-Abbiegen) sowie selbstberichteten Verstößen gegen Verkehrsregeln (z. B. Missachtung der Geschwindigkeitsbegrenzung) bei Personen zwischen 57 und 87 Jahren (OWSLEY, MCGWIN JR. & MCNEAL, 2003). Weiterhin berichteten Senioren mit einer höheren Ausprägung des Persönlichkeitsmerkmals Sensation Seeking, einer Verhaltensdisposition, die gekennzeichnet ist durch das Bedürfnis nach verschiedenen, neuen

und komplexen Eindrücken und Erfahrungen sowie der Bereitschaft, physische und soziale Risiken hierfür in Kauf zu nehmen (ZUCKERMAN, 1979), eine größere Anzahl an erhaltenen Strafzetteln. In dieser Altersgruppe stellte sich zudem eine geringe Impulskontrolle als Prädiktor für rücksichtsloses Verhalten (z. B. gegen den Bordstein oder eine Schranke fahren) während einer Fahrt in der virtuellen Umgebung heraus (SCHWEBEL, BALL, SEVERSON, BARTON, RIZZO & VIAMONTE, 2007). NICHOLS et al. (2012) wiesen jedoch im Rahmen ihrer Übersichtsarbeit darauf hin, dass sich die Erforschung des Zusammenhangs zwischen Persönlichkeit und Fahrverhalten insbesondere bei älteren Verkehrsteilnehmern noch in der Anfangsphase befindet. Zukünftige Studien sollten ausreichend große Stichproben sowie eine Fahrverhaltensbeobachtung im Realverkehr einbeziehen.

In zwei weiteren Untersuchungen seit der Veröffentlichung der Übersichtsarbeit von NICHOLS et al. (2012) fand sich zum einen, dass Personen über 60 Jahren mit einer niedrigeren Ausprägung der Persönlichkeitseigenschaft Extraversion, welche sich u. a. durch Geselligkeit, Aktivität, Gesprächigkeit und Optimismus auszeichnet (BORKENAU & OSTENDORF, 1993), eine bessere Leistung in einer Fahrverhaltensbeobachtung im Realverkehr zeigten (ADRIAN, POSTAL, MOESSINGER, RASCLE & CHARLES, 2011). Zum anderen ergab sich in dieser Altersgruppe ein positiver Zusammenhang zwischen dem Merkmal Sensation Seeking und der Anzahl berichteter Verstöße gegen die Verkehrsregeln sowie ein positiver Zusammenhang zwischen Feindseligkeit, d. h. Gefühlen der Bitterkeit und des Grolls gegenüber anderen Menschen (LORD, 2011), und selbstberichteten Fahrfehlern (LUCIDI, MALLIA, LAZARUS & VIOLANI, 2014). Diese Befunde deuten darauf hin, dass auch in der Gruppe der Älteren riskantes Fahrverhalten zum Teil durch Unterschiede in Persönlichkeitseigenschaften erklärt werden kann. Weitere Forschungsbemühungen sollten darauf abzielen, die Beziehung zwischen Persönlichkeit und Fahrverhalten bei älteren Verkehrsteilnehmern genauer zu beleuchten.

Um die oben aufgeführten Befunde zur Relevanz gewisser Eigenschaften für die Verkehrssicherheit besser einordnen zu können, ist es sinnvoll, die Entwicklung dieser Persönlichkeitsmerkmale über die Lebensspanne zu betrachten. Im Rahmen einer Längsschnittstudie, in welcher die teilnehmenden Personen u. a. einmal im jüngeren Seniorenalter und 14 Jahre später erneut im älteren Seniorenalter befragt

wurden, zeigte sich über die Zeit eine Abnahme der Eigenschaft Extraversion sowie eine Zunahme der Eigenschaft Verträglichkeit (FIELD & MILLSAP, 1991), welche sich u. a. durch Mitgefühl, Wohlwollen, Kooperativität und Harmoniebedürfnis auszeichnet (BORKENAU & OSTENDORF, 1993). Eine hohe Ausprägung des Merkmals Verträglichkeit geht u. a. mit einer geringen Feindseligkeit einher (SHARPE & DESAI, 2001). In einer weiteren Längsschnittstudie wurden ähnliche Veränderungen für die Eigenschaften Verträglichkeit und Extraversion beobachtet (TERRACCINO, MCCRAE, BRANT & COSTA JR., 2005). Zusätzlich wurde hierbei die Entwicklung einzelner Facetten von Persönlichkeitseigenschaften untersucht. Es konnte für den Teilaspekt Sensation Seeking der Eigenschaft Extraversion eine Abnahme über die Lebensspanne nachgewiesen werden. Im Hinblick auf die Ausprägung von Impulsivität und Feindseligkeit, welche als Facetten der Persönlichkeitseigenschaft Neurotizismus, einer Neigung zu u. a. Nervosität, Ängstlichkeit, unrealistischen Ideen und unangemessenen Reaktionen auf Stress (BORKENAU & OSTENDORF, 1993), gelten, zeigte sich ebenfalls eine Verringerung im Laufe des Lebens.

Zusammenfassend lässt sich festhalten, dass es Hinweise auf eine Abnahme der Eigenschaft Extraversion mit fortschreitendem Alter gibt, ebenso wie auf eine Abnahme der Facetten Sensation Seeking, Impulsivität und Feindseligkeit, welche den Eigenschaften Extraversion bzw. Neurotizismus zugeordnet werden. Da, wie oben bereits aufgezeigt, Zusammenhänge dieser Merkmalsausprägungen bei älteren Verkehrsteilnehmern mit einer besseren Leistung in einer Fahrverhaltensbeobachtung im Realverkehr, mit einer geringeren Anzahl selbstberichteter Fahrfehler und Verstöße gegen die Verkehrsregeln sowie mit weniger rücksichtslosem Fahrverhalten in einer Simulation einhergehen, kann davon ausgegangen werden, dass sich die Entwicklung dieser Persönlichkeitseigenschaften im Alter positiv auf die Verkehrssicherheit auswirkt.

Es existieren jedoch auch wissenschaftliche Untersuchungen zur Entwicklung im Alter, deren Befunde im Hinblick auf die Verkehrssicherheit bedenklicher sind. Diese betrachten die Fähigkeit zur Selbstwahrnehmung und die Bewertung der eigenen fahrrelevanten Leistungen. So fand sich in einer Studie mit Personen im Alter von 65 bis 96 Jahren kein signifikanter Zusammenhang zwischen der Leistung der Senioren in einem Test zur Gefahrenwahrnehmung und ihrer eigenen Einschätzung der Testleistung (HORSWILL, ANSTEY, HATHERLY, WOOD &

PACHANA, 2011). In einer Untersuchung mit Senioren im Alter von 65 Jahren und älter zum Zusammenhang zwischen subjektiver Einschätzung der eigenen Fahrfähigkeiten und der Leistung in einem Fahrtstest im Simulator, stuften 65 % der älteren Fahrer ihre eigene Performanz besser ein als die gleichaltriger anderer Fahrer. Weiterhin stellten sich hierbei Fahrer, die ihre Leistung als zumindest ein wenig besser als die der anderen Teilnehmer bewertet hatten, viermal häufiger als unsichere Fahrer im Simulator heraus als Personen, die ihre eigene Leistung als vergleichbar mit der anderer oder schlechter als die der anderen betrachtet hatten (FREUND, COLGROVE, BURKE & MCLEOD, 2005). Ähnliche Ergebnisse fanden sich in einer Studie mit Teilnehmern im Alter von 70 bis 88 Jahren zum Zusammenhang zwischen der subjektiven Einschätzung der eigenen Fahrfähigkeiten und der Leistung in einer Fahrverhaltensbeobachtung im Realverkehr. Hierbei hatten zwei Drittel der im Rahmen der Fahrverhaltensbeobachtung als unsicher eingestuften Fahrer ihre eigene Fahrkompetenz ursprünglich als gut bis sehr gut bewertet. Fahrer, die kritische Fehler begingen, welche zum Teil ein Eingreifen des Fahrlehrers in das Fahrgeschehen nötig machten, beurteilten ihre eigene Fahrkompetenz nicht schlechter als die übrigen Fahrer. Zudem fand sich ein positiver Zusammenhang zwischen der Selbstüberschätzung der eigenen Fähigkeiten und der Wahrscheinlichkeit eine Beteiligung an einem Verkehrsunfall im Laufe der vergangenen fünf Jahre zu berichten (WOOD, LACHEREZ & ANSTEY, 2013). Im Hinblick auf die Prävalenz solcher Fehleinschätzungen fanden PAIRE-FICOUT et al. (2014), dass 38 % der Senioren nach einer Fahrverhaltensbeobachtung ihre eigene Fahrkompetenz besser einschätzten, als ein anwesender Fahrlehrer dies tat. Im Gegensatz dazu schätzten aber auch 20 % der Senioren ihre Fahrkompetenz schlechter ein als dies der Fahrlehrer tat. Diese Unterschätzung birgt die Gefahr eines verfrühten Einstellens des Autofahrens und damit einhergehend negativen Auswirkungen auf die Lebensqualität.

Obwohl ein Großteil der älteren Fahrer in der Lage ist, die eigene Fahrfähigkeit adäquat zu bewerten, neigen einige dazu, ihre Fahrkompetenz zu überschätzen oder zu unterschätzen. Eine adäquate Selbstreflexion ist jedoch Voraussetzung für die Anwendung von Kompensationsmechanismen, denn nur das Wahrnehmen und Erkennen eigener Schwächen und Defizite kann dazu führen, das Fahrverhalten entsprechend anzupassen oder auf

Fahrten unter gewissen Umständen zu verzichten (KAISER & OSWALD, 2000). Wird die Diskrepanz zwischen der Selbstwahrnehmung und der tatsächlichen Leistung in Richtung einer Überschätzung jedoch zu groß, entsteht womöglich kein Gefahrenbewusstsein und der Betroffene sieht selbst keinen Anlass für eine Verhaltensänderung (KARTHAUS, WILLEMSEN, JOIKO & FALKENSTEIN, 2015). Dies kann sich negativ auf die Verkehrssicherheit auswirken.

### 3.7 Kompensationsmechanismen

Gemäß einer Modellvorstellung von HOLTE (2011) beeinflussen die Einschätzung der eigenen Fahrtüchtigkeit und der Anforderungen der Fahraufgabe die auf die Verkehrssituation bezogene Kompetenzerwartung einer Person. Diese ist situationsspezifisch und bezieht sich auf die Erwartung, eine bestimmte Aufgabe mithilfe der eigenen Fähigkeiten erfolgreich lösen zu können. Zusammen mit einer generellen, situationsübergreifenden Kompetenzerwartung sowie den Nutzenerwartungen, welche mit einer gewissen Form der Verkehrsteilnahme verbunden sind, beeinflusst sie das Kompensationsverhalten einer Person. Es wird davon ausgegangen, dass solche Kompensationsmechanismen insbesondere dann wirksam werden, wenn die eigene Fahrtüchtigkeit und die Anforderungen an eine Verkehrsteilnahme realistisch eingeschätzt werden, altersbedingte Defizite erkannt werden sowie Mobilitätsalternativen bekannt sind und akzeptiert werden (HOLTE, 2011).

In Anlehnung an ein Modell der Fahrzeugführung von MICHON (1985), welches die Verkehrsteilnahme als eine hierarchisch geordnete Verbindung von Teilaufgaben betrachtet, beschreibt WEINAND (1997) das Kompensationsverhalten älterer Kraftfahrer. Hierbei wird zwischen der strategischen, der taktischen und der operationellen Ebene unterschieden, wobei der Unterschied zwischen diesen aufgrund des Zeitpunktes zustande kommt, zu dem die Kompensation stattfindet. Die strategische Ebene bezieht sich auf Entscheidungen, die vor dem Antritt der Fahrt getroffen werden, z. B. wann die Fahrt angetreten und welche Route genommen wird. Diese Entscheidungen können von älteren Fahrern ohne zeitlichen Druck getroffen werden, da diese häufig keiner Erwerbstätigkeit mehr nachgehen und somit ihre Zeit flexibler einteilen können. Auf der taktischen Ebene streben Fahrer durch anti-

zipatorische Fahrmanöver basierend auf Kenntnissen über sich selbst, das Fahrzeug und den Erwartungen hinsichtlich zukünftiger Verkehrssituationen nach einem niedrigen Risiko während der Verkehrsteilnahme. Dies kann sich in Form eines größeren Sicherheitsabstandes oder einer langsameren Geschwindigkeit äußern. Auf dieser Ebene ist der Zeitdruck schwach bis mäßig ausgeprägt. Auf der operationellen Ebene erfolgt die unmittelbare Auswahl und Ausführung von Manövern zur Gefahrenabwehr. Hierzu zählen u. a. Spurwechsel und das Ausweichen vor plötzlich auftauchenden Hindernissen. Für Verhalten auf der operationellen Ebene besteht konstanter Zeitdruck (WEINAND, 1997).

Die Fahrweise der Älteren lässt sich wie folgt beschreiben. Generell fahren sie weniger häufig und weniger Kilometer als jüngere Altersgruppen. Sie fahren seltener in Hauptverkehrszeiten und auf Schnellstraßen. Sie meiden Fahrten bei witterungsbedingten schlechten Straßenverhältnissen und Fahrten bei Dämmerung und bei Nacht (BALDOCK, MATHIAS, MCLEAN & BERNDT, 2006; BALL et al., 1998; HAKAMIES-BLOMQVIST, 1994; HENNESSY, 1995; infas & DLR, 2010). Diese Verhaltensweisen lassen sich der strategischen Ebene des Kompensationsmodells nach WEINAND (1997) zuordnen. Im Hinblick auf die taktische Ebene lässt sich feststellen, dass Ältere insgesamt langsamer als Fahrer anderer Altersgruppen fahren und einen größeren Sicherheitsabstand halten (ANDREWS & WESTERMAN, 2012; NISHIDA, 1999). Die Verhaltensänderungen älterer Fahrer finden vorwiegend auf der strategischen und der taktischen Ebene statt, da hier im Vergleich zur operationellen Ebene weniger Zeitdruck besteht und eine Teilung der Aufmerksamkeit seltener erforderlich ist (WEINAND, 1997). Generell lässt sich schließen, dass ältere Fahrer versuchen, Beeinträchtigungen in ihren Leistungen hauptsächlich durch eine Vermeidung ungünstiger Verkehrszeiten und -situationen ebenso wie durch eine vorsichtige Fahrweise auszugleichen (WEINAND, 1997). Entscheidungen und Handlungen auf der strategischen und taktischen Ebene können den Zeitdruck bestimmen, unter welchem Aufgaben auf der operationellen Ebene bewältigt werden müssen. So kann den älteren Fahrern eine Verringerung der Fahrgeschwindigkeit auf der taktischen Ebene mehr Zeit für Entscheidungen und Handlungen zur Gefahrenabwehr auf der operationellen Ebene verschaffen (WEINAND, 1997).

In einer naturalistischen Fahrstudie von BLANCHARD & MYERS (2010) wurden die Autos älterer

Fahrer mit Aufnahmeggeräten ausgestattet, um die Zusammenhänge zwischen Wahrnehmung und Selbstregulation näher zu beleuchten. Mithilfe von Fragebögen wurden die Fahrgewohnheiten der Älteren, die Beurteilung ihrer eigenen Fähigkeiten und die Zuversicht im Hinblick auf die eigenen Kompetenzen erfasst. Es zeigte sich, dass eine geringere Zuversicht sowie eine schlechtere Beurteilung der eigenen Fähigkeiten mit einer reduzierten Exposition, einem geringeren Radius vom Wohnsitz und seltenerem Fahren in herausfordernden Situationen (z. B. auf Schnellstraßen) einhergingen. Die Studie liefert demnach Hinweise darauf, dass die Wahrnehmungen der Fahrer durchaus in Zusammenhang mit selbstregulatorischen Prozessen stehen.

Doch nicht alle älteren Fahrer scheinen in der Lage zu sein, ihre Fahrgewohnheiten und ihr Verhalten im Straßenverkehr an die veränderten sensorischen und kognitiven Fähigkeiten anzupassen. So fanden BALDOCK, MATHIAS, MCLEAN & BERNDT (2006) in einer Untersuchung, dass ältere Fahrer mit Defiziten in den Leistungsbereichen Kontrastempfindlichkeit, Informationsverarbeitungsgeschwindigkeit und visuell-räumliches Gedächtnis mit einer höheren Wahrscheinlichkeit Schwierigkeiten bei der Fahrzeugführung im Rahmen einer Fahrverhaltensprobe erlebten, jedoch schwierige Verkehrssituationen nach eigenen Angaben nicht mit höherer Wahrscheinlichkeit mieden als ältere Fahrer ohne diese Defizite. Zudem kommt es vor, dass Ältere aufgrund einer Fehleinschätzung ihrer Fähigkeiten das Autofahren verfrüht einstellen und somit eine unnötige Einschränkung ihrer Mobilität erfahren (PAIRE-FICOUT et al., 2014).

Im Hinblick auf die Häufigkeit von Verhaltensänderungen im Verkehr zeigten sich im Rahmen der von der BAST geförderten Studie AEMEIS (Ältere Menschen im künftigen Sicherheitssystem Straße/Fahrzeug/ Mensch) in einer Umfrage unter 2.000 Personen im Alter von 55 Jahren und älter fünf Kompensationstypen. Gemäß der Selbstausskunft der Befragten wiesen 30 % der Personen weder verkehrsrelevante Leistungseinbußen noch ausgleichende Reaktionsweisen auf. Dies wurde von den Autoren der Studie als angemessenes Verhalten eingestuft. Etwa 25 % der Befragten berichteten eine Verbesserung ihres Fahrverhaltens im Sinne der Sicherheit, nahmen selbst jedoch keine physiologischen Defizite wahr. Dies sahen die Autoren als präventives Verhalten an. Weitere 23 % der Älteren glichen eigenen Angaben zufolge wahr-

genommene Leistungseinbußen durch eine Vermeidung kritischer Fahrsituationen oder einen veränderten Fahrstil adäquat aus. Dies wurde von den Autoren der Studie als funktionale Kompensation betrachtet. Als dysfunktional kompensierend hingegen wurden Personen eingestuft, die physiologische Einbußen bei sich selbst zwar wahrnahmen, ihr Fahrverhalten jedoch nicht sicherheitsdienlich änderten. Zu dieser Gruppe gehörten rund 6 % der Befragten. Die übrigen 16 % wiesen Merkmalskombinationen auf, die sich keinem Kompensationstyp eindeutig zuordnen ließen. Gemäß diesen Ergebnissen wird geschlussfolgert, dass die Mehrzahl der älteren Fahrer durchaus funktional mit etwaigen Defiziten umgeht, wenn sie ihnen bewusst werden (JANSEN et al., 2001). Allerdings wurden im Rahmen der AEMEIS Studie keine beobachtbaren Verhaltensdaten erhoben, sondern lediglich Selbstberichte erfragt.

Die Mehrheit der älteren Fahrer scheint durchaus fähig zu sein, durch fahrrestriktive Maßnahmen ihre Fahrtätigkeit ihrer veränderten Leistungsfähigkeit anzupassen (PAIRE-FICOUT et al., 2014). Eine korrekte Selbstwahrnehmung der eigenen Fähigkeiten ist dabei Voraussetzung für die Anwendung selbstregulatorischer Praktiken. Diejenigen älteren Fahrer jedoch, welche ihr Fahrverhalten nicht ausreichend anpassen oder das Fahren womöglich früher als nötig einstellen, gilt es bei der Erlangung einer adäquaten Selbsteinschätzung zu unterstützen und auf diese Weise die Verkehrssicherheit zu erhöhen. Weitere Ausführungen hierzu finden sich in Kapitel 5.1.1.

Abschließend sei angemerkt, dass vorerst unklar bleibt, inwiefern das Vermeiden risikoreicher Situationen und eine Veränderung des Fahrstils bei älteren Personen tatsächlich als Kompensation, d. h. als bewusstes oder unbewusstes Bemühen bestehenden Defiziten entgegenzuwirken, bezeichnet werden kann. Möglicherweise ist es auch das Ergebnis veränderter Lebensgewohnheiten, Motive und Fahrzwecke im Alter, welche aufgrund von Veränderungen u. a. des Beschäftigungsstatus und/oder des Wohnortes zustande kommen (JANSEN et al., 2001). Weiterhin fehlt es derzeit noch an empirischen Studien, in denen geprüft wird, welche Leistungsbereiche in Bezug auf das Autofahren durch welche anderen fahrrelevanten Bereiche tatsächlich kompensiert werden können.

### 3.8 Testverfahren zur Leistungsprüfung

Hinsichtlich der Fahreignung beschreiben in Deutschland die Begutachtungsleitlinien zur Kraftfahreignung (2016) Mindestanforderungen, die ein Fahrzeugführer erfüllen muss. Sie werden in der Fahrerlaubnis-Verordnung (FeV) in Anlage 4a explizit als Grundlage für die Beurteilung der Eignung zum Führen von Kraftfahrzeugen aufgeführt (siehe auch Richtlinie über die Anforderungen an Träger von Begutachtungsstellen für Fahreignung (§ 66 FeV) und deren Begutachtung durch die BAST, 2014, Abschnitt II, Kap. 5.1). Anforderungsgerechte psychophysische Leistungen werden gemäß den Begutachtungsleitlinien zur Kraftfahreignung (2016, S. 11 ff.) in Bezug auf die optische Orientierung, die Konzentrationsfähigkeit, die Aufmerksamkeit, die Reaktionsfähigkeit und die Belastbarkeit gefordert. Daneben wird die Ausgewogenheit der psychischen Leistungen in Bezug auf Schnelligkeit und Sorgfältigkeit als erforderlich angesehen. Eine genauere Operationalisierung der einzelnen Begriffe wird in den Begutachtungsleitlinien zur Kraftfahreignung nicht formuliert (vgl. auch GOLZ, HUCHLER, JÖRG & KÜST, 2004). Auch bleibt unklar, welche Art der Aufmerksamkeit zu erfassen ist. Dargelegt werden mögliche psychische Leistungsmängel, bezogen auf die einzelnen Leistungsbereiche. Danach wirken sich z. B. psychische Leistungsmängel im Bereich der optischen Orientierung so aus, dass optische Informationen (Begutachtungsleitlinien zur Kraftfahreignung, S. 11) in Bezug auf ihren Bedeutungsgehalt nicht ausreichend schnell und sicher wahrgenommen werden und/oder die Zielorientierung im Verkehrsraum erfolgt nicht bzw. nicht sicher oder der Zeitaufwand dafür ist derart hoch, dass in einer konkreten Verkehrssituation eine Gefährdung auftritt.

Festgelegt wurden Mindestanforderungen, die Fahrer der Fahrerlaubnisgruppe I (Klasse A, A1, A2, B, BE, AM, L, T) bzw. II (Klasse C, CE, C1E, D, D1, DE, D1E und Fahrerlaubnis zur Fahrgastbeförderung) erfüllen müssen, um davon ausgehen zu können, dass keine Beeinträchtigungen der psychophysischen Leistungsvoraussetzungen vorliegen. Diese Voraussetzungen werden zumeist durch computergestützte Tests erfasst. Die Ergebnisse der Leistungstests werden in Prozenträngen angegeben, die aussagen, wie viele Personen einer vergleichbaren Stichprobe schlechtere Leistungen erzielt haben als der Untersuchte. Es wird also die

Verteilung der Leistungen innerhalb einer Normstichprobe zugrunde gelegt. Kritisch ist anzumerken (siehe GOLZ et al., 2004; HARTJE, 2004), dass es sich bei Prozenträngen nicht um Kriterien im Sinne absoluter Kennwerte handelt, sondern um Setzungen (Prozentrang von mindestens 16 bei Fahrern der Gruppe I bzw. von mindestens 33 in der Mehrzahl der Verfahren und keinen Test unter Prozentrang 16 bei Gruppe II). In Deutschland werden im Rahmen der Begutachtung der Fahreignung altersunabhängige Normwerte genutzt.

Im Falle von Grenzwertunterschreitungen wird die psychische Leistungsvoraussetzung noch als gegeben angesehen, wenn Grenzwertunterschreitungen entweder der Situation (Störungen bei der Testdurchführung z. B.) zugeschrieben oder sie durch stabile Leistungen in den anderen Verfahren ausgeglichen werden können, so dass von keiner Mängelkumulation auszugehen ist. Weiterhin kann im Bereich der Leistungsvoraussetzungen Fahreignung noch angenommen werden, wenn durch Ergebnisse anderer Verfahren (Wiederholungstestung, Ergänzungsverfahren, psychologische Fahrverhaltensbeobachtung) davon ausgegangen werden kann, dass Unterschreitungen der Grenzwerte in den Leistungstests kompensiert werden können. Des Weiteren dürfen keine verkehrsmedizinisch relevanten Eignungsmängel vorliegen.

Auch bei Vorliegen psychophysischer Leistungsmängel kann unter bestimmten Voraussetzungen eine Person zum Führen von Kraftfahrzeugen gemäß § 11 Abs. 2 Fahrerlaubnis-Verordnung bedingt geeignet sein. Auflagen und Beschränkungen in einem solchen Fall sind z. B. die Einhaltung einer Höchstgeschwindigkeit oder Fahrten nur innerhalb eines bestimmten Umkreises. Des Weiteren kann eine Kompensation überdauernder Eignungsmängel z. B. durch technische oder medizinisch-technische Maßnahmen (Fahrzeugumbauten, Prothesen), Arzneimittelbehandlung und/oder besondere psychische Qualitäten wie besondere Umsicht, Gewissenhaftigkeit erfolgen. Eine bedingte Eignung kann nur dann empfohlen werden, wenn sicher gestellt werden kann, dass der betreffende Fahrer die erforderliche Sensibilität, Kritikfähigkeit und die nötige Zuverlässigkeit besitzt, um die geforderte Verfügbarkeit der notwendigen kompensatorischen Funktionen für eine situationsangepasste Leistung aufrecht zu erhalten und einsetzen zu können, d. h. die Regeln des Straßenverkehrs und die Auflagen und Beschränkungen der Fahrerlaubnis zu beach-

ten (Begutachtungsleitlinien zur Kraftfahreignung, 2016, S. 14).

Da gemäß den Begutachtungsleitlinien zur Kraftfahreignung der Kompensation von Leistungsdefiziten eine wesentliche Bedeutung zugeschrieben wird, sind die genannten Prozentranggrenzen relativierend zu sehen. Kompensationsfaktoren gemäß Begutachtungsleitlinien zur Kraftfahreignung (2016, S. 14) sind

- „eine trotz einzelner funktionaler Mängel insgesamt gesehen ausreichende intellektuelle Leistungsfähigkeit, die ein vorausschauendes Fahren bzw. eine Früherkennung von Gefahrensituationen ermöglicht,
- mindestens normgerechte körperliche, insbesondere sinnesphysiologische Voraussetzungen,
- (bei Fahrerlaubnisinhabern) Vertrautheit mit dem Führen von Kraftfahrzeugen,
- eine sicherheits- und verantwortungsbewusste Grundeinstellung, die erwarten lässt, dass die Unzulänglichkeiten der eigenen Leistungsausstattung selbstkritisch reflektiert wurden und diese beim Fahrverhalten berücksichtigt werden.“

Diese Kompensationsfaktoren sind auch bei der Bewertung der Fahrkompetenz Älterer zu berücksichtigen.

Bei Fahreignungsbegutachtungen oder Eignungsuntersuchungen nach Anlage 5 Nr. 2 FeV wird die psychische Leistungsfähigkeit mit Hilfe psychologischer Testverfahren untersucht. Das Act-React-Testsystem (ART 2020) des Kuratoriums für Verkehrssicherheit (z. B. BUKASA, CHRIST, PONOCNY-SELIGER, SMUC & WENNINGER, 2003) enthält verschiedene Testverfahren (Verkehrsspezifischer Überblicksgewinnungstest TT15, Visueller Strukturierungstest LL5, Peripherer Wahrnehmungstest PVT, Konzentrationstest unter Monotonie Q1, Aufmerksamkeitsflexibilitätstest FAT, Reaktiver Belastbarkeitstest RST3, Reaktionssequenzentest SET3, Entscheidungs- und Reaktionstest in einem, dynamischen Fahrsetting DR2, Sensomotoriktest SENSO, Nonverbaler Intelligenztest MAT, Merkfähigkeitstest GEMAT3, Geschwindigkeits-Distanzschätzverfahren DEST). Es liegen umfangreiche Validierungsstudien vor, zuletzt aus dem Jahr 2003 (BUKASA et al., 2003). Eine Weiterentwicklung (z. B. Normierung) erfolgt zurzeit jedoch nicht mehr.

Das Wiener Testsystem besteht ebenfalls aus verschiedenen Testverfahren und wird fortlaufend aktualisiert. Zumeist werden folgende Verfahren angewandt: Cognitrone COG, Determinationstest DT, Reaktionstest RT, Adaptiver Tachistoskopischer Verkehrsauffassungstest ATAVT, Linienverfolgungstest LVT. Nach Angaben der Hersteller haben sich signifikante Korrelationen zwischen Testergebnissen und dem Fahrverhalten in den Tests DT, LVT, ATAVT und RT gezeigt.

Die Testverfahren beim CORPORAL A sind Inter-Orientierung, DUAL A, DUAL B, DUAL C, MC Orientierung, MC Lokation und InterLokation. Seit 2014 liegt ein aktualisiertes Testsystem-Corporal plus (BERG & NÄDTKE, 2015) vor, bei dem verschiedene Aufmerksamkeitsaspekte berücksichtigt werden. Beim Testsystem CORPORAL A (BERG, 1997; BERG & SCHUBERT, 1999) erfolgten keine Validierungen an einem Außenkriterium (Fahrtest, Fahrverhaltensbeobachtung).

Ursprünglich wurde die Testbatterie zur Aufmerksamkeitsprüfung TAP (ZIMMERMANN & FIMM, 1992) zur Untersuchung von Aufmerksamkeitsdefiziten bei Patienten mit zerebralen Läsionen entwickelt. Die Version Mobilität (TAP-M) enthält mehrere Testverfahren, mit denen unterschiedliche Aufmerksamkeitsaspekte erfasst werden sollen (Go/Nogo, Ablenkbarkeit, Flexibilität, Daueraufmerksamkeit, Alertness, Geteilte Aufmerksamkeit, Aktives Gesichtsfeld, Visuelles Scanning, Exekutive Kontrolle). Die Standardisierung und Validierung der Testbatterie TAP-M wurde durch verschiedene Institutionen gefördert, die an dem Projekt AGILE (s. u.) teilgenommen hatten. In verschiedenen Studien wurde gezeigt, dass der Tests visuelles Scanning mit Ergebnissen in Fahrproben korrelierte.

POSCHADEL, FALKENSTEIN, PAPPACHAN, POLL & WILLMES VON HINCKELDEY (2009) haben sich mit Testverfahren zur psychometrischen Leistungsüberprüfung der Fahreignung auseinandergesetzt. Die in den Begutachtungsleitlinien zur Kraftfahreignung genannten Anforderungsbereiche werden nach Auffassung von POSCHADEL et al. (2009) mit den derzeit eingesetzten Testverfahren aus seiner Sicht, wie in Tabelle 2 dargestellt, erfasst.

In Bezug auf die Standardisierung und Validierung der Verfahren haben POSCHADEL et al. (2009) teilweise Optimierungsbedarf festgestellt. So schlugen sie u. a. eine Überarbeitung der eingesetzten Testverfahren (u. a. Validierung unter Aspekten der Ver-

Anforderungsbe- reich	Computergestützte / apparative Tests
Belastbarkeit	Wiener Determinationsgerät Art 2020 – RST3
Orientierung	TAP – Visuelles Scannen TAVT 2 - Wiener Determinations- gerät ART 2020 – LL5, TT15
Konzentration	Wiener Reaktionstest (Ton - Licht) ART 2020 – Q1
Aufmerksamkeit	TAVT 2 TAPK-Geteilte Aufmerksamkeit TAPK-Reaktionswechsel ART 2020 – PVT, Q1
Reaktionsfähigkeit	Wiener Reaktionsgerät (Ton bzw. Licht) Wiener Determinationstest ART 2020 – DR2, FAT, SET3

**Tab. 2:** Mögliche Zuordnung der Testverfahren zu den Anforderungsbereichen (POSCHADEL et al., 2009, S. 38)

kehrssicherheit) und eine Eichung an einer repräsentativen Stichprobe vor. Ebenso sahen sie es erforderlich an, die in der Anlage 5 FeV bzw. in den Begutachtungsleitlinien zur Kraftfahreignung aufgeführten psychologischen Konstrukte grundsätzlich zu überarbeiten. Des Weiteren sollten ihrer Meinung nach die in der Fahreignungsdiagnostik verwendeten Prozentränge durch absolute Kennwerte ersetzt werden, die sich durch wissenschaftlich belegte Zusammenhänge zwischen Leistung und Fahreignung begründen lassen. Zudem sollte ein unabhängiges wissenschaftliches Gremium u. a. die Güte der Testverfahren regelmäßig überprüfen. Im Hinblick auf die Bereiche Aufmerksamkeitsteilung, Fokussierte Aufmerksamkeit und Daueraufmerksamkeit (im Sinne von Belastbarkeit) schlagen POSCHADEL et al. (2009) eine Neuentwicklung von Testverfahren vor.

Einige der Empfehlungen von POSCHADEL et al. (2009) flossen in die Änderung der FeV ein. Gemäß Anlage 14 Fahrerlaubnis-Verordnung, Satz 2 Nr. 7 muss die Eignung der eingesetzten psychologischen Testverfahren und -geräte von einer geeigneten unabhängigen Stelle bestätigt werden. Bei den im Rahmen der Fahreignung eingesetzten psychologischen Testverfahren steht diese Bestätigung derzeit noch aus und muss bis Ende 2018 vorgelegt werden.

Das Alter an sich berechtigt keine Überprüfung der Fahreignung. In den Leitsätzen 1 und 2 des Beschlusses des OVG Berlin-Brandenburg vom 2. Mai

2012 heißt es: „1. Das hohe Alter eines Kraftfahrers rechtfertigt für sich genommen nicht die Annahme einer Ungeeignetheit zum Führen von Kraftfahrzeugen. 2. Nicht jeder altersbedingte Abbau der geistigen und körperlichen Kräfte bietet Anlass für eine Entziehung oder Beschränkung der Fahrerlaubnis; hinzutreten muss vielmehr, dass es im Einzelfall zu nicht mehr ausreichend kompensierbaren, für die Kraftfahreignung relevanten Ausfallerscheinungen oder Leistungsdefiziten gekommen ist.“

BUCHSTALLER (2007) hat sich mit der Entwicklung einer altersfairen Strategie zur Überprüfung der psychischen Leistungsfähigkeit älterer Kraftfahrer an Begutachtungsstellen für Fahreignung auseinandergesetzt. Ausgangspunkt seiner Untersuchung war u. a., dass anders als in anderen EU-Ländern in Deutschland die einmal erworbene Fahrerlaubnis der Klasse B unbegrenzte Gültigkeit besitzt. Die seit dem 19.01.2013 ausgestellten Führerscheine sind aufgrund der 3. EU-Führerscheinrichtlinie auf 15 Jahre befristet. Nach Ablauf dieser Zeit ist das Führerscheindokument verwaltungsmäßig umzutauschen. Lediglich bei Eignungsbedenken kann eine medizinisch-psychologische Untersuchung seitens der Fahrerlaubnisbehörde angeordnet werden. Der Untersuchungsanlass Bedenken an der Leistungsfähigkeit älterer Kraftfahrer taucht jedoch nur in geringem Maße als Fragestellung der Behörde bei den Begutachtungsstellen für Fahreignung auf, weswegen seiner Auffassung nach keine differenzierten Strategien zur Überprüfung der Kraftfahreignung älterer Kraftfahrer im Rahmen von medizinisch-psychologischen Begutachtungen vorlägen. BUCHSTALLER (2007) konnte durch Ergebnisse in den in einer Begutachtungsstelle für Fahreignung erhobenen testpsychologischen Befunden und einer anschließenden psychologischen Fahrverhaltensbeobachtung zeigen, dass selbst erhebliche Leistungsmängel in den psychischen Funktionen von älteren Kraftfahrern ausweislich der Ergebnisse in der Fahrerverhaltensbeobachtung noch kompensiert werden können. Er sieht die Gefahr, dass aufgrund einer fehlenden bzw. zurzeit nicht ausreichend geprüften Altersfairness der derzeitigen Strategie zur Überprüfung der Kraftfahreignung Älterer deren tatsächliche Leistungsfähigkeit unterschätzt werden und fälschlicherweise als nicht geeignet zum Führen von Kraftfahrzeugen beurteilt werden könnte.

In einer Untersuchung von HANNEN, HARTJE & SKRECZEK (1998) wurde die Aussagekraft psychodiagnostischer Leistungsdaten für die Beurtei-

lung der Fahreignung hirngeschädigter Patienten nach den damals geltenden Begutachtungs-Leitlinien Krankheit und Kraftverkehr“ untersucht. Es wurden Aufmerksamkeit, Reaktionsfähigkeit und visuelle Auffassungsschnelligkeit mittels der Tests ATAVT, LVT, DT und RT aus dem Wiener Testsystem; dem d2 (zur Erfassung der Aufmerksamkeits-Belastung) und dem LPS-K oder HAWIE (zur Erfassung der Intelligenz) gemessen. Zudem mussten die Patienten eine Fahrprobe im realen Straßenverkehr absolvieren. Es zeigten sich vergleichbare Anteile falsch-negativer (31 %) und falsch-positiver (28 %) Beurteilungen der Fahreignung unter Berücksichtigung der fachärztlichen Begutachtungen. Laut Urteil des Fahrlehrers haben 58 % der Patienten die Fahrprobe bestanden, indem sie ein zumindest ausreichend sicheres Fahrverhalten aufgewiesen haben. Prognosen in Bezug auf das Bestehen bzw. Nichtbestehens der Fahrprobe auf der Grundlage der psychodiagnostischen Leistungsdaten und/oder anderer personenbezogener Daten führten zu maximal 73 % richtiger Vorhersagen. Die Treffsicherheit der Prognose erhöhte sich auch nicht durch die Anwendung kritischer Cut-off-Werte in einigen als besonders verkehrsrelevant erachteten Variablen. Die Autoren haben daher zur Beurteilung der Fahreignung hirngeschädigter Patienten die Durchführung einer Fahrprobe in jedem Fall empfohlen. Auch wenn in dieser Untersuchung Patienten mit Hirnschädigung (vorwiegend vaskulär bedingte zerebrale Schädigungen) untersucht wurden, so ist diese Untersuchung auch in Zusammenhang mit älteren Kraftfahrern nicht ohne Bedeutung, da nicht nur kreislaufabhängige Störungen der Hirntätigkeit bei Älteren häufiger sind, sondern auch, weil fahreignungsrelevante Defizite wie Verlangsamung, Antriebsminderung, Merkfähigkeits- und Gedächtnisstörungen, Reaktionsleistungsschwächen sowohl bei der untersuchten Patientengruppe als auch bei Älteren festgestellt werden.

FASTENMEIER & GSTALTER (2015) haben im Rahmen einer Studie für die Unfallforschung der Versicherer UDV u. a. geprüft, ob die individuelle Leistungsfähigkeit älterer PKW-Fahrer als Basis für eine altersbezogene Prüfung der Fahreignung dienen kann. Insgesamt wurden 232 Fahrer, davon 179 Fahrer 65 Jahre und älter, mit Hilfe verschiedener psychologischer Verfahren getestet. Daneben mussten die Probanden auch Fragebögen zu soziodemografischen Angaben, ihrem Gesundheitszustand, ihrem Fahrstil und zur Selbsteinschätzung ihrer Fahrfähigkeit ausfüllen. Danach wurde das

Fahrverhaltens mittels Fahrt im realen Straßenverkehr oder im Fahrsimulator beobachtet. Dabei wurden das Fahrverhalten, Blickbewegungen und die Position des Fahrzeugs auf der Fahrbahn auf Landstraßen-, Innenstadt- und Autobahnabschnitten registriert. Es zeigte sich, dass die Fahreignung auf der Grundlage individueller sensorischer, kognitiver und motorischer Leistungsfähigkeit sowohl für das reale Fahren als auch im Fahrsimulator nur sehr eingeschränkt vorhergesagt werden konnte.

Im Folgenden werden Tests dargestellt, die oftmals im klinischen Bereich, eingesetzt werden, um Aussagen zur Fahreignung bzw. Fahrkompetenz Älterer treffen zu können. Es handelt sich hier nur um eine Auswahl von Testverfahren, ein vollständiger Überblick über Tests zur Erfassung der Fahrkompetenz Älterer ist nicht beabsichtigt. Auswahlkriterium war auch, wie häufig der Test in der Literatur in Zusammenhang mit Älteren bzw. in neueren Testentwicklungen auftrat.

#### **Nutzbares Sehfeld (Useful Field of View, UFOV-Test)**

Bei dem UFOV-Test handelt es sich um einen Aufmerksamkeitstest, der die Verarbeitungsgeschwindigkeit, geteilte sowie selektive Aufmerksamkeit erfasst. Es handelt sich um einen Test zur Schwellenbestimmung, wie lange visuell dargebotene Symbole gezeigt werden müssen, um korrekt erkannt zu werden und wird so lange wiederholt, bis eine 75%ig richtige Erkennbarkeit festgestellt wird. Der UFOV Test wird zunehmend in klinischen und Rehabilitationssettings eingesetzt. Die Leistung in UFOV Tests bezieht sich nicht nur auf die Unversehrtheit des visuellen Systems, sondern auch auf die höher liegenden Verarbeitungsfähigkeiten. Nach einer Metaanalyse von CLAY, WADLEY, EDWARDS, ROTH, ROENKER & BALL (2005) wird die Beurteilung des UFOV als eine valide und reliable Messgröße der Fahrkompetenz und Sicherheit angesehen und soll ein besserer Prädiktor für Unfallbeteiligung sein als konventionelle neurophysiologische Maße. In acht ausgewerteten Studien wurden direkte Zusammenhänge (Korrelationen zwischen  $r = 0,36$  und  $r = 0,55$ ) zwischen UFOV und Unfällen in den letzten fünf Jahren, verschuldeten Unfälle, Fahrverhalten auf einem abgeschlossenen Streckenabschnitt, Fahrverhalten im Fahrsimulator bzw. im realen Verkehr festgestellt. CLAY et al. (2005) weisen auf eine prospektive Studie von OW-SLEY et al. (1998) hin, die eine Beziehung zwischen der UFOV-Leistung und zukünftigen Unfällen bestätigt hat und die Verwendung des UFOV als ein

mögliches Screening-Maß für gefährdete ältere Fahrer empfiehlt.

In einer Studie von EDWARDS et al. (2006) wurden die demografischen und kognitiven Einflüsse auf das UFOV bei 2759 Teilnehmern im Alter von 64 bis 94 Jahren untersucht. Mittels Regressionsanalyse wurde der relative Beitrag von Alter, Erziehung, mentalem Status, Sehvermögen und Gesundheit auf die Leistung im UFOV ermittelt. Alle genannten Faktoren zeigten Einfluss auf das UFOV, wobei das Alter für die meiste Varianz und Erziehung für die geringste Varianz verantwortlich war. Die Höhe der Zusammenhänge war insgesamt jedoch relativ gering. 70 % der Varianz in den UFOV-Werten hängen mit anderen Faktoren zusammen als Alter, Erziehung, visueller Funktion, selbst berichtetem Gesundheitsstatus oder mentalem Status. Es wurden normative Tabellen für UFOV für Alter und Erziehung entwickelt, um UFOV-Leistungen einzelner Personen mit einer Vergleichsgruppe abgleichen zu können und eine Einordnung älterer Fahrer in sichere und gefährdete Fahrer zu ermöglichen.

#### **Uhren-Test (clock-drawing-test, CDT)**

Beim Uhren-Test handelt es um ein Screening-Verfahren, das Aussagen über die globale kognitive Leistungsfähigkeit ermöglichen soll. Gemäß SHULMAN, GOLD, COHEN & ZUCCHERO (1993) werden mit dem Verfahren Anteile der visuell-räumlichen Organisationsfähigkeit, der Abstraktionsfähigkeit und der exekutiven Funktionen erfasst. Aufgrund von Unterschieden in der Auswertung der gezeichneten Uhren sowie verschiedenen in Studien verwendeten Außenkriterien gibt es keine allgemein verwertbaren Aussagen zur Güte der Vorhersage der Fahrkompetenz mithilfe dieses Tests. In der Langzeitstudie von FREUND, GRAVENSTEIN, FERRIS, BURKE & SHAHEEN (2005a) zeigten sich positive Zusammenhänge zwischen den Ergebnissen im Uhrentest und Fahrfehlern in Fahrtests im Fahrsimulator (FREUND et al., 2005a). Bei Verwendung der von SHULMAN et al. (1993) vorgeschlagenen sechsstufigen Skala wird ein auffälliges Ergebnis ab 3 Punkten festgelegt. Eine Studie von DIEGELMAN, GILBERTSON, MOORE, BANOU & MEAGER (2004) zeigte hingegen, dass der Uhren-Test nur begrenzt verwertbar war in Bezug auf die Vorhersage von selbst berichteten Fahrproblemen älterer Fahrer. Interessanterweise wurde festgestellt, dass die Uhrentest-Werte schlechter bei den Patienten waren, die derzeit oder seit kurzem kein Auto mehr fahren. Wenn diese Personen über Unfälle oder Beinahe-Unfälle berichteten, zeigten

sich zwischen ihren Berichten und den Testergebnissen stärkere Zusammenhänge.

#### **Trail-Making-Test (TMT)**

Der TMT besteht aus zwei Teilen. Im Teil A muss die Versuchsperson Zahlen, im Teil B Zahlen und Buchstaben, die zufällig angeordnet sind, so schnell wie möglich ihrer Reihenfolge nach verbinden. Die Bearbeitungszeit wird dabei gemessen und darüber Aussagen zur Fähigkeit zur visuellen Suche und sensomotorischen Geschicklichkeit getroffen. Die Differenz der Bearbeitungszeit von Teil B minus Teil A kann als Maß für die Fähigkeit der geteilten Aufmerksamkeit gewertet werden (LÜTHI, 2009). Es liegen Untersuchungen vor, die Zusammenhänge zwischen der Leistung im TMT und den Ergebnissen in Fahrproben aufzeigen. Unterdurchschnittliche Bearbeitungszeiten im TMT gehen mit einer schlechteren Durchführung in Fahrproben einher (z. B. DE RAEDT & PONJAERT-KRISTOFFERSEN, 2000; STUTTS, STEWART & MARTELL, 1998).

#### **d2-Aufmerksamkeits-Belastungs-Test**

Mit diesem Test, der von BRICKENKAMP (2002) entwickelt wurde, werden die visuelle Aufmerksamkeitsleistung sowie die Konzentration erfasst. Der Proband muss möglichst schnell und genau relevante Zielreize (ein d mit zwei Strichen) herausuchen und durchstreichen. Der d2 ist (auch in der Revision 2010) lediglich für den Altersbereich zwischen 9 und 60 Jahren normiert. Inzwischen liegen auch eine computerbasierte und eine revidierte Version (d2-C bzw. d2-R) des klassischen d2 Tests vor (BRICKENKAMP, SCHMIDT-ATZERT & LIEPMANN, 2010). HANNEN, HARTJE & SKRECZEK (1998) haben in ihrer Untersuchung an hirngeschädigten Patienten festgestellt, dass das Testergebnis im d2 nicht in der Lage war, die Leistung der Patienten in einer praktischen Fahrprobe vorherzusagen.

#### **Mini-Mental-Status-Test (MMST)**

Der MMST wurde von FOLSTEIN, FOLSTEIN & McHUGH (1975) entwickelt, um für den klinischen Alltag ein geeignetes Screening-Verfahren zur Feststellung kognitiver Defizite zu liefern. Der Test dient sowohl zur Erstbeurteilung eines Patienten als auch zur Verlaufskontrolle und wird zur Diagnose von Demenz und Alzheimer sehr häufig eingesetzt. Mit Hilfe von neun Aufgabenkomplexen sollen zentrale kognitive Funktionen (zeitliche und räumliche Orientierung, Merk- und Erinnerungsfähigkeit, Aufmerksamkeit, Sprache und Sprachverständnis, Lesen, Schreiben, Zeichnen und Rechnen) überprüft werden.

Befunde hinsichtlich einer möglichen Vorhersagekraft des MMST im Hinblick auf die Fahrkompetenz sind bislang nicht eindeutig und hängen vermutlich wie beim Uhrentest mit der Wahl des Außenkriteriums zusammen. KANTOR, MAUGER, RICHARDSON & UNROE (2004) verwendeten eine praktische Fahrprobe und stellten signifikante Korrelationen zwischen MMSE-Werten und Fahrleistungsmaßen fest. SIREN & MENG (2012) hingegen fanden keine derartigen Zusammenhänge. Insgesamt lassen Untersuchungen aber darauf schließen, dass sowohl Spezifität als auch Sensitivität des MMSE nicht ausreichend sind, um das Fahrverhalten vorherzusagen (z. B. SZLYK, MYERS, ZHANG, WETZEL & SHAPIRO, 2002).

### Montreal Cognitive Assessment (MoCA)

Bei dem MoCA-Test handelt es sich ebenfalls um ein Screening-Verfahren, das leichte kognitive Einschränkungen erfassen soll (NASREDDINE et al., 2005). Es werden die unterschiedlichen kognitiven Bereiche Gedächtnis, visuell-räumliche Fähigkeiten, exekutive Funktionen (getestet über den TMT-B), Aufmerksamkeit, Konzentration, Arbeitsgedächtnis, Sprache, zeitliche und örtliche Orientierung einbezogen. In Untersuchungen zur Vorhersagequalität des MoCA für das Ergebnis von Fahrtests zeigte sich nur bei Personen, die zuvor als kognitiv beeinträchtigt diagnostiziert worden waren, ein signifikanter Zusammenhang zwischen der Leistung im MoCA und dem Ergebnis des Fahrtests. Eine Person bestand 1,36-mal wahrscheinlicher den Fahrtest nicht mit jedem Punkt Verschlechterung im MoCA-Test (HOLLIS, DUNCANSON, KAPUST, XI & O'CONNOR, 2015). Zu ähnlichen Ergebnissen kamen KWOK, GELINAS, BENOIT & CHILINGARYAN (2015), die versuchten, mittels MoCA das Fahrverhalten älterer Fahrer mit vermuteten kognitiven Einschränkungen vorherzusagen. Sie schlussfolgerten, dass der MoCA-Test ein wichtiges Screening-Instrument sei, die Vorhersagekraft jedoch nicht ausreicht, um den Test als einziges Instrument zur Identifizierung gefährdeter Fahrer zu empfehlen. Ähnliche Ergebnisse fanden auch ESSER et al. (2016). In ihrer Untersuchung zeigte sich, dass Personen mit einem Wert im MoCA-Test von mehr als 27 den Fahrtest sehr wahrscheinlich bestehen und Personen mit einem Testwert kleiner zwölf den Fahrtest nicht bestehen würden und auch nicht von einem Fahrtest profitieren würden. Werte im MoCA-Test zwischen 12 und 27 jedoch weisen eine 50/50-Wahrscheinlichkeit auf, den Fahrtest zu bestehen und nur bei diesen Personen sollte ein

Fahrtest im Realverkehr sinnvollerweise durchgeführt werden.

### Fahrverhaltensbeobachtung

In (psychologischen) Fahrverhaltensbeobachtungen geht es um eine konkrete Beobachtung des Fahrverhaltens unter realen Verkehrsbedingungen, welche Hinweise darüber liefern sollen, ob eine vorhandene funktionelle Leistungsschwäche, ermittelt in Leistungsprüfverfahren, im praktischen Fahrverhalten erfolgreich kompensiert werden kann. Bei einer psychologischen Fahrverhaltensbeobachtung handelt es sich nicht um eine Fahrbefähigungsprüfung, sondern um ein Verfahren, bei dem ein psychologischer Gutachter das Fahrverhalten des Fahrers auf einer standardisierten Fahrstrecke mittels eines standardisierten Beobachtungsprotokolls beobachtet. Relevante Beobachtungsvariablen (Geschwindigkeitsverhalten, Abstandsverhalten, sicherndes Verhalten etc.) werden berücksichtigt. Die psychologische Fahrerverhaltensbeobachtung wird durch einen speziell geschulten psychologischen Gutachter im Beisein eines Fahrlehrers durchgeführt. Bei der Fahrverhaltensbeobachtung ist durch Beobachtung des praktischen Fahrens ersichtlich, ob Wahrnehmungsvermögen, Konzentrationsfähigkeit, Orientierungsfähigkeit etc. in dem Maße gegeben sind, dass Verkehrssituationen erfasst werden können und angemessen auf Verkehrssituationen und das Verhalten anderer Verkehrsteilnehmer reagiert wird. Anpassungsverhalten aufgrund der Prüfungssituation, die eine Fahrerverhaltensbeobachtung für den Fahrer darstellt, können zumeist aufgrund der längeren Dauer der Fahrverhaltensbeobachtung (50 bis 70 Minuten, siehe Festlegung nach dem Kriterium PTV 7, Punkt 4, der Beurteilungskriterien der DGVP & DGVM, Hrsg., 2013) nicht aufrecht erhalten bleiben.

Zu den bekanntesten Fahrverhaltensbeobachtungen zählen der Kölner Fahrverhaltenstest (KROJ & PFEIFFER, 1973) sowie die Wiener Fahrprobe (RISER & BRANDSTÄTTER, 1985). In beiden Tests wird eine Strecke mit genau festgelegten Beobachtungsstellen gefahren. Es werden zur Protokollierung des Fahrverhaltens detaillierte Protokollbögen verwendet. In der Regel wird gefordert, dass die Strecke sowohl Stadt- und Landstraßen als auch Autobahnen umfasst. Es sind unterschiedliche Fahraufgaben zu bewältigen (siehe UTZELMANN & BRENNER-HARTMANN, 2005). Bei der Bewertung des Fahrverhaltens in einer Fahrverhaltensbeobachtung sind bestimmte Bewertungsgrundsätze einzuhalten. Das wichtigste Kriterium stellt das Prinzip des ange-

passten Fahrens bzw. die Verkehrssicherheit dar. Auch sollten Fahrfehler gewichtet werden und Regeln in Bezug auf einen Abbruch der Fahrverhaltensbeobachtung (z. B. Gefährdung anderer Verkehrsteilnehmer, Rotlichtmissachtung) bestehen.

In Deutschland muss jeder Träger von Begutachtungsstellen für Fahreignung über ein geregeltes Verfahren zur Durchführung einer psychologischen Fahrverhaltensbeobachtung verfügen. In den aktuell gültigen Beurteilungskriterien (Deutsche Gesellschaft für Verkehrspsychologie & Deutsche Gesellschaft für Verkehrsmedizin, 2013) werden u. a. Kriterien für die psychologische Fahrverhaltensbeobachtung formuliert. Mit Hilfe der Fahrverhaltensbeobachtung sollen sowohl leistungsrelevante Merkmale als auch persönlichkeitsrelevante Merkmale des Fahrverhaltens festgestellt werden.

Der Vorteil psychologischer Fahrerverhaltensbeobachtungen besteht in einer hohen Augenscheinvalidität und hohen Akzeptanz seitens der Fahrer. Neben rein technisch erfassten Messwerten (wie Spurgenaugigkeit, Lenkwinkel etc.) kann durch die Beobachtung des Fahrverhaltens in der konkreten Situation das Fahrverhalten des Fahrers genauer eingeschätzt werden. Bei Testverfahren, die mittlerweile zumeist computergestützt durchgeführt werden, zeigen ältere Fahrer häufig, dass sie damit überfordert sind. So weist FASTENMEIER (2015) darauf hin, dass Tests, die ein hohes Arbeitstempo erfordern und mit einer hohen Stressbelastung einhergehen, älteren Personen aufgrund verringerter psychofunktionaler Leistungsbereitschaft und verbunden mit fehlenden Kompensationsmöglichkeiten während der Testdurchführung Schwierigkeiten bereiten. Aufgrund der abnehmenden Fähigkeit Älterer, sich schnell auf neue Aufgaben einzustellen, bestünde die Gefahr, dass ein Test nicht das messe, was er zu messen beabsichtige, sondern eher, wie hoch die Lern- und Umstellungsfähigkeit der Testperson sei und diese Unterschiede zwischen Älteren und Jüngeren feststelle. Bei Fahrverhaltensbeobachtungen hingegen werde tatsächlich das Fahrverhalten im realen Verkehr bewertet. FASTENMEIER (2015) sieht Fahrverhaltensbeobachtungen zudem durch Fairness gekennzeichnet, da sie es dem Probanden ermöglichen, zumindest auf der Bahnführungs- und Stabilisierungsebene (S. 99) zu kompensieren.

Einschränkend ist hinsichtlich des Einsatzes von Fahrverhaltensbeobachtungen darauf hinzuweisen, dass die Anforderungen in Abhängigkeit von Wetter

und Verkehrssituation stark variieren und die Rahmenbedingungen nur bedingt kontrolliert werden können. Gemäß BURGARD (2005) erfassen Fahrproben zudem das Verhalten in Situationen mit hohen Anforderungen nicht genügend, sodass Leistungsmängel, die nur in Grenzsituationen erkennbar werden, nicht ausreichend abgebildet werden. Damit könnten Leistungseinschränkungen unterschätzt werden.

Aufgrund der Tatsache, dass Unfälle seltene Ereignisse und die Stichprobengrößen bei Fahrverhaltensbeobachtungen eher klein sind, werden oftmals keine deutlichen Korrelationen zwischen Unfallzahlen der Probanden und deren Ergebnissen in Fahrverhaltensbeobachtungen festgestellt. Zwar zeigen sich Korrelationen zwischen verschiedenen Testverfahren und Leistungsdaten in einer Fahrverhaltensbeobachtung (z. B. BURGARD & KISS, 2008, siehe auch BUKASA et al., 2003), der stärkste Einfluss auf das Fahrverhalten (gemessen über Leistungen in Fahrverhaltensbeobachtungen) konnte allerdings für Alter und Fahrleistung (Kilometerleistung) nachgewiesen werden (siehe Überblick in Bild 2, S. 103, FASTENMEIER, 2015).

Neben den bereits angewendeten Testverfahren wurden in den letzten Jahren auch umfangreiche Forschungsprojekte durchgeführt, die zum Ziel hatten, Verfahren zu entwickeln, die Fahrkompetenz älterer Kraftfahrer zuverlässig zu erfassen. Bei dem EU-Verkehrsforschungsprojekt AGILE (**AG**ed People Integration, mobility, safety and quality of Life Enhancement through driving; POSCHADEL, RÖNSCH-HASSELHORN & SOMMER, 2006) wurde eine Testbatterie entwickelt, die kognitive Leistungseinbußen diagnostizieren und verlässliche Aussagen zur Fahreignung treffen können soll. Die entwickelte Testbatterie besteht aus drei Stufen. Auf der ersten Stufe wird der allgemeine kognitive Status mittels eines Screeningverfahrens (Erfragen altersbegleitender Symptome, die Hinweise auf mögliche kognitive Einschränkungen geben könnten sowie Fragebogen mit Fragen zu Fahrgewohnheiten, Verkehrsunfällen sowie besonderen Vorkommnissen im Straßenverkehr) ermittelt. Anschließend muss der Fahrer einen Schnelltest durchführen, der sich aus dem TMT-A, dem MMSE, Fragen zu instrumentellen Aktivitäten des täglichen Lebens (IADL) und einem PC-gestütztem Test exekutiver Funktionen zusammensetzt. Liegen Anzeichen für Leistungseinschränkungen vor, erfolgt in der zweiten Stufe eine neuropsychologische Untersuchung zur Erfassung der Vigilanz und Verhaltenskontrolle, der

visuellen Suche, des aktiven Gesichtsfelds, der visuellen Ablenkbarkeit, der geteilten Aufmerksamkeit und kognitiven Flexibilität. Die genannten Subtests beruhen auf der Testbatterie zur Aufmerksamkeitsprüfung (TAP) von ZIMMERMANN & FIMM (1992). Ergibt diese Untersuchung Leistungseinschränkungen, wird auf der dritten Stufe mithilfe einer speziell entwickelten Kurzfahrprobe und/oder mit speziell für einen Fahrsimulator entwickelten Szenarien festgestellt, ob eine Kompensation dieser Einschränkungen im Straßenverkehr möglich ist. In der Fahrprobe werden neben Basisfähigkeiten auch die festgestellten Leistungseinbußen untersucht. Letztlich wird eine Empfehlung in Bezug auf die Fahreignung formuliert.

### 3.9 Altersbezogene Pflichtüberprüfungen im internationalen Vergleich

In Deutschland sind die seit dem 19.01.2013 ausgestellten Führerscheine für Privatkraftfahrer auf 15 Jahre befristet. Nach Ablauf dieser Zeit ist das Führerscheindokument verwaltungsmäßig umzutauschen. Die Befristung betrifft lediglich das Dokument, die erworbene Fahrerlaubnis gilt auch weiterhin unbegrenzt. Zusätzliche (regelmäßige) ärztliche Untersuchungen oder sonstige Prüfungen sind damit jedoch nicht verbunden. Anlass dieser Änderung war die Umsetzung der 3. EU-Führerscheinrichtlinie. Vor dem 19.01.2013 erworbene Fahrerlaubnisse bleiben davon unberührt.

Innerhalb Europas werden die Führerscheinregelungen in den einzelnen Ländern unterschiedlich umgesetzt. Während in einigen europäischen Ländern die Fahrerlaubnis unbegrenzt gültig ist, existieren in anderen Ländern verpflichtende Eignungsüberprüfungen für Kraftfahrer. Hier müssen Fahrer ab einem definierten Alter einen Nachweis beibringen bzw. eine Untersuchung absolvieren, deren Ergebnis über die weitere Gültigkeit des Führerscheins entscheidet.

Aber welche Gründe bestehen für die Anordnung obligatorischer und teilweise umfangreicher Untersuchungen für die Führerscheinverlängerung in einigen Ländern (DESAPRIYA et al, 2012; O'NEILL, 2012; SIREN & MENG, 2012)? Sind es voreingenommene Vorstellungen über die Fahreignung älterer Fahrer oder können mit Hilfe solcher Testungen die Unfallzahlen tatsächlich reduziert werden? In

Deutschland sind Pflichtuntersuchungen für ältere Kraftfahrer ein kontrovers diskutiertes Thema. Nachfolgend sollen länderspezifische Führerscheinregelungen innerhalb Europas gegenübergestellt und der Nutzen der obligatorischen Eignungsüberprüfung analysiert werden.

FASTENMEIER & GSTALTER (2013) haben in ihrem Forschungsbericht Fahreignung älterer Kraftfahrer im internationalen Vergleich vier unterschiedliche Vorgehensweisen in verschiedenen Ländern aufgezeigt. (1) Bis zum Inkrafttreten der 3. EU Führerscheinrichtlinie war der Führerschein unbeschränkt gültig. Eine altersbezogene Überprüfung existiert nicht (z. B. Deutschland, Frankreich, Österreich, Belgien, Bulgarien, Polen). (2) Altersunabhängig muss der Führerschein in definierten Zeitabständen formal erneuert werden. Eine altersbezogene Überprüfung existiert nicht (z. B. Schweden). (3) Ab einem fest definierten Alter muss eine Überprüfung mittels einer Selbstauskunft zum Gesundheitsstatus erfolgen (z. B. Großbritannien). (4) Ab einem definierten Alter und in bestimmten Zeitabständen müssen altersbezogene Überprüfungen mit teilweise umfangreichen (ärztlichen) Untersuchungen (z. B. Finnland, Griechenland) bzw. Testbatterien erfolgen (z. B. Dänemark).

Bei der Überprüfung werden folgende Methoden unterschieden:

- Eine verwaltungsmäßige Erneuerung des Führerscheins. Diese Regelung dient insbesondere der Aktualisierung von Namen sowie des Lichtbildes.
- Die Selbstauskunft zum eigenen Gesundheitsstatus mittels Gesundheitsfragebogen.
- Die Ausstellung eines ärztlichen Attests durch den Hausarzt.
- Eine ärztliche Untersuchung durch den Hausarzt, wobei es in der Regel im Ermessen des Untersuchers liegt, Befunde in Hinblick auf die Fahreignung zu interpretieren.
- Eine Untersuchung durch einen Spezialisten (z. B. Kardiologen/ Augenärzte) oder Verweis auf staatliche Stellen.
- Eine (Neuro-) psychologische Untersuchung.
- Eine Fahrprobe. Diese erfolgt in der Regel nur bei Zweifel an der Fahreignung.

Im Rahmen des EU-Forschungsprojekts CONSOL (Road safety in the ageing societies –CONcerns

and SOLutions; 2013) wurden das Mobilitätsverhalten und die Mobilitätsbedürfnisse älterer Personen im internationalen Vergleich analysiert und ein Überblick über die gesetzlichen Rahmenbedingungen hinsichtlich eines altersbasierten Fahrerscreenings gegeben. Eine Auflistung derjenigen Länder, in denen obligatorische Eignungsüberprüfungen gefordert werden, zeigt, dass auch das Eintrittsalter für ein erstes Fahrerscreening länderspezifisch variiert. So wird beispielsweise in Ungarn ab 40 Jahren, in Italien und Portugal ab 50 Jahren, in Litauen ab 55 Jahren, in Luxemburg und in der Tschechischen Republik ab 60 Jahren, in Estland, Griechenland und der Slowakei ab 65 Jahren und in Dänemark, Slowenien, Zypern, Malta, Irland, Niederlande, Großbritannien, Finnland und Lettland ab 70 Jahren das erste Screening gefordert. In vielen Ländern existiert darüber hinaus noch eine zusätzliche Abstufung der Periodizität mit steigendem Alter.

Tabelle 3 gibt einen Überblick über die derzeit gültigen Führerscheinregelungen in Europa.

Der Nutzen obligatorischer Fahreignungsuntersuchungen ab einem bestimmten Alter wird häufig kontrovers diskutiert. In Norwegen kommen BRAEKHUS & ENGEDAL (1996) zu dem Schluss, dass die dort geforderten Arztatteste häufig auf rein subjektiven Urteilen beruhen und der Nutzen für die Verkehrssicherheit fragwürdig ist. Im Rahmen der Konferenz Ageing and Safe Mobility im Jahr 2014 in der BAST wurden die gesetzlichen Führerscheinregelungen in der Schweiz vorgestellt, wo derzeit ab 70 Jahren eine ärztliche Fahreignungsuntersuchung vom Allgemeinmediziner durchgeführt wird, die danach alle zwei Jahre wiederholt werden muss. Allerdings wird 2018 eine Gesetzesrevision in Kraft treten und das Alter der obligatorischen Erstuntersuchung wird auf 75 Jahre heraufgesetzt. Grund hierfür ist, dass die Untersuchungen zu keiner Reduzierung der Unfallzahlen in der Schweiz geführt haben. CASUTT & JÄNCKE (2015) zeigen in einem länderspezifischen Vergleich, dass in der Schweiz die Unfallraten älterer Kraftfahrer für verschiedene Unfallklassen unter Berücksichtigung der Jahresfahrleistung, stärker anstiegen als in Deutschland, wo keine verpflichtenden Untersuchungen existieren. Die Autoren weisen darauf hin, dass die in der Schweiz praktizierten Untersuchungsverfahren teilweise lückenhaft sind (z. B. keine einheitliche Prüfung des Kontrastsehens), den Gütekriterien nicht genügen oder nicht angemessen normiert sind. Deutsche Kraftfahrer nehmen in allen Altersgrup-

pen im Vergleich zu Schweizer Kraftfahrer aktiver am Straßenverkehr teil, wodurch möglicherweise im Alter Leistungseinbußen durch die erworbene Fahrpraxis besser kompensiert werden können. Eine weitere mögliche Erklärung für die Studienergebnisse sehen CASUTT & JÄNCKE (2015) im Umgang mit der Eigenverantwortung der Fahrer, die in Deutschland gemäß FeV § 2 ausdrücklich hervorgehoben wird.

FASTENMEIER & GSTALTER (2013) fassten im Auftrag der UDV im Gesamtverband der Deutschen Versicherungswirtschaft e.V. den aktuellen internationalen Erkenntnisstand zur Überprüfung der Fahreignung älterer Fahrer zusammen. Eine Auswertung wissenschaftlicher Untersuchungen zur Effektivität verschiedener Eignungsüberprüfungsverfahren in unterschiedlichen Ländern brachte zwar insgesamt uneinheitliche Ergebnisse, für europäische Studien zeigte sich aber eine klare Tendenz in Form von eher negativen Effekten für die allgemeine Verkehrssicherheit und die der betroffenen Senioren. So wiesen z. B. zwei von drei Staaten mit geringsten Anforderungen bei der Verlängerung der Fahrerlaubnis die geringsten Unfallraten für tödliche Verkehrsunfälle von über 65-Jährigen auf (MITCHELL, 2008). Weiterhin wurden in Dänemark im Rahmen eines Vorher-Nachher Vergleichs tödlicher Unfälle nach Einführung eines zusätzlichen kognitiven Screenings keine Veränderungen der Unfallraten bei Autofahrern festgestellt. Es kam jedoch zu einem Anstieg der älteren Verkehrstoten bei ungeschützter Verkehrsteilnahme (SIREN & MENG, 2012). Restriktive Maßnahmen können dazu führen, dass Ältere vermehrt als Radfahrer oder Fußgänger am Verkehr teilnehmen und damit weniger geschützt sind als im Auto. Das bedeutet für viele Ältere eine Erhöhung des Unfallrisikos. FASTENMEIER & GSTALTER (2013) weisen zudem darauf hin, dass altersbezogene Screenings bei Senioren auch Versagensängste vor der Überprüfung entstehen lassen können, welche zu einem verfrühten Einstellen des Fahrens und somit einem Verlust an Mobilität führen können.

WELLER, SCHLAG, RÖSSGER, BUTTERWEGGE & GEHLERT (2015) untersuchten im Auftrag der UDV, ob die individuelle Leistungsfähigkeit Grundlage für eine altersbezogene Fahreignungsprüfung sein kann. Hierzu wurde die sensorische, kognitive und motorische Leistungsfähigkeit älterer Pkw-Fahrer mithilfe von Testverfahren ermittelt und im Anschluss eine Fahrverhaltensbeobachtung im Realverkehr oder im Fahrsimulator durchgeführt. Es

Land	Unbefr.	Befristet	Alter bei Erstuntersuchung/ Periodizität	Untersuchungsart	Geschätzte Kosten (Euro)
Belgien	X		---	---	---
Bulgarien	X		---	---	---
Dänemark		X	70 (74, 76, 78, 80, danach jährlich)	Ärztliche Untersuchung, Mini-Mental-Status Test, Uhrentest	40-80
Deutschland	X		---	---	---
Estland		X	65 alle 5 Jahre	Untersuchung durch Allgemeinmediziner	25
Finnland		X	70; davor administrative Erneuerung alle 15 Jahre (ab 70: alle 5 Jahre)	Untersuchung durch Allgemeinmediziner	100
Frankreich	X		---	---	---
Griechenland		X	65 (ab 65: alle 3 Jahre)	Untersuchung durch zwei Fachärzte (inklusive Ophthalmologe)	108
Großbritannien		X	70; davor administrative Erneuerung alle 10 Jahre (ab 70 alle 3 Jahre)	Selbstauskunft	k.A.
Italien		X	70 (ab 70 alle 3 Jahre)	Untersuchung durch Allgemeinmediziner	70
Irland		X	70 (ab 70: 1-3 Jahre; hier individuelle Entscheidung)	Untersuchung durch Allgemeinmediziner	0
Lettland		X	60 (ab 60 alle 3 Jahre)	Untersuchung durch Allgemeinmediziner	20-40
Litauen		X	55 (ab 55: alle 5 Jahre; bis 80: alle 2 Jahre; ab 80: jährlich)	Untersuchung durch Allgemeinmediziner	15
Luxemburg		X	60 (ab 60 alle 10 Jahre; ab 70 alle 3 Jahre; ab 80: jährlich)	Untersuchung durch Allgemeinmediziner	k.A.
Malta		X	70 (ab 70: alle 5 Jahre)	k.A.	29
Niederlande		X	Ab 75 alle 5 Jahre (vor 2014 ab 70)	Untersuchung durch Allgemeinmediziner	k.A.
Norwegen		X	75 (ab 75 1-3 Jahre; hier individuelle Entscheidung)	Selbstauskunft, ärztliches Attest	k.A.
Österreich	X		---	---	---
Polen	X		---	---	---
Portugal		X	50 (ab 50: alle 5 Jahre; ab 70: alle 2 Jahre)	Untersuchung durch Allgemeinmediziner	15
Rumänien		X	Alle 10 Jahre	Psychologische und medizinische Untersuchung (öffentliche oder private Klinik)	20-40
Schweiz		X	Ab 70 Jahre (soll ab 2018 erst ab 75 Jahre stattfinden) , alle 2 Jahre	Ärztliche Untersuchung	k.A.
Slowakei		X	65 (ab 65: alle 2 Jahre)	Ärztliche Untersuchung	k.A.
Slowenien		X	70 (ab 70: alle 10 Jahre)	Ärztliche Untersuchung	k.A.
Spanien		X	65 (ab 65: alle 5 Jahre)	Untersuchung durch Allgemeinmediziner	k.A.
Schweden	X		Alle 10 Jahre (administrative Erneuerung)	Selbstauskunft	18
Tschechien		X	60 (65, 68, ab 68: ab 68 alle 2 Jahre)	Untersuchung durch Allgemeinmediziner, Spezialisten	20
Ungarn		X	Alle 10 Jahre (ab 40: alle 5 Jahre, ab 60: alle 3 Jahre; nach 70: alle 2 Jahre)	Untersuchung durch Allgemeinmediziner	k.A.
Zypern		X	70	Individuelle ärztliche Entscheidung	0

**Tab. 3:** Überblick über die derzeit gültigen Führerscheinregelungen in Europa; eigene Darstellung (Quelle: CONSOL (2013) und FASTENMEIER & GSTALTER (2013))

zeigte sich, dass eine ausreichend gute Prognose der Fahreignung auf Basis der individuellen Leistungsfähigkeit nicht möglich war. Die individuelle Leistungsfähigkeit sagte das Fahrverhalten nur in wenigen Situationen vorher.

Nach einer Sichtung der Zusammenhänge zwischen der Fahreignung und individuellen Parametern schlussfolgern FASTENMEIER & GSTALTER (2013), dass es keine persönlichen oder biographischen Merkmale einzelner älterer Autofahrer gibt, deren Vorhandensein mit hinreichender Sicherheit auf eine erhöhte Verkehrsgefährdung im Sinne einer zukünftigen Unfallverwicklung schließen lässt. Auch medizinische Tests und Ergebnisse von Leistungstests würden keine Vorhersagen darüber zulassen. Trennscharfe Klassifikationen im Sinne einer zukünftigen Unfallbeteiligung lassen sich aus Überprüfungen nicht konstruieren, ohne eine hohe Anzahl falsch Positiver zu erzeugen.

Dass bei Zweifeln an der Fahrkompetenz schlechte Leistungswerte in psychometrischen und/ oder medizinischen Tests kein hinreichendes Kriterium sind, um die Fahreignung in Frage zu stellen, zeigten auch POSCHADEL et al. (2012). In dem Projekt ließ ein gutes Abschneiden älterer Fahrer in verschiedenen augenärztlichen und verkehrsmedizinischen Untersuchungen eine relativ gute Vorhersage zu, ob ein älterer Kraftfahrer noch über die nötigen Kompetenzen zum Autofahren verfügt. Der Umkehrschluss konnte jedoch nicht bestätigt werden. So war ein schlechtes Abschneiden älterer Autofahrer kein guter Prädiktor für eine schlechte Fahrkompetenz. Viele ältere Autofahrer zeigten trotz eher schlechter Labor- und Ärztwerte zufriedenstellende Leistungen bei der Fahrverhaltensbeobachtung.

Im Rahmen eines weiteren von der BAST geförderten Projekts verglichen KARTHAUS et al. (2015) ältere Verkehrsteilnehmer, welche nach einer Auffälligkeit im Verkehrszentralregister (VZR) nur einmal registriert wurden mit Mehrfach-Auffälligen. Dieser Vergleich offenbarte nur wenige Unterschiede. Die Mehrfach-Auffällige wiesen keine größeren sensorischen, kognitiven oder motorischen Defizite oder eine andere Persönlichkeits- und Einstellungsstruktur auf als die Einfach-Auffälligen. Auch hinsichtlich der Kompensationsstrategien und Fahrkompetenz zeigten sich keine konsistenten Unterschiede zwischen den Gruppen.

Das chronologische Alter allein ist kein geeigneter Prädiktor für Fahrkompetenz (OWSLEY & BALL, 1993). Ältere stellen bezüglich ihrer Leistungsfähigkeit keine homogene Gruppe dar, sondern differieren individuell sehr stark. Viele ältere Personen sind sichere Fahrer. Sie kompensieren ihre alters- oder krankheitsbezogenen Defizite, z. B. durch einen defensiveren Fahrstil und/ oder veränderte Fahrzeiten (z. B. keine Nachtfahrten). Obligatorische Eignungsuntersuchungen lassen keinen Zugewinn an Verkehrssicherheit erwarten, teilweise haben sich in Studien sogar negative Effekte für die Verkehrssicherheit gezeigt (z. B. SIREN & MENG, 2012). Verpflichtende Untersuchungen können bewirken, dass Senioren aus Versagensängsten das Fahren (zu) frühzeitig einstellen und durch ihre eingeschränkte Mobilität sozial isoliert werden. Es ist zudem wahrscheinlich, dass Ältere nach Einstellen des Pkw-Fahrens als ungeschützte Verkehrsteilnehmer am Straßenverkehr teilnehmen und sich somit das Unfallrisiko erhöht. Ferner müssen die Kosten, die mit verpflichtenden Untersuchungen verbunden sind, in einem vertretbaren Verhältnis zu der Verkehrsgefährdung stehen, die von älteren Verkehrsteilnehmern tatsächlich ausgeht (RUDINGER & KOCHERSCHIED, 2011).

Eine obligatorische Eignungsuntersuchung für ältere Autofahrer lehnt die BAST ab, da ein Nutzen dieser Untersuchungen, die in vielen Ländern dennoch durchgeführt werden, bisher nicht belegt werden konnte. Auch wenn immer wieder Stimmen laut werden, die die Einführung einer obligatorischen Überprüfung der Fahreignung ab einem gewissen chronologischen Alter fordern, rechtfertigen die Unfallzahlen sowie die wissenschaftlichen Erkenntnisse keine regelmäßigen verpflichtenden Gesundheits- oder Fahrverhaltensprüfungen (POTTGIESSER et al., 2012). Die in Deutschland bestehenden Gesetze werden als absolut ausreichend betrachtet (POSCHADEL et al., 2012).

Es ist ein zentrales gesellschaftliches und politisches Bedürfnis, die sichere Mobilität älterer Menschen so lange wie möglich zu bewahren. Zukünftige Strategien sollten also in der Erkennung individueller und altersbedingter Leistungsbeeinträchtigungen liegen, um individuelle Bewältigungsstrategien zur Mobilitätssicherung zu erarbeiten (POSCHADEL & SOMMER, 2007).

## 4 Senioren als Fußgänger und Radfahrer

Neben der Verkehrsteilnahme mit dem motorisierten Individualverkehr legen Ältere etwa 43 % ihrer täglichen Wege zu Fuß oder mit dem Rad zurück (infas & DLR, 2010a). Als Fußgänger oder Radfahrer gelten sie als ungeschützte Verkehrsteilnehmer und sind somit einem höheren Verletzungsrisiko ausgesetzt. In den folgenden Abschnitten werden die Unfallbeteiligungen älterer Fußgänger und Radfahrer sowie ihr sicherheitsrelevantes Verhalten näher beschrieben.

### 4.1 Fußgänger

Zu Fuß zu gehen ist eine der wichtigsten Mobilitätsformen auch des älteren Menschen. Das Zu-Fußgehen bietet älteren Menschen die Möglichkeit zur unabhängigen Mobilität, auch noch im hohen Alter. Im Rahmen der MiD Studie im Jahr 2008 gaben die befragten Senioren an, 32 % ihrer Wege zu Fuß zurückzulegen (infas & DLR, 2010).

#### 4.1.1 Unfallbeteiligung von Senioren als Fußgänger

Die nachfolgenden Zahlen zur Unfallbeteiligung von Senioren wurden der Straßenverkehrsunfallstatistik für das Jahr 2015 entnommen. Hierin werden Unfälle und Verunglückte registriert, die sich auf deutschen Straßen ereigneten bzw. auf diesen zu Schaden kamen und zu denen die Polizei hinzugezogen wurde (Statistisches Bundesamt, 2016). Im Jahr 2015 wurden 6.967 ältere Personen als Fußgänger auf deutschen Straßen verletzt oder getötet. Dies stellt einen Anteil von 22,0 % an der Gesamtgruppe der verunglückten Fußgänger aller Altersgruppen (31.610 Personen) dar (Statistisches Bundesamt, 2016). Der Anteil der Senioren an der Gesamtbevölkerung betrug in jenem Jahr 21 % (Statistisches Bundesamt, 2015).

Für das Jahr 2015 wurden 4.211 leicht verletzte und 2.475 schwer verletzte Senioren als Fußgänger registriert. Dies stellt einen Anteil von 18,1 % und 31,8 % an allen leicht bzw. schwer verletzten Fußgängern dar (Tabelle 4).

Ältere Fußgänger als sogenannte ungeschützte Verkehrsteilnehmer gehören zur am stärksten gefährdeten Gruppe im Straßenverkehr und haben

	Verunglückte Senioren insgesamt	Leichtverletzte Senioren	Schwerverletzte Senioren	Getötete Senioren
Alle Arten der Verkehrsteilnahme	48.690	35.267	12.399	1.024
zu Fuß	6.949	4.211	2.475	281

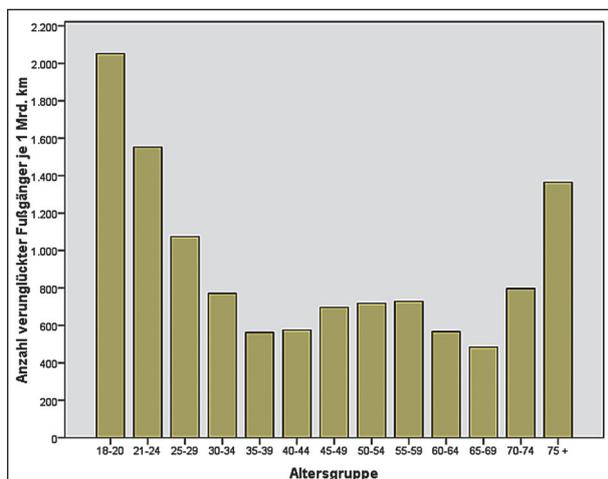
**Tab. 4:** Bei Straßenverkehrsunfällen im Jahr 2015 verunglückte Personen über 65 Jahre; Datensatz des Statistischen Bundesamtes, 2016; eigene Darstellung

aufgrund nachlassender physischer Widerstandskraft eine geringere Chance, einen Verkehrsunfall zu überleben. Im Jahr 2015 wurden insgesamt 537 Fußgänger bei Unfällen getötet. 281 Ältere verstarben an den Folgen ihres Unfalls, welches einen Anteil von 52,3 % an den getöteten Fußgängern aller Altersgruppen ausmacht (Statistisches Bundesamt, 2016). Somit ist etwa jeder zweite getötete Fußgänger auf deutschen Straßen über 65 Jahre alt. Senioren sterben nach wie vor ungleich häufiger als Fußgänger als die 25-64-Jährigen (Statistisches Bundesamt, 2016). Das verkehrsleistungsbezogene Todesrisiko eines Fußgängers 65 Jahre und älter liegt bei dem 3,8-fachen eines 25- bis 64-Jährigen.

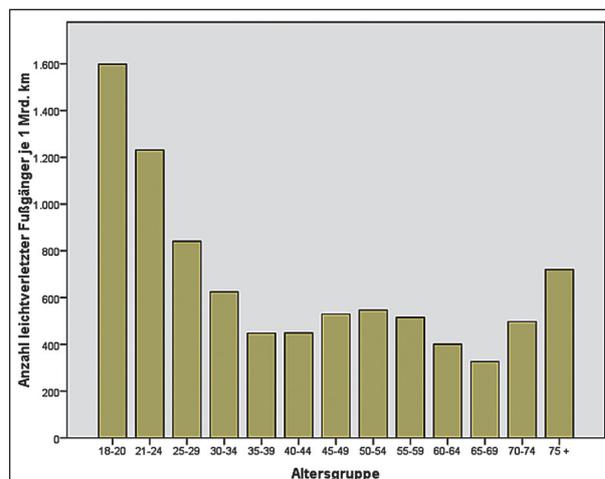
Für eine bessere Einschätzung werden nachfolgend die Zahlen der Verunglückten in Bezug auf die gelaufenen Kilometer der unterschiedlichen Altersgruppe dargestellt. Da eine Erfassung der zurückgelegten Strecken zuletzt im Rahmen der MiD Studie im Jahr 2008 stattfand, bilden die nachfolgenden Grafiken die Unfalldaten des entsprechenden Jahres ab.

Betrachtet man die Quote der Verunglückten in Abhängigkeit von der zurückgelegten Strecke (Bild 7) zeigen sich hohe Raten für die Altersgruppe der 18 bis 24-Jährigen. Danach sinkt die Anzahl der Verunglückten und verbleibt bei Personen zwischen 30 und 74 Jahren auf vergleichsweise niedrigem Niveau. Ab einem Alter von 75 Jahren steigt sie wieder an.

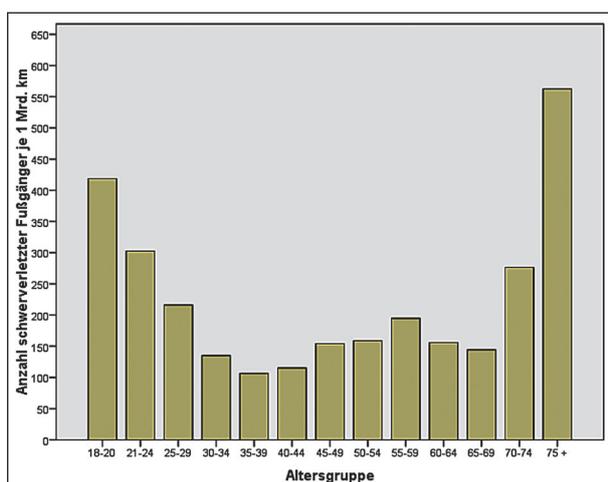
Wie in den nachfolgenden Abbildungen deutlich wird, kommt die erhöhte Anzahl der verunglückten älteren Fußgänger vor allem aufgrund der hohen Rate der Getöteten zustande. Bild 8 bis Bild 10 zeigen die Raten der Verunglückten in Abhängigkeit von der zurückgelegten Strecke getrennt nach den Unfallfolgen für die unterschiedlichen Altersgruppen für das Jahr 2008. Hierbei werden die Raten für die leichtverletzten, die schwerverletzten sowie die getöteten Fußgänger dargestellt.



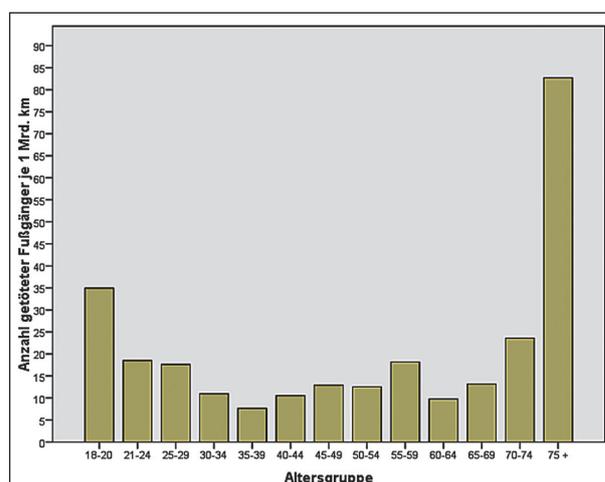
**Bild 7:** Anzahl der verunglückten Fußgänger je 1 Mrd. gelaufene Kilometer nach Altersgruppen für das Jahr 2008 (Berechnungen auf Grundlage des Datensatzes infas & DLR, 2010 sowie Statistisches Bundesamt, 2009)



**Bild 8:** Anzahl der leichtverletzten Fußgänger je 1 Mrd. gelaufene Kilometer nach Altersgruppen für das Jahr 2008 (Berechnungen auf Grundlage des Datensatzes infas & DLR, 2010 sowie Statistisches Bundesamt, 2009)



**Bild 9:** Anzahl der schwerverletzten Fußgänger je 1 Mrd. gelaufene Kilometer nach Altersgruppen für das Jahr 2008 (Berechnungen auf Grundlage des Datensatzes infas & DLR, 2010 sowie Statistisches Bundesamt, 2009)



**Bild 10:** Anzahl der getöteten Fußgänger je 1 Mrd. gelaufene Kilometer nach Altersgruppen für das Jahr 2008 (Berechnungen auf Grundlage des Datensatzes infas & DLR, 2010 sowie Statistisches Bundesamt, 2009)

Mit zunehmender Schwere der Unfallfolgen steigt der Anteil der Senioren an den betroffenen Fußgängern. Wie Bild 10 entnommen werden kann, ist insbesondere die Wahrscheinlichkeit, bei einem Unfall zu versterben, für ältere Fußgänger (insbesondere ab 75 Jahren) stark erhöht.

#### 4.1.2 Sicherheitsrelevantes Fußgängerverhalten

Um eine Verbesserung der Verkehrssicherheit älterer Fußgänger zu erzielen, müssen alters- und krankheitsbedingte Defizite der Motorik sowie der Wahrnehmungs- und Aufmerksamkeitsleistung mit einbezogen werden. Altersbedingte motorische Veränderungen können in den Bereichen Muskelkraft und Beweglichkeit, Geschwindigkeits- und Genauigkeits-

abgleich, Reaktionszeit, Bewegungskoordination und Ausdauer auftreten (GERIKE, 2016). Für ältere Fußgänger ist insbesondere die Abnahme der Muskelkraft und der Beweglichkeit relevant (RINKENAUER, 2008). Durch eine Abnahme der Knochendichte kann es im Rahmen von Stürzen eher zu Frakturen kommen (SHINAR, 2008). Zudem zeigt sich oft im Alter eine verringerte Belastbarkeit, langsamere Reaktionsfähigkeit und schnellere Ermüdbarkeit (SCHLAG, 2008). Ein altersbedingter Krafterückgang der Muskelgruppen der unteren Extremitäten hat besonders für Fußgänger sicherheitsrelevante Auswirkungen (RINKENAUER, 2008).

Laut EWERT (2012) benötigen ältere Fußgänger im Vergleich zu jüngeren Personen für die Wahrnehmungs-, Informations- und Entscheidungsprozesse

deutlich mehr Zeit, vor allem, wenn die Verkehrssituation komplex ist und sie die zeitliche Lücke für die Straßenquerung nicht vollständig an ihre verringerte Gehgeschwindigkeit anpassen können. Auch eine Abnahme der Gehgeschwindigkeit ist mit zunehmendem Alter zu beobachten, ältere Fußgänger überqueren eine Straße signifikant langsamer als jüngere Fußgänger (DOMMES & CAVALLO, 2011). SHINAR (2007) zeigte, dass ältere Personen mit Gleichgewichtsproblemen nur noch Gehgeschwindigkeiten von knapp 0,5 m/s aufweisen. OXLEY, FILDES, IHSEN, DAY & CHARLTON (1995) führten eine Feldstudie zum Verhalten älterer Fußgänger (65+) im Vergleich zu jüngeren (bis 45 Jahre) durch. Dabei zeigten sich folgende Verhaltensunterschiede: (1) Ältere Fußgänger benötigen für das Überqueren der Straße etwa doppelt so lang wie jüngere Fußgänger, wobei sich die deutlichsten Unterschiede bei der Wartezeit am Straßenrand zeigen. Auch verhalten sie sich an Fußgängerüberwegen deutlich defensiver und lassen mehr Fahrzeuge (Kfz, Rad) passieren, bevor sie die Straße queren. (2) Ältere Fußgänger warten größere räumliche Lücken zwischen den Fahrzeugen ab, bevor sie queren. Berücksichtigung finden die Größe der räumlichen Lücke und die Geschwindigkeit des nahenden Fahrzeugs. Aufgrund der (häufig) geringeren Gehgeschwindigkeit ist die Zeitlücke zwischen dem Queren der Straße und der Ankunft des Fahrzeugs bei älteren Fußgängern geringer als bei jüngeren. (3) Das Blickverhalten der Altersgruppen unterscheidet sich in der Länge, aber kaum im prozentualen Anteil der einzelnen Blicke auf das Verkehrsgeschehen. Auch schauen ältere Fußgänger absolut und prozentual mehr auf den Boden (unsicheres Gehen; Angst vor Stürzen). Diese Beobachtung konnte von AVINERI, SHINAR & SUSILO (2012) bestätigt werden. Die Angst vor Stürzen (fear of falling) macht es für Betroffene notwendig, vermehrt auf den Boden zu schauen.

In einer weiteren Studie von OXLEY, FILDES, IHSEN, CHARLTON & DAY (1997) wurde bestätigt, dass sich die Anzahl unsicherer Querungsentscheidungen vor allem in komplexen und unbekanntem Verkehrssituationen (z. B. stark frequentierte Knotenpunkte) erhöht, während eine Querung an überschaubaren und einfachen Wegen sicherer möglich ist. Ob und wann eine Straße überquert wird, hängt in erster Linie von der Distanz des nahenden Fahrzeugs und weniger von dessen Geschwindigkeit ab (LOBJOIS & CAVALLO, 2009). Dieses Ergebnis wurde von DOMMES, CAVALLO, DUBUISSON,

TOURNIER & VIENNE (2014) bestätigt, welche im Rahmen einer Simulatorstudie eine altersbedingte Herabsetzung der Bewegungswahrnehmung mit falscher Einschätzung von Fahrzeuggeschwindigkeiten beobachten konnten. Ferner kamen DOMMES et al. (2014) zu dem Schluss, dass Ältere im Vergleich zu Jüngeren Fahrzeuglücken und Fahrzeuggeschwindigkeiten der körpernahen Fahrbahn deutlich mehr Beachtung schenken als der dahinterliegenden Fahrbahn.

Aktuell wird im Auftrag der BAST in einem Projekt das sicherheitsrelevante Verhalten von Fußgängern systematisch untersucht. Im Fokus stehen hierbei Querungsvorgänge von Fußgängern auf innerörtlichen Hauptverkehrsstraßen entlang der freien Strecke außerhalb von Hauptverkehrsknotenpunkten. In diesem Projekt sollen Erkenntnisse gewonnen werden zu Unfallsituationen mit Fußgängerbeteiligung in Bezug auf Altersgruppen und Einfluss von Faktoren wie Konfliktgegner, Umfeldbedingungen und straßenseitige Merkmale. Zudem sollen Verhaltensweisen von Fußgängern beim Querungsvorgang in Zusammenhang gebracht werden mit der Altersgruppe und verschiedenen Arten von Ablenkung. Auch werden Aspekte der lokalen Routenwahl bzw. der Vorbereitung des Querungsvorgangs betrachtet und eine Quantifizierung des Querungsverhaltens anhand von Konfliktparametern angestrebt.

## 4.2 Radfahrer

Im Rahmen der MiD Studie im Jahr 2008 gaben 61,5 % der befragten Senioren an, ein Fahrrad zu besitzen. In der Gruppe der jüngeren Senioren traf dies auf 73,8 % zu, in der Gruppe der älteren Senioren auf 44,1 %. Die befragten Senioren erklärten, 9,3 % der täglichen Wege mit dem Fahrrad zurückzulegen. Hierbei war ein Weg im Mittel 3,3 km lang. Im Hinblick auf die Nutzungshäufigkeit gaben 31,1 % der befragten Senioren an, das Fahrrad (fast) täglich oder an ein bis drei Tagen pro Woche zu nutzen. Fahrradfahren an ein bis drei Tagen pro Monat, seltener als monatlich und (fast) nie wurde von 6,6 %, 4,8 % bzw. 29,5 % aller Personen ab 65 Jahren angegeben (Berechnungen mithilfe des MiT-Tabellentools von infas & DLR, 2010). Eine Befragung älterer Radfahrer zu ihren Fahrgewohnheiten erfolgte auch im Rahmen einer Untersuchung von HAGEMEISTER & TEGEN-KLEBIGAT (2011). Die Befragten waren zwischen 60 und

90 Jahren alt und stammten größtenteils aus der Großstadt und dem Umland von Dresden. Im Hinblick auf den Zweck des Radfahrens gaben 89 %<sup>3</sup> der Befragten an, ihr Rad für Besorgungen und Verpflichtungen zu nutzen. Besuche bei Freunden und Familie, Tagestouren/ Fahrradurlaube und Wege zu Ehrenamt, Verein und Kultur wurden von 80 %, 75 % bzw. 53 % angegeben. Das Radfahren aus Lust am Radfahren und zur Gesunderhaltung wurde zudem von 90 % bzw. 83 % genannt.

#### 4.2.1 Unfallbeteiligung von Senioren als Radfahrer

Die nachfolgenden Zahlen zur Unfallbeteiligung von Senioren wurden der Straßenverkehrsunfallstatistik für das Jahr 2015 entnommen. Im Jahr 2015 wurden 13.681 ältere Personen als Fahrer eines Rades ohne Elektroantrieb oder eines Pedelects auf deutschen Straßen verletzt oder getötet. Dies stellt einen Anteil von 17,6 % an der Gesamtgruppe der verunglückten Fahrradfahrer aller Altersgruppen dar (Statistisches Bundesamt, 2016). Der Anteil der Senioren an der Gesamtbevölkerung betrug in jenem Jahr 21 % (Statistisches Bundesamt, 2015).

Für eine bessere Einschätzung werden nachfolgend die Zahlen der Verunglückten in Bezug zur Fahrleistung der unterschiedlichen Altersgruppe betrachtet. Da eine Erfassung der Fahrleistung in Deutschland zuletzt im Rahmen der MiD Studie im Jahr 2008 stattfand, stellen die nachfolgenden Grafiken die Unfalldaten des entsprechenden Jahres dar. Betrachtet man die fahrleistungsbezogene Quote der Verunglückten (Bild 11) zeigen sich vergleichsweise hohe Raten für die Altersgruppe der 18- bis 29-Jährigen. Danach sinkt die Anzahl der Verunglückten und verbleibt bei Personen zwischen 35 und 69 Jahren auf niedrigerem Niveau. Ab einem Alter von 70 Jahren steigt sie wieder an und erreicht für die Gruppe der älteren Alten den höchsten Wert aller Altersgruppen.

Wie in Bild 11 bis 14 deutlich wird, kommt die hohe Anzahl der verunglückten älteren Fahrradfahrer vor allem aufgrund der hohen Rate der Getöteten zustande. Bild 12 bis Bild 14 zeigen die fahrleistungsbezogenen Raten der Verunglückten getrennt nach den Unfallfolgen für die unterschiedlichen Altersgruppen für das Jahr 2008. Hierbei werden die

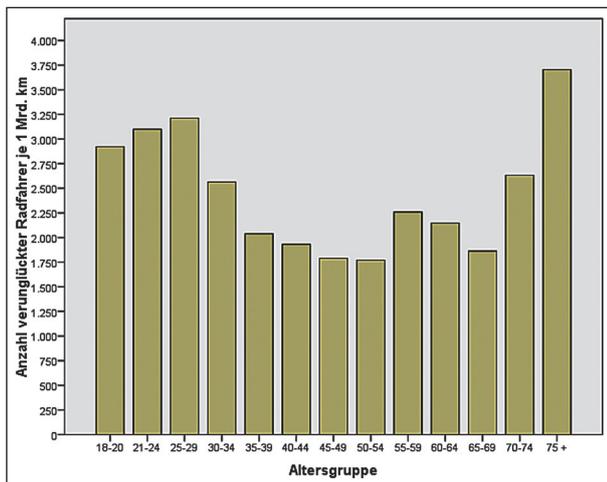
Raten für die leichtverletzten, die schwerverletzten sowie die getöteten Radfahrer dargestellt.

Es wird deutlich, dass mit zunehmender Schwere der Unfallfolgen, der Anteil der Senioren an den betroffenen Radfahrern steigt. Wie Bild 14 entnommen werden kann, ist insbesondere die Wahrscheinlichkeit bei einem Unfall zu versterben für ältere Radfahrer (insbesondere ab 75 Jahren) stark erhöht.

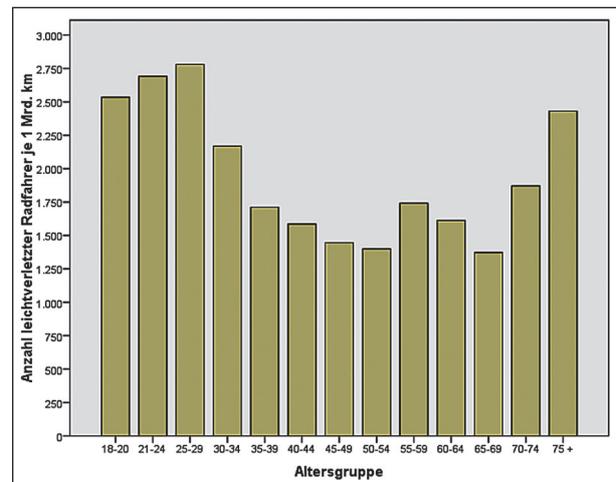
Für das Jahr 2015 wurden 9.671 leicht verletzte und 3.812 schwer verletzte Senioren als Fahrer eines Rades ohne Elektroantrieb oder eines Pedelects registriert. Dies stellt einen Anteil von 15,3 % und 26,9 % an allen leicht bzw. schwer verletzten Radfahrern dar. Der Anteil der getöteten Älteren liegt sogar noch höher. Im Jahr 2015 verstarben 198 Ältere an den Folgen ihres Fahrradunfalls, welches einen Anteil von 51,8 % an den getöteten Radfahrern aller Altersgruppen ausmacht (Statistisches Bundesamt, 2016). Somit ist etwa jeder zweite getötete Radfahrer auf deutschen Straßen über 65 Jahre alt.

Die meisten Unfälle, in welchen Senioren als Radfahrer verunglückten, geschahen im Jahr 2015 innerhalb von Ortschaften. Etwa 88 % der älteren Radfahrer wurden hier verletzt oder getötet. Lediglich 12 % der Unfälle geschahen außerhalb von Ortschaften (Statistisches Bundesamt, 2016). Es existiert eine Vielzahl an nationalen Studien, in denen anhand objektiver Unfalldaten die Flächennutzung von Radfahrern bei Unfällen untersucht wurde. So wurde u. a. im Auftrag der BASt von ALRUTZ, BOHLE, MÜLLER, PRAHLOW, HACKE & LOHMANN (2009) das Unfallgeschehen sowie die Flächennutzung von fast 39.000 Radfahrern auf Straßen mit benutzungspflichtigen Radwegen, nicht benutzungspflichtigen Radwegen, Radfahrstreifen sowie Schutzstreifen untersucht. Die Unfallanalyse bezog sich auf Radfahrerunfälle der Kategorien 1 - 4 (Unfälle mit Personenschaden und schwerwiegende Unfälle mit Sachschaden). Aus digitalen Unfalldaten für insgesamt 1.100 Unfälle ergaben sich im Hinblick auf die Unfalltypen folgende Erkenntnisse: Auf den Straßen mit Radwegen stehen Abbiege-Unfälle bzw. Einbiegen/ Kreuzen-Unfälle mit Anteilen von 50 - 60 % im Vordergrund. Auch auf Straßen mit Radfahrstreifen haben diese Unfalltypen einen Anteil von über 60 %. Einbiegen-/ Kreuzen-Unfälle und Abbiege-Unfälle treten auf Straßen mit benutzungspflichtigen Radwegen sowie mit Radfahrstreifen anteilig gleich oft auf, auf Straßen mit nicht be-

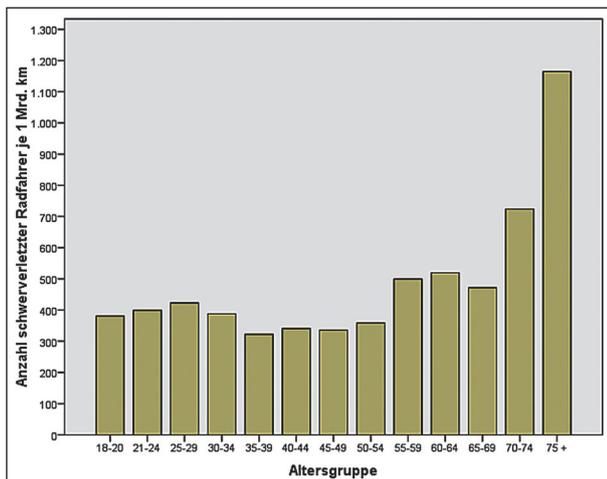
3 Mehrfachnennungen möglich



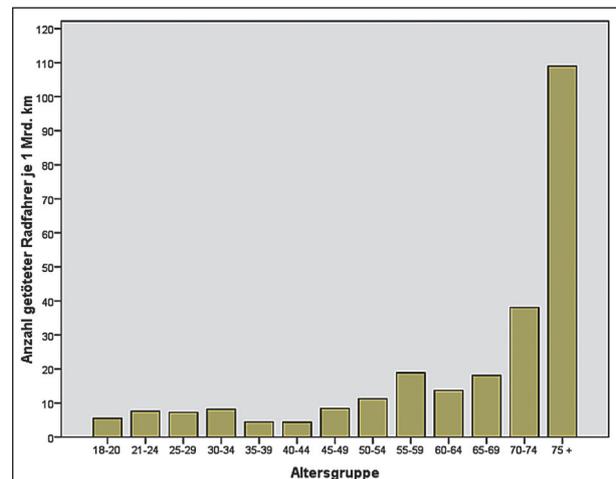
**Bild 11:** Anzahl der verunglückten Radfahrer je 1 Mrd. Kilometer nach Altersgruppen für das Jahr 2008 (Berechnungen auf Grundlage des Datensatzes infas & DLR, 2010 sowie Statistisches Bundesamt, 2009)



**Bild 12:** Anzahl der leichtverletzten Radfahrer je 1 Mrd. Kilometer nach Altersgruppen für das Jahr 2008 (Berechnungen auf Grundlage des Datensatzes infas & DLR, 2010 sowie Statistisches Bundesamt, 2009)



**Bild 13:** Anzahl der schwerverletzten Radfahrer je 1 Mrd. Kilometer nach Altersgruppen für das Jahr 2008 (Berechnungen auf Grundlage des Datensatzes infas & DLR, 2010 sowie Statistisches Bundesamt, 2009)



**Bild 14:** Anzahl der getöteten Radfahrer je 1 Mrd. Kilometer nach Altersgruppen für das Jahr 2008 (Berechnungen auf Grundlage des Datensatzes infas & DLR, 2010 sowie Statistisches Bundesamt, 2009)

nutzungspflichtigen Radwegen dagegen treten anteilig deutlich mehr Abbiege-Unfälle auf. Auf Straßen mit Schutzstreifen haben die Unfalltypen 2 und 3 jeweils nur Anteile von unter 20 %. Im Hinblick auf die Unfallgegner zeigte sich, dass Unfälle im Zusammenhang mit überschreitenden Fußgängern auf Straßen mit nicht benutzungspflichtigen Radwegen 15 % der Unfälle ausmachen. Sie sind auf Straßen mit anderen Anlagen deutlich seltener. Unfälle durch ruhenden Verkehr sind auf Straßen mit nicht benutzungspflichtigen Radwegen oder Radfahrstreifen, insbesondere aber auf Straßen mit Schutzstreifen stärker ausgeprägt als bei den benutzungspflichtigen Radwegen. Als Unfallgegner stehen unabhängig vom Anlagentyp Pkw im Vordergrund. Lkw und Busse haben, auch auf den Straßen mit Schutzstreifen, jeweils Anteile um 5 – 8 %. Unfälle mit Fuß-

gängern nehmen auf den Straßen mit Radwegen Anteile von 13 bzw. 16 % ein. Auf den Straßen mit Radfahrstreifen bzw. mit Schutzstreifen stellen sie dagegen nur 9 % der Unfälle. Unfälle mit Radfahrern als Unfallgegner treten fast ausschließlich auf Straßen mit Radwegen auf. ALRUTZ et al. (2009) fanden im Hinblick auf die Unfallbeteiligung nach Altersgruppen, dass Senioren – mit Ausnahme der Radfahrstreifen – annähernd ihren Anteilen an den Radfahrerkollektiven an Unfällen beteiligt waren.

Subjektive Informationen zum Unfallort können der Befragung von HAGEMEISTER & TEGEN-KLEBINGAT (2011) entnommen. Hierbei gaben 39 % der älteren Radfahrer, welche einen Unfall erlebt hatten an, verunglückt zu sein als sie mit dem Fahrrad auf einer Fahrbahn unterwegs waren. Die übrige

gen 61 % berichteten, abseits der Fahrbahn verunfallt zu sein. Im Hinblick auf den Unfalltyp beschrieben 66 % der älteren Radfahrer ihren letzten Unfall als Alleinunfall. 34 % gaben an, mit einem anderen Verkehrsteilnehmer zusammengestoßen zu sein (HAGEMEISTER & TEGEN-KLEBINGAT, 2011). Hinsichtlich des Unfallgegners befragt, gaben 45 % der Älteren an, dass es sich dabei um einen Pkw gehandelt hat. 42 % berichteten einen Zusammenstoß mit einem anderen Radfahrer und 6 % mit einem Fußgänger. Jeweils 3 % gaben als Unfallgegner ein Moped bzw. einen Hund an (HAGEMEISTER & TEGEN-KLEBINGAT, 2011). Diese Zahlen unterscheiden sich von den Daten der Straßenverkehrsunfallstatistik, welche auf den Angaben der Polizei basieren. Hierbei wurden – allerdings für die Gesamtgruppe der Radfahrer – lediglich 18 % der Fahrradunfälle mit Personenschaden als Alleinunfälle beschrieben. In 79 % der Fälle wurde ein weiterer Unfallbeteiligter angegeben, wobei es sich zu 74,9 % um einen Pkw, bei 8,4 % um einen weiteren Radfahrer und bei 6,2 % um einen Fußgänger handelte (Statistisches Bundesamt, 2016b). Dass die Bedeutung von Radfahrerunfällen, an denen keine motorisierten Fahrzeuge beteiligt sind und welche sich nicht auf der Fahrbahn ereignen, häufig unterschätzt wird, zeigt eine Untersuchung von SCHLEINITZ, PETZOLDT, FRANKE-BARTHOLDT, KREMS & GEHLERT (2015). Sie stellten mithilfe einer naturalistischen Fahrradstudie fest, dass es sich lediglich bei 43 % der sicherheitskritischen Ereignisse im Beobachtungszeitraum um ein motorisiertes Fahrzeug als Konfliktpartner handelte. In 57 % der Situationen wurden Konflikte mit anderen Radfahrern oder Fußgängern beobachtet. Weiterhin ereigneten sich weniger als 35 % der kritischen Situationen tatsächlich auf der Fahrbahn (SCHLEINITZ et al., 2015).

Es wird davon ausgegangen, dass die Anzahl von Fahrradunfällen, zu denen die Polizei nicht hinzugezogen wird oder die von der Polizei nicht als Verkehrsunfall registriert wird, hoch ist. Schätzungen zufolge, gehen etwa 70 % aller Fahrradunfälle nicht in die amtlichen Unfallstatistiken ein. Dies scheint insbesondere bei Alleinunfällen der Fall zu sein (VON BELOW, 2016).

Eine Befragung älterer Radfahrer hinsichtlich der Ursachen ihrer Alleinunfälle ergab, dass diese eigenen Angaben zufolge in 44 %<sup>4</sup> der Fälle durch mangelnde Aufmerksamkeit bedingt waren. Eine

4 Mehrfachnennungen möglich

schlechte Wegbeschaffenheit und ein witterungsbedingt veränderter Untergrund wurden von 41 % bzw. 29 % der verunfallten Personen berichtet. 21 % nannten Bedingungen, die mit dem Rad zusammenhängen (z. B. am Rahmen hängen geblieben zu sein). Von einigen wenigen Personen wurde ein Stürzen beim Absteigen, aufgrund der Kleidung, aufgrund einer Tasche am Lenker oder aufgrund der Oberflächenbeschaffenheit berichtet (HAGEMEISTER & TEGEN-KLEBINGAT, 2011).

DAVIDSE, VAN DUIJVENVOORDE, BOELE, DOUMEN, DUIVENVOORDEN & LOUWERSE (2014) untersuchten die Umstände von Unfällen bei Radfahrern im Alter von 50 Jahren und älter in den Niederlanden. Hierbei waren zwei Drittel der analysierten Unfälle Alleinunfälle. Mithilfe von Interviews, Inspektionen der Fahrräder sowie der Unfallstellen wurden die Unfälle rekonstruiert. Personenbezogene Faktoren, welche die Unfälle bedingten, waren vor allem Aufmerksamkeit, die Vertrautheit mit dem Rad und der Situation, eine nicht angepasste Fahrgeschwindigkeit und medizinische Faktoren. Im Hinblick auf die Infrastruktur wurde eine nicht ausreichende Breite des Radweges, eine ungünstige Positionierung oder inkorrekte Kennzeichnung von Hindernissen und ein starkes Gefälle als Unfallursache eingestuft. Im Hinblick auf das Fahrrad war in einigen Fällen der Sattel zu hoch eingestellt.

Generell darf die Bedeutung von Alleinunfällen bei Radfahrern nicht unterschätzt werden. Auch wenn diese Unfallart häufig nicht von der Polizei registriert wird und somit keinen Eingang in die Straßenverkehrsunfallstatistik findet, führen Alleinunfälle nicht selten zu schwerwiegenden Verletzungen. Untersuchungen in den Städten Göttingen und Münster haben gezeigt, dass 60 % bzw. 72 % aller verunglückten Radfahrer, welche in einer Notaufnahme bzw. einem Krankenhaus behandelt wurden, einen Alleinunfall erlebt hatten (SCHEPERS et al., 2014).

#### 4.2.2 Fahrräder mit Elektroantrieb

Unter älteren Radfahrern erfreuen sich insbesondere Fahrräder mit Elektroantrieb großer Beliebtheit. Sie stellen nach normalen City-Rädern die zweithäufigste Radart im Besitz der Älteren dar (Berechnungen auf Grundlage des Datensatzes VON BELOW, 2016). Bei dem überwiegenden Anteil dieser Räder handelt es sich um sogenannte Pedelec, bei denen ein elektromotorischer Hilfsantrieb den Fahrer beim Treten bis zu einer Geschwindigkeit von 25

km/h unterstützt (ALRUTZ, BOHLE, HACKE, LOHMANN & FRIEDRICH, 2015). Im Hinblick auf die Nutzungsmotive dieser Fahrräder mit Elektroantrieb geben Fahrer über 60 Jahre häufiger als andere Altersgruppen an, durch regelmäßige Bewegung fitter werden bzw. fit bleiben zu wollen, in der Freizeit ausgedehnte Radtouren unternehmen zu wollen und aus gesundheitlichen Gründen körperliche Anstrengungen vermeiden zu wollen (ALRUTZ et al., 2015).

Hinsichtlich des Fahrverhaltens untersuchten SCHLEINITZ, PETZOLDT, FRANKE-BARTHOLDT & GEHLERT (2016) im Rahmen einer Naturalistischen Fahrstudie die Geschwindigkeiten sowie das Auftreten kritischer Situationen mit Pedelecs und konventionellen Rädern in unterschiedlichen Altersgruppen. Hierbei zeigte sich, dass Pedelec-Fahrer zwar schneller unterwegs waren als konventionelle Radfahrer, der Unterschied aber nicht sehr groß war. Fahrer im Alter von 65 Jahren und älter fuhren am langsamsten, unabhängig vom Fahrradtyp. Die älteren Pedelec-Fahrer fuhren langsamer als die jüngeren und mittelalten Fahrer konventioneller Fahrräder und sie fuhren kaum schneller als konventionelle Fahrradfahrer der gleichen Altersgruppe. Im Hinblick auf die Anzahl kritischer Situationen zeigten sich weder Unterschiede zwischen den beiden Fahrradtypen, noch zwischen den verschiedenen Altersgruppen. Somit scheinen Fahrräder mit Elektroantrieb per se keinem erhöhten oder anders gelagerten Sicherheitsrisiko als konventionelle Fahrräder zu unterliegen.

Gemäß einer Auswertung von Einzeldaten der amtlichen Straßenverkehrsunfallstatistik durch die BAST existieren jedoch Hinweise darauf, dass der Anteil von Alleinunfällen an der Gesamtzahl der Unfälle mit Personenschaden im Jahr 2015 für Pedelec-Fahrer höher war als für Fahrer konventioneller Räder (25 % bzw. 18 %). Es wird vermutet, dass die Anzahl der Unfälle, zu denen die Polizei nicht hinzugerufen wird, hoch ist. Hierbei scheint es sich insbesondere um Alleinunfälle zu handeln (VON BELOW, 2016).

Gefährdungen können entstehen, wenn die Geschwindigkeit von Pedelecs durch andere Verkehrsteilnehmer unterschätzt wird. Zwar wird auch die Geschwindigkeit konventioneller Fahrräder unterschätzt, der Unterschied ist aber bei höheren Geschwindigkeiten stärker ausgeprägt als bei niedrigeren Geschwindigkeiten (SIEGRIST, 2016). Generell erscheint eine fortlaufende, aufmerksame Be-

obachtung des Fahrverhaltens und Unfallgeschehens von älteren Fahrern angebracht. In Deutschland werden Fahrräder mit Elektroantrieb erst seit 2014 separat in der polizeilichen Unfallanzeige erfasst. Mit belastbaren Daten ist somit nicht vor 2017 zu rechnen.

#### 4.2.3 Sicherheitsrelevantes Verhalten von Radfahrern

In einer Befragung gaben 72,3 % der Senioren an, niemals einen Fahrradhelm beim Fahren zu tragen. Ihn bei bestimmten Gelegenheiten zu tragen gaben 10,5 % an. Lediglich 17,2 % berichteten, immer einen Fahrradhelm zu tragen. Falls ältere Radfahrer einen Helm tragen, tun sie dies am häufigsten auf langen Strecken/ bei einer Radtour und auf einer stark befahrenen Strecke. Auch das Fahren auf einer unbefestigten Strecke oder im Gelände sowie das Fahren in einer Gruppe wurden vergleichsweise häufig als Situationen genannt, in denen Ältere einen Helm tragen (Berechnungen auf Grundlage des Datensatzes von VON BELOW, 2016).

Ihr Gepäck transportieren 64 %<sup>5</sup> der älteren Radfahrer nach eigenen Angaben üblicherweise auf dem Gepäckträger. 53 % berichteten, dies in einem Rucksack auf dem Rücken zu tun. Weiterhin gaben 51 % und 37 % an, ihr Gepäck in einem Korb auf bzw. in Fahrradtaschen am Gepäckträger zu transportieren. 28 % und 24 % der befragten älteren Radfahrer berichteten, es an den Lenker zu hängen bzw. einen Lenkerkorb zu nutzen (HAGEMEISTER & TEGEN-KLEBINGAT, 2011).

Im Hinblick auf das Ausführen von Nebentätigkeiten während des Radfahrens, gaben 41 %<sup>5</sup> und 30 % der Älteren an, während des Radfahrens ihr Gepäck zu beobachten bzw. nach diesem zu greifen. Jeweils 36 % berichteten, mit sonstigen Dingen (z. B. Taschentuch, Reißverschluss, Handschuhe) zu hantieren oder sich mit anderen Personen zu unterhalten. 12 % berichteten, sie würden Gegenstände (z. B. Regenschirm, Gehstock, Beutel) festhalten. Lediglich 3 % gaben an, während des Radfahrens zu telefonieren. Zusätzliche Analysen getrennt nach Altersgruppen zeigten, dass Senioren älter als 80 Jahre deutlich seltener angaben, mit Dingen zu hantieren und sich mit anderen zu unterhalten als dies Senioren im Alter von 60 bis 69 Jahren taten. Erfragt wurde nur die Art der Nebentätigkeit, nicht

<sup>5</sup> Mehrfachnennungen möglich

deren Häufigkeit (HAGEMEISTER & TEGEN-KLEBINGAT, 2011).

Im Hinblick auf wahrgenommene Risiken wird von älteren Radfahrern insbesondere das Fahren bei Glätte als gefährlich eingestuft. In der Befragung durch VON BELOW (2016) wurde dieses auf einer vier-stufigen Skala mit den Endpunkten ungefährlich (1) und sehr gefährlich (4) mit Mittel mit 3,9 bewertet. Das Fahren mit defekten Bremsen sowie das Fahren bei Dunkelheit ohne Licht wurden mit jeweils 3,8 ebenfalls als sehr gefährlich eingestuft. Weiterhin werden freihändiges Fahrradfahren, Fahren unter Alkoholeinfluss sowie Telefonieren beim Radfahren eher als risikoreich wahrgenommen. Sie wurden im Durchschnitt mit 3,4 bis 3,5 bewertet. Als am wenigsten gefährlich scheint hingegen das Überholen anderer Radfahrer oder Fußgänger sowie das Fahrradfahren auf Gehwegen wahrgenommen zu werden. Diese wurden mit 2,0 bzw. 2,4 eingestuft (Berechnungen auf Grundlage des Datensatzes VON BELOW, 2016). Eine Vielzahl der befragten älteren Radfahrer gab zudem an, dass es gewisse Witterungsbedingungen oder Tageszeiten gibt, unter denen sie nicht oder nur selten Rad fahren. Hierbei handelte es sich am häufigsten um Schnee/ Glätte sowie Regen. Sie wurden von 95,9 %<sup>6</sup> bzw. 78,9 % dieser Personen genannt (Berechnungen auf Grundlage des Datensatzes VON BELOW, 2016). Auch in der Befragung durch HAGEMEISTER & TEGEN-KLEBINGAT (2011) führen Schnee und Eis gemäß den Angaben der Befragten am häufigsten dazu, das Rad stehen zu lassen. Bei Regen, trübem Wetter/ Nebel und Wind stieg der Anteil derer, die nur notfalls fahren. Bei allen anderen Witterungsbedingungen gab der Großteil der Befragten an, durchaus mit dem Rad unterwegs zu sein. Von den Befragten, die berichteten, das Rad z.T. tageszeitbedingt nicht zu nutzen, gaben 51,2 % an, nicht in der Dunkelheit zu fahren (Berechnungen auf Grundlage des Datensatzes VON BELOW, 2016).

Etwa zwei Drittel der älteren Radfahrer geben an, mit der Anzahl und der Qualität der Radwege zufrieden oder sehr zufrieden zu sein. Ein Drittel hingegen äußerte eine geringe oder gar keine Zufriedenheit (Berechnungen auf Grundlage des Datensatzes von VON BELOW, 2016). Hinsichtlich des Sicherheitsempfindens bei unterschiedlichen Radverkehrsführungen zeigte sich, dass sich die meisten älteren Radfahrer auf Radwegen (sehr) sicher füh-

len. Dies wurde von 94 % der Befragten berichtet (HAGEMEISTER & TEGEN-KLEBINGAT, 2011). Ein (sehr) sicheres Gefühl auf einem Zweirichtungsradweg, der Fahrbahn einer Nebenstraße sowie einem gemeinsamen Geh- und Radweg wurde von 72 %, 71 % bzw. 63 % der älteren Radfahrer berichtet. Die größte Unsicherheit hingegen scheint beim Fahren auf der Fahrbahn einer viel befahrenen Straße zu bestehen. 39 % gaben an, sich hierbei (sehr) unsicher zu fühlen.

Ein großer Teil der Befragten gab an, bei erlebter Unsicherheit vom Rad abzusteigen und zu schieben oder abzusteigen, zu warten bis die Gefahr vorüber ist und anschließend weiterzufahren. Solch ein Verhalten wurde von 90 %<sup>6</sup> bzw. 83 % der älteren Radfahrer berichtet. 80 % und 75 % gaben an, in solchen Situationen langsamer zu fahren bzw. auf dem Gehweg zu fahren (auch wenn dies nicht erlaubt ist). Die häufigste Bedingung für ein Fahren auf dem Gehweg war ein zu hohes Verkehrsaufkommen oder ein zu schneller Verkehr auf der Fahrbahn. Dies wurde von 83 % der älteren Radfahrer berichtet. 76 % und 71 % gaben an, auf dem Gehweg zu fahren, wenn nur wenige oder keine Fußgänger unterwegs waren bzw. aufgrund einer zu schlechten Wegbeschaffenheit. 56 % berichteten auf den Gehweg auszuweichen, wenn kein Radweg vorhanden ist (HAGEMEISTER & TEGEN-KLEBINGAT, 2011).

## 5 Maßnahmenempfehlungen

Im Folgenden werden Maßnahmenempfehlungen zur Erhöhung der Verkehrssicherheit älterer Verkehrsteilnehmer gegeben. Hierbei wird zunächst auf Senioren als Pkw-Fahrer eingegangen. Im Anschluss werden Empfehlungen für Ältere als Fußgänger und Radfahrer aufgezeigt. Zur Erhöhung der Verkehrssicherheit für alle Arten der Verkehrsteilnahme sind sowohl verhaltensbezogene, infrastrukturelle und fahrzeugtechnische Maßnahmen gleichermaßen bedeutsam und sollten sich ergänzen. Aufgrund der vorwiegend verhaltenswissenschaftlichen Ausrichtung dieses Berichts können fahrzeugtechnische und infrastrukturelle Maßnahmen hier nicht umfassend behandelt werden. Weitere infrastrukturelle Vorgaben finden sich in den technischen Regelwerken der Forschungsgesellschaft für Straßen- und Verkehrswesen (FGSV) e.V. bzw. weitere Maßnahmen in Forschungsberichten (z. B. BAST-Berichte V217, V242, V251) und

6 Mehrfachnennungen möglich

entsprechende Empfehlungen in den Rechtsvorschriften. Infrastrukturelle Maßnahmen unter Berücksichtigung der Belange von älteren Verkehrsteilnehmern kommen allen Verkehrsteilnehmern und -arten zugute.

## 5.1 Maßnahmen für ältere Pkw Fahrer

Maßnahmen zur Verbesserung der Fahrkompetenz und zur Senkung des Unfallrisikos Älterer können am Pkw-Fahrer selbst, an der Fahrzeugtechnik und der Infrastruktur ansetzen. Im Hinblick auf den Verkehrsteilnehmer selbst sollte vorrangig auf die Förderung der Selbstregulation abgezielt werden. Zudem existieren Trainingsmaßnahmen in Form von kognitiven Trainings oder Fahrtrainings.

### 5.1.1 Selbstregulation

Wie in Kapitel 3.7 beschrieben, kann sich selbstregulatorisches Verhalten in Form einer Verringerung der Fahrleistung, einer Vermeidung von subjektiv risikoreichen Fahrsituationen (z. B. Fahren bei witterungsbedingten schlechten Straßenverhältnissen, Fahren bei Nacht) und/ oder einer Veränderung des Fahrstils (z. B. geringere Fahrgeschwindigkeit, größerer Sicherheitsabstand) äußern. Das Auftreten selbstregulatorischen Verhaltens hängt jedoch stark von der Einschätzung der eigenen Fahrkompetenz sowie dem Bewusstsein für altersbezogene Defizite ab. Zur Förderung sicheren Mobilitätsverhaltens ist es bedeutsam, ältere Fahrer stärker für altersbedingte Veränderungen von Fähigkeiten, die für das Führen eines Fahrzeuges relevant sind, zu sensibilisieren sowie eine angemessene Einschätzung der eigenen Leistung zu fördern. Dies kann durch eine Beratung durch den Hausarzt, durch Schulungsmaßnahmen, Selbsttestungen und/ oder eine adäquate Kennzeichnung fahrtüchtigkeitsbeeinflussender Medikamente erfolgen.

### Hausarztberatung

In ärztlichen Praxen wird die Fahrtüchtigkeit in der Regel lediglich bei Einnahme von Arzneimitteln oder psychotropen Substanzen, bei Vorliegen zerebraler oder psychischer Erkrankungen, bei Beeinträchtigungen der Motorik und/ oder Verwicklungen in Unfälle thematisiert. Hierbei scheint sich ihre Überprüfung größtenteils auf subjektive Kriterien, wie den körperlichen Gesamteindruck zu stützen (ENGIN, KOCHERSCHIED, FELDMANN & RUDINGER, 2010).

Rückmeldungen zur körperlichen und geistigen Leistungsfähigkeit durch den Hausarzt sollten nicht als eine Art Begutachtung verstanden werden. Sie sollten vielmehr eine Beratung in Form eines Appells an die Eigenverantwortung älterer Fahrer darstellen. Im Rahmen einer Mobilitätsberatung sollte der Hausarzt verkehrssicherheitsrelevante Informationen zu einer möglichen Beeinträchtigung der Fahrkompetenz durch Erkrankungen und Medikamente zur Verfügung stellen und gemeinsam mit dem älteren Verkehrsteilnehmer Maßnahmen wie eine freiwillige Überprüfung der Fahrkompetenz erörtern.

Im Rahmen eines Forschungsprojektes im Auftrag der BAST wurde von ENGIN et al. (2010) ein Screening-Test (SCREEMO) entwickelt, der innerhalb eines ärztlichen Mobilitätsberatungsgesprächs augenscheinvalide und mit geringem Aufwand die psychofunktionale Leistungsfähigkeit Älterer erfasst. In diesem Screening werden die Bereiche Sehschärfe/ Dämmerungssehen, Sehfeld, Informationsverarbeitung/ geteilte Aufmerksamkeit, Gedächtnis/ Konzentration/ Demenz, selektive Aufmerksamkeit/ Konzentration, Reaktionsgeschwindigkeit, Bewegungsspielraum des Nackens sowie Kraft und Koordination der Beine berücksichtigt. Es soll insbesondere zur Strukturierung des Beratungsgesprächs dienen und eine Art Argumentationshilfe für den Arzt bei der Thematisierung alters- und/ oder krankheitsbedingter Einschränkungen darstellen. Das Screening wurde mit dem Ziel entwickelt, eine realistische Einschätzung der körperlichen und geistigen Leistungsfähigkeit zu fördern und eine Anpassung des Fahr- und Mobilitätsverhaltens – gegebenenfalls in Form eines Verzichtes auf das Autofahren – zu begünstigen. Im Rahmen einer Pilotstudie wurde das Screening einer praktischen Bewährung im ärztlichen Behandlungsalltag unterzogen, wobei die Rückmeldungen der Patienten überwiegend positiv ausfielen. Hierbei wurde das Angebot von den Senioren begrüßt, die Gesprächsinhalte als klar und nützlich angesehen. Offen blieb jedoch, inwiefern die Mobilitätsberatung tatsächlich eine Verhaltensänderung nach sich zog.

Dass der Hausarzt von älteren Personen durchaus als kompetenter Ansprechpartner auf diesem Gebiet erlebt wird, belegt eine Umfrage im Auftrag des Deutschen Verkehrssicherheitsrates (DVR). Hierbei gaben 67 % der befragten Senioren an, dass sie bereit wären den Führerschein freiwillig abzugeben, wenn ihr Hausarzt ihnen dazu raten würde (DVR, 2012).

Die Umfrage zeigte jedoch auch, dass lediglich jeder zehnte ältere Autofahrer bis dahin seinen Hausarzt befragt hatte, ob sich der eigene Gesundheitszustand auf die Fahreignung auswirke (DVR, 2012). Hinweise auf eine mangelnde Eigenmotivation der Senioren zur Teilnahme an der freiwilligen Mobilitätsberatung in der hausärztlichen Praxis ergaben sich auch im Rahmen der Pilotstudie von ENGIN et al. (2010). Hier kam die Teilnahme erst zustande, nachdem der Arzt den älteren Fahrer auf das Angebot aufmerksam gemacht und aktiv zur Teilnahme aufgefordert hatte.

Doch auch von Seiten der Ärzteschaft scheint nur ein geringes Interesse an einem Fortbildungsangebot zum Thema Verkehrssicherheit und Mobilitätsberatung älterer Patienten zu bestehen (ENGIN et al., 2010). Ärztliche Mobilitätsberatungsgespräche, wenngleich sie das Potenzial zur Erhöhung der Verkehrssicherheit von Senioren haben, scheinen aktuell im ärztlichen Behandlungsalltag nur selten stattzufinden. Lediglich 4 % der befragten Senioren gaben im Rahmen der vom DVR beauftragten Umfrage an, von ihrem Hausarzt schon einmal auf eventuelle Beeinträchtigungen ihrer Fahrtüchtigkeit hingewiesen worden zu sein (DVR, 2012). Die seltene Durchführung von Mobilitätsberatungsgesprächen lässt sich u. a. mit einer starken Arbeitsauslastung sowie einer ungeklärten Finanzierungsfrage dieser ärztlichen Leistung begründen (ENGIN et al., 2010). Ärzte müssen zudem gezielt auf ihre Rolle als Fahrtüchtigkeitsberater vorbereitet werden. KOCHERSCHIED et al. (2007) entwickelten hierzu eine Maßnahme zur Steigerung der verkehrsmmedizinischen Kompetenz behandelnder Ärzte, in welcher Wissen zu aktuellen Bevölkerungs- und Verkehrsstatistiken, medizinischen und psychologischen Rahmenbedingungen einer sicheren Verkehrsteilnahme, diagnostischen Methoden und zum rechtlichen Rahmen vermittelt wird. Zudem werden Gesprächs- und Argumentationstechniken sowie die Einbindung der Angehörigen geübt.

### **Schulungsmaßnahmen**

Eine Aufklärung über altersbezogene Defizite und Risiken der Verkehrsteilnahme kann auch im Rahmen von Schulungsmaßnahmen erfolgen. Evaluationen der Wirksamkeit solcher Maßnahmen brachten bislang jedoch gemischte Befunde hervor.

OWSLEY, STALVEY & PHILLIPS (2003) führten in einer randomisiert-kontrollierten Studie eine von den Autoren eigens entwickelte Schulungsmaßnahme mit älteren Fahrern mit Sehbeeinträchtigungen,

welche im Laufe des letzten Jahres in einen Unfall verwickelt waren, durch. Diese Maßnahme bestand aus zwei Sitzungen und zielte auf eine stärkere Sensibilisierung für eigene visuelle Einschränkungen sowie deren Auswirkungen auf die Verkehrssicherheit ab. Zudem wurden schwierige Verkehrssituationen (z. B. Linksabbiegen mit Gegenverkehr) analysiert und Strategien zum Umgang mit diesen erarbeitet. Sechs Monate nach Abschluss der Schulung räumten die Teilnehmer der Maßnahme mit einer höheren Wahrscheinlichkeit Sehbeeinträchtigungen ein als Personen, welche lediglich die übliche augenärztliche Versorgung erhalten hatten. Zudem berichteten die Teilnehmer der Schulung eine stärkere Nutzung selbstregulatorischer Strategien, eine häufigere Vermeidung schwieriger Verkehrssituationen sowie eine stärkere Verringerung der Fahrleistung als Personen in der Kontrollgruppe.

Die Effekte eines Auffrischkurses für ältere Autofahrer auf deren Fahrfähigkeit wurden von BÉDARD, ISHERWOOD, MOORE, GIBBONS & LINDSTROM (2004) in einer randomisiert-kontrollierten Studie untersucht. Alle Teilnehmer der Untersuchung absolvierten zunächst eine Fahrverhaltensbeobachtung und wurden im Anschluss daran einer Trainings- oder Wartekontrollgruppe zugeteilt. Die Trainingsgruppe nahm an zwei halbtägigen Sitzungen teil, in denen u. a. die Themen Selbsteinschätzung, Wahrnehmungsfähigkeit, Fahrzeug, Alkohol, Medikamente und schwierige Verkehrssituationen besprochen wurden. Nach einem Zeitraum von zwei Monaten wurden alle Teilnehmer erneut einer Fahrverhaltensbeobachtung unterzogen. Hierbei zeigte sich eine Verbesserung der Fahrkompetenz für die Gesamtgruppe der Teilnehmer, wobei zwischen der Trainingsgruppe und der Wartekontrollgruppe kein signifikanter Unterschied bestand.

KUA, KORNER-BITENSKY, DESROSIERS, MANSOON-HING & MARSCHALL (2007) fanden im Rahmen einer Übersichtsarbeit eine moderate Evidenz für die Verbesserung des Fahrbewusstseins (driving awareness) Älterer durch Schulungsmaßnahmen, eine Reduktion der Anzahl der Unfälle konnte jedoch nicht belegt werden. Im Hinblick auf die Unfallbeteiligung zeigte sich im Rahmen einer retrospektiven parallelisierten Kohortenstudie von NASVADI & VAVRIK (2007) sogar, dass, im Anschluss an eine Schulungsmaßnahme mehr männliche Schulungsteilnehmer im Alter von 75 Jahren und älter in Unfälle verwickelt waren als dies in der Kontrollgruppe der Fall war.

In Deutschland bietet der Deutsche Verkehrssicherheitsrat (DVR) im Rahmen des Programms „sicher mobil“ ein Seminar u. a. für ältere Pkw-Fahrer an, in dem in Gesprächsrunden, geleitet von einem Moderator, Fragen rund um die Mobilität besprochen werden. Hierbei werden z. B. Möglichkeiten, die eigene Sicherheit im Straßenverkehr zu verbessern, thematisiert, ebenso wie Gefahrenerkennung, (neue) Verkehrsregeln, Verständigung zwischen Verkehrsteilnehmern, Organisation der eigenen Mobilität, technische Ausstattung am Fahrzeug, Leistungsfähigkeit und Gesundheit. Die Seminare dauern etwa 90 bis 120 Minuten. Das Zielgruppenprogramm sicher mobil wird aktuell in einer Studie im Auftrag der BASt evaluiert.

Zusammenfassend scheinen Schulungsmaßnahmen das Potenzial zu haben, ältere Fahrer stärker für eigene Leistungseinschränkungen zu sensibilisieren und Verhaltensänderungen im Sinne einer Vermeidung gewisser Verkehrssituationen herbeizuführen. Eine Verbesserung der praktischen Fahrkompetenz oder eine Verringerung der Unfallbeteiligung im Anschluss an eine theoretische Schulungsmaßnahme konnten bislang nicht belegt werden. Forschungsarbeiten zu Schulungsmaßnahmen für Fahrer haben zudem eine mögliche Verzerrung durch Selbstselektion der Teilnehmer thematisiert. Es wird zum einen vermutet, dass eher Fahrer an solchen Maßnahmen teilnehmen, welche ein höheres Sicherheitsbewusstsein und somit niedrigere Unfallraten aufweisen. Zum anderen ist es denkbar, dass eher Fahrer, die aufgrund einer häufigen Unfallbeteiligung und/ oder einer hohen Anzahl an Verstößen gegen die Verkehrsregeln Gefahr laufen, ihre Fahrerlaubnis zu verlieren, an Schulungen teilnehmen (NATIONAL TRANSPORTATION SAFETY BOARD, 2003). Da die Beteiligung an einem Unfall und Regelverstöße die Wahrscheinlichkeit einer weiteren Unfallbeteiligung erhöht (CHANDRARATNA, STAMATIADIS & STROMBERG, 2006), könnten Schulungsteilnehmer eine niedrigere oder höhere Unfallbeteiligung aufweisen als die Allgemeinbevölkerung, welches wiederum eine geringere oder höhere Anzahl zukünftiger Unfälle vorhersagen könnte, unabhängig von der Schulungsmaßnahme. Der Vergleich von Teilnehmern und Nicht-Teilnehmern mit unterschiedlichen Unfallraten würde somit den Einfluss der Schulungsmaßnahme über- oder unterschätzen (NASVADI & VAVRIK, 2007).

Hinweise auf eine erhöhte Unfallrate bei Männern über 75 Jahren nach der Teilnahme an einer Schu-

lung (NASVADI & VAVRIK, 2007) legen nahe, dass Schulungsmaßnahmen geschlechts- und altersspezifisch gestaltet sein sollten, um negative Folgen zu vermeiden. Generell sollten diese Maßnahmen die Sichtweisen älterer Verkehrsteilnehmer z. B. zur Bedeutung des Fahrens, zu Konflikten zwischen Generationen und zum Einstellen des Autofahrens berücksichtigen. Auf diese Weise können die Einstellungen der Senioren stärker in Richtung einer größeren Offenheit oder einer Bereitschaft zur Änderung von Fahrverhalten beeinflusst werden (TU-OKKO, RHODES, LOVE, CLOUTIER, JOUK & SCHOKLITSCH, 2015).

### Selbsttestungen

Instrumente zur Selbstbeurteilung der Fahrkompetenz stellen gemäß einer Übersichtsarbeit von LANG, PARKES & FERNÁNDEZ MEDINA (2013) eine wichtige Ergänzung in Interventionen für ältere Fahrer dar. Selbsttests können helfen, das Bewusstsein für fahrbezogene Fähigkeiten zu schärfen und Veränderungen im Fahrverhalten zu fördern. Gemäß LANG et al. (2013) sollten Selbsttests die Bereiche medizinische Vorgeschichte, gesundheitliche Beschwerden, Fahrerfahrungen, Einstellungen, visuelle Fähigkeiten, UFOV, Exekutivfunktionen, Gefahrenwahrnehmung und Veränderungsblindheit abdecken. Sie sollten für Senioren möglichst einfach zu handhaben sein und Rückmeldungen ergeben, welche individuell auf den Testanwender zugeschnitten sind. Das vermehrte Aufkommen von Computertechnik ermöglicht die Implementierung von Selbsttests, auch mit komplexen, automatisierten Auswertungsmechanismen, welche von den Senioren in ihrem Zuhause und somit vertraulich durchgeführt werden können.

Es lassen sich zwei Arten von Selbsttests unterscheiden. Zum einen handelt es sich um Selbsteinschätzungstests, in denen der Befragte angehalten wird über Erfahrungen, Einstellungen und (gesundheitliche) Bedenken in Bezug auf die Fahrsicherheit zu reflektieren. Zum anderen können Testungen die maximale Leistungsfähigkeit einer Person messen (LANG et al., 2013).

Eine Vielzahl der verfügbaren Testinstrumente wurde in den USA entwickelt. Als Beispiel für einen Selbsteinschätzungstest gilt das (Enhanced) Driving Decisions Workbook (DDW), welches auf der Basis von Literaturrecherchen und Expertenbefragungen entwickelt wurde. Es beinhaltet Fragen zu den Bereichen Fahrerfahrungen (z. B. Fahrverhalten, Unfallgeschichte), Fähigkeiten (z. B. visuelle

Fähigkeiten, kognitive Fähigkeiten) und Gesundheit (z. B. Krankheiten, Medikamenteneinnahme) und liefert individuelle Rückmeldungen. Eine Evaluierung des DDW ergab, dass die Mehrheit der Senioren nach Anwendung des Arbeitsbuchs berichtete, ihnen seien Veränderungen, welche das Fahren beeinflussen, stärker bewusst. Alle Anwender empfanden das Arbeitsbuch als nützlich und gaben an, dass es auch Gespräche mit Verwandten über fahrbezogene Schwierigkeiten anregen würde. Einige äußerten zudem die Absicht, Überprüfungen ihrer fahrbezogenen Fähigkeiten oder Anpassungen ihres Fahrverhaltens vornehmen zu wollen (EBY, MOLNAR, SHOPE, VIVODA & FORDYCE, 2003).

Im deutschsprachigen Raum existiert im Hinblick auf Selbsteinschätzungstests eine Checkliste für ältere Autofahrer, „65+ Fahrer – Wie fahrtüchtig sind Sie?“, die 15 Fragen über Fahrstil, Fahrgeschichte, Gesundheit und Erfahrungen beinhaltet. Diese Checkliste wurde vom Belgischen Institut für Verkehrssicherheit (IBSR) erstellt und ist eng angelehnt an ein Selbstbeurteilungsinstrument der AAA Foundation for Traffic Safety. Der Test ist anonym und steht als Broschüre und Online-Version zur Verfügung. Im Anschluss erhalten die Testanwender zu jeder Frage Vorschläge zur Verbesserung ihres Fahrverhaltens.

Im Hinblick auf Leistungstests für ältere Autofahrer bietet der DVR im Rahmen der Kampagne Aktion Schulterblick einen zehn minütigen Online-Selbsttest an, mit dem interessierte Senioren ihre Seh- und Hörfähigkeit, Informationsverarbeitung und Gedächtnisleistung prüfen können. Die Durchführung des Tests ist anonym und kann mithilfe des heimischen PCs erfolgen. Der DVR weist jedoch darauf hin, dass dieser Selbsttest dem Anwender nur einen ersten Eindruck seiner Fähigkeiten vermitteln soll, den regelmäßigen Besuch bei einem Arzt jedoch nicht ersetzt.

Im Allgemeinen ist die Frage nach dem Einfluss von Selbstbeurteilungsinstrumenten auf die tatsächliche Selbstregulation und die Verkehrssicherheit älterer Verkehrsteilnehmer noch größtenteils ungeklärt. Wie bei allen Instrumenten, welche auf Selbstauskunft beruhen, gilt es zudem zu bedenken, dass diese Selbsttestungen anfällig sind für Antwortverzerrungen wie soziale Erwünschtheit. Weiterhin ist es wahrscheinlich, dass die Anwender solcher Testverfahren von vornherein eher eine proaktive Einstellung gegenüber der Fahrsicherheit aufweisen als Personen, welche die Tests nicht anwenden (LANG et al., 2013).

Aktuell wird im Auftrag der BAST ein Selbsttestinstrument entwickelt, mit dessen Hilfe die subjektive Wahrnehmung und Bewertung verkehrssicherheitsrelevanter Leistungsmerkmale und Verhaltensweisen älterer Autofahrer erfasst werden soll. Im Rahmen dieses Projektes soll zudem eine Fahrverhaltensbeobachtung durchgeführt werden, deren Ergebnisse mit denen des Selbsttests in Zusammenhang gebracht werden und Überlegungen anregen sollen, wie sich dieser Zusammenhang bei der Gestaltung der handlungsorientierten Rückmeldungen des Tests nutzen lässt. Dieser Selbsttest ist nicht als diagnostisches Instrument für Fahrkompetenz zu verstehen. Er soll ältere Autofahrer vielmehr anregen, ihr verkehrsbezogenes Leistungsvermögen zu reflektieren und ein Bewusstsein für mögliche Defizite wecken. Er kann auch die Grundlage für den Dialog mit dem Hausarzt oder Familienangehörigen bilden. Die stärkere Sensibilisierung älterer Verkehrsteilnehmer für potenzielle Gefahren im Straßenverkehr soll zu einer verbesserten Selbstregulation beitragen.

### **Kennzeichnungen von Medikamenten**

Eine weitere Möglichkeit die Selbstregulation älterer Autofahrer positiv zu beeinflussen wird in der Einführung eines Kennzeichnungssystems für Medikamente gesehen. Ältere leiden im Vergleich zu jüngeren Personen häufiger an Erkrankungen und nehmen dadurch bedingt Medikamente ein, welche die Verkehrstüchtigkeit beeinflussen. Im Rahmen einer Befragung von Autofahrern in den USA im Alter von 55 Jahren und älter, gaben 94,6 % der Personen an, an mindestens einer Erkrankung zu leiden. Die aktuelle Einnahme von mindestens einem möglicherweise die Fahrtauglichkeit beeinflussenden Medikament wurde von 68,7 % der Befragten berichtet. Ein Bewusstsein für die Nebenwirkungen von Medikamenten sowie eine potenzielle Beeinträchtigung der Fahrtauglichkeit durch diese wurde lediglich von 27,6 % der Älteren angegeben, wobei sich unter den ältesten Befragten und unter Personen mit geringerem Bildungsniveau besonders niedrige Raten fanden. Ähnlich selten scheint eine entsprechende Aufklärung durch medizinisches Personal zu erfolgen. Hinweise hierzu erhalten zu haben, wurde nur von 17,6 % der befragten Älteren berichtet (AAA Foundation for Traffic Safety, 2009).

Im Rahmen des EU-Forschungsprojektes DRUID (Driving under the Influence of Drugs, Alcohol and Medicines) wurde ein vierstufiges Klassifikationssystem für Medikamente mit einer beeinträchtigen-

den Wirkung auf die Fahrtüchtigkeit entwickelt. Hierbei werden Medikamente der Kategorie 0 zugeordnet, wenn keine Beeinträchtigungen der Fahrtauglichkeit zu erwarten sind. Sie werden der Kategorie 1, 2 und 3 zugeordnet, wenn von einer geringen, mittleren respektive starken Beeinträchtigung der Fahrtauglichkeit auszugehen ist. Mehr als 1 500 Medikamente wurden im Rahmen des Projektes bewertet und klassifiziert. Zu mehr als 600 Medikamenten wurden zudem umfassende Datenblätter mit Informationen über Eigenschaften und Nebenwirkungen der Medikamente, konkrete Handlungsanweisungen für Ärzte sowie Warnhinweise für Patienten zusammengestellt. Zudem wurden in Anlehnung an das vierstufige Klassifikationssystem entsprechende Etikettierungen für Medikamentenpackungen und Packungsbeilagen entwickelt. In Pilotstudien in drei europäischen Ländern wurde das entwickelte Klassifikations- und Kennzeichnungssystem in Arztpraxen und Apotheken eingesetzt und im Hinblick auf Praxistauglichkeit und Wirksamkeit untersucht. Hierzu wurden Ärzte und Apotheker geschult und die in der Arztpraxis oder Apotheke eingesetzte Software so modifiziert, dass vom Computer bei Verordnung oder Abgabe eines Medikaments mit beeinträchtigender Wirkung automatisch Warnhinweise, Informationsstrategien und gegebenenfalls alternative Präparate angeboten wurden. Das System wurde von Ärzten, Apothekern und Patienten gut aufgenommen (SCHULZE, SCHUMACHER, URMEEW & AUERBACH, 2012).

Es wird empfohlen, auf dem Markt befindliche Medikamente sowie zukünftige Marktzugänge gemäß dem im DRUID Projekt entwickelten vierstufigen Klassifikationssystem einzuordnen und den Packungsbeilagen entsprechende leicht verständliche Kennzeichnungen und Warnhinweise zu möglichen Beeinträchtigungen der Fahrtauglichkeit hinzuzufügen. Zudem ist es unbedingt notwendig, dass Ärzte und Apotheker ihre Patienten über potenziell nachteilige Wirkungen aufklären und beraten, ob und unter welchen Voraussetzungen sie fahren können (SCHULZE et al., 2012).

### 5.1.2 Trainingsmaßnahmen

Im Hinblick auf individuelle Trainingsmaßnahmen lassen sich kognitives Training und Fahrtraining unterscheiden, wobei letzteres im Realverkehr oder im Simulator durchgeführt werden kann. Im Rahmen einer Übersichtsarbeit analysierten KUA et al. (2007) sechs randomisiert-kontrollierte Studien,

eine Prä-Post-Untersuchung und eine deskriptive Studie bis zum Jahr 2004 und fanden hierbei eingeschränkte Evidenz für die Verbesserung fahrbezogener Fähigkeiten Älterer durch ein visuelles Wahrnehmungstraining. Veröffentlichungen aus den Jahren 2004 bis 2008 wurden in eine später aktualisierte Übersichtsarbeit der Autoren einbezogen, wobei drei randomisiert-kontrollierte Studien und eine parallelierte Kohortenstudie berücksichtigt wurden (KORNER-BITENSKY, KUA, VON ZWECK & VAN BENTHEM, 2009). Hierbei zeigte sich starke Evidenz für die Verbesserung der Fahrkompetenz und moderate Evidenz für die Verbesserung von Wissen durch eine Schulungsmaßnahme kombiniert mit einem praktischen Fahrtraining. Wie bereits im Rahmen der Schulungsmaßnahmen muss auch bei der Evaluation von Trainingsmaßnahmen eine mögliche Verzerrung durch Selbstselektion der Teilnehmer bedacht werden. Es ist zum einen denkbar, dass eher Fahrer an solchen Maßnahmen teilnehmen, welche ein höheres Sicherheitsbewusstsein und somit niedrigere Unfallraten aufweisen. Zum anderen ist es denkbar, dass eher Fahrer, die aufgrund einer häufigen Unfallbeteiligung und/ oder einer hohen Anzahl an Verstößen gegen die Verkehrsregeln Gefahr laufen, ihre Fahrerlaubnis zu verlieren, an Schulungen teilnehmen (National Transportation Safety Board, 2003). Der Vergleich von Teilnehmern und Nicht-Teilnehmern mit unterschiedlichen Unfallraten würde den Einfluss der Trainingsmaßnahme über- oder unterschätzen (NASVADI & VAVRIK, 2007).

#### Kognitives Training

ROENKER, CISSELL, BALL, WADLEY & EDWARDS (2003) untersuchten den Einfluss eines speed-of-processing-Trainings auf die Fahrkompetenz Älterer. Hierbei wurde die UFOV-Aufgabe geübt, bei der die Trainingspersonen einen zentral auf dem Bildschirm dargebotenen Reiz identifizieren und gleichzeitig einen peripheren Reiz, welcher später zudem zusammen mit Distraktoren dargeboten wurde, lokalisieren sollten. Die Schwierigkeit der Aufgabe wurde adaptiv angepasst. In die Untersuchung wurden eine high-risk Interventionsgruppe, welche das UFOV Training erhielt, eine high-risk Kontrollgruppe, welche ein Simulatortraining erhielt sowie eine low-risk Kontrollgruppe, welche an keinem Training teilnahm, einbezogen. In die high-risk Gruppen wurden nur Personen aufgenommen, die eine Reduktion ihres nutzbaren Sehfeldes um mindestens 30 % aufwiesen. Eine Messung der Leistung im UFOV, der Reaktionszeiten im Simula-

tor sowie der Fahrkompetenz im Realverkehr erfolgten für alle Teilnehmer vor dem Training, unmittelbar danach sowie 18 Monate nach Abschluss des Trainings. Es zeigte sich hierbei in der speed-of-processing-Trainingsgruppe eine bessere Leistung im UFOV als in der Simulatortrainingsgruppe nach Abschluss der Intervention. Zudem konnte die UFOV-Trainingsgruppe ihre Reaktionszeiten in einer Wahlreaktionsaufgabe im Simulator stärker verbessern als die Simulatortrainingsgruppe. Die kürzeren Reaktionszeiten bestanden auch 18 Monate nach Abschluss der Intervention. Im Hinblick auf die Fahrkompetenz im Realverkehr wurden in der UFOV-Trainingsgruppe nach Abschluss des Trainings weniger gefährliche Fahrmanöver beobachtet als zu Beginn. Auch anderthalb Jahre später zeigte diese Trainingsgruppe eine geringere Anzahl riskanter Manöver als die beiden Kontrollgruppen.

Die Effekte eines UFOV-Trainings wurden zudem bei älteren Fahrern im Hinblick auf das Erkennen ungeschützter Verkehrsteilnehmer untersucht. ROGÉ, NDIAYE & VIENNE (2014) ließen Ältere eine Strecke im Simulator fahren, wobei diese die Aufgabe hatten, die Scheinwerfer aufleuchten zu lassen, sobald sie einen Fußgänger oder Motorradfahrer sahen. Im Anschluss daran erhielt ein Teil der Stichprobe ein Training im Simulator zur Verbesserung ihres nutzbaren Sehfeldes, der andere Teil sollte einem vorausfahrenden Fahrzeug mit konstantem Abstand folgen. Das Training und die Car-Following-Aufgabe wurden im Rahmen einer zweiten Sitzung einige Tage später wiederholt und es fand eine erneute Prüfung der Erkennungsleistung für die schwächeren Verkehrsteilnehmer statt. Es zeigte sich vor Beginn der ersten Sitzung kein signifikanter Unterschied zwischen der Trainings- und der Kontrollgruppe im Hinblick auf die Distanz, bei welcher die Teilnehmer angaben, einen Fußgänger oder Motorradfahrer zu bemerken. Zum Ende der zweiten Sitzung konnten die Teilnehmer des UFOV-Trainings die ungeschützten Verkehrsteilnehmer bereits auf größerer Distanz wahrnehmen, wobei diese Sichtdistanz zudem signifikant größer war als bei den Teilnehmern der Car-Following-Aufgabe.

Die Effekte eines PC-basierten Funktionstrainings auf die Fahrkompetenz Älterer im Simulator wurden weiterhin im Rahmen einer Studie von CASSA-VAUGH & KRAMER (2009) untersucht. Hierbei trainierten die Teilnehmer die Aspekte manuelle Kontrolle, visuelle Aufmerksamkeit sowie Arbeitsgedächtnis, welche von den Autoren als relevant für

die Fahraufgabe angesehen wurden. Für das Training, welches in acht Sitzungen stattfand, wurden eine Tracking-Aufgabe, eine UFOV-Aufgabe sowie eine visuell-räumliche n-back-Aufgabe genutzt. Vor Beginn und nach Beendigung der Trainingssitzungen sollten die Teilnehmer verschiedene Einzel- und Doppelaufgaben im Fahrsimulator bearbeiten. Regressionsanalysen ergaben, dass das PC-basierte Training zu Verbesserungen gewisser Aspekte der Fahrkompetenz im Simulator führen kann. Diese Effekte des Trainings, welche klein, jedoch signifikant waren, zeigten sich unabhängig von der ursprünglichen Fahrkompetenz und der anfänglichen Leistung in den PC-basierten Aufgaben. Die Autoren gehen demnach von einem begrenzten Transfer des PC-gestützten Trainings auf das Fahren aus.

Der Einfluss verschiedener kognitiver Aufgaben auf die spätere Unfallbeteiligung älterer Autofahrer wurde von BALL, EDWARDS, ROSS & MCGWIN JR. (2010) untersucht. Die Teilnehmer der Studie wurden entweder einer von drei kognitiven Interventionen oder der Kontrollgruppe zugeteilt. Die kognitiven Interventionen, welche in Kleingruppen über einen Zeitraum von fünf Wochen erfolgten, zielten auf eine Verbesserung des Gedächtnisses, des schlussfolgernden Denkens oder der Verarbeitungsgeschwindigkeit ab. Das Gedächtnistraining beinhaltete das Erlernen mnestischer Strategien für verbales Material. Im Logiktraining wurde die Fähigkeit zur Mustererkennung sowie zum Problemlösen geübt. Das Training für Verarbeitungsgeschwindigkeit enthielt das UFOV-Training. Die abhängige Variable war in dieser Studie die Anzahl staatlich registrierter Unfälle für die folgenden Jahre. Nach Adjustierung für Alter, Geschlecht, ethnische Gruppe, Bildung, Teststandort, Sehschärfe, Gesundheit, Depression und mentalen Status zeigte sich für die Teilnehmer des Logiktrainings sowie des Trainings zur Verarbeitungsgeschwindigkeit eine etwa 50 % geringere Unfallbeteiligung gegenüber Personen der Kontrollgruppe über einen Zeitraum von sechs Jahren nach Beginn des Trainings. Für die Teilnehmer des Gedächtnistrainings wurde kein signifikanter Unterschied gefunden.

Im Allgemeinen lässt sich feststellen, dass kognitive Trainingsprogramme bislang vergleichsweise selten hinsichtlich ihres Effektes auf die Fahrkompetenz Älterer untersucht worden sind. Durchgeführte Studien evaluierten zumeist das UFOV-Training. Hierbei ergaben sich insofern Hinweise auf eine positive Wirkung dieses Funktionstrainings, als es die

Distanz, auf welcher ältere Fahrer Fußgänger im Straßenverkehr wahrnehmen, vergrößern und die Anzahl riskanter Fahrmanöver im Vergleich zu einer Kontrollgruppe verringern kann. Im letzteren Fall scheinen zudem Langzeiteffekte zu bestehen. Weiterhin ergaben sich Hinweise auf reduzierte Unfallzahlen in den Jahren nach der Teilnahme an einem UFOV-Training oder einem Logiktraining. Zukünftige Forschungsaktivitäten sollten die Effekte von Übungsprogrammen für weitere kognitive Funktionen und mit unterschiedlicher zeitlicher Gestaltung untersuchen. In einer Studie von HAY et al. (2014) wird aktuell der Einfluss eines kognitiven Trainingsprogrammes (z.T. mit zusätzlichem Fahrtraining im Simulator) auf die Einschätzung der eigenen kognitiven Fähigkeiten und darüber hinaus auf die Selbstregulation beim Autofahren bei älteren Personen evaluiert. Das hierbei eingesetzte Trainingsprogramm beinhaltet Übungen zur Förderung der Aufmerksamkeit, des Gedächtnisses, der Exekutivfunktionen sowie der visuell-räumlichen Fähigkeiten und erstreckt sich in 36 Stunden über einen Zeitraum von drei Monaten. Neben einer Betrachtung der Transfer-Effekte auf die Fahrkompetenz, streben die Autoren eine Kosten-Nutzen-Analyse des kognitiven Trainings an.

### **Fahrtraining**

MAROTTOLI et al. (2007) kombinierten in einer randomisiert-kontrollierten Studie eine Klassenraum-basierte Schulung mit einem Fahrtraining im Realverkehr. Im Rahmen der acht-stündigen Schulung wurden u. a. die Themen Fahrrisiken, Geschwindigkeitsanpassung, Kommunikation, Fahrzeug, Alkohol, Medikamente und Aggression besprochen. Das dazugehörige zwei-stündige Fahrtraining im Realverkehr adressierte spezifische Fahrfehler der Teilnehmer, welche in einer Fahrverhaltensbeobachtung vor Beginn der Intervention beobachtet wurden, sowie Fahrfehler älterer Personen im Allgemeinen. Die Kontrollgruppe nahm an einer Schulung zu Sicherheitsaspekten in Haus und Fahrzeug teil. Alle Teilnehmer der Studie durchliefen zwei Fahrverhaltensbeobachtungen und zwei Wissenstests zum Straßenverkehr über einen Zeitraum von acht Wochen. Als Ergebnis wurde in der Interventionsgruppe eine stärkere Verbesserung der Gesamtleistung in der Fahrverhaltensbeobachtung sowie im Wissenstest beobachtet als in der Kontrollgruppe.

Der Einfluss einer Klassenraum-basierten Schulung kombiniert mit einem Fahrtraining im Realverkehr wurde bei älteren Fahrern ebenfalls von BÉ-

DARD et al. (2008) untersucht. Teilnehmer, welche randomisiert der Interventionsgruppe oder Kontrollgruppe zugeteilt wurden, besprachen in zwei Sitzungen zu je drei bis vier Stunden mit einem Ausbilder u. a. Verkehrsregeln, neue Fahrzeugtechnologie, Fahrgewohnheiten und den Einfluss von Medikamenten auf das Autofahren. Zudem nahmen sie an zwei Fahrstunden mit einem Fahrlehrer teil, welcher ihnen Rückmeldungen bezüglich ihrer Fahrkompetenz gab. Die Kontrollgruppe erhielt keine Intervention. Alle Teilnehmer der Studie durchliefen vor und nach dem Programm eine Fahrverhaltensbeobachtung im Realverkehr. Die Personen der Interventionsgruppe bearbeiteten zudem zuvor und im Anschluss einen Fragebogen zu Verkehrsregeln sowie präventiven Maßnahmen. Als Ergebnis zeigte sich in der Interventionsgruppe ein Zuwachs an Sicherheitswissen in Form einer 20 % höheren Quote korrekter Antworten im Vergleich zum Zeitpunkt vor der Intervention. Weiterhin reduzierte sich in der Fahrverhaltensbeobachtung die Anzahl der Fehlerpunkte für Spurschwankungen und unangepasste Spurwahl in der Interventionsgruppe stärker als in der Kontrollgruppe. Signifikante Auswirkungen auf andere Aspekte des Fahrens konnten nicht beobachtet werden.

Die Effekte eines Fahrtrainings ohne Klassenraum-basierte Schulung auf die Fahrkompetenz Älterer wurden von POSCHADEL (2014) untersucht. Hierbei bestand das Training aus 15 Fahrstunden mit einem Fahrlehrer verteilt über einen Zeitraum von sechs Wochen. In diesem Training wurden insbesondere die Situationen Linksabbiegen, Durchfahren komplexer Kreuzungen und Spurwechsel geübt. Die Fahrer wurden der Trainings- oder Kontrollgruppe zufällig zugeteilt, wobei alle Teilnehmer im Laufe der Studie vier Fahrverhaltensbeobachtungen absolvierten. Für diese Fahrverhaltensbeobachtung, welche vor und nach dem Training sowie vier und zwölf Monate nach dessen Abschluss stattfand, wurde eine Teststrecke konstruiert, die polizeilich erfasste Unfallschwerpunkte älterer Fahrer enthielt. Nach jeder Beobachtung erhielten alle Teilnehmer eine Rückmeldung über ihre Fahrkompetenz. Als Ergebnis wurde in der Interventionsgruppe nach Abschluss des Trainings eine Fahrleistung beobachtet, welche in etwa der Leistung untrainierter Autofahrer mittleren Alters auf der Teststrecke entsprach. Diese verbesserte Fahrkompetenz der Älteren blieb auch zwölf Monate nach Abschluss der Intervention stabil. Die Kontrollgruppe, welche kein spezifisches Training, jedoch Rückmel-

dungen vom Fahrlehrer nach jeder Fahrverhaltensbeobachtung erhalten hatte, konnte ihre Fahrkompetenz ebenfalls steigern und zeitlich stabil verbessern. Subgruppenanalysen zeigten jedoch, dass für schwächere ältere Fahrer eine Rückmeldung allein nicht ausreichte, um die Leistung von Fahrern mittleren Alters zu erreichen. Schwächere Fahrer waren zudem diejenigen, die am meisten von dem Fahrtraining profitierten. Obwohl sie vor Beginn der Übungsfahrten eine vergleichsweise schlechte Fahrkompetenz gezeigt hatten, erreichten und übertrafen sie später das Leistungsniveau von Fahrern mittleren Alters. Die Ergebnisse der Untersuchung deuten daraufhin, dass relativ gute ältere Fahrer nur einige wenige Fahrten mit Rückmeldungen von einem Fahrlehrer benötigen, während vergleichsweise schlechte Fahrer ein intensiveres Training benötigen, um das Leistungsniveau von Fahrern mittleren Alters zu erreichen.

Eine andere Art der Rückmeldung nach einer Fahrverhaltensbeobachtung wurde von PORTER (2013) evaluiert. Ältere Fahrer wurden zufällig einer Video-Feedback-Gruppe kombiniert mit einer Klassenraum-basierten Schulungsmaßnahme, lediglich einer solchen Schulungsmaßnahme oder einer Kontrollgruppe zugeteilt. Alle Teilnehmer der Studie absolvierten vor und nach der Intervention eine Fahrt im Realverkehr, bei welcher das eigene Auto mit einer Videokamera sowie einem GPS-Empfänger ausgestattet wurde. Die aufgezeichneten Videos dieser Fahrten wurden im Anschluss von einem Beobachter, welchem die Gruppenzugehörigkeit der Fahrer nicht bekannt war, hinsichtlich der Anzahl der Fahrfehler ausgewertet und mit einem Gesamturteil (sicher, grenzwertig oder unsicher) versehen. Die Schulungsmaßnahme bestand aus zwei Sitzungen zu je vier Stunden, in denen u. a. Verkehrsregeln, neue Fahrzeugtechnologie, Fahrgewohnheiten und Gefahren im Straßenverkehr thematisiert wurden. Die Teilnehmer der Video-Feedback-Gruppe analysierten zudem in einer anderthalb-stündigen Sitzung gemeinsam mit einem Fahrlehrer das Video der Fahrt, welche sie vor Beginn der Schulung absolviert hatten. Während sich als Ergebnis nach Teilnahme an der Intervention eine signifikante Reduktion der Fahrfehler um etwa 25 % in der Video-Feedback-Gruppe zeigte, konnte diesbezüglich keine Veränderung in der Schulungsgruppe und der Kontrollgruppe beobachtet werden. Weiterhin erhielten 52 % der Video-Feedback-Gruppe in der zweiten Fahrt ein höheres Gesamturteil als in der ersten Fahrt. Dies traf

lediglich auf 22,2 % und 5,3 % der Schulungsgruppe bzw. der Kontrollgruppe zu. Die Autorin schlussfolgerte daraufhin, dass die bloße Teilnahme an einer Klassenraum-basierten Schulungsmaßnahme nicht zur Reduktion von Fahrfehlern beiträgt. Hingegen scheint sich eine Video-gestützte Auswertung der eigenen Fahrkompetenz zusammen mit einem Fahrlehrer günstig auf das Fahren der Älteren auszuwirken. Ein Vorteil dieser Methode wird zudem darin gesehen, dass aufgrund der Kamera und des GPS-Empfängers die Anwesenheit des Fahrlehrers im Auto nicht nötig ist, sodass das Fahren eher unter natürlichen Bedingungen stattfinden kann. Mithilfe des aufgezeichneten Videos lassen sich zudem bestimmte Situationen und Fahrmanöver mehrfach betrachten.

Seit Anfang des Jahres 2017 wird im Auftrag der BAST ein Projekt bearbeitet, das sich mit der Entwicklung und Evaluation effizienter Fahrtrainingsmaßnahmen für ältere Verkehrsteilnehmer befasst. Ein solches Training zur Förderung der Fahrkompetenz soll praktikabel, ökonomisch realisierbar und wenig zeitintensiv sein. Es wird modular gestaltet sein und auf die Leistungsdefizite und Mobilitätsbedürfnisse der Fahrer zugeschnitten werden. Bestandteil dieses Trainings ist auch eine Rückmeldefahrt, deren Ergebnis sich auf den weiteren Ablauf des Fahrtrainings auswirkt. Das Projektende wird im Dezember 2018 sein. Der GDV entwickelt und evaluiert in einem eigenen Projekt hingegen ausschließlich Rückmeldefahrten ohne Einbettung in ein Trainingskonzept.

Neben dem Fahren im Realverkehr lässt sich ein Fahrtraining auch im Simulator durchführen. Hierbei können kritische Situationen kontrolliert und wiederholt präsentiert werden. ROMOSER & FISHER (2009) untersuchten in zwei Simulator-gestützten Experimenten zum einen das Blickverhalten älterer und jüngerer Fahrer beim Abbiegen, zum anderen verglichen sie die Effekte eines Simulator-Trainings unterstützt durch ein Video-basiertes Feedback mit denen einer Klassenraum-basierten Schulungsmaßnahme. Im ersten Experiment durchführten jüngere und ältere Fahrer verschiedene Kreuzungsszenarien im Simulator, wobei ihre Blickbewegungen und Fahrzeughandhabung von zwei Beobachtern ausgewertet wurden. Als Ergebnis zeigte sich, dass Ältere drei Mal so häufig wie Jüngere weiterführende Blicke (secondary looks), d. h. Blicke, welche stattfinden sobald oder kurz nachdem der Fahrer das Abbiegen beginnt, ungenügend ausführen. Zudem wurden ihre Abbiegevorgänge

zehn Mal so oft wie die der jüngeren Fahrer als zu langsam eingestuft. Im zweiten Experiment durchliefen alle älteren Fahrer zuerst eine Fahrverhaltensbeobachtung im Simulator sowie im Realverkehr. Im Anschluss daran wurden sie zufällig einer von drei Gruppen zugeteilt. Die erste Gruppe erhielt eine individuelle, Video-gestützte Rückmeldung zu ihren Leistungen in den Fahrverhaltensbeobachtungen sowie ein begleitetes Fahrtraining im Simulator, bei welchem verschiedene Kreuzungsszenarien durchfahren wurden. Die zweite Gruppe nahm an einer Klassenraum-basierten Schulungssitzung teil. Die dritte Gruppe galt als Kontrollgruppe und erhielt keine Intervention. Am Ende durchliefen alle Teilnehmer der Studie erneut die Fahrverhaltensbeobachtung im Simulator sowie im Realverkehr. Als Ergebnis zeigte sich, dass Teilnehmer des individuellen, Video-gestützten Simulatortrainings zum Abschluss der Intervention die Anzahl ihrer weiterführenden Blicke beim Abbiegen verdoppeln konnten. Dies fand sich für Fahrten im Simulator ebenso wie für Fahrten im Realverkehr. Die beschriebene Veränderung war größer als in der Kontrollgruppe sowie der Schulungsgruppe, zwischen denen sich kein Unterschied fand. Diese Ergebnisse legen nahe, dass ein Simulatortraining mit spezifischer Rückmeldung bestimmte Aspekte des Fahrens im Simulator, aber auch im Realverkehr verbessern kann.

Eine ähnliche Studie wurde von LAVALLIÈRE, SIMONEAU, TREMBLAY, LAURENDEAU & TEASDALE (2012) durchgeführt. Auch sie untersuchten, inwiefern ein Simulatortraining, ebenfalls unterstützt durch eine Video-basierte Rückmeldung, das Fahrverhalten älterer Personen beeinflussen kann. Die älteren Fahrer wurden hierbei zufällig entweder einer Trainingsgruppe oder einer Kontrollgruppe zugeteilt. In beiden Gruppen wurden drei einstündige Klassenraum-basierte Sitzungen durchgeführt, welche die Teilnehmer auf eine verstärkte Überprüfung des toten Winkels beim Abbiegen und beim Wechseln der Spur aufmerksam machen sollten. Im Anschluss an jede Sitzung durchliefen alle Teilnehmer eine Fahrt im Simulator, wobei lediglich die älteren Fahrer der Trainingsgruppe eine Rückmeldung bezüglich ihrer Fahrkompetenz erhielten. Vor und nach der Intervention nahmen alle Fahrer an einer Fahrverhaltensbeobachtung im Realverkehr teil. Während sich die zwei Gruppen hinsichtlich ihrer Gesamtleistung in der ersten Fahrverhaltensbeobachtung nicht voneinander unterschieden hatten, konnte nach Abschluss des Trainings eine Verbes-

serung unter den Teilnehmern der Trainingsgruppe, welche eine fahrspezifische Rückmeldung erhalten hatten, beobachtet werden. Zudem verdoppelte sich in der Trainingsgruppe die Anzahl der Blicke zur Überprüfung des toten Winkels, während sie in der Kontrollgruppe unverändert blieb. Während in der Studie von ROMOSER & FISHER (2009) unklar blieb, ob die beobachteten Verbesserungen in der Trainingsgruppe durch das Fahren im Simulator, die Rückmeldung oder die Kombination aus beidem ausgelöst wurden, deuten die Ergebnisse von LAVALLIÈRE et al. (2012) darauf hin, dass es wohl die Verbindung aus aktivem Simulatortraining und individuellem Feedback ist, welche die visuellen Suchstrategien verbessert.

Im Allgemeinen lässt sich festhalten, dass Fahrtrainings im Realverkehr und im Simulator bislang überwiegend in Kombination mit einer Klassenraum-basierten Schulungsmaßnahme evaluiert worden sind. Nach dieser Art der Intervention zeigten sich Hinweise auf eine verbesserte Fahrkompetenz in Form einer geringeren Anzahl an Spurschwankungen und Fahrfehlern sowie in Form einer größeren Anzahl an weiterführenden Blicken beim Abbiegen sowie Blicken zur Überprüfung des toten Winkels. Unerlässlich für diese Effekte scheint insbesondere eine individuelle (Video-basierte) Rückmeldung über die Fahrfähigkeit zu sein. Vergleichsweise gute ältere Fahrer können bereits durch einige wenige Fahrten mit Rückmeldungen von einem Fahrlehrer das Leistungsniveau von Fahrern mittleren Alters erreichen (POSCHADEL, 2014). Diese verbesserte Fahrkompetenz scheint zudem zeitlich stabil zu sein. Weitere Forschungsbemühungen sind jedoch nötig, um bestimmen zu können, inwiefern sich unterschiedliche inhaltliche und zeitliche Gestaltungen solch eines Fahrtrainings und Feedbacks auf die Fahrfähigkeit auswirken. Zudem sollten hierbei verschiedene Subgruppen älterer Fahrer Beachtung finden und Langzeiteffekte des Trainings betrachtet werden.

Um zielgruppenspezifische Interventionen ableiten zu können, ist es zudem nötig, Informationen über unterschiedliche Lebensstil- und Altersgruppen zu haben. Aktuell wird von der BAST die Studie SENIORLIFE durchgeführt, welche inhaltlich und methodisch an der AEMEIS-Studie (JANSEN et al., 2001) aus dem Jahr 2001 anknüpft, aus welcher umfassende Beschreibungen mehr oder weniger gefährdeter Lebensstilgruppen von Senioren hervorgingen. Im Rahmen von SENIORLIFE wurden über 2.000 Senioren im Hinblick auf ihre Lebenslage (de-

finiert über Wohnen, Gesundheit, Einkommen und soziales Netzwerk), ihre Werthaltungen, ihren individuellen Sicherheitsbedarf, das persönliche Sicherheitsengagement, verkehrssicherheitsrelevante Erwartungen und die Mediennutzung befragt. Ein zentrales Ziel dieser Studie ist die Erstellung einer differenzierten Charakterisierung unterschiedlicher Lebensstil- und Altersgruppen, auf welche im Anschluss bei der Entwicklung und Umsetzung von Verkehrssicherheitsmaßnahmen für Senioren Bezug genommen werden kann.

### 5.1.3 Fahrzeugtechnik

Bereits seit mehr als 20 Jahren werden Anforderungen an die Tauglichkeit von Fahrerinformations- und -assistenzsystemen für ältere Kraftfahrer diskutiert. Nach GASSER, FREY, SEECK & AUERSWALD (2017) können Fahrerassistenzsysteme hinsichtlich ihrer Wirkweisen unterschieden werden. So existieren Fahrerassistenzsysteme, die informierende und warnende Funktionen haben (Wirkweise A), Systeme, die über eine kontinuierlich automatisierende Funktion verfügen (Wirkweise B) und wieder andere Systeme, die in unfallgeneigten Situationen temporär intervenierende Funktionen aufweisen (Wirkweise C).

Informierende und warnende Systeme wirken ausschließlich mittelbar über den Fahrer auf die Führung des Fahrzeuges ein. Hierbei kann es sich z. B. um einen Verkehrszeichenassistenten handeln, welcher die Geschwindigkeitsbegrenzung anzeigt, oder um einen Spurverlassenswarner, der durch Vibration des Lenkrades den Fahrer bei Annäherung an den Fahrstreifenrand warnt. Informierende Systeme setzen den Fahrer über den aktuellen Status des Fahrzeugs, der Fahrumgebung oder des Fahrers in Kenntnis. Warnende Systeme sind darüber hinaus charakterisiert durch eine Handlungsaufforderung, wobei die Handlung entweder sofort oder zeitlich verzögert vorgenommen werden muss. Im vorangehenden Beispiel informiert der Verkehrszeichenassistent den Fahrer über die geltende Geschwindigkeitsbegrenzung (informierendes Assistenzsystem), während der Spurverlassenswarner zur Änderung des Fahrverhaltens hin zum Halten der Spur auffordert (warnendes Assistenzsystem).

Fahrerassistenzsysteme, die über eine automatisierende Funktion verfügen, üben einen unmittelbaren Einfluss auf die Steuerung des Fahrzeuges aus, die seitens des Fahrers aber immer übersteuert werden kann. Beispiele für solche Systeme sind der Spur-

halteassistent, bei dem durch das System Lenkeingriffe getätigt werden, um den Fahrer dabei zu unterstützen, das Fahrzeug in der Fahrspur zu halten oder die adaptive Geschwindigkeitsregelung, bei der die vom Fahrer eingestellte Geschwindigkeit und der Abstand zum vorausfahrenden Fahrzeug durch selbsttätiges Verzögern und Beschleunigen eingehalten wird.

Die dritte Gruppe, die situativ intervenierenden Funktionen, üben einen direkten Einfluss auf die Fahrzeugsteuerung in kritischen Situationen aus. Das Notbremsassistentensystem bzw. das Nothalteassistentensystem zählen hierzu. Das Nothalteassistentensystem führt zu einem Anhalten des Fahrzeugs, z. B. wenn das System keine Aktivität des Fahrers mehr feststellt. Hierbei wird das System selbständig aktiv und bremst das Fahrzeug ab. Auch diese Systeme können vom Fahrer jederzeit übersteuert werden.

Fahrerinformationssysteme und –assistenzsysteme werden in der Regel nicht für eine spezifische Fahrergruppe entwickelt, sondern sollen allen Fahrern Unterstützung bieten. WALLENTOWITZ & NEUNZIG (2005) haben über Ergebnisse der Unfallforschung versucht, Hinweise auf Situationen zu erhalten, bei denen Ältere von Fahrerassistenzsystemen profitieren können. Laut Unfallforschung sind folgende Verkehrssituationen in Zusammenhang mit Auffälligkeiten Älterer relevant:

- Einordnen bei Spurwechseln und in Kreuzungssituationen,
- Parkier, Wende- und Abbiegemanöver,
- Bewältigung von Konfliktsituationen,
- Bewältigung von Situationen, die eine Interaktion mit anderen Verkehrsteilnehmern notwendig machen,
- Fahren in Situationen mit verminderter oder eingeschränkter Sicht (Nacht, Nebel, etc.). (WALLENTOWITZ & NEUNZIG (2005, S. 118)

Eine ähnliche Herangehensweise erfolgte in einer Studie der Allianz Deutschland AG mit Unterstützung durch European Transport Safety Council (ETSC) (KUBITZKI & JANITZEK, 2009). Die Unfallaktenanalyse aus der Allianz Versicherungs-AG stützt sich auf etwa 2.700 Haftpflicht-Schadenakten, die gezielt nach Altersklassen ausgewertet wurden. Für alle Unfälle mit Personenschaden wurden Ergebnisse in Bezug auf die Adressierbarkeit

	Bremsassistent	Abstandsregeltempomat	Night Vision	Adaptiver Fernlichtassistent/ Adaptives Kurvenlicht	Spurwechselassistent
Eingeschränkte Rundumsicht					X
Geringere Reaktionsleistung	X	X			
Überblicken komplexer Situationen					
Reduzierte Schnellkraft	X				
Eingeschränkte Sehfähigkeit bei Dunkelheit / Dämmerung			X	X	
Eingeschränkte Konzentrationsfähigkeit über längeren Zeitraum		X			

**Tab. 5:** Fahrerassistenzsysteme, die bei möglichen Einschränkungen Älteren Unterstützung bieten können (JOHANNSEN & MÜLLER, 2014)

	Einparkhilfen	Verkehrszeichen-erkennung	Navigations-systeme	Müdigkeits-warner	Kreuzungs-assistent
Eingeschränkte Rundumsicht	X				X
Geringere Reaktionsleistung				X	X
Überblicken komplexer Situationen			X		X
Reduzierte Schnellkraft					
Eingeschränkte Sehfähigkeit bei Dunkelheit / Dämmerung		X	X		X
Eingeschränkte Konzentrationsfähigkeit über längeren Zeitraum		X	X	X	

**Tab. 6:** Fahrerassistenzsysteme, die bei möglichen Einschränkungen Älteren Unterstützung bieten können, Teil 2 (JOHANNSEN & MÜLLER, 2014)

der Unfälle durch ausgewählte Fahrerassistenzsysteme dargestellt. Speziell für die Gruppe der 65-Jährigen und älter zeigten die Fahrerassistenzsysteme Aktive Gefahrenbremsung, Abstandsregeltempomat (ACC), Kreuzungsassistent Linksabbieger, Kreuzungsassistent (Summe) und Assistent in Bezug auf Fahrsicherheit / Aufmerksamkeit / Müdigkeit entsprechenden Nutzen. Hinsichtlich der Unfälle mit Sachschaden wies insbesondere der Parkassistent für die Gruppe der Älteren Nutzen auf. Zusätzlich erfolgte eine genauere Aufschlüsselung des ausgewiesenen Nutzens von Fahrerassistenzsystemen für verschiedene Gruppen älterer Fahrer. Hierbei wurde die Gruppe der 65- bis 74-Jährigen, die Gruppe der 75- bis 79-Jährigen und die Gruppe der 80-Jährigen und älter betrachtet. Gerade für die Gruppe der 80-Jährigen und älter wurde aufgrund der Unfallanalyse ein Kreuzungsassistent (besonders für Linksabbieger) als relevant identifiziert.

JOHANNSEN & MÜLLER (2014) analysierten das Unfallrisiko Älterer und leiteten ausgehend davon Hinweise für Fahrerassistenzsysteme für Senioren ab. Diese werden in den Tabellen 5 und 6 dargestellt.

JOHANNSEN & MÜLLER (2014) betrachten einen Bremsassistenten für ältere Fahrer als sinnvoll, da hierdurch Kollisionen zwischen Fahrzeug und Fußgänger sowie Kollisionen mit anderen Fahrzeugen reduziert werden können. Ermittlungen des theoretischen Sicherheitspotenzials auf der Basis des Schadensgeschehens der Deutschen Versicherer haben im Hinblick auf den Bremsassistenten bei Pkw-Unfällen mit Sachschaden ergeben, dass 22 % der Pkw-Sachschäden mit einem Bremsassistenten hätten verhindert werden können. Je nach Entwicklungsstufe des Bremsassistenten bzw. Notbremsystems hätten Unfallfolgen für ungeschützte Verkehrsteilnehmer abgemildert bzw. Unfälle zu ei-

nem bestimmten Prozentsatz verhindert werden können (HUMMEL, KÜHN, BENDE & LANG, 2011). Bei diesen Ermittlungen wurde zwar das Alter des Fahrers nicht berücksichtigt, jedoch kann von einem Sicherheitsgewinn für Ältere ausgegangen werden. Automatische Notbremssysteme können von der Fahrerreaktion weitestgehend unabhängig agieren und zeigen daher auch noch einen Nutzen, wenn die Fahrerreaktion völlig ausbleibt, sehr verzögert oder unzureichend ist. Speziell für ältere Fahrer, die eventuell körperliche Einschränkungen oder eine verlangsamte Reaktionszeit haben, können automatische Notbremssysteme daher sehr wirkungsvoll sein (Euro NCAP, 2013).

Sichtverbessernde Systeme würden gemäß JOHANNSEN & MÜLLER (2014) die Möglichkeit bieten, die bei älteren Menschen nachlassende Dämmerungssehstärke zu verbessern. Hierfür stehen ein adaptives Kurvenlicht sowie ein Nachtsichtsystem bzw. Nachtsichtassistent zur Verfügung. Beim adaptiven Kurvenlicht werden die Lenkbefehle des Fahrers auf die Scheinwerfer übertragen, um eine bessere Kurvenausleuchtung zu ermöglichen. Das Nachtsichtsystem bzw. der Nachtsichtassistent ist eine Technologie zur Umgebungsdarstellung bei Dunkelheit, wobei durch ein aktives Infrarot Nachtsichtsystem die Straße mit, für das menschliche Auge unsichtbaren, Lichtkegeln ausgeleuchtet wird. Ein im Armaturenbrett installiertes Display bietet dem Fahrer eine größere Sichtweite oder einen stärkeren Kontrast bei Dunkelheit. Bei passiven Nachtsichtassistenten wird die vom Objekt selbst abgegebene Infrarotstrahlung aufgenommen und auf einem Schwarz-Weiß-Bildschirm dargestellt.

JOHANNSEN & MÜLLER (2014) führen weiterhin aus, dass infolge körperlicher Beeinträchtigungen im Alter die Rundumsicht eingeschränkt sein kann. Um diese Einschränkung abzumildern, könnte der Einsatz eines Totwinkel- bzw. eines Einparkassistenten hilfreich sein (JOHANNSEN & MÜLLER, 2013). Der Totwinkelassistent (auch Blind Spot Detection) informiert über Fahrzeuge im toten Winkel und kann die Sicherheit beim Fahrstreifenwechsel erhöhen. Die Einparkhilfe (sog. Abstandskontrolle) warnt den Fahrer akustisch bzw. optisch vor drohenden Kollisionen. Auch kann die Zeit, die benötigt wird, um auf die Instrumententafel zu sehen, aufgrund der längeren Adaptationszeit der Augen auf den Nahbereich mit dem Alter ansteigen (sog. altersbedingte Weitsichtigkeit). Durch die Darstellung von fahrzeugsteuerungsrelevanten Informationen (z. B. Verkehrszeichen) oder Warnungen in der

Frontscheibe und somit im zentralen Gesichtsfeld des Fahrers (Head-Up-Display) wird von einer schnelleren Erkennbarkeit ausgegangen, da die Augen des Fahrers nicht adaptieren müssen (JOHANNSEN & MÜLLER, 2013). Es ist zu beachten, dass beim Einsatz von Head-Up-Displays bestimmte Bereiche des Fahrersichtfeldes (typgenehmigungsrelevanter Sichtbereich gemäß UN-R 125) durch diese nicht verdeckt werden dürfen. Dies ist bei Anordnung von Head-Up-Displays zu berücksichtigen, wenngleich für die Head-Up-Displays selbst derzeit keine spezifischen technischen Vorschriften existieren. Bei nur geringer Beeinträchtigung des Fahrersichtfeldes insgesamt (bspw. weiterhin ausreichende Erkennbarkeit von Objekten im Fahrzeugumfeld durch transparente Darstellung, Abwesenheit von Blendung etc.) dürfte die Sicherheitswirkung auch für Ältere weiterhin positiv zu bewerten sein. Dies ergibt sich, weil eine Adaptation der Augen des Fahrers nicht erforderlich ist und eine Blickabwendung vom Verkehrsgeschehen durch den Einsatz von Head-Up-Displays entfällt. Experimentelle Nutzerstudien belegen Vorteile von Head-Up-Displays in Bezug auf die Gebrauchstauglichkeit eindeutig (MILICIC, 2010).

HOFFMANN, WIPKING, BLANKE & FALKENSTEIN (2013) untersuchten die Ursachen spezifischer Fahrfehler älterer Menschen mit dem Ziel, Ansatzpunkte für die Entwicklung von Fahrerassistenzsystemen, welche speziell älteren Kraftfahrern Unterstützung bieten sollen, abzuleiten. Da für die Verarbeitung relevanter Verkehrsinformationen visuell-räumliche Aufmerksamkeitsleistungen von wesentlicher Bedeutung sind und sich in wissenschaftlichen Untersuchungen ein Zusammenhang zwischen visueller Aufmerksamkeit und Unfallhäufigkeit gezeigt hatte (z. B. OWSLEY, BALL, SLOANE, ROENKER & BRUNI, 1991), standen diese Aspekte im Vordergrund der Untersuchungen. An den zwei Untersuchungen nahmen ältere Fahrer (ab 65 Jahre) und jüngere Fahrer (bis 45 Jahre) teil. HOFFMANN et al. (2013) kombinierten im Rahmen eines Laborversuchs eine Spurhalteaufgabe mit einer peripheren Lichtreizaufgabe. Den Probanden wurden beidseits in verschiedenen Abständen (in der ersten Studie 20° und 60°, in der zweiten Studie 20°, 30°, 40°, 50° und 60° von der Fovea centralis, dem Punkt des schärfsten Sehens), kurze Lichtreize präsentiert, auf die sie während der Spurhalteaufgabe mittels Knopfdruck am Lenkrad zu reagieren hatten. Neben der Erfassung von Verhaltensdaten wie Spurabweichungen, Reaktionszeit und Anzahl der

ausgelassenen Reize wurde ein Elektroenzephalogramm (EEG) abgeleitet, um Informationen über elektrische Hirnaktivität während eines Informationsverarbeitungsprozesses zu erhalten. Im Hinblick auf die Verhaltensdaten wurde festgestellt, dass die Älteren signifikant schlechtere Ergebnisse erzielten als die Jüngeren. Wurden die Lichtreize möglichst nahe der Fovea centralis, also nahe dem zentralen Gesichtsfeld, präsentiert, waren die Ergebnisse vergleichbar mit denen der jüngeren Probanden. Je weiter entfernt Reize in der Peripherie auftauchten, desto mehr Schwierigkeiten hatten ältere Fahrer, die Reize zu erfassen. Durch die Erhebung der EEG-Daten wurde gezeigt, dass die schlechteren Leistungen der älteren Versuchspersonen nicht auf Mängel der peripheren Sehleistung zurückzuführen sind, wie vielfach angenommen, sondern auf spätere kognitive Aufmerksamkeitsprozesse. Hier zeigten die Älteren eine kompensatorische Erhöhung der Anstrengung, die bis 50° Sehwinkel aufrechterhalten werden kann, jedoch bei 60° Sehwinkel deutlich absinkt. Das bedeutet, dass der Kompensationsprozess bei Älteren an sich schon mit einer erhöhten kognitiven Beanspruchung verbunden ist und ab einer bestimmten Entfernung eines Objektes vom zentralen Gesichtsfeld (60°) eine Kompensation von Älteren nicht mehr geleistet werden kann. HOFFMANN et al. (2013) empfehlen, über die Gestaltung des Sehfeldes Einfluss zu nehmen, indem technische Systeme verkehrsrelevante Reize detektieren und durch geeignete Optiken, z. B. spezielle Spiegel, die Exzentrizität peripherer Reize verringern. Dadurch könnten periphere Reize stärker im zentralen Sehfeld dargestellt werden (z. B. auf einem Head-Up-Display).

Bezogen auf die Schwächen älterer Menschen böten nach DAVIDSE (2006) die Fahrerassistenzsysteme, welche die Aufmerksamkeit auf den herannahenden Verkehr lenken, welche Verkehrsteilnehmer im toten Winkel des Fahrers anzeigen, welche den Fahrer bei der Lenkung der Aufmerksamkeit auf relevante Information unterstützen und/ oder welche Wissen über die Entwicklung der nächsten Verkehrssituation vorab liefern, das größte Potenzial für die Verbesserung der Verkehrssicherheit älterer Fahrer.

Im Hinblick auf die Frage, welche Assistenzsysteme älteren Fahrern Unterstützung bieten können, hebt VOLLRATH (2013) Assistenzsysteme hervor, die eine Entlastung im städtischen Gebiet bieten, da Ältere hier vermehrt unterwegs sind. Hierzu gehören u. a. Abstandsregeltempomat, Unterstützung beim

Spurhalten, Ein- und Ausparkhilfen sowie Warnsysteme an Kreuzungen. Notbremsassistentensysteme zur Erhöhung der Sicherheit sind bereits auf dem Markt. Hilfreich können aus Sicht von VOLLRATH (2013) auch Systeme sein, die vor Radfahrern und Fußgängern sowie anderen Fahrzeugen, die neben dem Fahrer auftauchen, warnen.

WALLENTOWITZ & NEUNZIG (2005) weisen auf die Notwendigkeit hin, die Mensch-Maschine-Schnittstelle sowohl an die Möglichkeiten als auch an die Grenzen älterer Fahrer anzupassen. Im Hinblick auf die Entwicklung von Fahrerassistenzsystemen diskutieren HOFFMANN et al. (2013), dass technische Systeme, die über eine Warnfunktion verfügen, u.U. auch zu einer kognitiven Überforderung Älterer führen können. VOLLRATH (2013) weist darauf hin, dass die Belastung für ältere Fahrer – gerade im Stadtverkehr – bereits sehr hoch sei und Assistenzsysteme den Fahrer zusätzlich fordern, verunsichern oder auch ablenken könnten.

In einer Simulatorstudie untersuchten HARTWICH, WITZLACK & KREMS (2014) die Einstellung zu Assistenzsystemen bei Verwendung eines altersspezifischen erweiterten Realitätsdisplays (augmented reality display, ARD) bei jüngeren und älteren Fahrern. Das ARD bietet die Projektion relevanter Verkehrsinformationen über die Windschutzscheibe direkt ins Gesichtsfeld des Fahrers via Head-Up-Display. In der vorliegenden Untersuchung sollte der Fahrer mit Hilfe dieses Systems über die Vorfahrtregeln einer zu befahrenden Kreuzung informiert werden, um ihm die Gelegenheit zu geben, einen Teil einer komplexen Verkehrssituation schon 150 m vor der Kreuzung zu sehen und zu verarbeiten, bevor er in die eigentliche Situation gelangt. Das relevante Vorfahrtzeichen wurde in das Fahrszenario eingeblendet. Die Akzeptanz gegenüber diesem Assistenzsystem war in beiden Altersgruppen positiv.

Einige empirische Befunde haben gezeigt, dass mit zunehmendem Alter das Interesse an Fahrerassistenzsystemen steigt (z. B. VIBORG, 1999; ZAUNER, 2007; ZWERSCHKE, 2006). Befragungen hinsichtlich der Einstellung zu Fahrerassistenzsystemen (VIBORG, 1999) haben ergeben, dass ältere Fahrer (65 Jahre und älter) sich positiver gegenüber bestimmten Fahrerassistenzsystemen äußerten als jüngere Fahrer (zwischen 30 und 45 Jahren). Positiver wurden die Systeme beurteilt, die die Geschwindigkeiten entsprechend den Geschwindigkeitsbeschränkungen oder Glättesituationen oder Nebelsituationen anpassten sowie automatische

Abstandshaltesysteme und Systeme, die den Fahrer vor kritischen Manövern an Kreuzungen warnen. In einer Simulatorstudie von DE WAARD, VAN DER HULST & BROOKHUIS (1999) wurden ähnliche Ergebnisse gefunden. Während ältere Versuchspersonen (60 bis 75 Jahre) die auditiven und visuellen Hinweise bei zu schnellem Fahren, Überfahren eines Stoppzeichens, Rotlichtverstößen und Befahren einer Einbahnstraße in falscher Richtung positiv beurteilten, äußerten sich die jüngeren Fahrer ablehnend. In einer Untersuchung von JAKOBS, LEHNEN & ZIEFLE (2008) hingegen werden eingreifende Systeme (z. B. Autopilot) tendenziell abgelehnt von älteren Personen. Die dargestellten Befunde basieren in erster Linie auf Befragungen.

ZWERSCHKE (2006) wies darauf hin, dass Gründe für eine geringe Kaufbereitschaft für Fahrerassistenzsysteme vielfach darin liegen, dass die Endkunden die Systeme als recht komplex einstufen würden, diese nicht verstehen und sich davor scheuen. Zudem werde Sicherheit im modernen Fahrzeug vorausgesetzt, so dass die Bereitschaft, mehr als 1.000 € für zusätzlichen Sicherheitsgewinn durch Assistenzsysteme auszugeben, sehr gering sei.

TRÜBSWETTER (2015) befasst sich in ihrer Dissertation ausführlich u. a. mit Nutzungsbarrieren (Gründe für die Ablehnung bzw. Nichtnutzung eines Systems) älterer Fahrzeugführer (Fahrer zwischen 60 und 80 Jahren) bei Fahrerassistenzsystemen. Die in Interviews gefundenen Nutzungsbarrieren werden unterteilt in rationale Barrieren (geringe Nützlichkeit), emotionale Barrieren (Mangel an Systemvertrauen, Gefahr der Nachlässigkeit, Gefahr der Ablenkung, Angst vor Kontrollverlust, Angst vor Bevormundung/ Entmündigung, Sicherheitsbedenken, Verlust der Fahrkompetenz, Gefahr der Ermüdung sowie Angst vor Nutzung), sozialstrukturelle Barrieren (Preis für Anschaffung und Instandhaltung, mangelnde Verfügbarkeit, Mangel an Wissen und Erfahrung) und technische Barrieren (Funktionsgrenzen, unerwünschte Systemrückmeldung, komplexe Bedienung). Die Autorin zeigte weiterhin, dass bei Personen ab 65 Jahren zwar der Bekanntheitsgrad von Fahrerassistenzsystemen sehr hoch ist, die Nutzungsrate jedoch sehr gering. Lediglich Assistenzsysteme, die in der Serienausstattung enthalten sind, (wie etwa Tempomat, Einparkhilfe), werden genutzt. Zu fünf ausgewählten Assistenzsystemen wurde den Probanden ein Video gezeigt, welches als Grundlage für die Bewertung des Nutzens diente. Es zeigte sich u. a., dass Fahrer, die

über Systemerfahrung verfügten, den Nutzen höher einschätzten als Teilnehmer ohne Systemerfahrung. Zudem untersuchte sie das Erstnutzungsverhalten älterer Autofahrer (60-75 Jahre) im Umgang mit Fahrerassistenzsystemen und versuchte zu ermitteln, welchen Einfluss ein Fahrerassistenztraining, welches neben Wissen in Bezug auf Funktionsweise, Nutzen, Systemgrenzen und Bedienung auch praktische Nutzungserfahrung vermittelt, auf die Akzeptanz von drei Fahrerassistenzsystemen (Abstandsregeltempomat, Fahrstreifenwechselassistent, Parkassistent) ausübt. Neben einer Kontrollgruppe gab es zwei Experimentalgruppen. Eine Gruppe testete das Fahrerassistenzsystem unter Anleitung eines Trainers, die andere Experimentalgruppe explorierte das System selbstgesteuert. Insgesamt zeigte sich die Bedeutung eines Fahrerassistenztrainings durch Anleitung für den Abstandsregeltempomaten sowie den Parkassistenten in dem Sinne, dass Nutzungsbarrieren abgebaut werden konnten und die Kaufabsicht stieg. Dem Spurwechselassistenten hingegen wurde ein geringerer Nutzen zugeschrieben. Bedienprobleme wurden durch teilnehmende Beobachtung ersichtlich und verdeutlichten insbesondere die Komplexität des Abstandsregeltempomaten und Parkassistenten. Zur Erhöhung der Akzeptanz von Fahrerassistenzsystemen bedarf es aus Sicht von TRÜBSWETTER (2015) gezielter Ansprache und Trainingsangebote (z. B. durch geschultes Verkaufspersonal, Trainer, Fahrproben). Die Autorin sieht weiteren Forschungsbedarf dahingehend, die Akzeptanz gegenüber den Assistenzsystemen Nachsichtassistent, Kollisionswarner und Kreuzungsassistenten, die vor allem älteren Kraftfahrern Unterstützung bieten können, zu untersuchen.

In Zukunft wird es jedoch nicht mehr nur um assistiertes, sondern auch automatisiertes Fahren gehen. Mit zunehmender Automatisierung könnte der Fahrer entlastet und die Verkehrssicherheit erhöht werden. Eine Kategorisierung von Automatisierungsstufen der Wirkweise B (vgl. Kap. 4.1.3) hat die von der BAST ins Leben gerufene Projektgruppe Rechtsfolgen zunehmender Fahrzeugautomatisierung (GASSER et al., 2012) vorgeschlagen. So werden vier Automatisierungslevel unterschieden, - Driver Only (Level 0), assistiert (Level 1), teilautomatisiert (Level 2), hochautomatisiert (Level 3) und vollautomatisiert (Level 4). Diese Stufen der Automatisierung gehen zwischenzeitlich in dem SAE Standard auf und wurden einerseits um eine fünfte Stufe erweitert sowie inhaltlich näher ausdifferen-

ziert (SAE INTERNATIONAL J3016, 2016). Während bei Driver Only der Fahrer manuell fährt, führt er beim assistiertem Fahren entweder die Quer- (Lenkung des Fahrzeugs) oder die Längsführung (Geschwindigkeitsregulierung) dauerhaft aus. Beim teilautomatisiertem Fahren übernimmt das Fahrzeug über einen bestimmten Zeitraum oder in spezifischen Situationen die Längs- und Querführung. Hier muss das Fahrzeug vom Fahrer dauerhaft überwacht werden und der Fahrer muss jederzeit in der Lage sein, die Fahrzeugführung vollständig zu übernehmen. Im Falle der Hochautomatisierung muss der Fahrer das Fahrzeug nicht mehr dauerhaft überwachen und kann eine fahrfremde Tätigkeit ausführen, solange der Fahrer bereit ist, als Rückfallebene für die Fahraufgabe zur Verfügung zu stehen, mithin in angemessener Zeit die Steuerung vollständig zu übernehmen. Das System erkennt dabei alle Systemgrenzen, ist selbst aber nicht in der Lage, entsprechend jeder Ausgangssituation den risikominimalen Zustand herbeizuführen. Beim vollautomatisiertem Fahren ist auch bei Ausbleiben einer Fahrerübernahme das System aus jeder Ausgangssituation heraus in der Lage, die Rückfallebene für die automatisierte Fahrfunktion darzustellen.

Forschungsaktivitäten finden derzeit auf allen Stufen der Fahrzeugautomatisierung statt. Erhebliche Forschungsaktivitäten sind in Bezug auf das teilautomatisierte Fahren (aber auch zum hochautomatisierten Fahren) festzustellen, bei dem für einen bestimmten Zeitraum die Längs- und Querführung des Fahrzeugs vom System übernommen wird. In Bezug auf die Teilautomatisierung ist es erforderlich, in Forschungsbemühungen die Leistungsfähigkeit und Bedürfnisse älterer Fahrer zu beachten, da hier neben Vigilanz auch Aspekte der Aufmerksamkeitsverteilung zu berücksichtigen sind, wenn der Fahrer zur Übernahme des Fahrzeugs aufgefordert wird. Die Bedeutung des Vigilanzkonzeptes bei Teilautomation wird durch Untersuchungen von z. B. VOLLRATH (2015) hervorgehoben. Von der Teilautomatisierung, verspricht man sich eine Erleichterung sowie Komfort für den (älteren) Fahrer. Bei Teilautomatisierung ist der Fahrer gefordert, die automatisierte Fahrfunktion ständig zu überwachen und Fehler rechtzeitig zu entdecken, um adäquat reagieren zu können. Bei Vigilanzaufgaben zeigte sich jedoch, dass die Daueraufmerksamkeit nach etwa 15 Minuten eine deutliche Verminderung aufweist.

Forschungsstudien, die sich mit der Hochautomatisierung beschäftigen, bei der das Fahrzeug über einen gewissen Zeitraum oder in spezifischen Situationen die Längs- und Querführung übernimmt, aber im Unterschied zur Teilautomatisierung der Fahrer das Fahrzeug nicht mehr dauerhaft überwachen muss, gehen insbesondere der Frage nach, wann der Fahrer zurück in the loop ist. Der Fahrer gilt als in the loop, wenn er in den Fahrprozess involviert ist und sich des Status seines Fahrzeuges und der jeweiligen Fahrsituation bewusst ist (FUEST, 2017). Out of the loop bedeutet, dass der Fahrer auf der technischen Seite nicht mehr mit Lenkrad und Pedalerie verbunden ist und dass er auf der psychologischen Seite kognitiv nicht mehr in die Fahraufgabe involviert ist (FUEST, 2017). Bei Bedarf wird er zur Übernahme des Fahrzeugs aufgefordert, wobei hierzu eine ausreichende Zeitreserve vorgesehen werden muss. Untersuchungen haben gezeigt, dass diverse Faktoren die Zeit beeinflussen, wann der Fahrer zurück im Loop ist, um die Längs- und Querführung des Fahrzeugs wieder zu übernehmen. So spielen etwa der Zustand des Fahrers (z. B. MAKISHITA & MATSUNAGA, 2008), die Komplexität der Übernahme-situation (z. B. DAMBÖCK, FARID, TÖNERT & BENGLER, 2012), die kognitiven Anforderungen bei Entscheidungen und Reaktionsauswahl sowie die Art der Nebentätigkeit (MAKISHITA & MATSUNAGA, 2008) eine Rolle. Beim hochautomatisierten Fahren ist zu berücksichtigen, dass bei älteren Fahrern aufgrund z. B. einer Reaktionsverlangsamung die Übernahmezeiten länger sein können. Ebenfalls stellt die Entwicklung des Situationsbewusstseins nach Übernahmeaufforderung eine Anforderung an den Fahrer. ENDSLEY (1995) geht von drei Ebenen des Situationsbewusstseins aus, die verschiedene Stufen der Informationsverarbeitung repräsentieren: Wahrnehmung der kritischen Umgebungsfaktoren, deren Verständnis hinsichtlich ihrer Bedeutung sowie Antizipation der weiterführenden Situationsentwicklung. Nach ENDSLEY et al. (2003) ist einer der Feinde des Situationsbewusstseins das sogenannte out-of-the-loop-Syndrom, ein spezifisches Problem des automatisierten Fahrens. Für ältere Fahrer könnte die Entwicklung des Situationsbewusstseins auf Grund altersbedingter Leistungsminderungen zu einer erhöhten Anforderung an die Übernahme der Fahrzeugsteuerung führen. In diesem Zusammenhang ist es mithin erforderlich, auch ältere Fahrer in Untersuchungen einzubeziehen, um Erkenntnisse über ausreichende Zeitreserven, die dem Fahrer

zur Übernahme der Steuerung bleiben sollen, auch für diese Fahrergruppe zu erhalten.

#### 5.1.4 Infrastruktur

Bei typischen Konfliktsituationen für ältere Kraftfahrer handelt es sich größtenteils um Abbiege-, Einbiege- oder Kreuzen-Unfälle oder um Unfälle im Längsverkehr. Die häufigste Unfallart bei älteren Fahrern ist der Zusammenstoß mit einem entgegenkommenden Fahrzeug beim Linksabbiegen (RUDINGER & KOCHERSCHIED, 2011). Bei diesem Unfalltyp wird der verkehrsrechtlich übergeordnete geradeausfahrende Kraftfahrer der Gegenrichtung vom vorfahrtgewährenden Linksabbieger missachtet, wobei sich diese Unfälle überwiegend an Lichtsignalanlagen ohne Linksabbiegeschutz ereignen. Ebenfalls häufig sind Unfälle beim Einbiegen oder Kreuzen an Knotenpunkten ohne Lichtsignalanlagen. Konflikte bei älteren Fahrern treten überwiegend an Knotenpunkten auf, wenn zwei Fahrströme aus unterschiedlichen Fahrtrichtungen auf der übergeordneten Straße zu berücksichtigen sind (RUDINGER & KOCHERSCHIED, 2011). Ferner können sich bei Mischfahrstreifen für den Geradeaus- und Linksabbiegeverkehr Konflikte ergeben. Hier kann es vorkommen, dass der Geradeausfahrer hinter dem wartenden Linksabbieger plötzlich auf den rechten Fahrstreifen ausschert (GERLACH, SEIPEL, POSCHADEL & BOENKE, 2013).

In dem Projekt „Sichere Knotenpunkte für schwächere Verkehrsteilnehmer“ im Auftrag der UDV haben GERLACH et al. (2013) das Verhalten von Pkw-Fahrern in Bezug auf das Linksabbiegen untersucht. Die Auswertungen des Abbiegeverhaltens von ca. 1.000 älteren Fahrern haben gezeigt, dass Ältere beim Linksabbiegen relativ gesehen mehr Fehler machen als andere jüngere Pkw-Fahrer und dass das Fehlen von Orientierungshilfen im Kreuzungsbereich für Linksabbieger älteren Fahrern an komplexen, hochbelasteten Knotenpunkten besondere Schwierigkeiten bereitet. Deshalb ist beispielsweise eine einfache und verständliche Verkehrsführung im Knotenpunkt mit separaten Abbiegefahrstreifen, entsprechenden Verkehrszeichen und Markierungen vorteilhaft. Verkehrstechnische Maßnahmen, wie die signaltechnisch gesicherte Führung von Linksabbiegern, eine Signalisierung ohne Nachtabschaltung und die Entfernung von Sichthindernissen im Knotenpunktbereich können die Verkehrssicherheit erhöhen. GERLACH et al. (2013) weisen weiterhin darauf hin, dass an Knotenpunk-

ten mit vorfahrtregelnden Verkehrszeichen Defizite im Bereich der Sichtbeziehungen durch Bäume, Maste, Randbebauung, Grundstücksmauern oder auch Haltestellen bestehen können. Bei Neu- und Umbaumaßnahmen von Verkehrsanlagen sind die technischen Regelwerke sachgerecht anzuwenden.

## 5.2 Maßnahmen für ältere Fußgänger

### 5.2.1 Verhaltensänderungen

Eine Maßnahme zur Sensibilisierung von Senioren im Hinblick auf ihre Risiken als Fußgänger im Straßenverkehr stellen Verkehrssicherheitsprogramme dar. Im Rahmen des Programms sicher mobil – Ein Programm für ältere Menschen im Straßenverkehr vom DVR, gefördert durch das Bundesministerium für Verkehr und digitale Infrastruktur, werden Seminare für Verkehrsteilnehmer ab 50 Jahren angeboten. Für verschiedene Arten der Verkehrsteilnahme setzen sich die Teilnehmer in Gesprächsrunden, durchgeführt von ausgebildeten Moderatoren, aktiv mit Themen wie Leistungsfähigkeit und Gesundheit, Miteinander/ Konflikte zwischen Verkehrsteilnehmenden und Planen von Wegen und Verkehrsmittelwahl auseinander. Das Programm bietet durch ein flexibles Modulsystem die Möglichkeit Schwerpunkte zu setzen, die der Art der Verkehrsteilnahme, den Konfliktsituationen und dem Wohnumfeld der Teilnehmenden entsprechen. Im Rahmen des Programms „sicher mobil – Ein Programm für ältere Menschen im Straßenverkehr“ gibt es den Praxisbaustein „Zu Fuß unterwegs“, bei dem ältere Menschen in kleinen Gruppen ihre Umgebung unter dem Aspekt der Fußgängerfreundlichkeit bzw. mit kritischem Blick auf die Gefahren für zu Fuß gehende erkunden können. Im Rahmen des Projekts „Sicher unterwegs mit dem Rollator“ der DVW bieten viele Verkehrswachten Beratung und praktische Hilfe für Rollator-Nutzer an. Experten zeigen die richtige Handhabung und helfen, mit dem neuen Gerät vertraut zu werden. Online hat die DVW bereits Hinweise zum richtigen Einstellen, zum Bremsen und Sichern, zur Sichtbarkeit, zum Zubehör und zur Wartung eines Rollators zusammengestellt.

DOMMES et al. (2014) postulieren, dass ein gezieltes Fußgängertraining ein probates Mittel zur Erhöhung der Fußgängersicherheit sein kann. Bei diesem werden alltägliche Verkehrsanforderungen wie das Planen von Wegen, die Wahl des Verkehrsmittels und neue Straßenverkehrsregeln besprochen.

Weiterhin wird die Bewältigung konkreter Gefahrensituationen im Straßenverkehr, wie das Queren einer Straße, geübt, um das Sicherheitsgefühl der Senioren zu stärken.

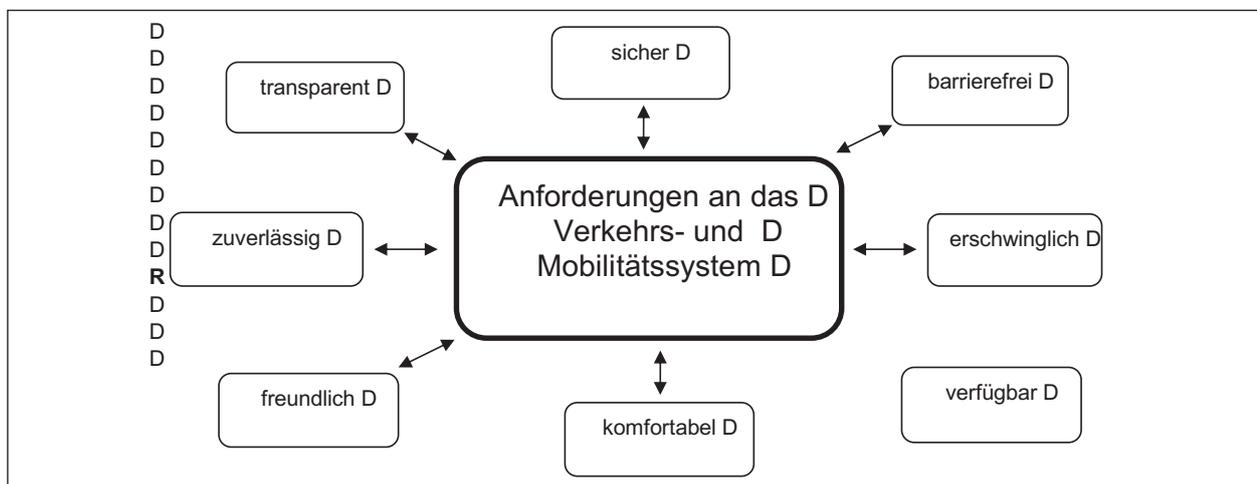
### 5.2.2 Fahrzeugtechnik

Im Bereich der Fahrzeugtechnik gibt es seit einigen Jahren automatische Notbremsassistentensysteme, die Unfälle mit anderen Fahrzeugen verhindern sollen. Notbremsassistentensysteme für drohende Unfälle mit Fußgängern oder Radfahrern finden sich derzeit noch in wenigen Fahrzeugreihen. Es ist jedoch, auch auf Grund der Bewertung der Systeme durch Euro NCAP, eine starke Zunahme der Ausstattungsrate zu beobachten (Euro NCAP, 2012). Diese Systeme erkennen einen drohenden Unfall, versuchen, die Aufmerksamkeit des Fahrers auf das Verkehrsgeschehen zu lenken und leiten eine Notbremsung ein. Sollte der Unfall nicht mehr zu verhindern sein, bremsen die Systeme auch mit dem Ziel, die Kollisionsgeschwindigkeit deutlich zu verringern.

### 5.2.3 Mobilität und Infrastruktur

Im Rahmen der Konferenz „Ageing and Safe Mobility“ wurde das im 7. Forschungsrahmenprogramm der Europäischen Kommission geförderte Projekt TRACY (TRANsport needs for an ageing soCietY) vorgestellt, das sich mit den Mobilitätsansprüchen einer alternden Gesellschaft beschäftigt. Im Rahmen von TRACY wird ein Überblick gegeben über die Anforderungen, die an ein Verkehrs- und Mobilitätssystem in Hinblick auf die Anforderungen an Senioren gestellt werden.

Ein seniorenrechtliches öffentliches Verkehrs- und Mobilitätssystem zeichnet sich durch persönliche und soziale Sicherheit aus. Zu persönlicher Sicherheit gehören sichere, in der Dunkelheit beleuchtete und im besten Fall auch belebte Straßen und Wege, die den Senioren ein individuelles Sicherheitsgefühl geben. Dunkle Wege und Haltestellen sowie abgelegene Plätze werden in der Regel vermieden. Hierzu können z. B. gut ausgebaute, übersichtliche und beleuchtete Wege, übersichtliche Kreuzungen und die räumliche Trennung von Personen- und motorisiertem Verkehr dienen. Unter sozialer Sicherheit wird die Verkehrssicherheit im klassischen Sinn verstanden. Eine (seniorenrechtliche) Infrastruktur sollte barrierefrei sein, denn die Gestaltung einer zugänglichen Infrastruktur hat vor dem Hintergrund des demografischen Wandels eine besondere Bedeutung, denn sie ermöglicht, sich auch im Alter in einem größeren Aktionsradius bewegen zu können. Dabei profitieren auch andere Personen (z. B. Eltern mit Kinderwagen). Auch Halten-auf-Wunsch, sogenannte Bedarfshalte, erleichtern die Wege mobilitätseingeschränkter Menschen. Weiterhin muss das Transport- und Mobilitätssystem grundsätzlich vorhanden, erschwinglich, nutzbar und komfortabel sein. Die Nutzung für ältere Menschen sollte ohne Anstrengung, Stress oder Angst möglich sein. In den Fahrplänen sind angemessene Zeiten für den Ein- und Ausstieg zu berücksichtigen. Wesentlich ist auch die Erkennbarkeit bzw. Lesbarkeit von Verkehrszeichen und Leitsystemen. Verkehrs- und Mobilitätsmöglichkeiten sollten aufmerksam und auf die besonderen Bedürfnisse älterer Menschen eingehen und in leicht verständlicher Form Informationen (bevorzugt persönlich) zur Verfügung stellen. Das Verkehrs- und Mobilitätssystem sollte zudem



**Bild 15:** Anforderungen an das Verkehrs- und Mobilitätssystem (Quelle: EU-Projekt TRACY; hier eigene Darstellung)

zuverlässig und transparent sein. Wichtig sind einfache, standardisierte und pünktliche Mobilitätsformen. Weitere Angelegenheiten, z. B. der Fahrkartenkauf und -entwertung müssen leicht verständlich und standardisiert sein. Gleichfalls unerlässlich ist eine zeitnahe Informationsweitergabe bei unvorhergesehenen Ereignissen.

ECHTERHOFF (2005) zeigte, dass Überforderungen bei älteren Menschen vor allem in komplexen Verkehrssituationen zu beobachten sind, sodass dem Knotenpunktentwurf eine besondere Bedeutung zukommt. Das Forschungsprojekt Sichere Knotenpunkte für schwächere Verkehrsteilnehmer (GERLACH, SEIPEL, POSCHADEL & BOENKE, 2013) untersuchte das Unfallgeschehen an rund 300 Knotenpunkten. Infrastrukturelle Defizite, wie nicht regelwerkskonforme Radverkehrsanlagen, unzureichende Sichtbeziehungen und Mängel in der Verkehrsführung (z. B. fehlende/ undeutliche Markierung) sowie eine fehlende Barrierefreiheit waren an den Knotenpunkten erkennbar. In Knotenpunkten sollten Verkehrsführungen, Beschilderungen und Markierungen gut erkennbar sein. Auch sollten alle Knotenpunktzufahrten über 24 Stunden signalisiert sein (ECHTERHOFF, 2005). Die Einhaltung der Sichtbeziehungen zwischen Fahrer und Fußgänger ist auch im Bereich von Überquerungen zu gewährleisten. Sichere Überquerungsanlagen (ggf. mit Querungshilfen und Mittelinseln), die Verkehrsberuhigung (z. B. Tempo-30-Zonen) und ausreichend lange Grünzeiten an Lichtsignalanlagen können für ältere Fußgänger die subjektive und objektive Sicherheit erhöhen (LIMBOURG, 1999). Signaltechnisch gesicherte Knotenpunkte mit kurzer Wartezeit und akustischen Signalen und angepassten Grünzeiten für die Fußgänger sind ein wichtiger Baustein in der Gestaltung einer altersgerechten Infrastruktur (BRÜDE et al., 2000). Weiterhin kommt der Barrierefreiheit mit kontrastreicher Gestaltung der Gehwege eine besondere Bedeutung zu. Weitere Maßnahmen finden sich in Forschungsberichten (z. B. BAST-Berichte V217, V242, V251).

### 5.3 Maßnahmen für ältere Radfahrer

#### 5.3.1 Verhaltensänderungen

Durch Aufklärungsarbeit wird versucht, ein sicherheitsbewusstes Verhalten des einzelnen Radfahrers im Straßenverkehr zu fördern. Hierzu existiert eine Vielzahl an Kampagnen und Programmen. U. a. stellt der DVR die Broschüre „Sicher Rad fahren

– mit und ohne Elektroantrieb“ zur Verfügung, welche relevante Verkehrsregeln, Hinweise für die technische Sicherheitsausstattung von Fahrrädern sowie Tipps für ein sicheres Verhalten im Straßenverkehr enthält. Die 30-seitige Broschüre behandelt Fahrräder mit Elektroantrieb ebenso wie das klassische Fahrrad ohne elektrische Unterstützung. Weiterhin wird ein Seminar zum Thema Sicherheit für den Radverkehr angeboten, welches üblicherweise in Betrieben oder öffentlichen Einrichtungen durchgeführt wird. Im theoretischen Teil dieses Seminars wird Wissen zu u. a. kritischen Verkehrssituationen, aktuellen Verkehrsregeln beim Radfahren, Fahrradtechnik- und Ausstattung, Schutzhelm sowie physikalischen Grundlagen beim Radfahren vermittelt. Zudem finden in praktischen Trainingselementen Geschicklichkeitsparcours zur Verbesserung der Fahrradbeherrschung, Bremsübungen sowie Fahrradexkursion zu exemplarischen Gefahrenstellen statt. Dieser Kurs wird auch als Variante für Pedelec angeboten, da sich hier Abweichungen durch Fahrgeschwindigkeit, Bremsverhalten, Antriebskonzepte, Gewichtsverteilung, Umgang mit dem Akku und elektrische Sicherheit ergeben.

Im Programm „FahrRad... aber sicher!“ der Deutschen Verkehrswacht e.V. (DVW) wird bei Aktionstagen auf Marktplätzen, in Fußgängerzonen oder bei Radveranstaltungen durch Informationsstände, Radparcours, Helmvorführungen, Unfalldemonstrationen, Reaktionstests sowie Sicherheitschecks in der mobilen Fahrradwerkstatt über Sicherheitsaspekte des Radverkehrs informiert. Die genannten Verkehrssicherheitsprogramme richten sich an Radfahrer aller Altersgruppen.

Die Entwicklung eines Sicherheitstrainings speziell für ältere Radfahrer wurde von der UDV in Auftrag gegeben. Bei dem Programm „Fit mit dem Fahrrad“ führen Ältere unter Anleitung verschiedene Übungen mit dem Fahrrad durch, welche Koordination, Gleichgewicht, Wahrnehmung, Aufmerksamkeit und Konzentration fördern sollen. Zudem erhalten die Teilnehmer ein Übungsheft, dessen Aufgaben (z. B. Zielbremsen, konzentriertes Langsamfahren) sie ohne größeren Aufwand auch Zuhause durchführen können (UDV, 2010). Eine Evaluation der Trainingseffekte im Hinblick auf eine Erhöhung der Verkehrssicherheit im Rahmen einer wissenschaftlichen Studie steht jedoch noch aus.

Ein weiteres speziell für ältere Radfahrer angedachtes Programm zur Erhöhung der Radfahrkompetenz wurde von HAGEMEISTER, BUNTE, BRAM-

MER & WAGNER (2013) entwickelt. Es handelt sich hierbei um ein sportbezogenes Training, welches die posturale Kontrolle, Beweglichkeit und Fitness der Älteren verbessern soll. Im Rahmen einer Evaluation dieses Trainings wurden zwei Mal wöchentlich für ein halbes Jahr die Koordinationsfähigkeit, die Reaktionsfähigkeit, die Kraftausdauerfähigkeit sowie die Ausdauerleistungsfähigkeit trainiert. Zwar zeigte sich eine leichte Abnahme der berichteten gesundheitlichen Beschwerden in der Interventionsgruppe verglichen mit der Kontrollgruppe, die Länge der zurückgelegten Strecken mit dem Rad sowie die Fahrkompetenz in einem Fahrrad-Parcours unterschieden sich jedoch nicht zwischen den zwei Gruppen. Allerdings gab eine Vielzahl der teilnehmenden älteren Radfahrer bereits zu Beginn der Studie einen guten Gesundheitszustand und ein häufiges Radfahren an. Damit sich Verbesserungen der körperlichen Fitness auch in sichererem Verhalten im Straßenverkehr niederschlagen, muss das Training eventuell um weitere Maßnahmen (z. B. Rückmeldungen zur Fahrkompetenz im Parcours) ergänzt werden.

### 5.3.2 Kraftfahrzeugtechnik

#### Notbremsassistentensysteme zum Schutz von Radfahrern

Seit Beginn des letzten Jahrzehnts gibt es im Pkw-Bereich automatische Notbremsassistentensysteme, die Unfälle zwischen Pkw ebenso wie zwischen Pkw und Lkw verhindern oder zumindest beeinflussen können (HOFFMANN, 2008). Diese Systeme erkennen einen drohenden Unfall und warnen den Fahrer optisch, akustisch oder haptisch, beispielsweise durch einen Bremsruck. Wenn der Unfall selbst durch starkes Bremsen vom Fahrer nicht mehr zu vermeiden ist, bremsen diese Systeme auch automatisch mit dem Ziel, die Kollisionsgeschwindigkeit deutlich zu verringern oder die Kollision vollständig zu verhindern. Bremssysteme, die bei Unfällen mit Radfahrern automatisch wirksam werden, sind erst seit kurzem in Serie. Seit Anfang des Jahres 2014 bewertet Euro NCAP (European New Car Assessment Programme) die Leistungsfähigkeit von Notbremsassistentensystemen für Pkw-Auffahrunfallszenarien, seit 2016 erfolgt die Bewertung der Notbremsassistentensysteme zum Fußgängerschutz. Die Einführung von Fahrradfahrer-Szenarien und zugehörigen Tests wird bei Euro NCAP mit dem Jahr 2018 stattfinden (Euro NCAP, 2017). Alle Testkonstellationen, in denen sich die Notbremsassistentensysteme bewähren müssen,

wurden aus dem Unfallgeschehen abgeleitet. Wesentliches Kriterium ist der erzielte Geschwindigkeitsabbau im Test. Die Entwicklung und Feinabstimmung des Testverfahrens für Notbremsassistentensysteme zum Schutz von Radfahrern ist - auch unter Mitwirkung der BAST - weitgehend abgeschlossen. Als Werkzeug kommt ein crashbarer Radfahrerdummy zum Einsatz, der von einer Vorrichtung vor das zu testende Fahrzeug bewegt wird. Es wird mit unterschiedlichen Anprallpositionen und Geschwindigkeiten des Radfahrer-Dummys getestet, so dass die Gesamtheit der Testkonstellationen gut das Unfallgeschehen abdeckt.

#### Abbiegeassistentenz für Lkw

Unfälle unter gleichzeitiger Beteiligung von Lkw und Radfahrern sind häufig folgenschwer. Bei Abbiegeunfällen ist dies besonders gravierend für den Radfahrer, wenn dieser in einer Toten Winkel-Situation mit einem abbiegenden Güterkraftfahrzeug kollidiert. Eine Hochrechnung (Potenzialabschätzung) auf das Bundesgebiet für das Jahr 2012 ergab, dass rund 640 Unfälle mit Personenschaden mit 23 getöteten und weiteren 118 schwerverletzten Radfahrern auf die Unfallsituation zwischen rechtsabbiegenden Güterkraftfahrzeugen und geradeausfahrenden Radfahrern, die in einem Zusammenhang mit dem Toten Winkel eines Güterkraftfahrzeuges stehen können, zurückzuführen sind. Damit stellen diese Unfälle 1 % aller Radfahrernfälle sowie rund 6 % der insgesamt 406 getöteten Radfahrer im Jahr 2012. Die schweren Toten Winkel-Unfälle sind überwiegend geprägt von schweren Güterkraftfahrzeugen mit zulässigem Gesamtgewicht über 7,5 t sowie Sattelschleppern (SCHRECK & PÖPPEL-DECKER, 2014).

Es werden derzeit Abbiegeassistentensysteme diskutiert, die den Lkw-Fahrer beim Abbiegevorgang gezielt warnen, wenn ein Radfahrer übersehen werden könnte. Die Unfallforschung der Versicherer hat ex-ante abgeschätzt, dass ein generischer, optimal funktionierender Abbiegeassistent (eingebaut in der gesamten Flotte), der mittels Sensorik die Bereiche vor und rechts neben dem Lkw überwacht, den Fahrer warnt und ggf. ein Anfahren des Lkw unterbindet, ca. 40 % der Lkw-Fußgänger bzw. Lkw-Radfahrer-Unfälle verhindern könnte (HUMMEL et al., 2011).

Anforderungen an das Leistungsvermögen solcher Abbiegeassistentensysteme bzw. ihre Wirksamkeit bestanden bisher noch nicht. In Projekten der BAST wurde deswegen auf Basis des Unfallgeschehens

ein Entwurf eines Testverfahrens für Abbiegeassistenzsysteme für Lkw erstellt (SEINIGER et al., 2016). Dieses System soll Lkw-Fahrer informieren, wenn sich in einer Rechtsabbiegesituation ein geradeausfahrender Radfahrer im gefährlichen Bereich neben dem Lkw befindet, um die Situation zu entschärfen. Das Testverfahren wurde in Fahrversuchen validiert, Ergebnisse wurden in die Diskussion für internationale kraftfahrzeugtechnische Vorschriften bei der UN-Wirtschaftskommission für Europa (UNECE) eingebracht. Inzwischen wurde ein Vorschriftenentwurf erstellt, ein Abschluss der Diskussionen ist in 2018 zu erwarten.

### 5.3.3 Fahrradtechnik

Um Verletzungen infolge von Stürzen bei älteren Radfahrern zu vermeiden, entwickelten DUBBELDAM, BATEN, BUURKE & RIETMAN (2017) ein Fahrrad mit Unterstützungssystemen. Das sogenannte SOFIE Fahrrad wurde mit einem automatisch adjustierenden Sattel, einem optimierten Rahmen und einer Anfahrunterstützung ausgestattet. Der Sattel, welcher zu Beginn der Fahrt in einer niedrigen Position steht, ermöglicht das Aufsitzen mit beiden Füßen auf dem Boden und somit eine stabile Ausgangsposition. Im Laufe der Fahrt stellt er sich auf seine hohe Position ein, sodass der Fahrende die Beine beim Treten in die Pedale ausstrecken kann. Der Sattel sinkt automatisch herab, sobald die Bremsen betätigt werden oder die Geschwindigkeit unter 8 km/h fällt. Der Rahmen und die Reifen wurden im Hinblick auf mehr Stabilität optimiert, um es dem Fahrenden zu erleichtern, die Balance zu halten. Zudem wurde auf einen tiefen Einstieg geachtet. Ein elektrischer Motor bietet Unterstützung beim Anfahren. In einer Untersuchung des SOFIE Fahrrades im Hinblick auf seine Effektivität und Akzeptanz unter älteren Radfahrern konnten Senioren in Testfahrten kritische Situationen mit dem SOFIE Fahrrad ähnlich gut oder sogar besser bewältigen als mit einem normalen Fahrrad. So ermöglichte der automatisch adjustierende Sattel ein sichereres Aufsitzen und Absteigen. Die Anfahrunterstützung durch den elektrischen Motor und das optimierte Design gingen mit weniger Schwankungen von der geraden Fahrlinie auf der Straße einher. Die Nutzerakzeptanz des SOFIE Fahrrades erwies sich zudem als gut.

Im Rahmen des Projektes „Safe and aware on the bicycle“ wird aktuell in den Niederlanden ein weiteres Assistenzsystem für ältere Radfahrer entwickelt.

Hierzu wurden im ersten Schritt die Ursachen von Alleinunfällen analysiert und ältere Radfahrer hinsichtlich ihres Unterstützungsbedarfs beim Radfahren befragt. Eine Vielzahl der Älteren gab hierbei an, dass sie sich von einem Assistenzsystem wünschen würden, im Voraus über Gefahrenstellen, rutschige Straßen, sich von hinten näherndem Verkehr sowie Gegenverkehr informiert zu werden (DE HAIR, ENGBERS, DUBBELDAM, ZEEGERS & LIERS, 2014). Daraufhin wurde eine Heckkamera entwickelt, welche Fahrzeuge, Radfahrer und Fußgänger erfasst, die sich dem Rad von hinten nähern und den Radfahrer diesbezüglich informiert und warnt. Weiterhin wurde ein Sensor zur Hinderniserkennung entwickelt, welcher oberhalb des Vorderreifens angebracht wird und den Radfahrer über auf der Straße befindliche (hauptsächlich feststehende) Objekte informiert. Die Rückmeldung ist haptisch und erfolgt über einen vibrierenden Sattel bzw. vibrierende Lenkergriffe. Im nächsten Schritt sollen die Assistenzsysteme mit Radfahrenden getestet werden (KWAKKERNAAT & DE HAIR, 2014). Diese Vorrichtungen können insbesondere ältere Radfahrer, welche an Bewegungseinschränkungen im Nackenbereich oder einem beeinträchtigten Hörvermögen leiden, unterstützen und helfen, Unfälle zu vermeiden.

Neben den bereits oben genannten Systemen, die speziell für Ältere entwickelt wurden, gibt es weitere Fahrerassistenzsysteme, die allen Radfahrern helfen können. Natürlich bieten diese auch für ältere Radfahrer Sicherheitsvorteile. Mit der Entwicklung von Fahrerassistenzsystemen für Kraftfahrzeuge versucht man diese auch in den Bereich der Fahrräder zu übertragen. Ein wichtiger Aspekt bei Assistenzsystemen für Fahrräder ist die nötige Energieversorgung der Sensoren, Aktoren sowie der Regelungseinheiten. Im ersten Schritt werden daher vermehrt Systeme an Pedelecs zur Anwendung kommen. Das Projekt Sicherheitsorientierte Fahrerassistenzsysteme für Fahrräder mit Elektroantrieb (SIFAFE) der TU Kaiserslautern untersucht beispielsweise Systeme wie den Notbremsassistenten, den Navigationsassistenten oder ein System zur Unfallmeldung analog des eCalls im Pkw (GÖRGES et al., 2017).

Weitere technische Systeme am Fahrrad zur Erhöhung der Sicherheit und zur Steigerung des Komforts sind z. B. ein Blockier-Verhinderer beim Bremsen analog zum ABS am Pkw (SWR, 2016), eine automatische Gangschaltung (OESTERREICH, 2017) oder der sensorgesteuerte Lichtassistent.

Darüber hinaus kann die Sichtbarkeit der Radfahrenden durch die Verwendung lichttechnischer Einrichtungen auch bei Tageslicht erhöht werden.

### 5.3.4 Infrastruktur

Weitere Maßnahmen zur Sicherung der Mobilität und zur Verbesserung der Sicherheit älterer Radfahrer finden sich im Bereich der Infrastruktur. Diese können hier aufgrund der hauptsächlich verhaltenswissenschaftlichen Ausrichtung des Berichts nicht umfassend behandelt werden.

Da es im Alter häufig zu einer Abnahme des Sehvermögens bei Dämmerung und Dunkelheit sowie zu Einschränkungen der Adaptations- und Akkommodationsfähigkeit der Augen kommt (SCHLAG, 2008), ist eine ausreichende Beleuchtung der Flächen in der Nacht vorzusehen. Diese ermöglicht den Älteren ein besseres Erkennen von Verkehrszeichen sowie von möglichen Hindernissen auf dem Weg (OXLEY et al., 2004). Generell sollte darauf geachtet werden, Hindernisse (z. B. Poller) auf und neben Radverkehrsanlagen zu beseitigen und unvermeidbare Hindernisse sowie (seitliche) Kanten mit einem hohen Kontrast zu markieren (DAVIDSE, 2014). Zu guter Letzt trägt auch die Instandhaltung von Radverkehrsanlagen, z. B. das Ausbessern beschädigter Oberflächen oder das Befreien der Wege von rutschigem Material dazu bei, Unfälle zu vermeiden (METHORST, EENINK, CARDOSO, MACHATA & MALASEK, 2016).

## 6 Zusammenfassung und zukünftiger Forschungsbedarf

Bezogen auf Deutschland umfasst der Begriff des demografischen Wandels den erwarteten langfristigen Rückgang der absoluten Bevölkerungszahl sowie altersstrukturelle Veränderungen mit einer relativen und absoluten Zunahme an älteren Menschen (infas & DLR, 2010). Ende des Jahres 2015 war bereits etwa jeder fünfte Einwohner Deutschlands 65 Jahre oder älter (Statistisches Bundesamt, 2015). Es wird davon ausgegangen, dass sich die Veränderung der Altersstruktur auch auf die Alltagsmobilität auswirkt. Befragungen haben gezeigt, dass im Jahr 2008 im Vergleich zu 2002 mehr ältere Personen aus dem Haus gingen und jeder Einzelne von ihnen dies auch häufiger tat (infas & DLR, 2010). Bezieht man bei der Betrachtung der Wegeanteile

zudem die Veränderung der Bevölkerungsanteile der jeweiligen Altersgruppe mit ein, zeigt sich ein überproportionales Wachstum der Wegeanteile in der Altersgruppe ab 65 Jahren (infas & DLR, 2010).

Nach wie vor ist der motorisierte Individualverkehr das am häufigsten genutzte Verkehrsmittel. In der Altersgruppe ab 65 Jahren wird etwa die Hälfte der Wege pro Tag mit diesem zurückgelegt, im Hinblick auf die Verkehrsleistung sind es sogar 70 % der täglich absolvierten Kilometer (Berechnungen mithilfe des MiT-Tabellentools von infas & DLR, 2010). Drei von vier Senioren gaben im Jahr 2008 an, über einen Führerschein zu verfügen. Ebenso viele gaben an, den Pkw (fast) täglich oder an ein bis drei Tagen pro Woche zu nutzen (infas & DLR, 2010).

Das Fahren des eigenen Pkw ist für ältere Personen von großer Bedeutung, da es ihnen selbstbestimmte Mobilität ermöglicht. Bei Überlegungen zum freiwilligen Einstellen des Fahrens sowie zur Einführung altersbezogener obligatorischer Fahr-eignungsüberprüfungen sollten auch potenzielle negative Auswirkungen auf die Lebensqualität älterer Menschen beachtet werden. So fanden sich bei älteren Personen, die das Autofahren eingestellt hatten u. a. Hinweise auf einen Rückgang der Anzahl an Unternehmungen (LIDDLE et al., 2012), eine geringere Lebenszufriedenheit (LIDDLE et al., 2012), die Entwicklung depressiver Symptome (MAROTTOLI et al., 1997), einen stärkeren Abbau kognitiver Fähigkeiten (CHOI et al., 2014), einen Abbau körperlicher Funktionen (EDWARDS et al., 2009) sowie ein höheres Risiko für die Inanspruchnahme einer Langzeitpflege (FREEMAN et al., 2006). In Anbetracht dessen sollten Anstrengungen unternommen werden, die Fahrkompetenz von Senioren möglichst lang aufrechtzuerhalten, wobei jedoch die Verkehrssicherheit nicht außer Acht gelassen werden darf (KAISER & OSWALD, 2000; POTTGIESSER et al., 2012).

Eine Betrachtung der Unfallzahlen unter Berücksichtigung des Anteils der Senioren an der Gesamtbevölkerung zeigt, dass der Anteil verunglückter Pkw-Fahrer über 65 Jahre an den Verunglückten aller Altersgruppen unterproportional ist. Dies spiegelt die in weiten Teilen geringere Verkehrsteilnahme der Älteren wider. Zwar sind Senioren zum heutigen Zeitpunkt aktiver als frühere Generationen in diesem Alter, dennoch sind die Verfügbarkeit eines Pkw sowie die durchschnittliche Pkw-Jahresfahrleistung der Älteren geringer als die der Jüngeren. Bei Betrachtung der Unfallzahlen zeigt sich, dass

Senioren als Fahrer eines Pkw kein erhöhtes Verkehrsunfallrisiko darstellen. Sie verunglücken als Pkw-Fahrer relativiert auf die Anzahl der Personen dieser Altersgruppe ebenso wie auf die zurückgelegten Kilometer nicht häufiger bei Verkehrsunfällen. Wenn Senioren an einem Verkehrsunfall beteiligt sind, fallen die Unfallfolgen für sie aufgrund der höheren Verletzbarkeit häufig jedoch schwerer aus. Bei der Betrachtung von Unfallzahlen müssen stets systematische Verzerrungen in den Daten aufgrund der Gebrechlichkeit der Älteren (Frailty Bias), ihrer zumeist geringeren Fahrleistung (Low Mileage Bias) sowie der Fahrumgebung (Context Bias) berücksichtigt werden. Ein erhöhtes Unfallrisiko unter den Senioren scheint lediglich für die Wenigfahrer, insbesondere solche ab 75 Jahren, zu bestehen.

Aus der Altersforschung ist bekannt, dass verschiedene Aspekte der psychophysischen Leistungsfähigkeit mit zunehmendem Alter abnehmen. Bestimmte sensorische, kognitive und motorische Funktionen werden oft im Zusammenhang mit dem Führen eines Pkw diskutiert. Im Hinblick auf sensorische Fähigkeiten wird bei älteren Erwachsenen häufig eine verringerte Kontrastwahrnehmung (BURTON et al., 1993), eine Verlangsamung der Dunkeladaptation (JACKSON et al., 1999), eine erhöhte Blendempfindlichkeit (VAN DEN BERG et al., 2007) sowie eine Verlangsamung der Akkommodationsgeschwindigkeit (LOCKHART & SHI, 2010) berichtet. Hinsichtlich kognitiver Funktionen kommt es bei Älteren oft zu Beeinträchtigungen in der Effizienz des Nutzaren Sehfeldes (SEKULER, BENNETT & MAMELAK, 2010), der Geschwindigkeit der Informationsverarbeitung (RIDDLE, 2007), der visuellen Suche (MCPHEE, SCIALFA, DENNIS, HO & CAIRD, 2004) sowie der Effizienz beim Anpassen des Aufmerksamkeitsfokus (GREENWOOD & PARASURAMAN, 2004; MATAS, NETTELBECK & BURNS, 2014). Zudem zeigen sich Einbußen hinsichtlich der Unterdrückung irrelevanter Reize (HAHN, WILD-WALL & FALKENSTEIN, 2011), dem Aufmerksamkeitswechsel zwischen verschiedenen Aufgaben (KRAY & LINDENBERGER, 2000) sowie der Einschätzung von Geschwindigkeit (SCIALFA, GUZY, LEIBOWITZ, GARVEY & TYRRELL, 1991). Im Hinblick auf Veränderungen motorischer Fähigkeiten zeigen ältere Personen eine verringerte Bewegungsgeschwindigkeit (ZHANG et al., 2007) sowie eine eingeschränkte Beweglichkeit der Halswirbelsäule (ISLER et al., 1997). Mit zunehmendem Alter steigt auch die Wahrscheinlichkeit an einer oder mehreren Erkrankungen zu leiden, womit häu-

fig auch Medikamenteneinnahmen verbunden sind. All diese Veränderungen können sich negativ auf die Verkehrssicherheit auswirken.

Die Abnahme der Leistungsfähigkeit kann jedoch weder als genereller, d. h. alle Leistungsbereiche betreffender, noch als universeller, d. h. alle Personen betreffender Abbau körperlicher und geistiger Funktionen betrachtet werden (POTTGIESSER et al., 2012). Vielmehr ist Altern in hohem Maße ein individueller Prozess, der bei verschiedenen Personen, ebenso wie in ihren verschiedenen Fähigkeits- und Fertigungsbereichen sehr unterschiedlich verläuft. Aufgrund dieser hohen inter- und intraindividuellen Variabilität ist das chronologische Alter allein kein geeigneter Prädiktor für die individuelle Leistungsfähigkeit und das Unfallrisiko eines älteren Menschen (POTTGIESSER et al., 2012).

Um alters- und krankheitsbedingten Leistungseinbußen begegnen zu können, aktivieren ältere Fahrer häufig Kompensationsmechanismen. Sie fahren weniger häufig und weniger Kilometer als jüngere Altersgruppen. Sie fahren seltener in Hauptverkehrszeiten und auf Schnellstraßen. Sie meiden Fahrten bei witterungsbedingten schlechten Straßenverhältnissen und Fahrten bei Dämmerung und bei Nacht (BALDOCK et al., 2006; BALL et al., 1998; HAKAMIES-BLOMQVIST, 1994; HENNESSY, 1995; infas & DLR, 2010). Zudem fahren Ältere oft insgesamt langsamer als Fahrer anderer Altersgruppen und halten einen größeren Sicherheitsabstand (ANDREWS & WESTERMAN, 2012; NISHIDA, 1999). POSCHADEL et al. (2012) kommen nach einer Analyse von Forschungsergebnissen aus den psychologisch-neurologischen und medizinischen Wissenschaften zu dem Schluss, dass der alternde Mensch gut in der Lage ist, sein Verhalten den eigenen nachlassenden Fähigkeiten anzupassen. Insgesamt zeige sich ein verantwortungsvoller Umgang mit der Fahrerlaubnis. Das Lebensalter allein führe nicht automatisch zu einer Einschränkung der Fahreignung. Vielmehr sind es Wechselbeziehungen zwischen altersbezogenen Defiziten und im Alter häufig schleichend eintretenden Erkrankungen, die zu einem erhöhten Sicherheitsrisiko im Verkehr führen (KARTHAUS et al., 2015). Wenn eine Krankheit vorliegt, deren Risikopotenzial bekannt ist, sollte geprüft werden, welches Leistungsvermögen noch besteht (POSCHADEL et al., 2012).

Wenn auch des Öfteren Stimmen laut werden, die die Einführung regelmäßiger verpflichtender Gesundheits- oder Fahrverhaltensprüfungen ab einem

gewissen chronologischen Alter fordern, rechtfertigen die Unfallzahlen sowie die wissenschaftlichen Erkenntnisse diese nicht. Eine Auswertung wissenschaftlicher Untersuchungen zur Effektivität verschiedener Eignungsüberprüfungsprozeduren in unterschiedlichen Ländern zeigte für europäische Studien eine Tendenz in Form von eher negativen Effekten für die allgemeine Verkehrssicherheit und die der betroffenen Senioren (FASTENMEIER & GSTALTER, 2013). Die Einführung eines zusätzlichen kognitiven Screenings ging zum Teil einher mit einem Anstieg der älteren Verkehrstoten bei ungeschützter Verkehrsteilnahme (SIREN & MENG, 2012). Restriktive Maßnahmen können dazu führen, dass Ältere vermehrt als Radfahrer oder Fußgänger am Verkehr teilnehmen und damit weniger geschützt sind als im Auto. Altersbezogene Screenings bei Senioren können auch Versagensängste vor der Überprüfung entstehen lassen, welche zu einem verfrühten Einstellen des Fahrens und somit einem Verlust an Mobilität führen können (FASTENMEIER & GSTALTER, 2013). Von älteren Fahrern geht pauschal keine erhöhte Unfallgefahr aus. Ein Handlungsbedarf für restriktive Maßnahmen generell für alle älteren Fahrer lässt sich aus den statistischen Unfalldaten nicht ohne Weiteres ableiten. Ältere Personen treten eher als Gefährdete mit einem stark erhöhten Verletzungsrisiko in Erscheinung (RUDINGER & KOCHERSCHIED, 2011). Die in Deutschland bestehenden Gesetze werden als absolut ausreichend betrachtet (POSCHADEL et al., 2012).

Nach einer Sichtung der Zusammenhänge zwischen der Fahreignung und individuellen Parametern schlussfolgern FASTENMEIER & GSTALTER (2013), dass es keine persönlichen oder biografischen Merkmale einzelner älterer Autofahrer gibt, deren Vorhandensein mit hinreichender Sicherheit auf eine erhöhte Verkehrsgefährdung im Sinne einer zukünftigen Unfallverwicklung schließen lässt. Auch medizinische Tests und Ergebnisse von Leistungstests würden keine Vorhersagen darüber zulassen. So wiesen z. B. ältere Verkehrsteilnehmer, welche im VZR mehrfach auffällig wurden keine größeren sensorischen, kognitiven oder motorischen Defizite oder eine andere Persönlichkeits- und Einstellungsstruktur auf als Einfach-Auffällige (KARTHAUS et al., 2015). Zudem hat sich gezeigt, dass bei Zweifeln an der Fahrkompetenz schlechte Leistungswerte in psychometrischen und/ oder medizinischen Tests kein hinreichendes Kriterium sind, um die Fahreignung in Frage zu stellen. Ein gutes

Abschneiden älterer Fahrer in verschiedenen augenärztlichen und verkehrsmedizinischen Untersuchungen ließ zwar eine relativ gute Vorhersage zu, ob ein älterer Kraftfahrer noch über die nötigen Kompetenzen zum Autofahren verfügt. Der Umkehrschluss konnte jedoch nicht bestätigt werden. So war ein schlechtes Abschneiden älterer Autofahrer kein guter Prädiktor für eine schlechte Fahrkompetenz (POSCHADEL et al., 2012).

Bis dato wurde in mehreren Studien versucht, Zusammenhänge zwischen Ergebnissen kognitiver Testungen und Leistungen während einer Fahrverhaltensbeobachtung herzustellen. Die erklärten Varianzanteile waren hierbei jedoch häufig gering. Es besteht ein Mangel an wissenschaftlichen Belegen für eine kriteriumsvalide Vorhersage der praktischen Fahrkompetenz älterer Fahrer auf der Grundlage von Testergebnissen (ENGIN et al., 2010). Wenn die Fahrkompetenz einer älteren Person überhaupt in Frage steht, gilt eine Fahrverhaltensbeobachtung derzeit als die beste Methode, diese zu überprüfen (POSCHADEL et al., 2012).

Damit ältere Fahrer ihre Leistungseinbußen angemessen kompensieren können, müssen sie ihre eigenen Schwächen und Defizite erkennen und die eigene Fahrtüchtigkeit richtig einschätzen. Nur so können sie ihr Fahrverhalten entsprechend anpassen oder auf Fahrten unter gewissen Umständen verzichten (KAISER & OSWALD, 2000). Obwohl die Mehrheit der älteren Fahrer in der Lage ist, die eigene Fahrfähigkeit adäquat zu bewerten, neigen einige dazu, ihre Fahrkompetenz zu überschätzen oder zu unterschätzen. Wird die Diskrepanz zwischen der Selbstwahrnehmung und der tatsächlichen Leistung in Richtung einer Überschätzung zu groß, entsteht womöglich kein Gefahrenbewusstsein (KARTHAUS et al., 2015). Aber auch das Gegenteil kann der Fall sein. Einige ältere Fahrer unterschätzen ihre Fahrkompetenz, welches die Gefahr eines verfrühten Einstellens des Autofahrens birgt und sich negativ auf die Lebensqualität der älteren Person auswirken kann. Dies verdeutlicht die Notwendigkeit, eine angemessene Einschätzung der eigenen Leistung bei älteren Fahrern zu fördern.

Maßnahmen zur Absenkung des Unfallrisikos und zur Verbesserung der Fahrkompetenz älterer Fahrer können auf drei Ebenen - dem Verkehrsteilnehmer, der Fahrzeugtechnik und der Infrastruktur - ansetzen. Im Hinblick auf den älteren Verkehrsteilnehmer selbst, können die Förderung der Selbstregula-

tion und die Teilnahme an Trainingsmaßnahmen positive Effekte zeigen. Eine stärkere Sensibilisierung älterer Fahrer für Veränderungen von Fähigkeiten, die für das Führen eines Fahrzeuges relevant sind, kann durch eine Hausarztberatung, Schulungsmaßnahmen, Selbsttestungen und/ oder eine adäquate Kennzeichnung fahrtüchtigkeitsbeeinflussender Medikamente erfolgen. Der Hausarzt wird von älteren Personen durchaus als kompetenter Ansprechpartner auf dem Gebiet der Fahrtüchtigkeit erlebt. Im Rahmen einer Mobilitätsberatung sollte der Hausarzt verkehrssicherheitsrelevante Informationen zu einer möglichen Beeinträchtigung der Fahrkompetenz durch Erkrankungen und Medikamente zur Verfügung stellen und gemeinsam mit dem älteren Verkehrsteilnehmer Maßnahmen wie eine freiwillige Überprüfung der Fahrkompetenz erörtern. Auch Schulungsmaßnahmen haben das Potenzial, ältere Fahrer stärker für eigene Leistungseinschränkungen zu sensibilisieren und Verhaltensänderungen im Sinne einer Vermeidung gewisser Verkehrssituationen herbeizuführen (KUA et al., 2007; OWSLEY et al., 2003). Eine Verringerung der Unfallbeteiligung im Anschluss an eine theoretische Schulungsmaßnahme konnten bislang nicht belegt werden (KUA et al., 2007). Im Hinblick auf Selbsttestungen existieren zum einen Selbsteinschätzungstests, in denen der Befragte angehalten wird über Erfahrungen, Einstellungen und (gesundheitliche) Bedenken in Bezug auf die Fahrsicherheit zu reflektieren, zum anderen Testungen in denen die maximale Leistungsfähigkeit einer Person gemessen wird (LANG et al., 2013). Diese Testungen sollten für Senioren möglichst einfach zu handhaben sein, Zuhause vertraulich durchführbar und Rückmeldungen ergeben, welche individuell auf den Testanwender zugeschnitten sind. Ältere Fahrer sollten zudem stärker für die Auswirkungen eingenommener Medikamente auf Verkehrstüchtigkeit sensibilisiert werden. Es wird empfohlen auf dem Markt befindliche Medikamente sowie zukünftige Marktzugänge gemäß dem im DRUID Projekt entwickelten Klassifikationssystem einzuordnen und den Packungsbeilagen entsprechende leicht verständliche Kennzeichnungen und Warnhinweise zu möglichen Beeinträchtigungen der Fahrtauglichkeit hinzuzufügen (SCHULZE et al., 2012).

Im Hinblick auf kognitives Training wurde bislang zumeist der Effekt eines Trainings für das Nutzbare Sehfeld auf die Fahrkompetenz untersucht. Hierbei zeigten sich Hinweise auf eine positive Wirkung in Form einer verringerten Anzahl riskanter Fahrma-

növer sowie reduzierte Unfallzahlen nach der Teilnahme am Training (BALL et al., 2010; ROENKER et al., 2003). Fahrtrainings im Realverkehr und im Simulator wurden bislang überwiegend in Kombination mit einer Klassenraum-basierten Schulungsmaßnahme evaluiert. Nach dieser Art der Intervention zeigten sich Hinweise auf eine verbesserte Fahrkompetenz in Form einer geringeren Anzahl an Spurschwankungen und Fahrfehlern (BÉDARD et al., 2008; PORTER, 2013) sowie in Form einer größeren Anzahl an weiterführenden Blicken beim Abbiegen (ROMOSER & FISHER, 2009) sowie Blicken zur Überprüfung des toten Winkels (LAVALLIÈRE et al., 2012). Unerlässlich für diese Effekte scheint insbesondere eine individuelle (Video-basierte) Rückmeldung über die Fahrfähigkeit zu sein. Vergleichsweise gute ältere Fahrer können bereits durch einige wenige Fahrten mit Rückmeldungen von einem Fahrlehrer das Leistungsniveau von Fahrern mittleren Alters erreichen. Diese verbesserte Fahrkompetenz scheint zudem zeitlich stabil zu sein (POSCHADEL, 2014).

Maßnahmen zur Absenkung des Unfallrisikos und zur Verbesserung der Fahrkompetenz können auch auf der Ebene der modernen Fahrzeugtechnik ansetzen. Hier kann der Einsatz von Fahrerassistenzsystemen hilfreich sein. Da sich Unfälle älterer Pkw-Fahrer häufig an Kreuzungen ereignen, kann ein Kreuzungsassistent, der den Fahrer insbesondere beim Linksabbiegen unterstützt, sinnvoll sein. Auch ein Notbremsassistent, Spurhaltesysteme, Intelligente Lichtsysteme, Toter-Winkel Assistent, Head-Up-Display, Einparkhilfen sowie Nothalteassistentensystem können für ältere Fahrer nützlich sein.

Infrastrukturelle Vorgaben und Empfehlungen finden sich in den technischen Regelwerken der Forschungsgesellschaft für Straßen- und Verkehrswesen (FGSV) e.V. und in den Rechtsvorschriften. Infrastrukturelle Maßnahmen unter Berücksichtigung der Belange von älteren Verkehrsteilnehmern kommen allen Verkehrsteilnehmern und -arten zugute. Beispielsweise ist eine einfache und verständliche Verkehrsführung im Knotenpunkt mit separaten Abbiegefahrstreifen, entsprechenden Verkehrszeichen und Markierungen vorteilhaft. Verkehrstechnische Maßnahmen, wie die signaltechnisch gesicherte Führung von Linksabbiegern, eine Signalisierung ohne Nachtabschaltung und die Entfernung von Sichthindernissen im Knotenpunktbereich können die Verkehrssicherheit erhöhen.

In der vorliegenden Übersichtsarbeit wurden neben Älteren als Pkw-Fahrer auch Ältere als Fußgänger betrachtet. Personen über 65 Jahre legen etwa ein Drittel der Wege pro Tag zu Fuß zurück (infas & DLR, 2010). Bei Betrachtung der Unfallzahlen fällt auf, dass mit zunehmender Schwere der Unfallfolgen, der Anteil der Senioren an den betroffenen Fußgängern steigt. Jeder Dritte schwer verletzte Fußgänger in Deutschland ist 65 Jahre und älter. Der Anteil der getöteten Älteren liegt sogar noch höher. Hier ist etwa jeder zweite getötete Fußgänger über 65 Jahre alt (Statistisches Bundesamt, 2016).

Im Hinblick auf verkehrssicherheitsrelevantes Verhalten älterer Fußgänger ist häufig eine verringerte Gehgeschwindigkeit zu beobachten (DOMMES & CAVALLO, 2011). Ältere Fußgänger benötigen für das Überqueren der Straße etwa doppelt so lang wie jüngere Fußgänger, wobei sich die deutlichsten Unterschiede bei der Wartezeit am Straßenrand zeigen. Auch verhalten sie sich an Fußgängerüberwegen deutlich defensiver und lassen mehr Fahrzeuge passieren, bevor sie die Straße queren. Ältere Fußgänger warten größere räumliche Lücken zwischen den Fahrzeugen ab, bevor sie queren. Aufgrund der häufig geringeren Gehgeschwindigkeit ist die Zeitlücke zwischen dem Queren der Straße und der Ankunft des Fahrzeugs bei älteren Fußgängern geringer als bei jüngeren (OXLEY et al., 1995). Bei älteren Fußgängern erhöht sich die Anzahl unsicherer Querungsentscheidungen vor allem in komplexen und unbekanntem Verkehrssituationen (OXLEY et al., 1997). Eine langsamere Reaktionszeit, verringerte Belastbarkeit und schnellere Ermüdbarkeit begünstigen zudem Stürze (SCHLAG, 2008). Ältere Fußgänger schauen aus Angst vor Stürzen zudem mehr auf den Boden.

Zur Erhöhung der Verkehrssicherheit für ältere Fußgänger können sich Maßnahmen aus den Bereichen der Verkehrspsychologie, Verkehrspädagogik, Infrastruktur und Fahrzeugtechnik sinnvoll ergänzen. Zur Sensibilisierung hinsichtlich der Risiken für Fußgänger im Straßenverkehr und zur Erhöhung der Fußgängersicherheit können Verkehrssicherheitsprogramme sowie ein gezieltes Fußgängertraining probate Mittel sein. Infrastrukturelle Maßnahmen können sichere Überquerungsanlagen (ggf. mit Querungshilfen und Mittelinseln), eine Verkehrsberuhigung (z. B. Tempo-30-Zonen) und ausreichend lange Grünzeiten an Lichtsignalanlagen sowie die Einhaltung der Sichtbeziehungen zwischen Fahrverkehr und Fußgänger sein. Der Barrierefreiheit mit kontrastreicher Gestaltung der

Gehwege kommt eine besondere Bedeutung zu. Im Bereich der Fahrzeugtechnik existieren mittlerweile Notbremsassistenten, die Fußgänger schützen, indem sie diese automatisch erkennen, den Fahrer warnen und abbremmen.

Ältere Personen nehmen auch als Radfahrer am Straßenverkehr teil. In der Altersgruppe ab 65 Jahren werden etwa 9 % der Wege pro Tag mit dem Rad zurückgelegt. Ein Drittel der Senioren gab im Jahr 2008 an, das Fahrrad (fast) täglich oder an ein bis drei Tagen pro Woche zu nutzen (infas & DLR, 2010). Bei Betrachtung der Unfallzahlen fällt auf, dass mit zunehmender Schwere der Unfallfolgen, der Anteil der Senioren an den betroffenen Radfahrern steigt. Etwa ein Viertel aller schwer verletzten Radfahrer sind 65 Jahre und älter. Der Anteil der getöteten Älteren liegt sogar noch höher. Etwa jeder zweite getötete Radfahrer auf deutschen Straßen ist über 65 Jahre alt (Statistisches Bundesamt, 2016).

Es existieren Hinweise darauf, dass es sich bei den Unfällen älterer Radfahrer häufig um Alleinunfälle handelt (DAVIDSE et al., 2014; HAGEMEISTER & TEGEN-KLEBINGAT, 2011). Insbesondere für diese Unfallart wird die Dunkelziffer als hoch eingeschätzt (VON BELOW, 2016). Unter älteren Personen erfreuen sich Fahrräder mit Elektroantrieb wachsender Beliebtheit. Zwar scheinen diese per se keinem erhöhten oder anders gelagerten Sicherheitsrisiko als konventionelle Fahrräder zu unterliegen (SCHLEINITZ et al., 2016), Gefährdungen können jedoch entstehen, wenn die Geschwindigkeit von Pedelecs durch andere Verkehrsteilnehmer unterschätzt wird. Generell erscheint eine fortlaufende, aufmerksame Beobachtung des Fahrverhaltens und Unfallgeschehens von älteren Fahrern angebracht. Gemäß einer Auswertung von Einzeldaten der amtlichen Straßenverkehrsunfallstatistik durch die BAST existieren Hinweise darauf, dass der Anteil von Alleinunfällen an der Gesamtzahl der Unfälle mit Personenschaden im Jahr 2015 für Pedelec-Fahrer höher war als für Fahrer konventioneller Räder.

Lediglich 17 % der älteren Radfahrer geben an, immer einen Fahrradhelm zu tragen. Im Hinblick auf das Ausführen von Nebentätigkeiten wird von Älteren beim Radfahren eher das Beobachten und Greifen des Gepäcks, Hantieren mit Dingen sowie Unterhalten mit anderen Personen berichtet. Das Nutzen eines Mobiltelefons scheint sehr selten bei älteren Radfahrern vorzukommen.

Maßnahmen zur Verbesserung der Verkehrssicherheit älterer Radfahrer können bei der Beeinflussung des Verhaltens der Radfahrenden, der technischen Ausstattung des Fahrrads, der Kfz-Technik oder der Gestaltung der Infrastruktur ansetzen. Ein sicherheitsbewusstes Verhalten einzelner Radfahrer im Straßenverkehr kann durch Aufklärungsarbeit mithilfe von Kampagnen und Programmen gefördert werden. Ein Fahrsicherheitstraining speziell für Ältere kann helfen, die Leistung beim Radfahren zu verbessern. Im Hinblick auf die Fahrradtechnik werden aktuell verschiedene Unterstützungssysteme für Ältere wie ein automatisch adjustierender Sattel, eine Anfahrunterstützung, ein oberhalb des Vorderreifens angebrachter Sensor zur Hinderniserkennung und eine Heckkamera entwickelt und erprobt. Desweiteren sind Assistenzsysteme besonders für Fahrräder mit Elektroantrieb, z. B. Notbremsassistent und Navigationsassistent oder auch ein System zur Unfallmeldung zu nennen. Ebenso könnten ein ABS und ein sensorgesteuerter Lichtassistent für Fahrräder sicherheitsförderlich sein. Insbesondere ist zu erwähnen, dass Fahrräder nur dann im öffentlichen Straßenverkehr in Betrieb genommen werden dürfen, wenn sie mit den vorgeschriebenen und bauartgenehmigten lichttechnischen Einrichtungen ausgerüstet sind. Das Vorhandensein und die Wartung dieser lichttechnischen Einrichtungen erhöhen die Verkehrssicherheit. Kraftfahrzeugseitig existieren mittlerweile Notbremsassistenten, die Radfahrer schützen, indem sie diese automatisch erkennen, den Fahrer warnen und abbremsen. Für Nutzfahrzeuge sind erste Abbiegeassistenzsysteme verfügbar. Im Hinblick auf die Infrastruktur gilt eine ausreichende Beleuchtung der Flächen in der Nacht, eine Beseitigung von Hindernissen (z. B. Poller) auf und neben Radverkehrsanlagen sowie eine Markierung unvermeidbarer Hindernisse und (seitlicher) Kanten mit einem hohen Kontrast (DAVIDSE, 2014) als hilfreich. Zu guter Letzt trägt auch die Instandhaltung von Radverkehrsanlagen, z. B. das Ausbessern beschädigter Oberflächen oder das Befreien der Wege von rutschigem Material dazu bei, Unfälle zu vermeiden (METHORST, EENINK, CARDOSO, MACHATA & MALASEK, 2016).

Im vorliegenden Bericht wurden verkehrssicherheitsrelevante Erkenntnisse zur Fahrkompetenz älterer Autofahrer, welche aus Berichten der BAST, nationalen und internationalen Publikationen sowie der Konferenz Ageing and Safe Mobility in Bergisch Gladbach gewonnen wurden, zusammengetragen.

Bei der Betrachtung dieser ergibt sich in einigen Punkten weiterer Forschungsbedarf.

Im Hinblick auf die Unfallzahlen älterer Pkw-Fahrer hatte ein Vergleich der Unfallraten von Personen unterschiedlicher Altersgruppen mit jedoch gleicher Fahrleistung ergeben, dass die meisten Personen im Alter von 75 Jahren und älter sicherere Fahrer waren als Personen anderer Altersgruppen. Lediglich für ältere Fahrer, die weniger als 3.000 km pro Jahr fuhren, fanden sich erhöhte Unfallzahlen (LANGFORD et al., 2006). Die Gründe für eine geringere Fahrleistung im Alter können u. a. Veränderungen der Fahrgewohnheiten (z. B. aufgrund des Ausscheidens aus dem Berufsleben oder aus finanziellen Gründen) ebenso wie alters- und krankheitsbedingte Einbußen sein. Bislang besteht für eine Gewichtung dieser Einflussfaktoren keine wissenschaftliche Grundlage. Zudem ist bisher die Frage, warum ältere Menschen mit einer geringen Fahrpraxis das deutlich höchste fahrleistungsbezogene Unfallrisiko aufweisen, unzureichend erforscht. Weiterhin liefern bisherige Analysen der Unfallstatistik keine tiefergehenden Erklärungen für ein bestimmtes, beobachtetes Fehlverhalten. Die von der Polizei dokumentierte Unfallursache lässt die eigentliche Ursache des Unfalls (z. B. eine Erkrankung) oft weitgehend offen. Deshalb besteht ein Interesse daran, vertiefende Unfallanalysen durchzuführen.

Weiterer Forschungsbedarf besteht im Hinblick auf die Maßnahmen zur Verbesserung der Verkehrssicherheit älterer Pkw-Fahrer. Bemessen an der Bedeutung des Themas, existieren bislang nur wenige Evaluationsstudien zu Interventionen zur Verbesserung der Fahrkompetenz. Zukünftige Forschungsaktivitäten sollten in kontrollierten Studien die Effekte von kognitiven Trainingsprogrammen sowie Fahrtrainings im Realverkehr untersuchen. Hierbei sollte auch analysiert werden, inwiefern sich unterschiedliche inhaltliche und zeitliche Gestaltungen eines Trainings auf die Fahrfähigkeit auswirken. Neben der Frage nach der Nachhaltigkeit von Trainingseffekten und der Notwendigkeit für Auffrischungstrainings sollten auch verschiedene Subgruppen älterer Fahrer hierbei Beachtung finden. Weiterhin ist bislang die Frage nach dem Einfluss von ärztlichen Mobilitätsberatungen und von Selbstbeurteilungsinstrumenten auf die tatsächliche Selbstregulation und die Verkehrssicherheit älterer Verkehrsteilnehmer noch größtenteils ungeklärt. Die Evaluationen sollen dazu beitragen, zielgruppenspezifisch (Kombinationen von) Maßnahmen empfehlen zu können.

Darüber hinaus sollten auch indirekte Maßnahmen wie fahrzeugtechnische Neuerungen Beachtung finden. Forschungsbedarf ergibt sich hier aus den Fragen, wie Fahrerassistenzsysteme von Älteren genutzt werden, inwiefern sie auf ältere Fahrer zugeschnitten werden können und welchen Einfluss sie auf die Verkehrssicherheit haben. Längerfristig ist es zudem wichtig, die mobilitätsbezogenen Eckdaten älterer Verkehrsteilnehmer zu aktualisieren. Über die Veränderungen solcher Daten lassen sich Prognosen ableiten, die u. a. für eine Verkehrsplanung genutzt werden können.

Da die Betrachtung der Unfallzahlen älterer ungeschützter Verkehrsteilnehmer gezeigt hat, dass etwa jeder zweite getötete Fußgänger und Radfahrer auf deutschen Straßen über 65 Jahre alt ist, sollte zukünftig auf diese ungeschützten Verkehrsteilnehmer ein besonderes Augenmerk gelegt werden. Hier besteht weiterer Untersuchungsbedarf hinsichtlich ihres Verhaltens im Straßenverkehr bei unterschiedlichen verkehrlichen und infrastrukturellen Bedingungen, der Auswirkungen altersbedingter Leistungseinbußen und Erkrankungen auf die Verkehrsteilnahme als ungeschützter Verkehrsteilnehmer sowie die Entwicklung und Evaluation von Maßnahmen zur Verbesserung ihrer Verkehrssicherheit.

Im Allgemeinen stellt die Mobilität eine der wichtigsten Ressourcen eines Menschen dar. Sie entscheidet wesentlich über Selbstständigkeit und Autonomie im Alter und bestimmt über Lebensqualität und Wohlbefinden (FOCKEN & PÜSCHEL, 2017). Studien haben klare Hinweise darauf ergeben, dass sich eine eingeschränkte Mobilität ungünstig auf die körperliche und psychische Entwicklung älterer Personen auswirken kann. In Anbetracht dessen sollten Anstrengungen unternommen werden, die Fahrkompetenz von Senioren möglichst lang aufrechtzuerhalten, wobei jedoch die Verkehrssicherheit nicht außer Acht gelassen werden darf (KAISER & OSWALD, 2000; POTTGIESSER et al., 2012). Es sollte hierbei nicht um Einschränkungen, Ausgrenzung und Verbote gehen, sondern um Aufklärung, Problembewusstsein, Optimierung und Kompensation kognitiver und motorischer Defizite (FOCKEN & PÜSCHEL, 2017). Potenziale älterer Verkehrsteilnehmer sollten besser genutzt werden, um die aktive Teilnahme am Straßenverkehr möglichst lange aufrechtzuerhalten.

## Literatur

- AAA Foundation for traffic safety (2009): Older adults' knowledge about medications that can impact driving. Washington DC: Foundation for Traffic Safety.
- ADAM, C. (1998): Depressive Störungen im Alter – Epidemiologie und soziale Bedingungen. Weinheim: Juventa Verlag.
- ADRIAN, J.; POSTAL, V.; MOESSINGER, M.; RASCLE, N.; CHARLES, A. (2011): Personality traits and executive functions related to on-road driving performance among older drivers. In: *Accident Analysis & Prevention*, 43, 1652–1659.
- ALLARD, R.; RENAUD, J.; MOLINATTI, S.; FAUBERT, J. (2013): Contrast sensitivity, healthy aging and noise. In: *Vision Research*, 92, 47-52.
- 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. Hannover/Darmstadt.
- ALRUTZ, D.; BOHLE, W.; MÜLLER, H.; PRAHLOW, H.; HACKE, U.; LOHMANN, G. (2009): Unfallrisiko und Regelakzeptanz von Fahrradfahrern. Berichte der Bundesanstalt für Straßenwesen, Verkehrstechnik. Heft V 184. Bremerhaven: Wirtschaftsverlag NW.
- ÁLVAREZ, F. J. (2005): Ageing, Mental Illness and Medical Diseases: A Synthesis of Results (IMMORTAL EU research project deliverable R1.9). Valladolid: Universität.
- ANDREWS, E. C.; WESTERMANN, S. J. (2012): Age differences in simulated driving performance: compensatory processes. In: *Accident Analysis & Prevention*, 45, 660–668.
- ANTOV, D.; BANET, A.; BARBIE, R. C.; BELLET, T.; BIMPEH, Y.; BOULANGER, A. (2012): European road users' risk perception and mobility: The SARTRE 4 survey, French Institute of Science and Technology for Transport, Development and Networks.
- ARTHUR, W.; BARRETT, G. V.; ALEXANDER, R. A. (1991): Prediction of Vehicular Accident Involvement: A Meta-Analysis. In: *Human Performance*, 9(2), 89-105.

- AVINERI, E.; SHINAR, D.; SUSILO, Y. (2012): Pedestrians behaviour in cross walks: The effects of fear of falling and age. In: *Accident Analysis & Prevention*, 44(1), 30-34.
- BADDELEY, A. D. (1986): *Working memory*. London: Oxford University, Clarendon Press.
- BALDOCK, M. R. J.; MATHIAS, J. L.; MCLEAN, A. J.; BERNDT, A. (2006): Self-regulation of driving and its relationship to driving ability among older adults. In: *Accident Analysis & Prevention*, 38(5), 1038–1045.
- BALDOCK, M. R. J.; MATHIAS, J. L.; MCLEAN, A. J.; BERNDT, A. (2006): Self-Regulation of Driving and Older Drivers' Functional Abilities. In: *Clinical Gerontologist*, 30(1), 53-70.
- BALL, B.; EDWARDS, J. D.; ROSS, L. A.; MCGWIN JR., G. (2010): Cognitive Training Decreases Motor Vehicle Collision Involvement Among Older Drivers. In: *Journal of American Geriatrics Society*, 58(11), 2107–2113.
- BALL, K.; OWSLEY, C.; STALVEY, B.; ROENKER, D. L.; SLOANE, M. E.; GRAVES, M. (1998): Driving avoidance and functional impairment in older drivers. In: *Accident Analysis & Prevention*, 30(3), 313-322.
- BALL, D.; ROENKER, D. L.; BRUNI J. (1990): Developmental changes in attention and visual search throughout adulthood. In: ENNS, J. (Hrsg.), *Advances in Psychology*, S. 489-507. Amsterdam, Netherlands: Elsevier.
- BALL, K.; WADLEY, V. G.; EDWARDS, J. D. (2002): Advances in technology used to assess and re-train older drivers. In: *Gerontechnology*, 1(4), 251–126.
- BASSEY, E. J.; HARRIES, U. J. (1993): Normal values for handgrip strength in 920 men and women aged over 65 years, and longitudinal changes over 4 years in 620 survivors. In: *Clinical Science*, 84(3), 331-337.
- BEANLAND, V.; SELLBOM, M.; JOHNSON, A. K. (2014): Personality domains and traits that predict self-reported aberrant driving behaviours in a southeastern US university sample. In: *Accident Analysis & Prevention*, 72, 184–192.
- BECKER, S.; ALBRECHT, M. (2003): Verkehrsmedizinische Aspekte im Alter. In: *Zeitschrift für Gerontopsychologie und –psychiatrie*, 16(3), 101-115.
- BÉDARD, M.; ISHERWOOD, I.; MOORE, E.; GIBBONS, C.; LINDSTROM, W. (2004): Evaluation of a re-training program for older drivers. In: *Canadian Journal of Public Health*, 95, 295–299.
- BÉDARD, M.; PORTER, M. M.; MARSHALL, S.; ISHERWOOD, I.; RIENDEAU, J.; WEAVER, B.; TUOKKO, H.; MOLNAR, F.; MILLER-POLGAR, J. (2008): The Combination of Two Training Approaches to Improve Older Adults' Driving Safety. In: *Traffic Injury Prevention*, 9(1), 70-76.
- Begutachtungsleitlinien zur Krafftahreignung (2014), Bundesanstalt für Straßenwesen, Berichte der Bundesanstalt für Straßenwesen. Mensch und Sicherheit. Heft M115. Bremen: Fachverlag NW
- Begutachtungsleitlinien zur Krafftahreignung (2016), Bundesanstalt für Straßenwesen, [https://www.bast.de/BAST\\_2017/DE/Verkehrssicherheit/Fachthemen/BLL/BLL-Download.html](https://www.bast.de/BAST_2017/DE/Verkehrssicherheit/Fachthemen/BLL/BLL-Download.html) (abgerufen am 14.05.2018)
- BERG, M. (1997). Testverfahren mit differentieller Gültigkeit: Innovation für die Leistungsdiagnostik - auch in der Verkehrspsychologie. In: SCHLAG, B. (Hrsg.), *Fortschritte der Verkehrspsychologie 1996*, S. 71-78. Bonn: Deutscher Psychologen Verlag.
- BERG, M.; NÄDTKE, J.: Psychometrisches Testsystem Corporal Plus. Testsystem zur Erfassung kognitiver Funktionen im bild-räumlichen Bereich - Manual. Vistec, Olching 2015.
- BERG, M.; SCHUBERT, W. (1999). Das thematische Testsystem „Corporal“ zur Erfassung von Funktionen der Aufmerksamkeit. Innovation für die verkehrspsychologische Diagnostik. In: *Zeitschrift für Verkehrssicherheit*, 45 (2), 74-81.
- BERGHAUS, G. (1997): Arzneimittel und Fahrtüchtigkeit – Metaanalyse experimenteller Studien. Bericht über das Forschungsprojekt FP 2.9108. Bundesanstalt für Straßenwesen, Bergisch Gladbach.
- BERLIT, P. (2007): *Basiswissen Neurologie*. Heidelberg: Springer-Verlag.
- BHERER, L.; KRAMER, A. F.; PETERSON, M. S. (2005): Training Effects on Dual-Task Perfor-

- mance: Are There Age-Related Differences in Plasticity of Attentional Control? In: *Psychology and Aging*, 20(4), 695–709.
- BLANCHARD, R. A.; MYERS, A. M. (2010): Examination of driving comfort and self-regulatory practices in older adults using in-vehicle devices to assess natural driving patterns. In: *Accident Analysis & Prevention*, 42(4), 1213–1219.
- BMFSFJ – Bundesministerium für Familie, Senioren, Frauen und Jugend (1998): *Zweiter Altenbericht. Wohnen im Alter*. Bonn.
- BOOTZ, F. (2007): Hörvermögen. In: MADEA, B.; MUßHOFF, F.; BERGHAUS, G. (Hrsg.), *Verkehrsmedizin. Fahreignung, Fahrsicherheit, Unfallrekonstruktion*, S. 238–253. Köln: Deutscher Ärzte-Verlag.
- BORKENAU, P.; OSTENDORF, F. (1993): NEO-Fünf-Faktoren Inventar (NEO-FFI) nach Costa und McCrae. Handanweisung. Göttingen: Hogrefe.
- BOWERS, A. R.; MANDEL, A. J.; GOLDSTEIN, R. B.; PELI, E. (2009): Driving with Hemianopia. In: *Detection Performance in a Driving Simulator*. In: *Investigative Ophthalmology & Visual Science*, 50(11), 5137–5147.
- BRABYN, J. A.; SCHNECK, M. E.; LOTT, L. A.; HAEGERSTRÖM-PORTNOY, G. (2005): Night driving self-restriction: vision function and gender differences. In: *Optometry & Vision Science*, 82(8), 755–764.
- BRAEKHUS, A.; ENGEDAL, K. (1996): Mental impairment and driving licences for elderly people—a survey among Norwegian general practitioners. In: *Scandinavian Journal of Primary Health Care*, 14(4), 223–228.
- BRÉBION, G. (2003): Working memory, language comprehension, and aging: four experiments to understand the deficit. In: *Experimental Aging Research*, 29(3), 269–301.
- BRENNER-HARTMANN, J.; BUKASA, B. (2001): Psychologische Leistungsüberprüfung bei der Fahreignungsbegutachtung. In: *Zeitschrift für Verkehrssicherheit*, 471, 1–8.
- BRICKENKAMP, R. (2002): *Test d2 - Aufmerksamkeits-Belastungs-Test. 9., überarbeitete und neu normierte Auflage 2002*.
- BRICKENKAMP, R.; SCHMIDT-ATZERT, L.; LIEPMANN, D. (2010): *d2-R: Test d2 - Revision*. Göttingen: Hogrefe.
- BROUWER, W. (1994): Ältere Autofahrer und Anforderungen an die Aufmerksamkeit. In: TRÄNKLE, U. (Hrsg.), *Autofahren im Alter. Mensch-Fahrzeug-Umwelt*, Band 30, S. 121–137. Köln/Bonn: TÜV Rheinland/Deutscher Psychologen Verlag.
- BROUWER, W.; WATERINK, W.; van WOLFELAAR, P. C.; ROTHENGATTER, T. (1991): Divided attention in experienced young and older drivers: lane tracking and visual analysis in a dynamic driving simulator. In: *Human Factors*, 33(5), 573–582.
- BRÜCKEL, J. (2000): Diabetes mellitus. In: NIKOLAUS, T. (Hrsg.), *Klinische Geriatrie*, S. 450–457. Berlin: Springer-Verlag.
- BRÜDE, U.; LARSSON, J. (2000): What roundabout design provides the highest possible safety? In: *Nordic Road & Transport Research*, 2, 17–21.
- BRUNNAUER, A.; LAUX, G.; GEIGER, E.; MÖLLER, H. J. (2004): The impact of antipsychotics on psychomotor performance with regard to car driving skills. In: *Journal Clinic Psychopharmacology*, 24, 155–160.
- BUCHSTALLER, R. (2007): *Entwicklung einer alters fairen Strategie zur Überprüfung der psychischen Leistungsfähigkeit älterer Kraftfahrer an Begutachtungsstellen für Fahreignung*. Fortschritt-Berichte VDI Reihe 22, Nr. 27. Düsseldorf: VDI Verlag.
- BUKASA, B.; CHRIST, R.; PONOCNY-SELIGER, E.; SMUC, M.; WENNINGER, U. (2003): *Zweite Fahrverhaltensvalidierung der ART2020 Testverfahren*. Kuratorium für Verkehrssicherheit, Wien.
- BURGARD, E. (2005): *Fahrkompetenz im Alter. Die Aussagekraft diagnostischer Instrumente bei Senioren und neurologischen Patienten*. Dissertation an der Ludwig-Maximilians-Universität zu München.
- BURGARD, E.; KISS, M. (2008): Messung fahrrelevanter Kompetenzen im Alter – die Aussagekraft testpsychologischer Untersuchungen für das Autofahren. In: SCHLAG, B. (Hrsg.), *Leistungsfähigkeit und Mobilität im Alter*, Schriftenreihe Mobilität und Alter der Eugen-Butz-Stiftung, Band 03, S. 301–322. Köln: TÜV-Media GmbH.

- BURKHARDT, J. E. (1999): Mobility Changes: Their Nature, Effects, and Meaning for Elders Who Reduce or Cease Driving. In: *Transportation Research Record: Journal of the Transportation Research Board*, 1671, 11–18.
- BURTON, K. B.; OWSLEY, C.; SLOANE, M. E. (1993): Aging and Neural Spatial Contrast Sensitivity: Photopic Vision. In: *Vision Research*, 33(7), 939-946.
- CAMPAGNE, A.; PEBAYLE, T.; MUZET, A. (2004): Correlation between driving errors and vigilance level: Influence of driver's age. In: *Physiology & Behaviour*, 80(4), 515-524.
- CARP, F. M. (1988): Significance of Mobility for the Well-Being of the Elderly. In: *Special Report 218*, 1-20. TRB, National Research Council, Washington, D.C.
- CASSAVAUGH, N. D.; KRAMER, A. F. (2009): Transfer of computer-based training to simulated driving in older adults. In: *Applied Ergonomics*, 40(5), 943–952.
- CASUTT, G.; JÄNCKE, L. (2015): Straßenverkehrsunfälle im Ländervergleich: Unterschiedliche Unfallrate von Senioren zwischen Deutschland und der Schweiz. In: *Zeitschrift für Verkehrssicherheit*, 61(1), 7–20.
- CHANDRARATNA, S.; STAMATIADIS, N.; STROMBERG, A. (2006): Crash involvement of drivers with multiple crashes. In: *Accident Analysis & Prevention*, 38(3), 532–541.
- CHARLTON, J.; OXLEY, J.; FILDES, B.; NEWSTEAD, S.; O'HARE, M.; KOPPEL, S. (2010): An investigation of self-regulatory behaviors of older drivers, Nummer 208. Monash University Accident Research Centre.
- CHOI, M.; LOHMAN, M. C.; MEZUK, B. (2014): Trajectories of cognitive decline by driving mobility: evidence from the Health and Retirement Study. In: *International Journal of Geriatric Psychiatry*, 29(5), 447-453.
- CLAY, O. J.; WADLEY, V. G.; EDWARDS, J. D., ROTH, D. L.; ROENKER, D. L.; BALL, K. K. (2005): Cumulative meta-analysis of the relationship between useful field of view and driving performance in older adults: Current and future implications. In: *Optometry and Vision Science*, 82(8), 724-731.
- COHEN, A. S. (1984): Einflussgrößen auf das nutzbare Sehfeld. Bericht zum Forschungsprojekt 8005 im Auftrag der Bundesanstalt für Straßenwesen, Bereich Unfallforschung, Bergisch Gladbach.
- COHEN, A. S. (1985): Visuelle Informationsaufnahme während der Fahrzeugsteuerung. In: *Schweizerische Zeitschrift für Psychologie*, 44(4), 249-288.
- COHEN, A. S. (1987): The usable field of vision and its variation in a field situation. In: *Zeitschrift für experimentelle und angewandte Psychologie*, 34(1), 17-37.
- COHEN, A. S. (2008): Wahrnehmung als Grundlage der Verkehrsorientierung bei nachlassender Sensorik während der Alterung. In: SCHLAG, B. (Hrsg.), *Leistungsfähigkeit und Mobilität im Alter*, Schriftenreihe Mobilität und Alter der Eugen-Otto-Butz Stiftung, Band 03, S. 65-84. Köln: TÜV Media GmbH.
- CONSOL (2013): EU Project CONSOL, "CONcerns and SOLUTIONs - Road Safety in the Ageing Societies", Work Package 5.1.
- CURL, A. L.; STOWE, J. D.; COONEY, T. M. & PROULX, C. M. (2014): Giving up the keys: how driving cessation affects engagement in later life. In: *Gerontologist*, 54(3), 423-433.
- DAMBÖCK, D., FARID, M., TÖNERT, L.; BENGLER, K. (2012): Übernahmezeiten beim hochautomatisiertem Fahren. 5. Tagung Fahrerassistenz – Schwerpunkt Vernetzung. München: TÜV SÜD Akademie GmbH.
- DANDEKAR, T. (1996): Warum Altern wir? Biologische Aspekte des Älterwerdens. In: *Deutsches Institut für Fernstudienforschung* (Hrsg.), *Funkkolleg Altern*, Studieneinheit 6. Tübingen: Deutsches Institut für Fernstudienforschung.
- DAVIDSE, R. J. (2006): Older drivers and ADAS – Which systems improve road safety? *IATSS Research*, 30, 11-19.
- DAVIDSE, R. J. (2014): Crashes involving cyclists aged 50 and over. Vortrag auf der Konferenz "Ageing and Safe Mobility", Bundesanstalt für Straßenwesen, Bergisch-Gladbach. Online im Internet unter: <http://www.bast.de/DE/Verkehrssicherheit/Publikationen/Veranstaltungen/U-Ageing-2014/Presentations.html> (abgerufen am 14.05.2018)

- DAVIDSE, R. J.; VAN DUIJVENVOORDE, K.; BOELE, M. J.; DOUMEN, M. J. A.; DUIVENVOORDEN, C. W. A. E.; LOUWERSE, W. J. R. (2014): Crashes involving cyclists aged 50 and over: characteristics, scenarios and contributory factors. Vortrag auf der Konferenz "Ageing and Safe Mobility", Bundesanstalt für Straßenwesen, Bergisch-Gladbach. Online im Internet unter: <http://www.bast.de/DE/Verkehrssicherheit/Publikationen/Veranstaltungen/U-Ageing-2014/Präsentationen.html> (abgerufen am 14.05.2018)
- DE HAIR, S.; ENGBERS, C.; DUBBELDAM, R.; ZEEGERS, T.; LIERS, H. (2015): A better understanding of single cycle accidents of elderly cyclists. Berichte der Bundesanstalt für Straßenwesen, Heft F 102, Bremen: Fachverlag NW.
- DE RAEDT, R.; PONJAERT-KRISTOFFERSEN, I. (2000): The relationship between cognitive/neuropsychological factors and car driving performance in older adult. In: *Journal of the Geriatric Society*, 48(12), 1664-1668.
- DESAPRIYA, E.; KERR, J. M.; HEWAPATHIRANE, D. S.; PEIRIS, D.; MANN, B.; GOMES, N.; PEIRIS, K.; SCIME, G.; JONES, J. (2012): Bull bars and vulnerable road users. In: *Traffic Injury Prevention*, 13(1), 86-92.
- DETMERS, C.; WEILLER, C. (2004): Fahreignung bei neurologischen Erkrankungen. Gebundene Ausgabe. Bad Honnef: Hippocampus Verlag.
- Deutsche Gesellschaft für Verkehrspsychologie & Deutsche Gesellschaft für Verkehrsmedizin (2013): Urteilsbildung in der Fahreignungsbegutachtung. Beurteilungskriterien. 3. Auflage. Bonn: Kirschbaum Verlag.
- DE WAARD, D.; VAN DER HULST, M.; BROOKHUIS, K. A. (1999): Elderly and young drivers' reaction to an in-car enforcement and tutoring system. In: *Applied Ergonomics*, 30(2), 147-158.
- DIEGELMAN, N. M.; GILBERTSON, A. D.; MOORE, J. L.; BANOU, E.; MEAGER, M. R. (2004): Validity of the Clock Drawing Test in predicting reports of driving problems in the elderly. In: *BMC Geriatrics*, 4, 10.
- DOMMES, A. & CAVALLO, V (2011): The role of perceptual, cognitive, and motor abilities in street-crossing decisions of young and older pedestrians. In: *Ophthalmic and Physiological Optics*, 31(3), 292-301.
- DOMMES, A.; CAVALLO, V.; DUBUISSON, J. B.; TOURNIER, I.; VIENNE, F. (2014): Crossing a two-way street: comparison of young and old pedestrians. In: *Journal of Safety Research*, 50, 27-34.
- DONGES, E. (1982): Aspekte der aktiven Sicherheit bei der Führung von Personenkraftwagen. In: *Automobil-Industrie*, 27(2), 183-190.
- DONORFIO, L. K. M.; D'AMBROSIO, L. A.; COUGHLIN, J. F.; MOHYDE, M. (2008): Health, Safety, self-regulation and the older driver. It's not just a matter of age.; *Journal of Safety Research*, 39, 555-561.
- DRUMMER, O. H.; GEROSTAMOULOS, J.; BATZIRIS, H.; CHU, M.; CAPLEHORN, J.; ROBERTSON, M. D.; SWANN, P. (2004): The involvement of drugs in drivers of motor vehicles killed in Australian road traffic crashes. In: *Accident Analysis & Prevention*, 36(2), 239-48.
- DU, Y.; SCHEIDT-NAVE, C.; KNOPF, H. (2008): Use of psychotropic drugs and alcohol among noninstitutionalized elderly adults in Germany. In: *Pharmacopsychiatry*, 41, 242-51.
- DUBBELDAM, R.; BATEN, C.; BUURKE, J. H.; RIETMAN, J. S. (2017): SOFIE, a bicycle that supports OLDER CYCLISTS? In: *Accident Analysis & Prevention*, 105, 117-123.
- DUBOIS, S.; BEDARD, M.; WEAVER, B. (2008): The impact of benzodiazepines on safe driving. In: *Traffic Injury Prevention*, 9, 404-413.
- DVR (2012): Senioren sind am liebsten mit dem Auto unterwegs. Forsa-Umfrage zur Mobilität älterer Verkehrsteilnehmer. Online verfügbar unter: [https://www.dvr.de/download/sicher-mobil/dvr-sichermobil-moderatoreninfo\\_13\\_2012.pdf](https://www.dvr.de/download/sicher-mobil/dvr-sichermobil-moderatoreninfo_13_2012.pdf) (abgerufen am 14.05.2018)
- DVR (2012): Praxisbaustein „Zu Fuß unterwegs“. Online verfügbar unter: [https://www.dvr.de/download/sicher-mobil/dvr-sichermobil-moderatoreninfo\\_13\\_2012.pdf](https://www.dvr.de/download/sicher-mobil/dvr-sichermobil-moderatoreninfo_13_2012.pdf) (abgerufen am 14.05.2018)
- DVW (2014): Sicher unterwegs mit dem Rollator. Online verfügbar unter: <http://www.deutsche-verkehrswacht.de/home/dvw-projekte/senioren/rollator.html> (abgerufen am 14.05.2018)
- EBY, D. W.; MOLNAR, L. J.; SHOPE, T.; VIVODA, J. M.; FORDYCE, T. A. (2003): Improving older dri-

- ver knowledge and self-awareness through self-assessment. The driving decisions workbook. In: *Journal of Safety Research*, 34(4), 371-81.
- EBY, D. W.; TOMBLEY, D. A.; MOLNAR, L. J.; SHOPE, T. (1998): *The Assessment of Older Drivers: Capabilities. A Review of the Literature*. Transportation Research Institute University of Michigan.
- ECHTERHOFF, W. (2005): *Strategien zur Sicherung der Mobilität älterer Menschen*. Schriftenreihe Mobilität und Alter der Eugen-Butz-Stiftung, Band 01. Köln: TÜV-Verlag.
- EDWARDS, J. D.; LUNSMAN, M.; PERKINS, M.; REBOK, G. W.; ROTH, D. L. (2009): *Driving Cessation and Health Trajectories in Older Adults*. In: *Journal of Gerontology Series A: Biological Sciences & Medical Sciences*, 64(12), 1290-1295.
- EDWARDS, J. D.; PERKINS, M.; ROSS, L. A.; REYNOLDS, S. L. (2009): *Driving Status and Three-Year Mortality Among Community-Dwelling Older Adults*. In: *Journal of Gerontology Series A: Biological Sciences & Medical Sciences*, 64(2), 300-3053.
- EDWARDS, J. D.; ROSS, L. A.; WADLEY, V. G.; CLAY, O. J.; CROWE, M.; ROENKER, D. L.; BALL, K. K. (2006): *The useful field of view test: Normative data for older adults*. In: *Archives of Clinical Neuropsychology*, 21, 275-286.
- EHSANI, J. P.; LI, K.; SIMONS-MORTON, B. G.; TREE-MCGRATH, C.; PERLUS, J. G.; O'BRIEN, F.; KLAUER, S. G. (2015): *Conscientious personality and young drivers' crash risk*. In: *Journal of Safety Research*, 54, 29-87.
- EISENHANDLER, S. A. (1990): *The Asphalt Identikit: Old Age and the Driver's License*. In: *International Journal of Aging and Human Development*, 30, 1-14.
- ELGIN, J.; MCGWIN, G.; WOOD, J. M.; VAPHIADES, M. S.; BRASWELL, R. A.; DECARLO, D. K.; KLINE, L. B.; OWSLEY, C. (2010): *Evaluation of On-Road Driving in Persons with Hemianopia and Quadrantanopia*. In: *American Journal of Occupational Therapy*, 64(2), 268-278.
- EMERSON, J. L.; JOHNSON, A. M.; DAWSON, J. D.; UC, E. Y.; ANDERSON, S. W.; RIZZO, M. (2012): *Predictors of driving outcomes in advancing age*. In: *Psychological Aging*, 27(3), 550-559.
- ENDSLEY, M.R. (1995): *Toward a theory of situation awareness in dynamic systems*. In: *Human Factors*, 37(2), 381-394.
- ENDSLEY, M.R., BOLTE, B.; JONES, D.G. (2003): *Designing for situation awareness: An approach to user-centered design*. New York: Taylor and Francis.
- ENGIN, T.; KOCHERSCHIED, K.; FELDMANN, M.; RUDINGER, G. (2010): *Entwicklung und Evaluation eines Screening-Tests zur Erfassung der Fahrkompetenz älterer Kraftfahrer (SCREEMO)*. Berichte der Bundesanstalt für Straßenwesen, Mensch und Sicherheit. Heft M 210. Bremen: Fachverlag NW.
- ESSER, P.; DENT, S.; JONES, C.; SHERIDAN, B. J.; BRADLEY, A.; WADE, D. T.; DAWES, H. (2016): *Utility of the MoCA as a cognitive predictor for fitness to drive*. In: *Journal of Neurological Neurosurgery and Psychiatry*, 87(5), 567-568.
- Euro NCAP (2012): *Euro NCAP's AEB fitment survey*, <https://www.euroncap.com/en/vehicle-safety/safety-campaigns/2013-aeb-fitment-survey/> (abgerufen am 14.05.2018)
- Euro NCAP (2013): *Euro NCAP's safety campaigns*, <https://www.euroncap.com/en/vehicle-safety/safety-campaigns/2013-aeb-tests/> (abgerufen am 14.05.2018)
- Euro NCAP (2017): *Euro NCAP Assessment Protocol AEB VRU Test Protocol v2.0*, <https://cdn.euroncap.com/media/26997/euro-ncap-aeb-vru-test-protocol-v20.pdf>. (abgerufen am 14.05.2018).
- EWERT, U. (2006): *Senioren als motorisierte Verkehrsteilnehmer*. bfu-Pilotstudie R 0607. Schweizerische Beratungsstelle für Unfallverhütung, Bern.
- EWERT, U. (2012): *Senioren als Fußgänger*. bfu – Beratungsstelle für Unfallverhütung. bfu- Faktenblatt Nr. 08.
- FALKENSTEIN, M.; POSCHADEL, S.; JOIKO, S. (2014): *Erkenntnisstand zu Verkehrssicherheitsmaßnahmen für ältere Verkehrsteilnehmer*. Berichte der Bundesanstalt für Straßenwesen, Mensch und Sicherheit. Heft M 248. Bremen: Fachverlag NW.
- FALKENSTEIN, M.; SOMMER, S. M. (2008): *Altersbegleitende Veränderungen kognitiver und neu-*

- ronaler Prozesse mit Bedeutung für das Autofahren. In: SCHLAG, B. (Hrsg.), *Leistungsfähigkeit und Mobilität im Alter*, Schriftenreihe *Mobilität und Alter* der Eugen-Butz-Stiftung, Band 03, S. 113-142. Köln: TÜV-Media GmbH.
- FASTENMEIER, W. (2015): Die Rolle der Psychologischen Fahrverhaltensbeobachtung im Beurteilungsprozess der Fahreignung von Senioren. In: *Zeitschrift für Verkehrssicherheit* 6, 97-105.
- FASTENMEIER, W.; GSTALTER, H. (2013): Ältere Fahrer und Verkehrssicherheit – Bestandsaufnahme und mögliche Maßnahmen. In: *Zeitschrift für Verkehrssicherheit*, 59, 5-13.
- FASTENMEIER, W.; GSTALTER, H. (2015): Fahreignung älterer Kraftfahrer im internationalen Vergleich. *Unfallforschung der Versicherer/Gesamtverband der Deutschen Versicherungswirtschaft e.V.* Berlin, Forschungsbericht Nr. 25.
- FIELD, D.; MILLSAPP, R.E. (1991): Personality in Advanced Old Age: Continuity or Change? In: *Journal of Gerontology and Psychological Science*, 46(6), 299-308.
- FIMM, B.; BLANKENHEIM, A.; POSCHADEL, S. (2015): Demenz und Verkehrssicherheit. *Berichte der Bundesanstalt für Straßenwesen, Mensch und Sicherheit*. Heft M 255. Bremen: Fachverlag NW.
- FOCKEN, M.; PÜSCHEL, K. (2017): Mit Vollgas in den Blumenladen – Spektakuläre Verkehrsunfälle aufgrund von Krankheit/Alter. In: *Zeitschrift für Verkehrssicherheit*, 2, 96-97.
- FOLSTEIN, M. F.; FOLSTEIN, S. E.; MCHUGH, P. R. (1975): Mini-Mental State (a practical method for grading the state of patients for the clinician). In: *Journal of Psychiatric Research*, 12, 189-198.
- FOZARD, J. L.; WOLF, E.; BELL, B.; MC FARLAND, R.A.; PODOLSKY, S. (1977): Visual perception and communication. In: BIRREN, J. E.; SCHAIK, K. W. (Hrsg.), *The Handbook of the Psychology of Aging*, S. 497-537. New York: van Nostrand Reinhold.
- FREEMAN, E. E.; GANGE, S. J.; MUÑOZ, B.; WEST, S. K. (2006): Driving Status and Risk of Entry Into Long-Term Care in Older Adults. In: *American Journal of Public Health*, 96(7), 1254-1259.
- FRENSCH, P.A.; LINDENBERGER, U.; KRAY, J. (1999): Imposing structure on an unstructured environment: Ontogenetic changes in the ability to form rules of behavior under conditions of low environmental predictability. In: FRIEDERICI, A.; MENZEL, R. (Hrsg.), *Learning: Rule extraction and representation*, S. 139-162. Berlin, De Gruyter.
- FREUND, B.; COLGROVE, L. A.; BURKE, B. L.; MCLEOD, R. (2005): Self-rated driving performance among elderly drivers referred for driving evaluation. In: *Accident Analysis & Prevention*, 37, 613-618.
- FREUND, B.; GRAVENSTEIN, S.; FERRIS, R.; BURKE, B. L.; SHAHEEN, E. (2005a): Drawing clocks and driving cars. Use of brief tests of cognition to screen driving competency in older adults. In: *Journal of General Internal Medicine*, 20, 240-244.
- FRIES, P.; WOMELSDORF, T.; OOSTENVELD, R.; DESIMONE, R. (2002): The Effects of Visual Stimulation and Selective Visual Attention on Rhythmic Neuronal Synchronization in Macaque Area V4. In: *Journal of Neuroscience*, 28(18), 4823-4835.
- FRONTERA, W.R.; HUGHES, V. A.; LUTZ, K. J.; EVANS, W. J. (1991): A cross-sectional study of muscle strength and mass in 45-to 78-yr-old men and women. In: *Journal of Applied Physiology*, 71(2), 644-650.
- FUEST, T. (2017): Wann ist der Fahrer zurück im Loop? Detailanalyse der kognitiven Übernahmefähigkeit. Vortrag beim 2. Kongress der Fachgruppe Verkehrspsychologie der Deutschen Gesellschaft für Psychologie, Bundesanstalt für Straßenwesen, Bergisch-Gladbach.
- GAO, H.; HOLLYFIELD, J. G. (1992): Aging of the Human Retina. Differential loss of neurons and retinal pigment epithelial cells. In: *Investigative Ophthalmology & Visual Science*, 33, 1-17.
- GASSER, T. M., FREY, A. T., SEECK, A.; AUERSWALD, R. (2017): Comprehensive Definitions for Automated Driving and ADAS. Paper presented at the 25th International Technical Conference on the Enhanced Safety of Vehicles (ESV Detroit).
- GASSER, T. M.; ARZT, C.; AYOUBI, M.; BARTELS, A.; BÜRKLE, L.; EIER, J.; FLEMISCH, F.; HÄCKER, D.; HESSE, T.; HUBER, W.; LOTZ, C.;

- MAURER, M.; RUTH-SCHUMACHER, S.; SCHWARZ, J.; VOGT, W. (2012). Rechtsfolgen zunehmender Fahrzeugautomatisierung. Gemeinsamer Schlussbericht der Projektgruppe. Fahrzeugtechnik, Berichte der Bundesanstalt für Straßenwesen, Heft F83, Bremerhaven: Wirtschaftsverlag NW.
- GELAU, C.; SCHULZE, H.; KROJ, G. (2012): Verhaltensbedingte Determinanten. In: MADEA, B.; MUßHOFF, F.; BERGHAUS, G. (Hrsg.), Verkehrsmedizin. Fahreignung, Fahrsicherheit, Unfallrekonstruktion, S. 647-660. Köln: Deutscher Ärzte-Verlag.
- GERIKE, R. (2016): Sensorische, kognitive und motorische Veränderungen im Alter. Online verfügbar unter <https://www.forschungsinformationssystem.de/servlet/is/396386/> (abgerufen am 14.05.2018)
- GERLACH, J.; SEIPEL, S.; POSCHADEL, S.; BOENKE, D. (2013): Sichere Knotenpunkte für schwächere Verkehrsteilnehmer. Schlussbericht. Herausgegeben vom Gesamtverband der Deutschen Versicherungswirtschaft e. V. / Unfallforschung der Versicherer Berlin.
- GHOSH, A. A.; LOCKHART, T. E.; LIU, J. (2015): Aging effect on detectability, criticality and urgency under various auditory conditions. In: Transport Research Traffic Psychology Behaviour, 31, 25-35.
- GÖRGES, D.; MANZ, W.; MELLINGER, N. (2017): Sicherheitsorientierte Fahrerassistenzsysteme für Elektrofahrräder (SIFAFE); Zusammenfassung der Ergebnisse der Nutzerstudie. Online verfügbar unter: <http://www.bauing.uni-kl.de/imo-ve/forschung/sifafe/> (abgerufen am 14.05.2018)
- GLISKY, E. (2007): Changes in Cognitive Function in Human Aging. In: RIDDLE, D. R. (Hrsg.), Brain Aging: Models, Methods, and Mechanisms, Kapitel 1. Boca Raton (FL): CRC Press / Taylor & Francis.
- GOLZ, D.; HUCHLER, S.; JÖRG, A.; KÜST, J. (2004): Beurteilung der Fahreignung. In: Zeitschrift für Neuropsychologie, 15, 157-167.
- GOODPASTER, B. H.; HARRIS, T. B.; KRITCHEVSKY, S. B.; NEVITT, M.; SCHWARTZ, A. V.; SIMONSICK, E. M.; TYLAVSKY, F. A.; VISSER, M.; NEWMAN, A. B. (2006): The Loss of Skeletal Muscle Strength, Mass, and Quality in Older Adults: The Health, Aging and Body Composition Study. In: Journal of Gerontology Series A: Biological Sciences and Medical Sciences, 61(10), 1059–1064.
- GREENWOOD, P. M.; PARASURAMAN, R. (2004): The scaling of spatial attention in visual search and its modification in healthy aging. In: Perception & Psychophysics, 66(1), 3-22.
- HAGEMEISTER, C.; BUNTE, H.; BRAMMER, N.; WAGNER, P. (2013): Exercises for older cyclists to improve traffic safety. Vortrag auf International Cycling Safety Conference, Helmond, Niederlande.
- HAGEMEISTER, C.; TEGEN-KLEBINGAT, A. (2011): Fahrgewohnheiten älterer Radfahrerinnen und Radfahrer, Band 5. Köln: TÜV Media GmbH.
- HAHN, M.; WILD-WALL, N.; FALKENSTEIN, M. (2011): Age-related differences in performance and stimulus processing in dual task situation. In: Brain Research, 1414, 66-76.
- HAKAMIES-BLOMQUIST, L. (1994): Compensation in older drivers as reflected in their fatal accidents. In: Accident Analysis & Prevention, 26(1), 107–112.
- HAKAMIES-BLOMQUIST, L. (1998): Older drivers' accident risk: Conceptual and methodological issues. In: Accident Analysis & Prevention, 30(3), 293–297.
- HAKAMIES-BLOMQUIST, L. (2003). Ageing Europe. Challenges and opportunities for transport safety. Brussels: European Transport Safety Council. Verfügbar unter: <http://archive.etsc.eu/documents/5th%20European%20Transport%20Safety%20Lecture.pdf> (abgerufen am 14.05.2018)
- HAKAMIES-BLOMQUIST, L.; WAHLSTRÖM, B. (1998): Why do older drivers give up driving? In: Accident Analysis & Prevention, 30(3), 305-312.
- HANNEN, P.; HARTJE, W.; SKRECZEK, W. (1998): Beurteilung der Fahreignung nach Hirnschädigung. Neuropsychologische Diagnostik und Fahrprobe. In: Nervenarzt, 69, 864-872.
- HARRISON, A.; RAGLAND, D.R. (2003) Consequences of driving reduction or cessation for older adults. In: Transportation Research Record, 1843, 96-104.

- HARTJE, W. (2004). Zum Thema „Fahreignung in der klinischen Neuropsychologie“. In: Zeitschrift für Neuropsychologie, Jg. 15, Heft 3, 153-155.
- HARTLEY, A. A. (1992): Attention. In: CRAIK, F. I. M.; SALTHOUSE, T. A. (Hrsg.), *The handbook of aging and cognition*, 3-49. Hillsdale, NJ: Erlbaum.
- HARTWICH, F.; WITZLACK, C. & KREMS, J. F. (2014): Age-specific contact analogue head-up displays: Will they be accepted by older drivers? Vortrag auf der Konferenz „Ageing and Safe Mobility“, Bundesanstalt für Straßenwesen, Bergisch-Gladbach. Online im Internet unter <http://www.bast.de/DE/Verkehrssicherheit/Publikationen/Veranstaltungen/U-Ageing-2014/Presentations.html> (abgerufen am 14.05.2018)
- HAUNER, H.; KÖSTER, I.; SCHUBERT, I. (1998): Diabetes. Trends in der Prävalenz und ambulanten Versorgung von Menschen mit Diabetes mellitus. In: *Deutsches Ärzteblatt*, 104(41), 2799.
- HAY, M.; ADAM, N.; NDIAYE, D.; RICHARD, B.; BOCCA, M.-L.; GABAUDE, C. (2014): A cost-effectiveness analysis of cognitive training programs for older drivers misestimating their cognitive abilities. Vortrag auf der Konferenz „Ageing and Safe Mobility“, Bundesanstalt für Straßenwesen, Bergisch-Gladbach. Online im Internet unter: <http://www.bast.de/DE/Verkehrssicherheit/Publikationen/Veranstaltungen/U-Ageing-2014/Presentations.html> (abgerufen am 14.05.2018)
- HEBERT, C.; DELANEY, J. A.; HEMMELGARN, B.; LÉVESQUE, L. E.; SUISSA S. (2007): Benzodiazepines and elderly drivers: A comparison of pharmacoepidemiological study designs. In: *Pharmacoepidemiological Drug Safety*, 16(8), 845-849.
- HEMMELGARN, B.; SUISSA, S.; HUANG, A.; BOIVIN, J. F.; PINARD, G. (1997): Benzodiazepine use and the risk of motor vehicle crash in the elderly. In: *JAMA*, 278(1), 27-31.
- HENNESSY, D. E. (1995): Vision Testing of Renewal Applicants: Crashes Predicted when Compensation for Impairment is Inadequate. Research and Development Section, California. Department of Motor Vehicles, Sacramento, CA.
- HERBERG, K. (1997): Untersuchung der sicherheitsrelevanten Leistungsfähigkeit mit dem Lebensalter. TÜV Rheinland Kraftfahrt GmbH, Institut für Verkehrssicherheit.
- HEUSER, I. (2000): Depressive Erkrankungen im Alter. In: NIKOLAUS, T. (Hrsg.), *Klinische Geriatrie*, S. 441-449. Berlin: Springer-Verlag.
- HILZ, R.; CAVONIUS, C. R. (1996): Psychophysik des Sehens im Alter. In: Terch-Römer, C.; Wahl, H. W. (Hrsg.), *Seh- und Höreinbußen älterer Menschen. Herausforderungen in Medizin, Psychologie und Rehabilitation*, S. 77-88. Darmstadt: Steinkopff.
- HOFFMANN, J. (2008): Das Darmstädter Verfahren (EVITA) zum Testen und Bewerten von Frontalkollisionsschutzmaßnahmen. Dissertation: TU Darmstadt.
- HOFFMANN, H.; FALKENSTEIN, M.; FRIEG, C. (2013): Experimentelle Untersuchung möglicher Ursachen der Fahrfehler älterer Kraftfahrer – Hinweise für die Entwicklung von FAS für ältere Kraftfahrer. In: Gesellschaft für Fahrzeug- und Verkehrstechnik (Hrsg.), *Der Fahrer im 21. Jahrhundert - Fahrer, Fahrerunterstützung und Bedienbarkeit*, 7. VDI-Tagung (Bd. 2205, S. 159-174). Düsseldorf: VDI Verlag.
- HOFFMANN, H.; WIPKING, C.; BLANKE, L.; FALKENSTEIN, M. (2013): Experimentelle Untersuchung zur Unterstützung der Entwicklung von Fahrerassistenzsystemen für ältere Kraftfahrer. *Berichte der Bundesanstalt für Straßenwesen*, Heft F 86. Bremerhaven: Wirtschaftsverlag NW, 2013.
- HOLLIS, A. M.; DUNCANSON, H.; KAPUST, L. R.; Xi, P. M.; O'CONNOR, M. G. (2015): Validity of the Mini-Mental State Examination and the Montreal Cognitive Assessment in the prediction of driving test outcome. In: *Journal of the American Geriatric Society*, 63(5), 988-992.
- HOLTE, H. (2011): Alters- und krankheitsbedingtes Unfallrisiko. In: RUDINGER, G.; KOCHERSCHIED, K. (Hrsg.), *Ältere Verkehrsteilnehmer – gefährdet oder gefährlich?*, S. 61–84. V&R unipress, Göttingen.
- HOLTE, H.; ALBRECHT, M. (2004): Verkehrsteilnahme und –erleben im Straßenverkehr bei Krankheit und Medikamenteneinnahme. *Berichte der Bundesanstalt für Straßenwesen, Mensch und Sicherheit*. Heft M 162. Bremerhaven: Wirtschaftsverlag NW.
- HORSWILL, M. S.; ANSTEY K. J.; HATHERLY C.; WOOD J. M.; PACHANA N. A. (2011): Older dri-

- vers' insight into their hazard perception ability. In: *Accident Analysis & Prevention*, 43(6), 2121-2127.
- HUMMEL, T., KÜHN, M., BENDE, J.; LANG, A. (2011): Fahrerassistenzsysteme. Ermittlung des Sicherheitspotenzials auf Basis des Schadensgeschehens der Deutschen Versicherer. Berlin: Gesamtverband der Deutschen Versicherungswirtschaft e.V., Unfallforschung der Versicherer.
- IMHOF, M.; MEYERHÖFER, S.; SCHLOSSER, D. (1994): Integrativer Ansatz zur Diagnose von „Hyperaktivität“ in der schulpyschologischen Praxis. In: LAUX, L. (Hrsg.), *Mit Leib und Seele*, S. 177 – 184. Bamberg: Universität Bamberg.
- infas & DIW Berlin (2004): *Mobilität in Deutschland. Ergebnisbericht.* Im Auftrag des Bundesministeriums für Verkehr-, Bau- und Wohnungswesen. Bonn und Berlin.
- infas & DLR (2010): *Mobilität in Deutschland 2008. Ergebnisbericht. Struktur – Aufkommen – Emissionen – Trends.* Im Auftrag des Bundesministeriums für Verkehr, Bau und Stadtentwicklung. Bonn und Berlin.
- infas & DLR (2010a): *Mobilität in Deutschland 2008. Tabellenband.* Im Auftrag des Bundesministeriums für Verkehr, Bau und Stadtentwicklung. Bonn und Berlin.
- ISLER, E. T.; PARSONSON, B. S.; HANSSON, G. J. (1997): Age related effects of restricted head movements on the useful field of view of drivers. In: *Accident Analysis & Prevention*, 29(6), 793-801.
- IWERSEN-BERGMANN, S.; ANDRESEN, H.; PÜSCHEL, K.; HEINEMANN, A.; VON RENTELN-KRUSE, W. (2009): Use of psychotropic substances by the elderly and driving accidents. In: *Zeitschrift für Gerontologie & Geriatrie*, 42(3), 193-204.
- JACKSON, G. R.; OWSLEY, C. & MCGWIN JR, G. (1999): Aging and dark adaptation. In: *Vision Research*, 39(23), 3975–3982.
- JAKOBS, E. M.; LEHNEN, K.; ZIEFLE, M. (2008): *Alter und Technik. Studie zu Technikkonzepten, Techniknutzung und Technikbewertung älterer Menschen.* Aachen: Apprimus Verlag.
- JANKE, M. (1991): Accidents, mileage, and the exaggeration of risk. In: *Accident Analysis & Prevention*, 23 (2/3), 183–188.
- JANSEN, E.; HOLTE, H.; JUNG, C.; KAHMANN, V.; MORITZ, K.; RIETZ, C.; RUDINGER, G.; WEIDEMANN, C. (2001): *Ältere Menschen im künftigen Sicherheitssystem Straße/Fahrzeug/Mensch.* Berichte der Bundesanstalt für Straßenwesen, Mensch und Sicherheit. Heft M134. Bremerhaven: Wirtschaftsverlag NW.
- JOHANNSEN, H.; MÜLLER, G. (2014): „Anpassung von Kraftfahrzeugen an die Anforderungen älterer Menschen auf Basis von Unfalldaten“. In: SCHLAG, B.; BECKMANN, K. J. (Hrsg.), *Mobilität und demografische Entwicklung, Schriftenreihe der Eugen-Otto-Butz-Stiftung Mobilität und Alter, Band 07*, S. 211-238. Köln: TÜV Media GmbH.
- JOHANNSEN, H.; MÜLLER, G. (2013): *Analyse des Unfall- und Verletzungsrisikos von älteren Fahrzeuginsassen. Beitrag zum Themenbereich „Sicherheitskomponenten/Insassenschutz“ der 9. VDI-Tagung „Fahrzeugsicherheit - Sicherheit 2.0“*, Berlin, 20. und 21. November 2013.
- JÜCHTERN, J.-C.; BRANDENBURG, H. (2000): Gerontologische Aspekte des demografischen Wandels. In: NIKOLAUS, T. (Hrsg.), *Klinische Geriatrie*, S. 3-9. Berlin: Springer-Verlag.
- JUNG, W. (2006): Herz- und Gefäßerkrankungen. In: MADEA, B.; MUßHOFF, F.; BERGHAUS, G. (Hrsg.), *Verkehrsmedizin. Fahreignung, Fahrsicherheit, Unfallrekonstruktion*, S. 267-327. Köln: Deutscher Ärzte-Verlag.
- KAISER, H. J.; OSWALD, W. D. (2000): Autofahren im Alter – eine Literaturanalyse. In: *Zeitschrift für Gerontopsychologie & -psychiatrie*, 13(3), 131-170.
- KANTOR, B.; MAUGER, L.; RICHARDSON, V. E.; UNROE, K. T. (2004): An analysis of an Older Driver Evaluation Program. In: *Journal of the American Geriatric Society*, 52, 1326-1330.
- KARTHAUS, M.; WILLEMSEN, R.; JOIKO, S.; FALKENSTEIN, M. (2015): *Kompensationsstrategien von älteren Verkehrsteilnehmern nach einer VZR-Auffälligkeit.* Berichte der Bundesanstalt für Straßenwesen. Mensch und Sicherheit. Heft M 254. Bremen: Fachverlag NW.

- KEEFFE, J. E.; JIN, C. F.; WEIH, L. M.; MCCARTY, C. A.; TAYLOR, H. R. (2002): Vision impairment and older drivers: who's driving? In: *British Journal of Ophthalmology*, 86(10), 1118-1121.
- KIM, H.; RICHARDSON, V. E. (2006): Driving Cessation and Consumption Expenses in the Later Years. In: *Journal of Gerontology: Social Sciences*, 61(6), 347-353.
- KIRCHHOF, B. (2000): Die altersabhängige Makuladegeneration. *Deutsches Ärzteblatt* 97, Heft 21.
- KOCHERSCHIED, K.; RIETZ, C.; POPPELREUTER, S.; RIEST, N.; MULLER, A.; RUDINGER, G.; ENGIN, T. (2007): Verkehrssicherheitsbotschaften für Senioren. Nutzung der Kommunikationspotenziale im allgemeinmedizinischen Behandlungsalltag. *Berichte der Bundesanstalt für Straßenwesen. Mensch und Sicherheit. Heft M 184*. Bremerhaven: Wirtschaftsverlag NW.
- KOK, A. (1999): Varieties of inhibition: Manifestations in cognition, event-related potentials and aging. In: *Acta Psychologica*, 101(2-3), 129-158.
- KOLOMINSKY-RABAS, P. L.; SARTI, C.; HEUSCHMANN, P. U.; GRAF, C. (1998): A prospective community-based study of stroke in Germany-the Erlangen Stroke Project (ESPro): incidence and case fatality at 1, 3, and 12 months. In: *Stroke*, 29(12), 2501-2506.
- KORNER-BITENSKY, N.; KUA, A.; VON ZWECK, C.; VAN BENTHEM, K. (2009): Older driver retraining: An updated systematic review of evidence of effectiveness. In: *Journal of Safety Research*, 40, 105-111.
- KRAY, J.; LI, K. Z. H.; LINDENBERGER, U. (2002): Age-related changes in task-switching components: the role of task uncertainty. In: *Brain and Cognition*, 49, 363-381.
- KRAY, J.; LINDENBERGER, U. (2000): Adult age differences in task switching. In: *Psychological Aging*, 15(1), 126-147.
- KROJ, G. (1995): *Psychologisches Gutachten Kraftfahreignung*. Deutscher Psychologen Verlag GmbH Bonn.
- KROJ, G.; PPEIFFER, G. (1973): *Der Kölner Fahrverhaltens-Test (K-F-V-T)*. Frankfurt: Dr. Arthur Tetzlaff-Verlag.
- KRÜGER, H.-P. (2003). Verkehrstauglichkeit: Ist der ältere Autofahrer eine Gefahr? In: *Geriatric Journal* 1-2(12).
- KRÜGER, H.-P.; KÖRNER, Y.; ROTH, C. (2005): Auto fahren mit Parkinson. In: *ZNS & Schmerz*, 1, 2-17.
- KUA, A.; KORNER-BITENSKY, N.; DESROSIERS, J.; MAN-SON-HING, M.; MARSCHALL, S. (2007): Older driver retraining: A systematic review of evidence of effectiveness. In: *Journal of Safety Research*, 38, 81-90.
- KUBITZKI, J.; JANITZEK, T. (2009): Sicherheit und Mobilität älterer Verkehrsteilnehmer. Eine Studie der Allianz Deutschland AG mit Unterstützung des European Traffic Safety Council. München-Ismaning: Allianz Zentrum für Technik (AZT).
- KWAKKERNAAT, M.; DE HAIR, S. (2014): Safe and Aware on the Bike. An advisory system for elderly cyclists for improving safety and comfort. Vortrag auf der Konferenz "Ageing and Safe Mobility", Bundesanstalt für Straßenwesen, Bergisch-Gladbach. Online im Internet unter <http://www.bast.de/DE/Verkehrssicherheit/Publikationen/Veranstaltungen/U-Ageing-2014/Presentations.html> (abgerufen am 14.05.2018)
- KWOK, J. C. W.; GELINAS, I.; BENOIT, D.; CHILINGARYAN, G. (2015): Predictive validity of the Montreal Cognitive Assessment (MoCA) as a screening tool for on-road driving performance. In: *British Journal of Occupational Therapy*, 78, 100-108.
- LACHENMAYR, B.; BERGER, J.; BUSER, A.; KELLER, O. (1998): Reduced visual capacity increases the risk of accidents in street traffic. In: *Der Ophthalmologe*, 95(1), 44-50.
- LAMBLE, D.; SUMMALA, H.; HYVÄRINEN, L. (2002): Driving performance of drivers with impaired central visual field acuity. In: *Accident Analysis & Prevention*, 34(5), 711-716.
- LANG, E. (1999): Autofahren und Krankheiten im Alter. Immer eine Gefahr? In: KAISER, H. J.; OSWALD, W. D. (Hrsg.), *Altern und Auto fahren*, S. 35-49. Bern, Göttingen, Toronto, Seattle: Huber.
- LANG, E.; KOHLSCHÜTTER, S. (1980): Besonderheiten der Krankheitserkennung beim betagten Patienten. In: *Therapiewoche*, 30, 5270-5275.

- LANG, B.; PARKES, A.; FERNÁNDEZ MEDINA, K. (2013): Driving choices for the older motorist: The role of self-assessment tools. Transport Research Laboratory.
- LANGFORD, J.; METHORST, R.; HAKAMIES-BLOMQUIST, L. (2006): Older drivers do not have a high crash risk - A replication of low mileage bias. In: *Accident Analysis & Prevention*, 38, 574–578.
- LAVALLIÈRE, M.; SIMONEAU, M.; TREMBLAY, M.; LAURENDEAU, D.; TEASDALE, N. (2012): Active training and driving-specific feedback improve older drivers visual search prior to lane changes. In: *BMC Geriatrics*, 12(5).
- LEPPIK, I. E. (2001): Treatment of Epilepsy in the Elderly. In: *Epilepsy Curriculum*, 1(2), 46-47.
- LEROY, A. A.; MORSE, M.L. (2008): Multiple Medications and Vehicle Crashes: Analysis of Databases. Final report. Department of Transportation National Highway Traffic Safety Administration, Washington, D.C..
- LEYDHECKER, W. (1975): *Grundriss der Augenheilkunde*. Berlin Heidelberg: Springer-Verlag.
- LIDDLE, J.; GUSTAFSSON, L.; BARTLETT, H.; MCKENNA, K. (2012): Time use, role participation and life satisfaction of older people: impact of driving status. In: *Occupation Therapy Journal*, 59(5), 384-392.
- LIMBOURG, M.; MATERN, S. (1999): *Erleben, Verhalten und Sicherheit älterer Menschen im Straßenverkehr*. Schriftenreihe Mobilität und Alter der Eugen-Otto-Butz Stiftung. Band 4, Köln.
- LINDENBERGER, U.; SMITH, J.; MAYER, K.U.; BALTES, P. B. (2010): *Die Berliner Altersstudie*, 3. erweiterte Auflage, Akademie Verlag, Berlin.
- LOBJOIS, R.; CAVALLO, V. (2009): The effects of aging on street-crossing behavior: from estimation to actual crossing. In: *Accident Analysis & Prevention*, 41(2), 259-67.
- LOCKHART, T. E.; SHI, W. (2010): Effects of Age on Dynamic Accommodation. In: *Ergonomics*, 53(7), 892-903.
- LONGO, M. C.; HUNTER, C. E.; LOKAN, R. J.; WHITE, J. M.; WHITE M. A. (2000): The prevalence of alcohol, cannabinoids, benzodiazepines and stimulants amongst injured drivers and their role in driver culpability – Part II: The relationship between drug prevalence and drug concentration, and driver culpability. In: *Accident Analysis & Prevention*, 32, 623-32.
- LORD, W. (2011): Das NEO-Persönlichkeitsinventar in der berufsbezogenen Anwendung. Interpretation und Feedback. Göttingen: Hogrefe.
- LOTTNER, S.; ROIDER, G.; PAUL, L. D. (2010): Pharmakotherapie und Fahrtüchtigkeit. In: *Medical Science Law*, 40, 206–215.
- LUCIDI, F.; MALLIA, L.; LAZARUS, L.; VIOLANI, C. (2014): Personality and attitudes as predictors of risky driving among older drivers. In: *Accident Analysis & Prevention*, 72, 318-324.
- LÜTHI, M. (2009): Trail Making Test (TMT). In: SCHELLIG, D.; DRECHSLER, R.; HEINEMANN, D.; STURM, W. (Hrsg.), *Handbuch neuropsychologischer Testverfahren*. Aufmerksamkeit, Gedächtnis und exekutive Funktionen, S. 826-833. Göttingen: Hogrefe.
- LYRER, P.; MÜLLER-SPAHN, F. (2004): Fahrtüchtigkeit bei psychischer Erkrankung: Oft erst durch Psychopharmaka möglich. In: *InFo Neurologie & Psychiatrie*, 2(6).
- MAAG, J. W.; RUTHERFORD, R. B.; DIGANGI, S. A. (1992): Effects of self-monitoring and contingent reinforcement on on-task behavior and academic productivity of learning-disabled students: A social validation study. In: *Psychology in the schools*, 29(2), 157-172.
- MACHIN, M. A.; SANKEY, K. S. (2008): Relationships between young drivers' personality characteristics, risk perceptions, and driving behaviour. In: *Accident Analysis & Prevention*, 40(2), 541-7.
- MACKWORTH, N. N. (1965): Visual noise causes tunnel vision. In: *Psychonomic Science*, 3, 67-68.
- MACKWORTH, N. H. (1976): Stimulus density limits the useful field of view. In: MONTY, R. A.; SENDERS, J. W. (Hrsg.), *Eye movements and psychological processes*, S. 307-321. New Jersey: Lawrence Erlbaum.
- MADEA, B.; MUßHOFF, F.; BERGHAUS, M. G. (2007): *Verkehrsmedizin: Fahrsicherheit, Fahreignung, Rekonstruktion*. Köln: Deutscher Ärzte-Verlag. Gebundene Ausgabe.

- MAKISHITA, H.; MATSUNAGA, K. (2008): Differences of drivers' reaction times according to age and mental workload. In: *Accident, Analysis & Prevention*, 40(2), 567-575.
- MAROTTOLI, R. A.; COONEY, L. M.; WAGNER, D. R.; DOUCETTE, J.; TINETTI, M. E. (1994): Predictors of automobile crashes and moving violations among elderly drivers. In: *Annals of Internal Medicine*, 121 (11), 842-846.
- MAROTTOLI, R.A.; MENDES DE LEON, C.F.; GLASS, T.A.; WILLIAMS, C.S.; COONEY, L.M. JR; BERKMAN, L.F. (2000): Consequences of Driving Cessation: Decreased Out-of-Home Activity Levels. In: *Journal of Gerontology*, 55(6), 334-340.
- MAROTTOLI, R.A.; MENDES DE LEON, C.F.; GLASS, T.A.; WILLIAMS, C.S.; COONEY, L.M. JR; BERKMAN, L.F.; TINETTI, M.E. (1997): Driving cessation and increased depressive symptoms: Prospective evidence from the New Haven EPESE. Established Populations for Epidemiologic Studies of the Elderly. In: *Journal of American Geriatric Society*, 45(2), 202-206.
- MAROTTOLI, R. A.; VAN NESS, P. H.; ARAUJO, K. L. B.; IANNONE, L. P.; ACAMPORA, D.; CHARPENTIER, P.; PEDUZZI, P. (2007): A Randomized Trial of an Education Program to Enhance Older Driver Performance. In: *Journal of Gerontology: Medical Science*, 62(10), 1113–1119.
- MATAS, N. A.; NETTELBECK, T.; BURNS, N. R. (2015): Dropout during a driving simulator study: A survival analysis. In: *Journal of Safety Research*, 55, 159–169.
- MC CORMACK, T.; BROWN, G. D.; MAYLOR, E. A.; DARBY, R. J.; GREEN, D. (1999): Developmental changes in time estimation: comparing childhood and old age. In: *Developmental Psychology*, 35(4), 1143-1155.
- MCPHEE, L. C.; SCIALFA, C. T.; DENNIS, W. M.; HO, G.; CAIRD, J. K. (2004): Age Differences in Visual Search for Traffic Signs During a Simulated Conversation. In: *Human Factors*, 46(4), 674-685.
- MEESMANN, U.; BOETS, S.; de GIGIER, J. J.; MONTEIRO, S.; ÁLVAREZ, F. J.; FIERRO, I. (2011): Main DRUID results to be communicated to different target groups. DRUID (Driving under the Influence of Drugs, Alcohol and Medicines), 6. Rahmenprogramm. Online verfügbar unter: [https://www.bast.de/Druid/EN/Home/home\\_node.html](https://www.bast.de/Druid/EN/Home/home_node.html) (abgerufen am 14.05.2018)
- MEINCK, H.-M.; RINGLEB, P. (2006): Neuromuskuläre Erkrankungen. In: MADEA, B.; MUßHOFF, F.; BERGHAUS, G. (Hrsg.), *Verkehrsmedizin. Fahrereignung, Fahrsicherheit, Unfallrekonstruktion*, S. 363-380. Köln: Deutscher-Ärzte-Verlag.
- MEINDORFNER, C.; KÖRNER, Y.; MÖLLER, J. C.; STIASNY-KOLSTER, K.; OERTEL, W. H.; KRÜGER, H.-P. (2005): Driving in Parkinson's disease: Mobility, accidents, and sudden onset of sleep at the wheel. In: *Movement Disorders*, 20(7), 832-842.
- MEIR-BAUMGARTNER, H. P. (2000): Epidemiologie des Schlaganfalls. In: BLUM, H. E.; HAAS, R. (Hrsg.), *Determinanten der Schlaganfall-Rehabilitation*, Band 10, S. 25-44. Publikation der Jung-Stiftung für Wissenschaft und Forschung.
- MEISAMI, E.; BROWN, C. M.; EMERLE, H. F. (2007): Sensory Systems: Normal QAgeing, Disorders, and Treatments of Vision and Hearing in Humans. In: TIMIRAS, P. S. (Hrsg.), *Physiological Basis of Aging and Geriatrics*, S. 109-137. New York: CRC press.
- METHORST, R.; EENINK, R.; CARDOSO, J.; MACHATA, K.; MALASEK, J. (2016): Single Unprotected Road User Crashes: Europe we have a Problem! In: *Transportation Research Procedia*, 14, 2297 – 2305.
- METKER, T.; GELAU, C.; TRÄNKLE, U. (1994): Altersbedingte kognitive Veränderungen. In: TRÄNKLE, U. (Hrsg.), *Autofahren im Alter*, S. 99-119. Köln: Verlag TÜV Rheinland.
- MICHON, J. A. (1985): A critical view of driver behavior models: What do we know, what should we do? In: EVANS, L.; SCHWING, R. C. (Hrsg.), *Human Behavior and Traffic Safety*, S. 485-519. New York: Plenum Press.
- MIDDLETON, H.; WESTWOOD, D.; ROBSON, J.; HENRIKSSON, P.; FALKMER, T.; SIREN, A.; HAKAMIES-BLOMQUIST, L.; BREKER, S.; FIMM, B.; EECKHOUT, G.; BEKIARIS, E.; PANOU, M.; MARTIN, B. (2003): Inventory of assessment and decision criteria for elderly drivers, including particular age-related disabilities. In: EU-Projekt AGILE (AGed people Integration, mobility, safety and quality of Life Enhancement thorough driving), De-

- liverable D2.1. Online verfügbar unter: <http://cite-seerx.ist.psu.edu/viewdoc/download?doi=10.1.1.194.2896&rep=rep1&type=pdf> (abgerufen am 14.05.2018)
- MILICIC, N. (2010): Sichere und ergonomische Nutzung von Head-Up Displays im Fahrzeug. Dissertation, Technische Universität München, Fakultät für Elektrotechnik und Informationstechnik.
- MITCHELL, C. (2008): The licensing of older drivers in Europe – a case study. In: *Traffic Injury Prevention*, 9, 360-366.
- MITCHELL, T. M.; SHINKAREVA, S. V.; CARLSON, A.; CHANG, K. M.; MALAVE, V. L.; MASON, R. A.; JUST, M. A. (2008): Predicting human brain activity associated with the meanings of nouns. In: *Science*, 320(5880), 1191-1195.
- MIURA, T. (1992): Visual search in intersections: An underlying mechanism. In: *IATSS Research*, 16, 42-49.
- MORGAN, R.; KING, D. (1995): The older driver – a review. In: *Postgraduate Medical Journal*, 71, 525-528.
- MÖRIKE, K.; GLEITER, C. (2003): Medicinal drugs and automobile driving ability. In: *Therapeutische Umschau*, 60(6), 347-54.
- MÜLLER-SPAHN, F.; DITTMANN, V. (2004): Psychopharmaka und Verkehrssicherheit. Zum Fahren geeignet heißt nicht, fahrtüchtig zu sein. In: *Forschung Neurologie & Psychiatrie*, 2(6), 12-16.
- MYERS, D. G. (2005): *Psychologie*. Heidelberg: Springer Medizin Verlag.
- NASREDDINE, Z. S.; PHILLIPS, N. A.; BÉDIRIAN, V.; CHARBONNEAU, S.; WHITEHEAD, V.; COLLIN, I.; CUMMINGS, J. L.; CHERTKOW, H. (2005): The Montreal Cognitive Assessment, MoCA: a brief screening tool for mild cognitive impairment. In: *Journal of the American Geriatrics Society*, 53(4), 695-699.
- NASVADI, G. E.; VAVRIK, J. (2007): Crash risk of older drivers after attending a mature driver education program. In: *Accident Analysis & Prevention*, 39, 1073-1079.
- National highway traffic safety administration (2014): *Traffic Safety Facts - 2012 Data Older population*. Online verfügbar unter: <https://crashstats.nhtsa.dot.gov/Api/Public/ViewPublication/812005> (abgerufen am 14.05.2018)
- National highway traffic safety administration (NHTSA) ; American society of aging (ASA) (2007): *DriveWell. Promoting Older Driver Safety and Mobility in Your Community*. Online verfügbar unter: <https://www.nhtsa.gov/sites/nhtsa.dot.gov/files/documents/drivewelltk.pdf> (abgerufen am 14.05.2018)
- National transportation safety board (2003): *Public Forum on Driver Education and Training, Report of Proceedings*, Washington, DC. Online verfügbar unter: <https://www.nts.gov/about/Documents/RP0501.pdf> (abgerufen am 14.05.2018)
- NAVON, D.; GOPHER, G. (1979): On the economy of the human processing system. In: *Psychological Review*, 86, 214 – 255.
- NEDDER, K. H. (2002): *Diabetes im Alter: Informationen für Senioren*. Stuttgart: Trias.
- NEHLEN, H. (2000): *Rheumatologie*. In: NIKOLAUS, T. (Hrsg.), *Klinische Geriatrie*, S. 632-639. Berlin: Springer.
- NICHOLS, A. L.; CLASSEN, S.; MCPEEK, R.; BREINER, J. (2012): Does Personality Predict Driving Performance in Middle and Older Age? An Evidence-Based Literature Review. In: *Traffic Injury Prevention*, 13(2), 133-143.
- NISHIDA, Y. (1999). Driving characteristics of the elderly: risk compensation of the elderly driver from the viewpoint of reaction behaviour. In: *JSAE Review*, 20(3), 375-380.
- NOWOSSADECK, S.; VOGEL, C. (2013): *Aktives Altern: Erwerbsarbeit und freiwilliges Engagement, Report Altersdaten, Heft 2, Deutsches Zentrum für Altersfragen*.
- O'CONNOR, M. L.; EDWARDS, J. D.; WATERS, M. P.; HUDAK, E. M.; VALDÉS, E. G. (2013): Mediators of the Association between Driving Cessation and Mortality among Older Adults. In: *Journal Aging Health*, 25(8).
- OESTERREICH, J. (2017): *Weltneuheit: Continental 48 Revolution mit stufenlosem Automatikgetriebe*, eBikeNews, Online verfügbar unter: <http://ebike-news.de/continental-48-revolution-stufenloses-automatikgetriebe/169806/> (abgerufen am 14.05.2018)

- O'NEILL, D. (2012): Medical screening of older drivers is not evidence based. In: *BMJ*, 25, 345.
- OSAKA, N. (1980): Effects of peripheral visual field size upon visual search in children and adults. In: *Perception*, 9, 451-455.
- OWSLEY, C. (2011): Aging and vision. In: *Vision Research*, 51(13), 1610–1622.
- OWSLEY, C.; BALL, K. (1993). Assessing visual function in the older driver. In: *Clinics in Geriatric Medicine*, 9(2), 389-401.
- OWSLEY, C.; BALL, K.; MCGWIN, G., SLOANE, M. E.; ROENKER, D. L.; WHITE, M. F.; OVERLEY, E. T. (1998): Visual Processing Impairment and Risk of Motor Vehicle Crash Among Older Adult., In: *Journal of the American Medical Association*, 279(14), 1083-1088.
- OWSLEY, C.; BALL, K.; SLOANE, M. E.; ROENKER, D. L.; BRUNI, J. R. (1991): Visual/ Cognitive Correlates of Vehicle Accidents in Older Drivers. In: *Psychology and Aging*, 6 (3), 403-415.
- OWSLEY, C.; MCGWIN, G. JR.; MCNEAL, S. F. (2003): Impact of impulsiveness, venturesomeness, and empathy on driving by older adults. In: *Journal of Safety Research*, 34(4), 353-359.
- OWSLEY, C.; STALVEY, B. T.; PHILLIPS, J. M. (2003): The efficacy of an educational intervention in promoting self-regulation among high-risk older drivers. In: *Accident Analysis & Prevention*, 35(3), 394-400.
- OWSLEY, C.; STALVEY, B. T.; WELLS, J.; SLOANE, M. E.; MCGWIN JR, G. (2001): Visual risk factors for crash involvement in older drivers with cataract. In: *Ophthalmology*, 119(6), 881–887.
- OXLEY, J.; FILDES, B. N.; IHSEN, E.; CHARLTON, J. L.; DAY, R. H. (1997): Differences in traffic judgements between young and old adult pedestrians. In: *Accident Analysis & Prevention*, 29(6), 839-47.
- OXLEY, J.; FILDES, B. N.; IHSEN, E.; DAY, R. H.; CHARLTON, J. L. (1995): An investigation of road crossing behaviour of older pedestrians. Clayton, Victoria, Australia: Monash University, Accident Research Center Report 81.
- PAIRE-FICOUT, L.; LAFONT, S.; COQUILLAT, A.; CONTE, F.; GABEL, C.; MINTSA-EYA, C. (2014): Aging Konferenz: Self-estimation of driving performances in older drivers who over or under estimate their cognitive abilities: Safe move study. Vortrag auf der Konferenz "Ageing and Safe Mobility", Bundesanstalt für Straßenwesen, Bergisch-Gladbach. Online im Internet unter <http://www.bast.de/DE/Verkehrssicherheit/Publikationen/Veranstaltungen/U-Ageing-2014/Presentations.html> (abgerufen am 14.05.2018)
- PARASURAMAN, R. (1991): Attention and driving performance in Alzheimers dementia. Proceedings of the Conference, Strategic Highway Research Program and Traffic Safety on Two Continents in Gothenburg, Sweden, September 18.-20. Linköping, Sweden : Swedish Roads and Traffic Research Institute.
- PARSONAGE, M.; NEUBURGER, H. (1992): Discounting and health benefits. In: *Health Economy*, 1(1), 71-76.
- PETCH, M. C. (1998): Driving and heart disease: Prepared on behalf of the Task Force. In: *European Heart Journal*, 19(8), 1165-1177.
- PIONTEK, D.; GOMES DE MATOS, E.; ATZENDORF, J.; KRAUS, L. (2016): Kurzbericht Epidemiologischer Suchtsurvey 2015. Tabellenband: Trends der Prävalenz des Alkoholkonsums, episodischen Rauschtrinkens und des klinisch relevanten Alkoholkonsums nach Geschlecht und Alter 1995–2015. IFT Institut für Therapieforchung, München.
- PORTER, M. M. (2013): Older Driver Training Using Video and Global Positioning System Technology - A Randomized Controlled Trial. In: *Journal of Gerontology: Medical Sciences*, 68(5), 574–580.
- POSCHADEL, S. (2014): Improved driving performance of elderly drivers (70+ years) by training in real traffic: a control group based study. Vortrag auf der Konferenz "Ageing and Safe Mobility", Bundesanstalt für Straßenwesen, Bergisch-Gladbach. Online im Internet unter <http://www.bast.de/DE/Verkehrssicherheit/Publikationen/Veranstaltungen/U-Ageing-2014/Presentations.html> (abgerufen am 14.05.2018)
- POSCHADEL, S.; FALKENSTEIN, M.; PAPPACHAN, P.; POLL, E.; WILLMES VON HINCKELDEY, K. (2009): Testverfahren zur psychometrischen Leistungsüberprüfung der Fahreignung. Berichte der Bundesanstalt für Straßenwesen.

- Mensch und Sicherheit. Heft M 203. Bremerhaven: Wirtschaftsverlag NW.
- POSCHADEL, S.; FALKENSTEIN, M.; RINKENAUER, G.; MENDZHERITSKIY, G.; FIMM, B.; WORRINGER, B.; ENGIN, T.; KLEINEMAS, U.; RUDINGER, G. (2012): Verkehrssicherheitsrelevante Leistungspotenziale, Defizite und Kompensationsmöglichkeiten älterer Autofahrer. Berichte der Bundesanstalt für Straßenwesen. Mensch und Sicherheit. Heft M 231. Bremerhaven: Wirtschaftsverlag NW.
- POSCHADEL, S.; RÖNSCH-HASSELHORN, B.; SOMMER, S. M. (2006): Eignungsbegutachtung zur Mobilitätsförderung älterer Kraftfahrer. Ergebnisse des EU-Projektes AGILE. In: Zeitschrift für Verkehrssicherheit, 1, 13-17.
- POSCHADEL, S.; SOMMER, S. (2007): Anforderungen an die Gestaltung von Fahrtrainings für ältere Kraftfahrer – Machbarkeitsstudie. Schriftenreihe Forschungsergebnisse für die Praxis der Eugen-Otto-Butz-Stiftung, Band 01. Köln: TÜV-Media GmbH.
- POTTGIESSER, S.; KLEINEMAS, U.; DOHMES, K.; SPIEGEL, L.; SCHÄDLICH, M.; RUDINGER, G. (2012): Profile von Senioren mit Autounfällen (PROSA). In: Berichte der Bundesanstalt für Straßenwesen (Hrsg.). Reihe Mensch und Sicherheit, Heft M 228 Bremerhaven: Wirtschaftsverlag NW.
- PÜLLEN, R. (2000): Autofahren. In: FÜSGEN, I. (Hrsg.): Der ältere Patient – problemorientierte Diagnostik und Therapie, S. 542-546. München: Urban und Fischer.
- QUESTER, W.; TSCHÖPE, D. (2007): Diabetes mellitus. In: MADEA, B.; MUßHOFF, F.; BERGHAUS, G. (Hrsg.), Verkehrsmedizin: Fahreignung, Fahr-sicherheit, Unfallrekonstruktion, S. 328-354. Köln: Deutscher Ärzte-Verlag.
- RANTANEN, T.; MASAKI, K.; FOLEY, D.; IZMIRLIAN, G.; WHITE, L.; GURALNIK, J. M. (1998): Grip strength changes over 27 yr in Japanese-American men. In: Journal of Applied Physiology, 85(6), 2047-2053.
- REIMER, B.; D'AMBROSIO, L. A.; COUGHLIN, J. F.; PULEO, R. M.; CICHON, J. E.; GRIFFITH, J. D. (2008). Effects of age on spinal rotation during a driving task. In: Transportation Research Record: Journal of the Transportation Research Board, 2078, Transportation Research Board of the National Academies, Washington, D.C., 57-61.
- RIDDLE, D. R. (2007): Brain Aging: Models, Methods, and Mechanisms. Boca Raton, FL: CRC Press/Taylor & Francis.
- RIEDER, A. (2004): Epidemiologie der Herz-Kreislauf-Erkrankungen. In: Journal für Kardiologie, 11, 3-4.
- RIEDERER, F.; STAMENKOVIC, M.; SCHINDLER, S. D.; KASPER, S. (2002): Das Tourette-Syndrom - Eine Übersicht. In: Der Nervenarzt, 73, 805-819.
- RIEMÖ, P.-A.; HAKAMIES-BLOMQVIST, L. (2002): Older drivers' aberrant driving behavior impaired activity, and health as reasons for selfimposed driving limitations. In: Transportation Research Part F, 5(1), 47-62.
- RINKENAUER, G. (2008). Motorische Leistungsfähigkeit im Alter. In: SCHLAG, B. (Hrsg.), Leistungsfähigkeit und Mobilität im Alter, S. 143-180. Köln: TÜV Media.
- RISSER, R.; BRANDSTÄTTER, C. (1985): Die Wiener Fahrprobe. Freie Beobachtung. Wien: Litras.
- Robert Koch-Institut/ Statistisches Bundesamt (2002): Gesundheitsberichterstattung des Bundes; Gesundheit im Alter; Heft 10.
- Robert Koch-Institut/ Statistisches Bundesamt (2015): Gesundheit in Deutschland. Gesundheitsberichterstattung des Bundes, S. 43-44. Robert Koch-Institut, Berlin.
- ROBERTS, W. N.; ROBERTS, P. C. (1993): Evaluation of the elderly driver with arthritis. In: Clinics in Geriatric Medicine, 9, 311-22.
- ROENKER, D. L.; CISSELL, G. M.; BALL, K. K.; WADLEY, V. G.; EDWARDS, J. D. (2003): Speed-of-processing and driving simulator training result in improved driving performance. In: Human Factors, 45(2), 218-233.
- ROGÉ, J.; NDIAYE, D.; VIENNE, F. (2014): Useful visual field training: A way to improve elderly car drivers' ability to detect vulnerable road users. In: Transportation Research Part F, 26, 246-257.
- ROMOSER, M. R. E.; FISHER, D. L. (2009): The Effect of Active Versus Passive Training. Strategies

- on Improving Older Drivers' Scanning in Intersections. In: *Human Factors*, 51(5), 652-668.
- RÖSNER, S.; KÜFNER, H. (2008): Monitoring des Arzneimittelgebrauchs 2006 bei Klienten von Suchtberatungsstellen. In: *Sucht*, 53 (Sonderheft 1), 65-77.
- RUBIN, G. S.; NG, E. S.; BANDEEN-ROCHE, K.; KEYL, P. M.; FREEMAN, E. E.; WEST, S. K. (2007): A prospective, population-based study of the role of visual impairment in motor vehicle crashes among older drivers: the SEE study. In: *Investigative Ophthalmology & Visual Science*, 48(4), 1483-1491.
- RUDINGER, G.; HAVERKAMP, N.; MEHLIS, K.; FALKENSTEIN, M.; HAHN, M.; WILLEMSEN, R. (2015): Verkehrsbezogene Eckdaten und verkehrssicherheitsrelevante Gesundheitsdaten älterer Verkehrsteilnehmer. *Berichte der Bundesanstalt für Straßenwesen, Mensch und Sicherheit*. Heft M 256. Bremen: Fachverlag NW.
- RUDINGER, G.; KOCHERSCHIED, K. (2011): Ältere Verkehrsteilnehmer – Gefährdet oder gefährlich? Bonn: University Press bei V&R unipress.
- RUSCH, M. L.; SCHALL J. R.; LEE, J. D.; DAWSON, J. D.; EDWARDS, S. V.; RIZZO, M. (2016): Time-to-contact estimation errors among older drivers with useful field of view impairments. In: *Accident Analysis & Prevention*, 95, 284-291.
- SACHSENWEGER, M. (2003): *Augenheilkunde*. Stuttgart: Thieme.
- SAE INTERNATIONAL J3016; SURFACE VEHICLE RECOMMENDED PRACTICE (2016): Taxonomy and Definitions for Terms Related to Driving Automation Systems for On-Road Motor Vehicles. <http://citeseerx.ist.psu.edu/viewdoc/download?doi=10.1.1.194.2896&rep=rep1&type=pdf> (abgerufen am 14.05.2018)
- SAGBERG, F. (2006): Driver health and crash involvement: A case-control study of relative risk. In: *Accident Analysis & Prevention*, 38(1), 28-34.
- SCHEPERS, J. P.; AGERHOLM, N.; AMOROS, E.; BENINGTON, R.; BJØRNSKAU, T.; DHONDT, S.; DE GEUS, B.; HAGEMEISTER, C.; LOO, B.; NISKA, A. (2014): An international review of the frequency of single-bicycle crashes (SBCs) and their relation to bicycle modal share. In: *Injury Prevention*, 21(e1), 138-143.
- SCHIEBER, F. (1992): Aging and the senses. In: BIRREN, J. E.; SLOANE, R. B. (Hrsg.), *Handbook of mental health and aging*, S.251-306. New York: Academic Press.
- SCHLAG, B. (2008): Älter werden und Auto fahren. In: *Report Psychologie*, 33(2), 75-85.
- SCHLEINITZ, K.; FRANKE-BARTHOLDT, L.; PETZOLD, T.; SCHWANITZ, S.; GEHLERT, T.; KÜHN, M. (2014): *Pedelec-Naturalistic Cycling Study*. Forschungsbericht Nr. 27. Unfallforschung der Versicherer. Gesamtverband der Deutschen Versicherungswirtschaft e.V., Berlin.
- SCHLEINITZ, K.; PETZOLDT, T.; FRANKE-BARTHOLDT, L.; KREMS, J. F.; GEHLERT, T. (2015): Conflict partners and infrastructure use in safety critical events in cycling – Results from a naturalistic cycling study. In: *Transportation Research Part F: Traffic Psychology and Behaviour*, 31, 99-111.
- SCHMITT, J. A. J.; WINGEN, M.; RIEDEL, W. J. & RAMAEKERS, J. G. (2004): Effects of depression and antidepressant therapy on driving performance (IMMORTAL EU research project deliverable R1.5). Maastricht: University, Brain & Behaviour Institute, Experimental Psychopharmacology Unit.
- SCHRAMM, A.; FRANKE, H.; CHOWANETZ, W. (1982): Multimorbidität und Polypathie im Alter. In: *Zeitschrift Allgemein Medizin*, 58, 234-240.
- SCHRECK, B.; PÖPPEL-DECKER, M. (2014): Unfallgeschehen zwischen rechtsabbiegenden Güterkraftfahrzeugen und geradeausfahrenden Radfahrern. In: *Zeitschrift für Verkehrssicherheit*, 60(4), 239-242.
- SCHULZE, H.; SCHUMACHER, M.; URMEEW, R.; AUERBACH, K. (2012): DRUID, Final Report: Work performed, main results and recommendations. Bundesanstalt für Straßenwesen, verfügbar unter: [https://www.bast.de/Druid/EN/Home/home\\_node.html](https://www.bast.de/Druid/EN/Home/home_node.html) (abgerufen am 14.05.2018)
- SCHWARZ, J. (2000): Morbus Parkinson und Parkinson-Syndrom. In: NIKOLAUS, T. (Hrsg.), *Klinische Geriatrie*, S. 620-631. Berlin: Springer-Verlag.
- SCHWEBEL, C. D.; BALL, K. K.; SEVERSON, J.; BARTON, B. K.; RIZZO, M.; VIAMONTE, S. M. (2007): Individual Difference Factors in Risky Drive

- ving among Older Adults. In: *Journal of Safety Research*, 38(5), 501-509.
- SCIALFA, C. T.; GUZY, L. T.; LEIBOWITZ, H. W.; GARVEY, P. M.; TYRRELL, R. A. (1991): Age Differences in Estimating Vehicle Velocity. In: *Psychology and Aging*, 6(1), 60-66.
- SEINIGER, P.; SCHRECK, B.; BARTELS, O.; GAIL, J. (2016): Requirements and Test Procedure for a Driver Assistance System for Right-Turning Trucks“. In: *Proceedings of the 5th International Cyclist Safety Conference*, Bologna.
- SEKULER, A. B.; BENNETT, P. J.; MAMELAK, M. (2000): Effects of Aging on the Useful Field of View. In: *Experimental Aging Research*, 26(2), 103-120.
- SHARPE, J. P.; DESAI, S. (2001): The Revised Neo Personality Inventory and the MMPI-2 Psychopathology Five in the prediction of aggression. In: *Personality and Individual Differences*, 31, 505-518.
- SHINAR, D. (2007): *Pedestrians. Traffic safety and human behavior*. Gebundene Ausgabe. Bingley, UK.
- SHINAR, D. (2008): Looks are (almost) everything: where drivers look to get information. In: *Human Factors*, 50(3), 380-4.
- SHIOMI, T.; ARITA, A. T.; SASANABE, R.; BANNO, K.; YAMAKAWA, H.; HASEGAWA, R.; OZEKI, K.; OKADA, M.; ITO, A. (2002): Falling asleep while driving and automobile accidents among patients with obstructive sleep apnea-hypopnea syndrome. In: *Psychiatry Clinic Neuroscience*, 56(3), 333-4.
- SHULMAN, K. I.; GOLD, D. P.; COHEN, C. A.; ZUCCHERO, C. A. (1993): Clock-drawing and dementia in the community: A longitudinal study. In: *International Journal of Geriatric Psychiatry*, 8, 478-496.
- SIEGRIST, S. (2016): E-Bikes im Straßenverkehr: Forschungsergebnisse und Präventionsempfehlungen aus der Schweiz. Vortrag anlässlich des 9. ADAC/ BAST Symposiums „Sicher fahren in Europa“, Berlin.
- SIREN, A.; MENG, A. (2012): Cognitive screening of older drivers does not produce safety effects. In: *Accident Analysis & Prevention*, 45, 634-638.
- SONNEN, A. E. (1997): *Epilepsy and driving: a European view*. Paswerk Bedrijven, Haarlem (NL): International Bureau for Epilepsy.
- SPIELER, D. H.; BALOTA, D. A.; FAUST, M. E. (1996): Stroop performance in healthy younger and older adults and in individuals with dementia of the Alzheimer's type. In: *Journal of Experimental Psychology Human Perception Performance*, 22(2), 461-479.
- Statistisches Bundesamt (2009): *Bevölkerungsstand. Datenbanken. Fortschreibung des Bevölkerungsstandes. Bevölkerung: Deutschland, Stichtag (31.12.2008), Altersjahre*. Wiesbaden.
- Statistisches Bundesamt (2011): *Im Blickpunkt: Ältere Menschen in Deutschland und der EU*. Wiesbaden.
- Statistisches Bundesamt (2015): 13. Koordinierte Bevölkerungsvorausberechnung für Deutschland. Online verfügbar unter <https://service.destatis.de/bevoelkerungspyramide/#!y=2015> (abgerufen am 14.05.2018)
- Statistisches Bundesamt (2015a): *Bevölkerung nach Altersgruppen*. Online verfügbar unter: <https://www.destatis.de/DE/ZahlenFakten/GesellschaftStaat/Bevoelkerung/Bevoelkerungsvorausberechnung/Bevoelkerungsvorausberechnung.html> (abgerufen am 14.05.2018)
- Statistisches Bundesamt (2016): *Verkehr - Verkehrsunfälle 2015 Fachserie 8 Reihe 7*. Wiesbaden.
- Statistisches Bundesamt (2016a): *Verkehr - Verkehrsunfälle 2014 Fachserie 8 Reihe 7*. Wiesbaden.
- Statistisches Bundesamt (2016b): *Verkehrsunfälle - Kraft- und Fahrradunfälle im Straßenverkehr 2015*. Wiesbaden.
- STEINHAGEN-THIESSEN, E.; BORCHELT, M. (1996): Morbidität, Medikation und Funktionalität im Alter. In: MAYER, K. U.; BALTES, P. B. (Hrsg.), *Die Berliner Altersstudie*, S. 151-183. Berlin: Akademie-Verlag.
- STURM, W.; ZIMMERMANN, P. (2000): Aufmerksamkeitsstörungen. In: STURM, W.; HERRMANN, M.; WALLESCHE, C. W. (Hrsg.), *Lehrbuch der klinischen Neuropsychologie*, S. 345 - 365. Lisse: Swets & Zeitlinger.

- STUTTS, J. C., STEWART, J. R.; MARTELL, C. (1998): Cognitive test performance and crash risk in an older driver population. In: *Accident Analysis & Prevention*, 30, 337-346.
- SWOBODA, B. (2001): Aspekte der epidemiologischen Arthroseforschung. In: *Der Orthopäde*, 30, 834-840.
- SWR (2016): ABS für Fahrräder. Tübinger Tüftler bei Eurobike. Online verfügbar unter <https://www.swr.de/swraktuell/bw/tuebingen/tuebingen-tueftler-bei-eurobike-abs-fuer-fahraeder/-/id=1602/did=18049874/nid=1602/kat2ah/index.html> (abgerufen am 30.06.2017).
- SZLYK, J. P., MYERS, L., ZHANG, Y. X., WETZEL, L.; SHAPIRO, R. (2002): Development and assessment of a neuropsychological battery to aid in predicting driving performance. In: *Journal of Rehabilitation Research and Development*, 39, 483.
- TERRACCIANO, A.; MCCRAE, R. R.; BRANT, L. J.; COSTA (2005): Hierarchical Linear Modeling Analyses of NEO-PI-R Scales. In: *The Baltimore Longitudinal Study of Aging*. In: *Psychology of Aging*, 20(3), 493-506.
- THEEUWES, J.; ALFERDINCK, J. W.; PEREL, M. (2002): Relation between glare and driving performance. In: *Human Factors*, 44, 95-107.
- TRÜBSWETTER, N. M. (2015): Akzeptanzkriterien und Nutzungsbarrieren älterer Autofahrer im Umgang mit Fahrerassistenzsystemen. Dissertation, Technische Universität München, Lehrstuhl für Ergonomie.
- TUOKKO, H.; RHODES, R.E.; LOVE, J.; CLOUTIER, D.; JOUK, A.; SCHOKLITSCH, A. (2015): Just the Facts: Changes in Older Driver Attitudes after Exposure to Educational Interventions. In: *Traffic Injury Prevention*, 16(6), 558-64.
- UC, E. Y.; RIZZO, M.; ANDERSON, S. W.; DASTRUP, E.; SPARKS, J. D.; DAWSON, J. D. (2009): Driving under low-contrast visibility conditions in Parkinson disease. In: *Neurology*, 73(14), 1103-1110.
- UC, E. Y.; RIZZO, M.; ANDERSON, S. W.; SPARKS, J. D.; RODNITZKY, R. L.; DAWSON, J. D. (2006): Driving with distraction in Parkinson disease. In: *Neurology*, 67(10), 1774-1780.
- UDV Unfallforschung der Versicherer (2010): *Aktion: Fit mit dem Fahrrad. Das Übungsheft für Zuhause*. Gesamtverband der Deutschen Versicherungswirtschaft e. V., Berlin.
- UDV Unfallforschung der Versicherer (2014): *Neues Risiko Pedelec? Unfallforschung kompakt*, Nr. 46, Unfallforschung der Versicherer. Gesamtverband der Deutschen Versicherungswirtschaft e. V., Berlin.
- UTZELMANN, H. D.; BRENNER-HARTMANN, J. (2005). Psychologische Fahrverhaltensbeobachtung. In: SCHUBERT, W.; SCHNEIDER, W.; EISENMENGER, W.; STEPHAN, E. (Hrsg.), *Begutachtungs-Leitlinien zur Kraffahreignung – Kommentar*, S. 60-64. Bonn: Kirschbaum-Verlag.
- VAA, T. (2003): *Impairments, diseases, age and their relative risks of accident involvement: Results from meta-analysis (IMMORTAL EU research project deliverable R1.1.)* Oslo: Institute of Transport Economics.
- VAN DEN BERG, T. J. T. P.; VAN RIJN, L. J. R.; MICHAEL, R.; HEINE, C.; COECKELBERGH, T.; NISCHLER, C.; WILHELM, H. (2007): *Straylight Effects with Aging and Lens Extraction*. In: *American Journal Ophthalmology*, 144, 358-363.
- VAN WOLFFELAAR, P. C.; BROUWER, W. H.; ROTHENGATTER, J. A. (1991): *Older driver handling and road traffic informatics: Divided attention in a dynamic driving simulator*. In: *Proceedings of the Conference Strategic Highway Research Program and Traffic Safety on Two Continents*, Gothenburg, Sweden.
- VIBORG, N. (1999). *Older and younger drivers' attitudes towards in-car ITS. A questionnaire survey*. Department of Technology and Society, Lund Institute of Technology Lund, Sweden.
- VIVELL, P. B. (2006): *Sehvermögen*. In: MADEA, B.; MUßHOFF, F.; BERGHAUS, G. (Hrsg.), *Verkehrsmedizin: Fahreignung, Fahrsicherheit, Unfallrekonstruktion*, S. 217-237. Köln: Deutscher Ärzte-Verlag.
- VOLLRATH, M. (2013): *Assistenzsysteme für ältere Fahrer? Vortrag auf dem Kongress „Ältere Verkehrsteilnehmer - gefährdet oder gefährlich? Tagungsband*, Gesamtverband der Deutschen Versicherungswirtschaft e.V.

- VOLLRATH, M. (2015): Motivationale und psychophysische Leistungsgrenzen im Rahmen der Überwachung von Kontrollelementen (Vigilanz-aufgabe) zur Durchführung einer teilautomatisierten Fahraufgabe. Gutachten im Auftrag des ADAC e.V.
- VON BELOW, A. (2016): Verkehrssicherheit von Radfahrern: Analyse sicherheitsrelevanter Motive, Einstellungen und Verhaltensweisen. Berichte der Bundesanstalt für Straßenwesen, Mensch und Sicherheit. Heft M 264. Bremen: Fachverlag NW.
- WAHL, H.-W.; HEYL, V. (2007): Sensorik und Sensorik. In: BRANDTSTÄDTER, J; LINDENBERGER, U. (Hrsg.), Entwicklungspsychologie der Lebensspanne, Ein Lehrbuch, S. 130-161. Stuttgart: Kohlhammer.
- WALLENTOWITZ, H.; NEUNZIG, D. (2005): Fahrasistenzsysteme für ältere Menschen. In W. ECHTERHOFF (Hrsg.), In: Strategien zur Sicherung der Mobilität älterer Menschen, S. 117-133. TÜV-Verlag GmbH, Köln.
- WALSH, J. M.; DE GIER, J. J.; CHRISTOPHERSON, A. S.; VERSTRAETE, A. G. (2004): Drugs and driving. In: Traffic Injury Prevention, 5(3), 241-253.
- WARSHAWSKY-LIVNE, L.; SHINAR, D. (2002): Effects of uncertainty, transmission type, driver age and gender on brake reaction and movement time. In: Journal of Safety Research, 33(1), 117-128.
- WASCHER, E.; FALKENSTEIN, M.; WILD-WALL, N. (2011): Age related strategic differences in processing irrelevant information. In: Neuroscience Letters, 487(1), 66-69.
- WASFI, R.; LEVINSON, D.; EL-GENEIDY, A. (2012): Measuring the transportation needs of seniors, In: Journal of Transport Literature, 6(2), 8-32.
- WEINAND, M. (1997): Kompensationsmöglichkeiten bei älteren Kraftfahrern mit Leistungsdefiziten. Berichte der Bundesanstalt für Straßenwesen, Mensch und Sicherheit, Heft M 77. Bremerhaven: Wirtschaftsverlag NW.
- WELLER, G.; SCHLAG, B.; RÖSSGER, L.; BUTTERWEGGE, P.; GEHLERT, T. (2015): Fahreignung älterer Pkw-Fahrer. Unfallforschung der Versicherer/Gesamtverband der Deutschen Versicherungswirtschaft e.V., Berlin. Forschungsbericht Nr. 22.
- WHO (2015): Ageing and health. Online verfügbar unter: <http://www.who.int/mediacentre/factsheets/fs404/en/> (abgerufen am 14.05.2018)
- WILD-WALL, N.; FALKENSTEIN, M. (2007): Effects of aging and fatigue on task preparation. In: Clinic Neurophysiology, 118(3), 558-569.
- WILLEMSEN, R.; MÜLLER, T.; SCHWARZ, M.; FALKENSTEIN, M.; BESTE, C. (2011): Response monitoring in de novo patients with Parkinson's disease. PLoS One, 4(3), 4898.
- WINKLER, A. (2005): Wenn's reißt und zieht. In: Ärzte-Woche, 15(20).
- WOOD, J. M.; LACHEREZ, P. F.; ANSTEY, K. J. (2013): Not All Older Adults Have Insight Into Their Driving Abilities: Evidence From an On-road Assessment and Implications for Policy. In: Journals of Gerontology: Medical Sciences, 68(5), 559-566.
- WOOD, J. M.; MCGWIN JR., G.; ELGIN, J.; VAPHIADES, M. S.; BRASWELL, R. A.; DECARLO, D. K.; KLINE, L. B.; MEEK, G. C.; SEARCEY, K.; OWSLEY, C. (2009): On-Road Driving Performance by Persons with Hemianopia and Quadrantanopia. In: Investigative Ophthalmology & Visual Science, 50(2), 577-585.
- ZAHNERT, T. (2011): The differential diagnosis of hearing loss. In: Deutsches Ärzteblatt, 108(25), 433-44.
- ZAUNER, P. (2007). Der Autofahrer der Generation Plus. Dissertation, Technische Universität München.
- ZESIEWICZ, T. A.; CIMINO, C. R.; MALEK, A. R.; GARDNER, N.; LEAVERTON, P. L.; DUNNE, P. B.; HAUSER, R. A. (2002): Driving safety in Parkinson's disease. In: Neurology, 59(11), 1787-1788.
- ZHANG, L.; BALDWIN, K.; MUNOZ, B.; MUNRO, C.; TURANO, K.; HASSAN, S.; LYKETSOS, C.; BANDEEN-ROCHE, K.; WEST, S. K. (2007): Visual and Cognitive Predictors of Performance on Brake Reaction Test: Salisbury Eye Evaluation Driving Study. In: Ophthalmic Epidemiology 14(4), 216-222.

- ZIMMERMANN, P.; FIMM, B. (1992). Testbatterie zur Aufmerksamkeitsprüfung (TAP). Psytest Psychologische Testsysteme.
- ZUCKERMAN, M. (1979): Sensation Seeking. Beyond the optimal level of arousal. Hillsdale, NJ: Lawrence Erlbaum Associates Inc.
- ZWERSCHKE, S. (2006). Untersuchung zu Bekanntheit, Akzeptanz und Kaufinteresse von Fahrerassistenzsystemen. In: VDI-Berichte, Nr. 1960, S. 343-358.

## Bilder

- Bild 1: Anzahl der verunglückten Pkw-Fahrer je 1 Mrd. Kilometer nach Altersgruppen für das Jahr 2008 (Berechnungen auf Grundlage des Datensatzes Infas & DLR, 2010 sowie Statistisches Bundesamt, 2009)
- Bild 2: Anzahl der leichtverletzten Pkw-Fahrer je 1 Mrd. Kilometer nach Altersgruppen für das Jahr 2008 (Berechnungen auf Grundlage des Datensatzes Infas & DLR, 2010 sowie Statistisches Bundesamt, 2009)
- Bild 3: Anzahl der schwerverletzten Pkw-Fahrer je 1 Mrd. Kilometer nach Altersgruppen für das Jahr 2008 (Berechnungen auf Grundlage des Datensatzes Infas & DLR, 2010 sowie Statistisches Bundesamt, 2009)
- Bild 4: Anzahl der getöteten Pkw-Fahrer je 1 Mrd. Kilometer nach Altersgruppen für das Jahr 2008 (Berechnungen auf Grundlage des Datensatzes Infas & DLR, 2010 sowie Statistisches Bundesamt, 2009)
- Bild 5: Jährliche Unfallbeteiligung nach Altersgruppen, je 1 Mio. gefahrene Kilometer (Langford et al., 2006)
- Bild 6: Anzahl der Hauptverursacher als Pkw-Fahrer je 1 Mrd. Kilometer nach Altersgruppen für das Jahr 2008 (Berechnungen auf Grundlage des Datensatzes Infas & DLR, 2010 sowie Statistisches Bundesamt, 2009)
- Bild 7: Anzahl der verunglückten Fußgänger je 1 Mrd. gelaufene Kilometer nach Altersgruppen für das Jahr 2008 (Berechnungen auf Grundlage des Datensatzes Infas & DLR, 2010 sowie Statistisches Bundesamt, 2009)
- Bild 8: Anzahl der leichtverletzten Fußgänger je 1 Mrd. gelaufene Kilometer nach Altersgruppen für das Jahr 2008 (Berechnungen auf Grundlage des Datensatzes Infas & DLR, 2010 sowie Statistisches Bundesamt, 2009)
- Bild 9: Anzahl der schwerverletzten Fußgänger je 1 Mrd. gelaufene Kilometer nach Altersgruppen für das Jahr 2008 (Berechnungen auf Grundlage des Datensatzes Infas & DLR, 2010 sowie Statistisches Bundesamt, 2009)
- Bild 10: Anzahl der getöteten Fußgänger je 1 Mrd. gelaufene Kilometer nach Altersgruppen für das Jahr 2008 (Berechnungen auf Grundlage des Datensatzes Infas & DLR, 2010 sowie Statistisches Bundesamt, 2009)
- Bild 11: Anzahl der verunglückten Radfahrer je 1 Mrd. Kilometer nach Altersgruppen für das Jahr 2008 (Berechnungen auf Grundlage des Datensatzes Infas & DLR, 2010 sowie Statistisches Bundesamt, 2009)
- Bild 12: Anzahl der leichtverletzten Radfahrer je 1 Mrd. Kilometer nach Altersgruppen für das Jahr 2008 (Berechnungen auf Grundlage des Datensatzes Infas & DLR, 2010 sowie Statistisches Bundesamt, 2009)
- Bild 13: Anzahl der schwerverletzten Radfahrer je 1 Mrd. Kilometer nach Altersgruppen für das Jahr 2008 (Berechnungen auf Grundlage des Datensatzes Infas & DLR, 2010 sowie Statistisches Bundesamt, 2009)
- Bild 14: Anzahl der getöteten Radfahrer je 1 Mrd. Kilometer nach Altersgruppen für das Jahr 2008 (Berechnungen auf Grundlage des Datensatzes Infas & DLR, 2010 sowie Statistisches Bundesamt, 2009)
- Bild 15: Anforderungen an das Verkehrs- und Mobilitätssystem (Quelle: EU-Projekt TRACY; hier eigene Darstellung)

## Tabellen

- Tab. 1: Diagnoseprävalenzen körperlicher Erkrankungen bei 70-Jährigen und Älteren (STEINHAGEN-THIESSEN & BORCHELT, 1996)

- 
- Tab. 2: Mögliche Zuordnung der Testverfahren zu den Anforderungsbereichen (PO-SCHADEL et al., 2009, S. 38)
- Tab. 3: Überblick über die derzeit gültigen Führerscheinregelungen in Europa; eigene Darstellung (Quelle: CONSOL (2013) und FASTENMEIER & GSTALTER (2013))
- Tab. 4: Bei Straßenverkehrsunfällen im Jahr 2015 verunglückte Personen über 65 Jahre; Datensatz des Statistischen Bundesamtes, 2016; eigene Darstellung
- Tab. 5: Fahrerassistenzsysteme, die bei möglichen Einschränkungen Älteren Unterstützung bieten können (JOHANNSEN & MÜLLER, 2014)
- Tab. 6: Fahrerassistenzsysteme, die bei möglichen Einschränkungen Älteren Unterstützung bieten können, Teil 2 (JOHANNSEN & MÜLLER, 2014)

## Schriftenreihe

### Berichte der Bundesanstalt für Straßenwesen

#### Unterreihe „Mensch und Sicherheit“

## 2012

- M 227: Entwicklung eines methodischen Rahmenkonzeptes für Verhaltensbeobachtung im fließenden Verkehr  
Hautzinger, Pfeiffer, Schmidt € 16,00
- M 228: Profile von Senioren mit Autounfällen (PROSA)  
Pottgießer, Kleinemas, Dohmes, Spiegel, Schädlich, Rudinger € 17,50
- M 229: Einflussfaktoren auf das Fahrverhalten und das Unfallrisiko junger Fahrerinnen und Fahrer  
Holte € 25,50
- M 230: Entwicklung, Verbreitung und Anwendung von Schulwegplänen  
Gerlach, Leven, Leven, Neumann, Jansen € 21,00
- M 231: Verkehrssicherheitsrelevante Leistungspotenziale, Defizite und Kompensationsmöglichkeiten älterer Kraftfahrer  
Poschadel, Falkenstein, Rinckenauer, Mendzheritskiy, Fimm, Worringer, Engin, Kleinemas, Rudinger € 19,00
- M 232: Kinderunfallatlas – Regionale Verteilung von Kinderverkehrsunfällen in Deutschland  
Neumann-Opitz, Bartz, Leipzig € 18,00

## 2013

- M 233: 8. ADAC/BAST-Symposium 2012 – Sicher fahren in Europa  
CD-ROM / kostenpflichtiger Download € 18,00
- M 234: Fahranfängervorbereitung im internationalen Vergleich  
Genschow, Sturzbecher, Willmes-Lenz € 23,00
- M 235: Ein Verfahren zur Messung der Fahrsicherheit im Realverkehr entwickelt am Begleiteten Fahren  
Glaser, Waschulewski, Glaser, Schmid € 15,00
- M 236: Unfallbeteiligung von Wohnmobilen 2000 bis 2010  
Pöppel-Decker, Langner  
Dieser Bericht liegt nur in digitaler Form vor und kann unter <http://bast.opus.hbz-nrw.de/> heruntergeladen werden.
- M 237: Schwer erreichbare Zielgruppen – Handlungsansätze für eine neue Verkehrssicherheitsarbeit in Deutschland  
Funk, Faßmann € 18,00
- M 238: Verkehrserziehung in Kindergärten und Grundschulen  
Funk, Hecht, Nebel, Stumpf € 24,50
- M 239: Das Fahrerlaubnisprüfungssystem und seine Entwicklungspotenziale – Innovationsbericht 2009/2010 € 16,00
- M 240: Alternative Antriebstechnologien – Marktdurchdringung und Konsequenzen – Berichtsjahr 2011 – Abschlussbericht  
Küter, Holdik, Pöppel-Decker, Ulitzsch  
Dieser Bericht liegt nur in digitaler Form vor und kann unter <http://bast.opus.hbz-nrw.de/> heruntergeladen werden.
- M 241: Intervention für punkteauffällige Fahrer – Konzeptgrundlagen des Fahreignungsseminars  
Glitsch, Bornewasser, Sturzbecher, Bredow, Kaltenbaek, Büttner € 25,50

- M 242: Zahlungsbereitschaft für Verkehrssicherheit – Vorstudie  
Bahamonde-Birke, Link, Kunert € 14,00

## 2014

- M 243: Optimierung der Praktischen Fahrerlaubnisprüfung  
Sturzbecher, Mörl, Kaltenbaek € 25,50
- M 244: Innovative Konzepte zur Begleitung von Fahranfängern durch E-Kommunikation  
Funk, Lang, Held, Hallmeier € 18,50
- M 245: Psychische Folgen von Verkehrsunfällen  
Auerbach € 20,00
- M 246: Prozessevaluation der Kampagnenfortsetzung 2011-2012 „Runter vom Gas!“  
Klimmt, Maurer, Baumann € 14,50
- AKTUALISIERTE NEUAUFLAGE VON:**  
M 115: Begutachtungsleitlinien zur Kraftfahreignung – gültig ab 1. Mai 2014  
Gräcmann, Albrecht € 17,50
- M 247: Psychologische Aspekte des Unfallrisikos für Motorradfahrerinnen und -fahrer  
von Below, Holte € 19,50
- M 248: Erkenntnisstand zu Verkehrssicherheitsmaßnahmen für ältere Verkehrsteilnehmer  
Falkenstein, Joiko, Poschadel € 15,00
- M 249: Wirkungsvolle Risikokommunikation für junge Fahrerinnen und Fahrer  
Holte, Klimmt, Baumann, Geber € 20,00
- M 250: Ausdehnung der Kostentragungspflicht des § 25a StVG auf den fließenden Verkehr  
Müller € 15,50

- M 251: Alkohol-Interlocks für alkoholauffällige Kraftfahrer  
Hauser, Merz, Pauls, Schnabel, Aydeniz, Blume, Bogus, Nitzsche, Stengl-Herrmann, Klipp, Buchstaller, DeVol, Laub, Müller, Veltgens, Ziegler € 15,50

- M 252 Psychologische Aspekte des Einsatzes von Lang-Lkw  
Glaser, Glaser, Schmid, Waschulewski  
Dieser Bericht liegt nur in digitaler Form vor, ist interaktiv und kann unter <http://bast.opus.hbz-nrw.de/> heruntergeladen werden.

## 2015

- M 253: Simulatorstudien zur Ablenkungswirkung fahrfremder Tätigkeiten  
Schömig, Schoch, Neukum, Schumacher, Wandtner € 18,50
- M 254: Kompensationsstrategien von älteren Verkehrsteilnehmern nach einer VZR-Auffälligkeit  
Karthaus, Willemssen, Joiko, Falkenstein € 17,00
- M 255: Demenz und Verkehrssicherheit  
Fimm, Blankenheim, Poschadel € 17,00
- M 256: Verkehrsbezogene Eckdaten und verkehrssicherheitsrelevante Gesundheitsdaten älterer Verkehrsteilnehmer  
Rudinger, Haverkamp, Mehliß, Falkenstein, Hahn, Willemssen € 20,00
- M 257: Projektgruppe MPU-Reform  
Albrecht, Evers, Klipp, Schulze € 14,00
- M 258: Marktdurchdringung von Fahrzeugsicherheitssystemen  
Follmer, Geis, Gruschwitz, Hölscher, Raudszus, Zlocki € 14,00

- M 259: Alkoholkonsum und Verkehrsunfallgefahren bei Jugendlichen  
Hoppe, Tekaat € 16,50
- M 260: Leistungen des Rettungsdienstes 2012/13  
Schmiedel, Behrendt € 16,50
- M 261: Stand der Radfahrausbildung an Schulen und motorische Voraussetzungen bei Kindern  
Günther, Kraft € 18,50
- M 262: Qualität in Fahreignungsberatung und fahreignungsfördernden Maßnahmen  
Klipp, Bischof, Born, DeVol, Dreyer, Ehlert, Hofstätter, Kalwitzki, Schattschneider, Veltgens € 13,50
- M 263: Nachweis alkoholbedingter Leistungsveränderungen mit einer Fahrverhaltensprobe im Fahrsimulator der BAST  
Schumacher  
Dieser Bericht liegt nur in digitaler Form vor und kann unter <http://bast.opus.hbz-nrw.de/> heruntergeladen werden.

## 2016

- M 264: Verkehrssicherheit von Radfahrern – Analyse sicherheitsrelevanter Motive, Einstellungen und Verhaltensweisen von Below € 17,50
- M 265: Legalbewährung verkehrsauffälliger Kraftfahrer nach Neuerteilung der Fahrerlaubnis  
Kühne, Hundertmark € 15,00
- M 266: Die Wirkung von Verkehrssicherheitsbotschaften im Fahrsimulator – eine Machbarkeitsstudie  
Wandtner  
Dieser Bericht liegt nur in digitaler Form vor und kann unter <http://bast.opus.hbz-nrw.de/> heruntergeladen werden.
- M 267: Wahrnehmungspsychologische Analyse der Radfahreraufgabe  
Platho, Paulenz, Kolrep € 16,50
- M 268: Revision zur optimierten Praktischen Fahrerlaubnisprüfung  
Sturzbecher, Luniak, Mörl € 20,50
- M 269: Ansätze zur Optimierung der Fahrschulausbildung in Deutschland  
Sturzbecher, Luniak, Mörl € 21,50
- M 270: Alternative Antriebstechnologien – Marktdurchdringung und Konsequenzen  
Schleh, Bierbach, Piasecki, Pöppel-Decker, Ulitzsch  
Dieser Bericht liegt nur in digitaler Form vor und kann unter <http://bast.opus.hbz-nrw.de/> heruntergeladen werden.

## 2017

- M 271: Evaluation der Kampagnenfortsetzung 2013/2014 „Runter vom Gas!“  
Klimmt, Geber, Maurer, Oschatz, Sülfow € 14,50
- M 272: Marktdurchdringung von Fahrzeugsicherheitssystemen 2015  
Gruschwitz, Hölscher, Raudszus, Zlocki € 15,00
- M273: 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, Weiße  
Dieser Bericht ist die englische Fassung von M 273 und liegt nur in digitaler Form vor und kann unter <http://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 <http://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 <http://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 <http://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 <http://bast.opus.hbz-nrw.de/> heruntergeladen werden.
- M 280: Entwicklung der Fahr- und Verkehrskompetenz mit zunehmender Fahrerfahrung  
Jürgensohn, Böhm, Gardas, Stephani € 19,50
- M 281: Rad-Schulwegpläne in Baden-Württemberg – Begleit-evaluation zu deren Erstellung mithilfe des WebGIS-Tools  
Neumann-Opitz € 16,50
- M 282: Fahrverhaltensbeobachtung mit Senioren im Fahrsimulator der BAST Machbarkeitsstudie  
Schumacher, Schubert € 15,50
- M 283: Demografischer Wandel – Kenntnisstand und Maßnahmenempfehlungen zur Sicherung der Mobilität älterer Verkehrsteilnehmer  
Schubert, Gräcman, Bartmann € 18,50

Fordern Sie auch unser kostenloses Gesamtverzeichnis aller lieferbaren Titel an! Dieses sowie alle Titel der Schriftenreihe können Sie unter der folgenden Adresse bestellen:

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 03-63

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

[www.schuenemann-verlag.de](http://www.schuenemann-verlag.de)