

bfu-Sicherheitsdossier Nr. 14

Sicherheit älterer Verkehrsteilnehmer



Autorinnen und Autoren:
A. Uhr, U. Ewert, G. Scaramuzza, M. Cavegn, S. Niemann, Y. Achermann Stürmer

Bern 2016

Sicherheit älterer Verkehrsteilnehmer

Autorinnen und Autoren:

A. Uhr, U. Ewert, G. Scaramuzza, M. Cavegn, S. Niemann, Y. Achermann Stürmer

Bern 2016

Autoren



Andrea Uhr

Wissenschaftliche Mitarbeiterin Forschung, bfu, a.uhr@bfu.ch

MSc in Psychologie; Studium an der Universität Zürich mit Schwerpunkt Sozial-, Wirtschafts- sowie Arbeits- und Organisationspsychologie. Seit 2013 wissenschaftliche Mitarbeiterin der Forschungsabteilung der bfu. Schwerpunkte: Risikokommunikation, Entwicklungspsychologie, ältere Verkehrsteilnehmende, Fahrradverkehr.



Uwe Ewert

Wissenschaftlicher Mitarbeiter Forschung, bfu, u.ewert@bfu.ch

Dr. phil., MPH; Psychologiestudium an der Universität Freiburg i.Br., Studium der Gesundheitswissenschaften in den USA. Seit 1993 wissenschaftlicher Mitarbeiter der bfu. Schwerpunkte: Einstellungen und Verhalten von Verkehrsteilnehmenden, Fussgänger, ältere Verkehrsteilnehmende, Sicherheitsgurte, Sicherheit auf Ausserortsstrassen, Geschwindigkeit, soziale Ungleichheit bei Unfällen.



Gianantonio Scaramuzza

Wissenschaftlicher Mitarbeiter Forschung, bfu, g.scaramuzza@bfu.ch

Dipl. Ing. ETH; Bauingenieurstudium an der ETH Zürich. 1986–2004 Mitarbeiter in der Abteilung Verkehrstechnik der bfu, 2004–2015 wissenschaftlicher Mitarbeiter der Forschungsabteilung. Schwerpunkte: Infrastruktur, Fussverkehr, Fahrradverkehr, Geisterfahrer und Unfallschwerpunkte.



Mario Cavegn

Teamleiter Forschung Strassenverkehr, bfu, m.cavegn@bfu.ch

Lic. phil.; Psychologiestudium, Universität Zürich. Seit 2002 wissenschaftlicher Mitarbeiter der Forschungsabteilung der bfu. Einsitz in diversen Kommissionen wie z. B. der Expertenkommission Fahrerassistenzsysteme des VSS. Schwerpunkte: Fahrausbildung, -zeugtechnik, Evaluation von Massnahmen.



Steffen Niemann

Wissenschaftlicher Mitarbeiter Forschung, bfu, s.niemann@bfu.ch

Magister Artium; Studium der Soziologie, Psychologie und Informationswissenschaften an der Universität Düsseldorf. Seit 2005 wissenschaftlicher Mitarbeiter der Forschungsabteilung der bfu. Schwerpunkte: Datengrundlagen in den Bereichen Haus und Freizeit, Strassenverkehr, Sport sowie bfu-Erhebungen.



Yvonne Achermann Stürmer

Wissenschaftliche Mitarbeiterin Forschung, bfu, y.achermann@bfu.ch

Lic. rer. pol.; Studium an der Fakultät der Wirtschafts- und Sozialwissenschaften der Universität Genf. Seit 2006 wissenschaftliche Mitarbeiterin der Forschungsabteilung der bfu. Schwerpunkte: regionale Unterschiede im Verkehrsunfallgeschehen, Bevölkerungsbefragung.

Impressum

Herausgeberin	bfu – Beratungsstelle für Unfallverhütung Postfach CH-3001 Bern Tel. +41 31 390 22 22 Fax +41 31 390 22 30 info@bfu.ch www.bfu.ch Bezug auf www.bestellen.bfu.ch , Art.-Nr. 2.271
Autoren	Andrea Uhr, MSc in Psychologie, Wissenschaftliche Mitarbeiterin Forschung, bfu Uwe Ewert, Dr. phil., MPH, Wissenschaftlicher Mitarbeiter Forschung, bfu Gianantonio Scaramuzza, dipl. Ing. ETH, Wissenschaftlicher Mitarbeiter Forschung, bfu Mario Cavegn, lic. phil., Teamleiter Forschung Strassenverkehr, bfu Steffen Niemann, M.A., Wissenschaftlicher Mitarbeiter Forschung, bfu Yvonne Achermann Stürmer, lic. rer. pol., Wissenschaftliche Mitarbeiterin Forschung, bfu
Projektteam	Janine Zumstein, dipl. Übersetzerin FH, B.A., Projektassistentin Forschung, bfu Regula Stöcklin, Fürsprecherin, Teamleiterin Recht, bfu Simone Studer, Rechtsanwältin, Wissenschaftliche Mitarbeiterin Recht, bfu Oliver Rosch, MLaw, Wissenschaftlicher Mitarbeiter Recht, bfu
Redaktion	Mario Cavegn, lic. phil., Teamleiter Forschung Strassenverkehr, bfu
Druck/Auflage	Bubenberg Druck- und Verlags-AG, Monbijoustrasse 61, CH-3007 Bern 1/2016/550 Gedruckt auf FSC-Papier
© bfu/FVS 2016	Alle Rechte vorbehalten; Reproduktion (z. B. Fotokopie), Speicherung, Verarbeitung und Verbreitung sind mit Quellenangabe (s. Zitationsvorschlag) gestattet. Dieser Bericht wurde im Auftrag des Fonds für Verkehrssicherheit (FVS) hergestellt. Für den Inhalt ist die bfu verantwortlich.
Zitationsvorschlag	Uhr A, Ewert U, Scaramuzza G, Cavegn M, Niemann S, Achermann Stürmer A. <i>Sicherheit älterer Verkehrsteilnehmer</i> . Bern: bfu – Beratungsstelle für Unfallverhütung; 2016. bfu-Sicherheitsdossier Nr. 14. ISBN 978-3-906173-90-0 DOI 10.13100/bfu.2.271.01 Aus Gründen der Lesbarkeit verzichten wir darauf, konsequent die männliche und weibliche Formulierung zu verwenden. Aufgrund von Rundungen sind im Total der Tabellen leichte Differenzen möglich. Wir bitten die Lesenden um Verständnis.

Inhalt

I.	Abstract / Résumé / Compendio	11
1.	Sicherheit älterer Verkehrsteilnehmer	11
2.	Sécurité des usagers de la route âgés	12
3.	La sicurezza degli utenti della strada più anziani	13
II.	Kurzfassung / Version abrégée / Riassunto	14
1.	Sicherheit älterer Verkehrsteilnehmer	14
1.1	Einleitung	14
1.2	Unfallgeschehen	14
1.3	Risikofaktoren	16
1.4	Präventionsmassnahmen	18
1.4.1	Menschbezogene Massnahmen	19
1.4.2	Fahrzeug	20
1.4.3	Infrastruktur	22
1.5	Schlussfolgerungen	22
2.	Sécurité des usagers de la route âgés	25
2.1	Introduction	25
2.2	Accidentalité	25
2.3	Facteurs de risque	27
2.4	Mesures de prévention	29
2.4.1	Mesures relatives à l'être humain	30
2.4.2	Mesures relatives au véhicule	31
2.4.3	Mesures relatives à l'infrastructure routière	33
2.5	Conclusions	34
3.	La sicurezza degli utenti della strada più anziani	36
3.1	Introduzione	36
3.2	Incidentalità	36
3.3	Fattori di rischio	38
3.4	Misure preventive	40
3.4.1	Misure relative all'essere umano	41
3.4.2	Veicolo	42
3.4.3	Infrastruttura	44
3.5	Conclusioni	44

III.	Einleitung	46
	1. Ausgangslage	46
	2. Zielsetzung und Inhalt	46
	3. Methodik	48
IV.	Unfallgeschehen (S. Niemann)	51
	1. Einleitung	51
	2. Internationaler Vergleich	51
	3. Langzeitentwicklung	54
	4. Aktuelles Unfallgeschehen	55
	4.1 Alter und Geschlecht	57
	4.2 Senioren als PW-Insassen	58
	4.3 Senioren als Radfahrer	59
	4.4 Senioren als Fussgänger	59
	5. PW-Lenker (65+ Jahre) als Unfallverursacher	60
	6. Fazit	61
V.	Risikofaktoren (U. Ewert, Y. Achermann Stürmer)	63
	1. Einleitung	63
	2. Altersbedingte Veränderungen	64
	2.1 Sehvermögen	64
	2.1.1 Beschreibung	64
	2.1.2 Risikoabschätzung	65
	2.2 Hörvermögen	69
	2.2.1 Beschreibung	69
	2.2.2 Risikoabschätzung	69
	2.3 Motorik	69
	2.4 Kraft	69
	2.5 Gelenkigkeit/Beweglichkeit	70
	2.5.1 Beschreibung	70
	2.5.2 Risikoabschätzung	70
	2.6 Gleichgewicht	71
	2.6.1 Beschreibung	71
	2.6.2 Risikoabschätzung	71
	2.7 Kognitive Leistung	71
	2.7.1 Beschreibung	71
	2.7.2 Risikoabschätzung	72
	2.8 Vulnerabilität	76

2.8.1	Beschreibung	76
2.8.2	Risikoabschätzung	77
3.	Krankheitsbedingte Leistungseinbussen	77
3.1	Schlafapnoe	78
3.1.1	Beschreibung	78
3.1.2	Risikoabschätzung	78
3.2	Katarakt (grauer Star)	79
3.2.1	Beschreibung	79
3.2.2	Risikobewertung	79
3.3	Demenz	79
3.3.1	Beschreibung	79
3.3.2	Risikoabschätzung	80
3.4	Herz-Kreislauf-Erkrankungen	80
3.4.1	Beschreibung	80
3.4.2	Risikoabschätzung	80
3.5	Diabetes	81
3.5.1	Beschreibung	81
3.5.2	Risikoabschätzung	81
3.6	Weitere Krankheiten	82
3.6.1	Beschreibung	82
3.6.2	Risikoabschätzung	82
4.	Psychologische Faktoren	82
4.1	Selbsteinschätzung	82
4.1.1	Beschreibung	82
4.1.2	Risikoabschätzung	83
4.2	Medikamente	83
4.2.1	Beschreibung	83
4.2.2	Risikoabschätzung	84
4.3	Alkohol	89
4.3.1	Beschreibung	89
4.3.2	Risikoabschätzung	89
5.	Fazit	90
VI.	Präventionsmassnahmen	95
1.	Menschbezogene Massnahmen (A. Uhr)	95
1.1	Einleitung	95
1.2	Fahreignungsabklärung	95

1.2.1	Ausgangslage	95
1.2.2	Zielsetzung	95
1.2.3	Umsetzung	96
1.3	Medizinisch-therapeutische Massnahmen	104
1.3.1	Ausgangslage	104
1.3.2	Zielsetzung	104
1.3.3	Umsetzung	104
1.4	Sensibilisierung Medikation	106
1.4.1	Ausgangslage	106
1.4.2	Zielsetzung	107
1.4.3	Umsetzung	107
1.5	Trainingsmassnahmen	109
1.5.1	Ausgangslage	109
1.5.2	Zielsetzung	110
1.5.3	Umsetzung	110
1.6	Edukative Massnahmen	115
1.6.1	Ausgangslage	115
1.6.2	Zielsetzung	116
1.6.3	Umsetzung	116
1.7	Fazit	119
2.	Fahrzeugbezogene Massnahmen (M. Cavegn)	122
2.1	Einleitung	122
2.2	Fahrassistenzsysteme (FAS)	123
2.2.1	Ausgangslage	123
2.2.2	Zielsetzung	123
2.2.3	Umsetzung	124
2.3	Akzeptanz und Nutzung von FAS	130
2.3.1	Ausgangslage	130
2.3.2	Zielsetzung	131
2.3.3	Umsetzung	131
2.4	Verhaltensanpassungen durch FAS	132
2.4.1	Ausgangslage	132
2.4.2	Zielsetzung	134
2.4.3	Umsetzung	135
2.5	Überforderungen durch FAS	135
2.5.1	Ausgangslage	135
2.5.2	Zielsetzung	136

2.5.3	Umsetzung	137
2.6	Schutz vor Verletzungen und Spätfolgen	139
2.6.1	Ausgangslage	139
2.6.2	Zielsetzung	139
2.6.3	Umsetzung	139
2.7	Fazit	142
3.	Infrastrukturbezogene Massnahmen (G. Scaramuzza)	144
3.1	Einleitung	144
3.2	Selbsterklärende und fehlertolerante Verkehrsanlagen	145
3.2.1	Ausgangslage	145
3.2.2	Zielsetzung	146
3.2.3	Umsetzung	146
3.3	Querungsstellen für den Fussverkehr	147
3.3.1	Ausgangslage	147
3.3.2	Zielsetzung	147
3.3.3	Umsetzung	147
3.4	Knoten	151
3.4.1	Ausgangslage	151
3.4.2	Zielsetzung	151
3.4.3	Umsetzung	151
3.5	Freie Strecke	154
3.5.1	Ausgangslage	154
3.5.2	Zielsetzung	154
3.5.3	Umsetzung	154
3.6	Implementierung	161
3.6.1	Grundbemerkung	161
3.6.2	Möglichkeiten bei aktuellen Normvorhaben	161
3.6.3	Anwendung der ISSI-Instrumente	161
3.6.4	Anpassung ausgewählter VSS-Normen bezüglich passiver Sicherheit	163
3.6.5	Geschwindigkeitsregime 50/30	164
3.6.6	Forschung	165
3.6.7	Ausbildung der Ingenieure und Planer	166
3.6.8	Sensibilisierung der Behörden	166
3.6.9	Massnahmen: Übersicht und Beurteilung	166
3.7	Fazit	167
VII.	Schlussfolgerungen	169

VIII. Anhang	173
Quellen	179

I. Abstract / Résumé / Compendio

1. Sicherheit älterer Verkehrsteilnehmer

Im Rahmen der Publikationsreihe «bfu-Sicherheitsdossiers» befasst sich der vorliegende Bericht mit der Verkehrssicherheit von Senioren. Im Sinne eines Nachschlagewerks werden das **Unfallgeschehen** von älteren Verkehrsteilnehmern in der Schweiz, die **Risikofaktoren** und ihre Relevanz sowie **Massnahmen** zur Erhöhung der Sicherheit von Senioren dargestellt.

In den letzten 4 Jahren wurden auf Schweizer Strassen rund 700 schwer verletzte und 100 getötete Senioren jährlich registriert. Über die letzten Jahrzehnte war zwar ein deutlicher Rückgang zu verzeichnen, dennoch konnten die ältesten Verkehrsteilnehmer von den Fortschritten in der Verkehrssicherheit nicht in gleichem Ausmass profitieren wie die jüngeren Altersgruppen. Die meisten schweren Personenschäden erleiden Senioren als Fussgänger, gefolgt von PW-Insassen und Radfahrern.

Der mit Abstand gravierendste Risikofaktor für die Verkehrssicherheit von Senioren ist die **hohe körperliche Verletzlichkeit**. Weitere bedeutende Risikofaktoren sind **kognitive Veränderungen** (v. a. räumlich-visuelle Fähigkeiten und Informationsverarbeitungsgeschwindigkeit) und Schwierigkeiten bei der **Abschätzung von Entfernungen und Geschwindigkeit**. In Bezug auf die Fahreignung sind zudem verschiedene, mit dem Alter häufiger auftretende **Krankheiten** (v. a. Herz-Kreislauf-Erkrankungen, Diabetes

mellitus, Demenzerkrankungen und Schlafapnoe) sowie die Einnahme von **Medikamenten** relevant. Bei älteren Fussgängern und Radfahrern sind auch Beeinträchtigungen des **Gleichgewichts** von Bedeutung.

Der Schwerpunkt der Unfallprävention bei Senioren muss bei den Fussgängern (v. a. Querungsunfälle) gesetzt werden, gefolgt von PW-Lenkern (v. a. Vortrittsmissachtungen bzw. Abbiege-/Einbiegeunfälle) und Radfahrern/E-Bike-Fahrern (v. a. Vortrittsmissachtungen und Schleuder-/Selbstunfälle). Im vorliegenden Sicherheitsdossier werden diverse Massnahmen aus den Bereichen Mensch, Fahrzeug und Infrastruktur dokumentiert.

Prioritär zur Erhöhung der Sicherheit von älteren Verkehrsteilnehmern sind das Hinarbeiten auf eine gesetzliche Ausrüstungsvorschrift für **Kollisionsvermeidungssysteme mit Personenerkennung, periodische RSI (Road Safety Inspection) aller Querungsstellen** mit besonderer Berücksichtigung der seniorenspezifischen Anliegen sowie die Umsetzung des **Geschwindigkeitsregimes 50/30** innerorts. Ebenfalls besonders vielversprechend sind das **Ausschöpfen der Behandlungsmöglichkeiten** für altersbedingte Einschränkungen oder Krankheiten (durch Information und Ausbildung der Ärzte und Sensibilisierung der älteren PW-Lenker) sowie die **Evaluation** der Umsetzung und Auswirkungen der neuen Verordnung (ab 1.7.2016) zur **Fahreignungsabklärung**.

2. Sécurité des usagers de la route âgés

Dans la série de publications «Dossiers de sécurité du bpa», le présent élément est consacré à la sécurité routière des seniors. Ouvrage de référence, il traite de l'**accidentalité** des usagers de la route âgés en Suisse, des **facteurs de risque** et de leur importance, et présente des **mesures** visant à renforcer la sécurité routière des seniors.

Durant les quatre dernières années, quelque 700 seniors ont, chaque année, été grièvement blessés et 100 autres tués sur les routes helvétiques. Si ces chiffres sont en net recul pour les dernières décennies, les aînés n'ont pas profité dans la même mesure que les groupes d'usagers de la route plus jeunes des progrès réalisés en matière de sécurité routière. C'est à pied que les seniors subissent la plupart des dommages corporels graves, puis en voiture de tourisme et à vélo.

Le facteur de risque de loin le plus problématique pour la sécurité routière des seniors est leur **grande vulnérabilité physique**. D'autres facteurs significatifs sont les **altérations cognitives** (surtout capacités visuo-spatiales et vitesse de traitement des informations) et les difficultés rencontrées lors de l'**estimation de distances et de vitesses**. Différentes **maladies** plus fréquentes chez les seniors (surtout maladies cardiovasculaires, diabète, démences et apnées du sommeil) de même que la prise de **médicaments** ont par ailleurs une influence sur l'aptitude à la conduite. Les troubles de l'**équilibre** jouent également un rôle pour les piétons et les cyclistes âgés.

La prévention des accidents de la route chez les seniors doit mettre l'accent en premier lieu sur les piétons (surtout accidents lors de traversées), puis sur les conducteurs de voitures de tourisme (surtout refus de priorité resp. accidents en quittant une route/en s'engageant sur une route) et les cyclistes à vélo classique/électrique (surtout refus de priorité et pertes de maîtrise). Dans le présent dossier de sécurité, des mesures correspondantes sont proposées pour les trois domaines suivants: être humain, véhicule et infrastructure routière.

Pour renforcer la sécurité des usagers de la route âgés, il y a lieu en priorité d'obtenir une obligation légale d'équiper les véhicules de **systèmes anti-collisions avec détection de personnes**, de **réaliser périodiquement des RSI (Road Safety Inspections) de toutes les traversées** en veillant en particulier aux besoins spécifiques des seniors et de mettre en œuvre le **régime de vitesses 50/30 km/h en localité**. Les autres mesures particulièrement prometteuses sont l'**exploitation des possibilités de traitement** des altérations ou maladies dues au vieillissement (par la formation et l'information des médecins, et par la sensibilisation des automobilistes âgés) ainsi que l'**évaluation** de la mise en application et de l'impact des nouvelles dispositions de l'ordonnance (date d'entrée en vigueur: 1^{er} juillet 2016) sur l'**évaluation de l'aptitude à la conduite**.

3. La sicurezza degli utenti della strada più anziani

Il presente rapporto della collana «dossier sicurezza dell'upi» è dedicato alla sicurezza stradale negli anziani e vuole essere un'opera di consultazione che illustra l'**incidentalità** degli utenti della strada anziani in Svizzera, i **fattori di rischio** e la loro rilevanza nonché le **misure** per aumentare la sicurezza degli anziani.

Negli ultimi 4 anni, sulle strade svizzere sono stati rilevati ogni anno circa 700 anziani feriti gravemente e 100 morti. Benché nell'arco degli ultimi decenni sia stato registrato un notevole calo, gli utenti della strada anziani comunque non hanno potuto approfittare nella stessa misura delle fasce d'età più giovani dei progressi fatti nella sicurezza stradale. Gli anziani in qualità di pedoni subiscono la maggior parte dei danni gravi alle persone, seguiti dagli occupanti di un'auto e dai ciclisti.

Il fattore di rischio di gran lunga più grave per la sicurezza stradale degli anziani è l'**elevata vulnerabilità fisica**. Ulteriori fattori di rischio rilevanti sono i **decadimenti cognitivi** (in part. le capacità visuo-spaziali e la velocità di elaborazione delle informazioni) e la difficoltà nel **valutare le distanze e le velocità**. Riguardo all'idoneità a condurre sono rilevanti anche diverse **malattie** che emergono spesso con l'età (in part. malattie cardiovascolari, diabete mellito, demenza e apnea notturna) nonché l'assunzione di **farmaci**. Nei pedoni e ciclisti anziani sono rilevanti anche l'alterazione dell'**equilibrio**.

Negli anziani, la prevenzione degli infortuni deve puntare sui pedoni (in part. attraversamenti), seguiti dagli occupanti di un'auto (in part. inosservanza della precedenza e incidenti nello svoltare/nell'immettersi in una strada) dai ciclisti/conducenti di una bici elettrica (in part. inosservanza del diritto di precedenza e sbandamenti/incidenti a veicolo isolato). Il presente dossier sicurezza documenta le diverse misure degli ambiti essere umano, veicolo e infrastruttura.

Per aumentare la sicurezza degli utenti della strada anziani, è prioritario stilare una norma giuridica che prevede di equipaggiare i veicoli con il **sistema anti-collisione con riconoscimento delle persone, fare degli RSI (Road Safety Inspection) periodici di tutti gli attraversamenti** tenendo particolarmente conto delle esigenze degli anziani nonché introdurre il **regime di velocità 50/30** nell'abitato. Anche il **ricorso alle possibilità di trattamento** per limitazioni dovute all'età o a malattia (tramite informazione e formazione dei medici e sensibilizzazione degli automobilisti più anziani) nonché la **valutazione della realizzazione e degli effetti della nuova ordinanza** (a partire dal 1.7.2016) per la **verifica dell'idoneità alla guida** sono molto promettenti.

II. Kurzfassung / Version abrégée / Riassunto

1. Sicherheit älterer Verkehrsteilnehmer

1.1 Einleitung

Im Rahmen der Publikationsreihe «bfu-Sicherheitsdossiers» befasst sich die vorliegende Arbeit mit der Verkehrssicherheit von Senioren. Damit ist es das erste bfu-Dossier, das sich auf eine spezifische Altersgruppe bezieht. Es stellt den aktuellen Wissensstand dar und dient als Nachschlagewerk.

Angesichts des demografischen Wandels ist die Verkehrssicherheit von Senioren ein wichtiges Thema. Auf der einen Seite ist mit immer mehr älteren Autofahrern, Fussgängern oder Radfahrern zu rechnen und die Gesellschaft muss daran interessiert sein, dass Senioren möglichst lange mobil bleiben. Auf der anderen Seite wird die Teilnahme am Strassenverkehr mit zunehmendem Alter immer anspruchsvoller und riskanter.

Ziel dieses Dossiers ist die Erarbeitung von **Handlungsempfehlungen** zur Steigerung der Sicherheit von Senioren im Strassenverkehr. Die wissenschaftliche Methodik richtet sich nach jener der Epidemiologie. Aufgrund der **wissenschaftlichen Vorgehensweise** haben die Dossiers den Anspruch, **solide Grundlagen für Entscheidungsträger** bereitzustellen. Sie richten sich an Personen und Institutionen, die für die Planung und Finanzierung von

Präventionsmassnahmen oder anderweitigen sicherheitsrelevanten Massnahmen im Strassenverkehr verantwortlich zeichnen.

Im vorliegenden Sicherheitsdossier «Sicherheit älterer Verkehrsteilnehmer» wird deren **Unfallgeschehen** in der Schweiz dargestellt, **Risikofaktoren**¹ werden diskutiert und in ihrer Relevanz für schweizerische Verhältnisse gewichtet sowie **Präventionsmassnahmen** zur Erhöhung der Verkehrssicherheit von Senioren vorgestellt.² Die konkreten Empfehlungen orientieren sich an den in der Schweiz bestehenden Rahmenbedingungen. Am Ende der Kurzfassung sind die wichtigsten Massnahmen aufgeführt.

1.2 Unfallgeschehen

Im Vergleich zu anderen Ländern Europas liegt die Schweiz bei den Todesfällen von **Senioren** im Strassenverkehr mit **75 Getöteten pro 1 Mio. Einwohner** im Mittelfeld. Sie belegt jedoch den vorletzten Rang (vor den Niederlanden), wenn die bevölkerungsbezogene Sterblichkeit der Senioren mit jener der Gesamtbevölkerung verglichen wird.

Die Anzahl der in der Schweiz lebenden 65-Jährigen und Älteren hat in den letzten 35 Jahren um zwei Drittel zugenommen. Im gleichen Zeitraum hat die Anzahl der schwer verletzten Senioren im Strassenverkehr um 51 %, diejenige der Getöteten

¹ Die Risikofaktoren beziehen sich ausschliesslich auf den Faktor Mensch und hier wiederum nur auf die Senioren selber. Allgemeine Risikofaktoren bez. Fahrzeug, Infrastruktur oder andere Verkehrsteilnehmer werden nicht thematisiert.

² Vorgestellt werden Massnahmen, die spezifisch auf die Verkehrssicherheit von Senioren ausgelegt sind oder von denen

Senioren in besonderem Mass profitieren. Generelle Massnahmen, von denen alle Verkehrsteilnehmer gleichermassen profitieren (z. B. partnerschaftliches Fahren), werden nur punktuell einbezogen. Diese können in anderen Sicherheitsdossiers, z. B. Nr. 13 «Personenwagen-Lenkende und -Mitfahrende», nachgeschlagen werden.

um 72 % abgenommen. Damit blieb die **Entwicklung** aber **unter dem gesamtschweizerischen Durchschnitt** (Schwerverletzte –73 %, Getötete –80 %). Dieses Ergebnis kann nicht ausschliesslich auf den gestiegenen Bevölkerungsanteil der Senioren zurückgeführt werden.

In den letzten 4 Jahren wurden rund 700 schwer verletzte und 100 getötete Senioren jährlich auf den Schweizer Strassen registriert. Die meisten verunfallen als **Fussgänger** (252 schwere Personenschäden), gefolgt von PW-Insassen (227) und Radfahrern (158). Mit 35 schweren Personenschäden ist der Anteil der E-Bike-Fahrer gering, dürfte aber wegen der steigenden Beliebtheit der Elektroräder bei den Älteren in den nächsten Jahren eher zunehmen.

Die erhöhte **Verletzlichkeit** der älteren gegenüber den jüngeren Verkehrsteilnehmern zeigt sich in allen Verkehrsteilnehmergruppen. Bei den Fussgängern ist das Sterberisiko besonders hoch: 7 von 100 verunfallten älteren Fussgängern sterben.

Mit höherem Alter steigt die Verletzlichkeit weiter an. Die Anzahl Getöteter pro Verunfallte ist ab dem Alter 85+ am höchsten. Neben dem Alter spielen hier aber auch die Verkehrsmittelwahl und das Geschlecht eine Rolle. Insbesondere **Frauen** werden häufig als **Fussgänger** schwer verletzt oder getötet, aber auch bei den **Männern** nehmen die schweren Fussgängerunfälle im höheren Alter zu. Im Vergleich zu den Frauen bleiben bei ihnen indessen die schweren Personenschäden als **PW-Insassen** recht konstant.

Bei den schweren Personenschäden von älteren PW-Insassen sind die Opfer zu drei Vierteln die **Lenker** selber. Die meisten Personenschäden werden

ausserorts registriert. Auffallend ist der geringe Anteil an Personenschäden in der Nacht.

Sowohl bei den PW-Insassen wie bei den Radfahrern ist die häufigste Hauptursache für schwer verletzte oder getötete Senioren die **Vortrittsmissachtung**, unabhängig davon, ob der Senior oder der Kollisionsgegner Hauptverursacher ist. Für Radfahrer sind Schleuder-/Selbstunfälle der bedeutsamste Unfalltyp.

Bei den schweren Unfällen von älteren **Fussgängern** handelt es sich bei zwei Dritteln um **Querungsunfälle**. Rund 60 % davon ereignen sich auf Fussgängerstreifen. Unfälle beim Queren abseits von Fussgängerstreifen enden häufiger tödlich.

Von allen in einem Unfall mit Beteiligung eines älteren PW-Lenkers schwer verletzten oder getöteten Verkehrsteilnehmern wird in **62 % der ältere PW-Lenker als Hauptverursacher** registriert. Abbiege- und Einbiegeunfälle sind dabei der häufigste Unfalltyp, zwei Drittel der Unfälle ereignen sich innerorts. Der Anteil der Hauptverursacher steigt mit höherem Alter an. Bei den Todesopfern handelt es sich in 54 % der Fälle um den älteren PW-Lenker selber.

Zusammenfassend lässt sich feststellen, dass in der Schweiz in den letzten 35 Jahren grosse Fortschritte in der Verkehrssicherheit erzielt wurden. Die ältesten Verkehrsteilnehmer konnten davon allerdings nicht in gleichem Ausmass profitieren wie die jüngeren. Ihr geändertes Mobilitätsverhalten und ihre hohe körperliche Verletzlichkeit dürften hierbei eine wichtige Rolle spielen. Der Schwerpunkt der Unfallprävention für Senioren muss bei den Fussgängern gesetzt werden, gefolgt von PW-Lenkern und Radfahrern/E-Bike-Fahrern. Bei den Fussgängern ist das Augenmerk auf Querungsunfälle

zu legen, bei den PW-Lenkern auf Vortrittsmissachtungen bzw. Abbiege-/Einbiegeunfälle. Für Radfahrer/E-Bike-Fahrer sind Massnahmen bezüglich Vortrittsmissachtungen und Schleuder-/Selbstunfällen zentral.

1.3 Risikofaktoren

Das grösste Problem bei der Sicherheit der älteren Verkehrsteilnehmer ist ihre **erhöhte Verletzlichkeit**. Sie ist die Hauptursache dafür, dass die Senioren einen erheblichen Teil der Verkehrstoten ausmachen. Bei den 70-Jährigen ist die Wahrscheinlichkeit, dass sie als Fahrzeuginsassen bei einem Verkehrsunfall ums Leben kommen, 10-mal so hoch wie bei den 20-Jährigen. Insbesondere als Fussgänger sind Senioren in ganz erheblichem Mass gefährdet und machen seit 1992 im langjährigen Durchschnitt 42,2 % der getöteten Fussgänger aus (mit leicht steigender Tendenz).

An zweiter Stelle der Probleme älterer Verkehrsteilnehmer stehen nach Einschätzung der bfu altersbedingte kognitive Veränderungen. Je nach Ausmass der Einschränkungen, die zwischen 65 und 80 Jahren um etwa 50 % ansteigen, ist das Unfallrisiko aufgrund von Verschlechterungen der **räumlich-visuellen Fähigkeiten**, der **Geschwindigkeit der Informationsverarbeitung** und der **Exekutivfunktionen** bis um das 3-Fache erhöht. Fälle mit deutlichen Verschlechterungen und demzufolge hohen Risiken scheinen seltener, Fälle mit leichten Einschränkungen und demzufolge geringerer Risikozunahme häufiger zu sein.

Ein Aspekt der funktionellen Einschränkungen, die die Verkehrssicherheit beeinträchtigen können, ist die **nachlassende Beweglichkeit** insbesondere des Nackens und des Oberkörpers. Dies kann an

Knoten (Kreuzungen) und Einmündungen sowie beim Parkieren den Überblick über das Verkehrsgeschehen einschränken.

An dritter Stelle der Bedeutsamkeit für das Unfallgeschehen finden sich folgende Faktoren: Der **Alkoholkonsum** von Personen im Pensionierungsalter ist ziemlich regelmässig und teilweise auch überraschend hoch. Im Zusammenhang mit dem Medikamentenkonsum ist dieser Risikofaktor nicht vernachlässigbar, auch wenn er sich im Unfallgeschehen der Älteren nur verhältnismässig selten nachweisen lässt. Von den Medikamenten, die ältere Menschen in zunehmendem Mass konsumieren, sind **Beruhigungsmittel** diejenigen, die als am problematischsten eingeschätzt werden. Sie werden zwar nur von einem kleinen Teil der Senioren konsumiert, wirken aber den ganzen Tag. Die Einnahme von **mehreren Medikamenten**, die mit dem Alter deutlich zunimmt, und die daraus resultierenden Interaktionen stellen ein weiteres wichtiges Problem dar.

Vier Krankheiten werden als besonders verkehrsrelevant beurteilt. **Herz-Kreislauf-Erkrankungen** sind weitverbreitet und können zu Bewusstseins-trübung oder Bewusstlosigkeit führen. Das Risiko muss jeweils im Einzelfall abgeschätzt werden. **Diabetes mellitus** kann zu Unterzuckerung und ebenfalls zu Bewusstseins-trübung oder Bewusstlosigkeit führen und somit die Fahreignung beeinträchtigen. Je nach Schwere kann daher eine Prüfung des Blutzuckerspiegels jeweils vor der Fahrt angeordnet werden. **Demenzerkrankungen** sind ein schweres Schicksal für Betroffene wie Angehörige. Dass spätestens bei mittleren und späteren Stadien der Krankheit nicht mehr Auto gefahren werden kann, ist offensichtlich, da diverse geistige Leistungen beeinträchtigt werden. Die Rückgabe des Führerausweises dürfte dann noch eines der

kleineren Probleme sein, ist aber unbedingt geboten. Das **obstruktive Schlafapnoe-Syndrom (OSAS)** ist zwar keine typische Alterskrankheit, aber Übergewicht als Hauptrisikofaktor für OSAS nimmt mit dem Alter zu. Darüber hinaus sind Müdigkeitsunfälle oft schwer, da kein Brems- oder Lenkmanöver mehr eingeleitet wird. Erfreulicherweise kann OSAS bei 70–80 % der Betroffenen mit einem Beatmungsgerät korrigiert werden.

Neben den bereits erwähnten kognitiven Veränderungen hinsichtlich Informationsverarbeitungsgeschwindigkeit, räumlich-visuellen Fähigkeiten und Exekutivfunktionen erwiesen sich auch die **geteilte Aufmerksamkeit**, d. h. die Fähigkeit, seine Aufmerksamkeit mehreren Aspekten des Verkehrsgeschehens gleichzeitig zu widmen, sowie das **Arbeitsgedächtnis**, d. h. die Fähigkeit, ausreichend relevante Informationen verfügbar zu halten, als bedeutsam. All diese Fähigkeiten verschlechtern sich zwar mit zunehmendem Alter, dies aber mit starker individueller Variabilität.

Mit dem Alter fällt die **Abschätzung von Entfernungen und Geschwindigkeiten** schwerer. Dies kann insbesondere für Fussgänger, aber auch für Autofahrer, gefährlich werden.

Eine etwas geringere Bedeutung für die Verkehrssicherheit haben die folgenden Medikamente: **Schmerzmittel, Antidepressiva, Schlafmittel und Blutdruckmedikamente**. Bei den ersten beiden scheint das erhöhte Unfallrisiko eher auf die zugrunde liegende Krankheit als auf das dagegen konsumierte Medikament zurückzuführen zu sein. Bei den Schlafmitteln erweist sich das Unfallrisiko geringer, wenn kurz wirkende Mittel, bei denen die Wirkung am nächsten Morgen im Prinzip verflogen ist, verwendet werden. Blutdruckmedikamente sind bei

Personen ab 65 Jahren weitverbreitet und gehen mit einem erhöhten Unfallrisiko (insbesondere Alpha-blocker) einher.

Die Trübung der Augenlinse durch den **grauen Star** ist eine weitverbreitete Alterserkrankung. Schon in den Jahren, bevor der operative Eingriff definitiv notwendig ist, kommt es zu **Blendempfindlichkeit** und **geringerer Kontrastempfindlichkeit**, was insbesondere das Fahren bei Dämmerung und Dunkelheit beeinträchtigt.

Die **selektive Aufmerksamkeit**, d. h. die Fähigkeit, auf relevante Ereignisse zu fokussieren, verschlechtert sich mit den Jahren etwas, weshalb ältere Autofahrer leichter ablenkbar sind. Der Effekt auf die Verkehrssicherheit scheint allerdings gering zu sein.

Gleichgewichtsstörungen mit verschiedenen Ursachen kommen bei etwa 20 % der über 65-Jährigen mindestens einmal pro Jahr vor. Sie können so schwerwiegend sein, dass sie das Autofahren, noch mehr aber das Radfahren oder auch das Zufussgehen beeinträchtigen oder gar verunmöglichen.

Gesichtsfeldeinschränkungen nehmen zwar mit dem Alter zu und sind auch verkehrsrelevant. Sie sind aber mit einer Verbreitung von 2 bis 5 % jenseits des ab 1.7.2016 geltenden Grenzwerts von 120 Grad für PW-Lenker recht selten.

Die **statische Sehschärfe** wird wegen der medizinischen Mindestanforderungen regelmässig gemessen. Ihr Zusammenhang mit dem Unfallgeschehen ist – erstaunlicherweise und immer wieder nachgewiesen – gering. Die Ursache dürfte darin liegen, dass bei schweren Fällen ohnehin der Augenarzt aufgesucht und eine Sehhilfe benutzt wird und dass

bei den verbleibenden Fällen eine gewisse Kompensation durch angepasstes Fahrverhalten erreicht wird.

Nur wenig Bedeutung für die Sicherheit im Strassenverkehr haben die körperliche **Kraft**, die **Schwerhörigkeit** und die **dynamische Sehschärfe**.

Eine Darstellung der erwähnten Risikofaktoren entsprechend ihrer Verbreitung und Gefährlichkeit findet sich in Tabelle 1.

1.4 Präventionsmassnahmen

Die identifizierten Risikofaktoren und ihre Auswirkungen im Strassenverkehr können durch diverse Massnahmen reduziert werden. Diese setzen entweder beim Menschen, beim Fahrzeug oder bei der Infrastruktur an. Als Möglichkeiten stehen edukative

(informieren), rechtliche (inkl. Vollzug) wie auch ökonomische (Anreize) Strategien zur Verfügung.

Entscheidend für die Beurteilung einer Massnahme sind die Wirksamkeit und die Wirtschaftlichkeit (Kosten-Nutzen-Verhältnis). Zusätzlich werden die Umsetzbarkeit unter den schweizerischen Rahmenbedingungen und allfällige unerwünschte Nebeneffekte berücksichtigt. Aufgeführt werden Massnahmen, die spezifisch auf die Verkehrssicherheit von Senioren ausgelegt sind oder von denen Senioren in besonderem Mass profitieren. Generelle Massnahmen, von denen alle Verkehrsteilnehmer gleichermassen profitieren (z. B. partnerschaftliches Fahren), werden nur punktuell einbezogen.

Tabelle 1
Darstellung der Risikofaktoren entsprechend ihrer Verbreitung und Gefährlichkeit

Risiko	5					Vulnerabilität
	4	Demenz Obstruktive Schlafapnoe				
	3	Räumlich-visuelle Fähigkeiten		Herz-Kreislauf-Erkrankungen		Geschwindigkeit der Informationsverarbeitung
		Alkohol		Gelenkigkeit/Beweglichkeit		Exekutivfunktionen
		Arbeitsgedächtnis		Geschwindigkeits- und Entfernungsschätzung		Geteilte Aufmerksamkeit
	2	Gesichtsfeldeinschränkung	Beruhigungsmittel	Schlafmittel		Schmerzmittel
Diabetes bzw. Unterzuckerung Antidepressiva Gleichgewicht						
1		Dynamische Sehschärfe	Sehfähigkeit allgemein		Selektive Aufmerksamkeit Schwerhörigkeit	
			Kraft		Statische Sehschärfe	
		1	2	3	4	5
Verbreitung						

1.4.1 Menschbezogene Massnahmen

Altersbedingte Abnahmen von verschiedenen sensorischen, kognitiven und motorischen Fähigkeiten können die Sicherheit von älteren Verkehrsteilnehmern beeinträchtigen. Krankheiten erhöhen das Unfallrisiko von Senioren zusätzlich. Die spezifischen Risikofaktoren und Schwierigkeiten der älteren Verkehrsteilnehmer sind jedoch relativ gut bekannt, so dass sich verschiedene Massnahmen zur Verbesserung ihrer Sicherheit ableiten lassen. In diesem Kapitel werden Möglichkeiten im Bereich der primären Prävention (Verhinderung von Unfällen mit Schwerverletzten und Getöteten) identifiziert, die direkt bei den Senioren selber ansetzen.

In der Schweiz ist die periodische **Fahreignungsabklärung** ab 70 Jahren obligatorisch (i. d. R. beim Hausarzt). Zwar entsprechen altersbezogene Pflichtuntersuchungen einem gesellschaftlichen und politischen Bedürfnis, in Evaluationsstudien finden sich jedoch gesamthaft keine positiven Effekte auf die Verkehrssicherheit. Konkrete Änderungsvorschläge am aktuellen System sollten jedoch erst nach der Evaluation der neu eingeführten Massnahmen (ab 1.7.2016) zur Qualitätssicherung von Fahreignungsabklärungen erarbeitet werden. Die Möglichkeit, die **Fahrberechtigung zu beschränken** statt ganz aufzuheben, stellt eine sinnvolle Massnahme dar, das Unfallrisiko zu reduzieren, aber dennoch ein akzeptables Niveau an Mobilität zu ermöglichen. Neben der obligatorischen Fahreignungsabklärung sind auch **Angebote zur freiwilligen Abklärung der Fahreignung** denkbar, z. B. in Form von Rückmeldefahrten im Realverkehr. Da diese aber teuer sind und Personen, die am meisten davon profitieren würden, vermutlich nicht teilnehmen, ist vor der Förderung entsprechender Angebote eine wissenschaftliche Evaluation (Erfolgskontrolle, Selbst-

selektion usw.) notwendig. Auch Selbstbeurteilungsinstrumente haben das Potenzial, ältere PW-Lenker zu einer kritischen Auseinandersetzung mit ihrer Fahreignung zu bewegen. Als Aufklärungsmittel sind sie eine gute Ergänzung zu Programmen und Interventionen für ältere PW-Lenker. Da ihre Wirkung auf Selbstregulation und Unfallgeschehen aber noch nicht ausreichend evaluiert ist, sind entsprechende Aktionen wissenschaftlich zu begleiten (Erfolgskontrolle).

Verschiedene alterstypische **Krankheiten** können **behandelt** werden. Behandlungen, die nachweislich eine Verbesserung für die Sicherheit und Mobilität der Senioren darstellen, müssen ausgeschöpft werden. Wirkungsvoll und daher sehr empfehlenswert sind unter anderem die Behandlung von Schlafapnoe und grauem Star. Um allfällige Probleme überhaupt festzustellen, sollten ältere Verkehrsteilnehmer systematisch mit **Informationsmaterial** zu sicherheitsrelevanten, alters- oder krankheitsbedingten Leistungsbeeinträchtigungen bedient werden. Sie sollten ermutigt werden, sich bei Bedenken auch ausserhalb der obligatorischen Kontrolluntersuchungen vom Augenarzt oder Hausarzt (bez. Krankheiten, Medikamenten) gründlich untersuchen zu lassen. **Hausärzte** können einen wesentlichen Beitrag zur Gewährleistung von Sicherheit und Mobilität von Senioren leisten, der über die periodische Fahreignungsabklärung hinausgeht. Daher ist es wichtig, dass sie über **verkehrsmedizinisches Fachwissen** verfügen und zum Besuch entsprechender Fortbildungen motiviert werden.

Fahrten unter negativer Einwirkung von **Medikamenten** müssen vermieden werden. **Sensibilisierungsmassnahmen** bei Fachpersonen (Ärzte, Apotheker), Patienten und Angehörigen zur

fahrfähigkeitsbeeinträchtigenden Wirkung von Arzneien sowie gezielte **Informationen auf Beipackzetteln und Verpackungen** (z. B. Piktogramme) sind daher begrüssenswert. Grossangelegte **Polizeikontrollen** mit Schwerpunkt Senioren sind aufgrund der geringen Unfallrelevanz und Wirtschaftlichkeit weniger zielführend. Nach auffälligem Verhalten ist eine Überprüfung der Medikamenteneinnahme hingegen angezeigt. Diesbezüglich wäre zu prüfen, ob von der Polizei eingesetzte Beobachtungsverfahren geeignete Kontrollinstrumente darstellen.

Durch regelmässige Aktivierung bzw. Trainings kann dem Abbau der kognitiven und motorischen Funktionen im Alter teilweise entgegengewirkt werden. Entsprechende Trainings können sich zu einem gewissen Grad sowohl positiv auf die Mobilität und Verkehrssicherheit von Senioren generell wie auch auf ihre Fahrkompetenz auswirken. In **praktischen Fahrtrainings** sollten gezielt objektiv schwierige Verkehrssituationen geübt werden. Die Kombination mit theoretischen Schulungen ist sinnvoll. Theorieunterricht allein ist nicht zu empfehlen. Vor der Förderung entsprechender Angebote ist jedoch eine Prüfung der Wirtschaftlichkeit angezeigt. **Funktionstrainings für kognitive Fähigkeiten und körperliche Fitness** (u. a. Flexibilität von Kopf, Hals und Rumpf, Bewegungsgeschwindigkeit) können sich tendenziell positiv auf das Fahrverhalten auswirken, sie sind dem Training im Realverkehr aber unterzuordnen. Praktische Trainings sind auch für **Radfahrer, E-Bike-Fahrer** und für **Fussgänger** denkbar. Die Datenlage zur Wirksamkeit ist jedoch beschränkt. Vor einer breiten Förderung sollten entsprechende Studien, z. B. in Form eines Pilotprojekts mit anschliessender Evaluation, durchgeführt werden.

Ältere Verkehrsteilnehmer können entscheidend zu ihrer Sicherheit beitragen, wenn sie die gängigen Präventionsempfehlungen befolgen. Dazu gehören unter anderem die Erhöhung der eigenen Sichtbarkeit oder das Tragen eines Fahrradhelms. Mit **edukativen Interventionen** wie Broschüren oder Kommunikationskampagnen sollten entsprechende **Handlungsempfehlungen** abgegeben werden. Dabei sind Anspracheform und Bildmaterial sorgfältig auszuwählen. Beim Wechsel vom Auto auf andere Transportmittel muss ein Teil der Senioren unterstützt werden. Hierfür können generelle Informationen zur Nutzung des öffentlichen Verkehrs abgegeben und **Beratungsangebote** und praxisorientierte Kurse angeboten werden.

1.4.2 Fahrzeug

Moderne Assistenzsysteme bieten völlig neue Möglichkeiten, um älteren Menschen über eine längere Zeit eine sichere Verkehrsteilnahme zu erlauben [1]. Dabei könnten bestimmte Systeme auch als Auflagen für Senioren mit besonderen Auffälligkeiten vorgesehen werden [2].

Systeme mit dem grössten **Unterstützungspotenzial für ältere Autofahrer** befinden sich aber erst in Entwicklung. Besonders vielversprechend sind solche zur Unterstützung der Aufmerksamkeitssteuerung. Denkbar ist z. B., dass durch die sogenannte «Augmented-Reality-Technologie» reale Objekte in der Umwelt virtuell markiert und mit ergänzenden Informationen versehen werden. Aber auch bereits auf dem Markt erhältliche Systeme können einen Beitrag zum Schutz älterer Menschen als PW-Insassen leisten. Kreuzungsassistent, Notbremsystem, Spurwechselassistent, Spurverlassungswarner, Müdigkeitswarner und Verkehrszeichenerkennung haben das Potenzial, typische Schwierigkeiten älterer

Autofahrer ein Stück weit zu kompensieren. Auch die von Senioren gerne genutzten Parkassistenzsysteme bringen eine Entlastung für den Lenker, wenn auch mit geringem präventivem Nutzen. Intelligente Lichtsysteme reduzieren zwar das individuelle Unfallrisiko, womöglich führen sie aber auch zu einer Expositionserhöhung, sodass die Gesamtauswirkungen auf das Unfallgeschehen ungewiss sind.

Wegen der grossen Vielfalt der angebotenen Sicherheitssysteme wird eine klare und sachgerechte **Information über Nutzen und Vorteil der einzelnen Systeme** immer wichtiger [2]. Gezielte Aufklärung über eine sichere Fahrzeugausstattung kann z. B. im Rahmen von Veranstaltungen, Kommunikationskampagnen und Informationsplattformen geschehen. In der Kommunikation sind die typischen Bedenken und Befürchtungen von älteren Lenkern zu berücksichtigen.

Bei aller Zuversicht über den hohen Sicherheitsnutzen von Assistenzsystemen dürfen mögliche negative Effekte nicht ignoriert werden. Zwar werden bei Senioren risikokompensatorische Effekte wie z. B. schnelleres Fahren oder das Ausüben von Nebentätigkeiten weniger befürchtet als bei anderen Altersklassen, dennoch können sie nicht gänzlich ausgeschlossen werden. Ein denkbares Problem könnte ein **übermässiges Vertrauen in die neuen Technologien** sein. Der Lenker muss sich bewusst sein, dass er die Verantwortung nicht an das System abgeben kann. Auch **falsche Vorstellungen über Assistenzsysteme** gilt es zu korrigieren. Es muss ein Verständnis für die Wirkungsweisen und vor allem auch für die Funktionsgrenzen der Systeme geschaffen werden.

Ein weiteres Problemfeld, das gerade bei älteren Autofahrern deutlich in Erscheinung treten kann,

sind **Überforderung und Ablenkung durch die Bedienung der Systeme**. Als besonders problematisch gelten akustische Warnungen, insbesondere wenn sie mit unterschiedlichen Bedeutungen einhergehen. Mitunter ergibt sich daraus mehr Verwirrung als Unterstützung. Des Weiteren ist für ältere Autofahrer problematisch, wenn ein kurzfristiges Eingreifen oder Übernehmen der Steuerung erforderlich ist. Zu Problemen bei der Mensch-Maschine-Interaktion im realen Strassenverkehr ist bisher aber noch zu wenig bekannt. Es besteht ein **Bedarf an Forschung**. Die Befunde müssen genutzt werden, um bestehende Richtlinien zur **ergonomischen Gestaltung von Assistenzsystemen** weiterzuentwickeln. Die Beachtung der Besonderheiten und Einschränkungen von Senioren ist dabei unerlässlich. Das Ziel sind möglichst selbsterklärende Systeme mit einer einfachen und intuitiven Bedienung. Indem Fahrassistenzsysteme die Bedürfnisse der Nutzer unterstützen und kompatibel mit den menschlichen Fähigkeiten und Leistungsgrenzen sind, optimiert sich auch ihr Sicherheitsnutzen. Darüber hinaus wird die **Akzeptanz und Kaufbereitschaft** auch bei weniger technikaffinen Lenkern gesteigert.

Bei noch nicht optimal gestalteten Assistenzsystemen ist es wichtig, dass im Rahmen des Autokaufs eine fundierte Instruktion erfolgt und Senioren dabei die Möglichkeit erhalten, unter Anweisung den Umgang mit den Systemen möglichst in einem Schonraum einzuüben. Dabei ist den veränderten Lernmöglichkeiten älterer Menschen Rechnung zu tragen.

Nebst der sicherheitstechnischen Ausstattung der von Senioren gelenkten Fahrzeuge gilt es auch, Personenwagen aller anderen Altersgruppen mit technischen Funktionen v. a. zum Partnerschutz

auszustatten. Denn insgesamt verunfallen Senioren häufiger als schwache Verkehrsteilnehmer. Besonders vielversprechend sind **Kollisionswarn- und Kollisionsvermeidungssysteme mit Fussgänger- und Radfahrererkennung**, aber auch Bremsassistenten zur Verkürzung des Bremswegs bei Notbremsungen sowie aktive Motorhauben und Aussenairbags zur Reduktion der biomechanischen Belastungen.

Zusammenfassend kann festgehalten werden, dass Fahrassistenzsysteme und andere intelligente Sicherheitssysteme in den Fahrzeugen bestimmte Altersdefizite kompensieren können und dadurch ein sehr grosses Sicherheitspotenzial bieten. In einer Strassen- und Verkehrsumwelt, die nicht immer den Möglichkeiten und Grenzen der älteren Verkehrsteilnehmer Rechnung trägt, ermöglichen ihnen Assistenzsysteme, länger sichere Autofahrer zu bleiben. Das Sicherheitspotenzial kann aber nur dann ausgeschöpft werden, wenn die Systeme den Besonderheiten älterer Autofahrer Rechnung tragen. Sie müssen ergonomisch und bedienungsfreundlich gestaltet sein, ansonsten drohen gerade bei älteren Autofahrern kontraproduktive Effekte durch Überforderung und Ablenkung.

Um das Kollisionsrisiko von Senioren als Fussgänger und Radfahrer zu reduzieren, muss die breite Implementierung von Fahrassistenzsystemen zur Verhinderung drohender Personenkollisionen gefördert und mittelfristig eine Einbaupflicht angestrebt werden.

1.4.3 Infrastruktur

Ein selbsterklärendes und fehlertolerantes Verkehrssystem ist für die Verkehrssicherheit von zentraler Bedeutung. Ein solches Verkehrssystem muss dabei

auch die kognitiven und motorischen Beeinträchtigungen der älteren Verkehrsteilnehmer berücksichtigen.

Infrastrukturmassnahmen, von denen Senioren besonders profitieren, sind beispielsweise einfache Knotengeometrien oder Fussgängerschutzinseln.

Evidenzbasierte Erkenntnisse zur Ergonomie im Strassenverkehr sind zahlreich und sollten in den Projektierungsvorgaben konsequent berücksichtigt werden. Dazu gilt es auch, die zuständigen Verkehrsplaner sowie die verantwortlichen Bau- und Signalisationsbehörden zu sensibilisieren und auszubilden.

Kurzfristig ist es sinnvoll, seniorenspezifische Anliegen bei aktuellen Normvorhaben einzubringen und die Anwendung der ISSI (Infrastruktur-Sicherheitsinstrumente) voranzutreiben. Vor allem **periodische RSI (Road Safety Inspection) aller Querungsstellen** mit besonderer Berücksichtigung der Anliegen von Senioren sind vielversprechend. Mittelfristig sind auch weitere Normen (z. B. bez. passive Sicherheit im Strassenraum, Alleebäume) anzupassen und eine konsequente Umsetzung des **Geschwindigkeitsregimes 50/30** ist voranzutreiben. Unbestritten ist, dass nach wie vor seniorenspezifische Fragen hinsichtlich der Infrastruktur offen sind, die erforscht werden müssten (z. B. In-Depth-Analysen von Knotenunfällen). Langfristig ist zudem eine Aufwertung der VSS-Normen anzustreben und die rechtlichen Möglichkeiten zur Umsetzung einer adäquaten Infrastruktur sind zu prüfen und allenfalls zu verschärfen.

1.5 Schlussfolgerungen

Der demografische Wandel stellt neue Herausforderungen an die Verkehrssicherheit. Es ist **mit immer**

mehr älteren Verkehrsteilnehmern zu rechnen.

Mit zunehmendem Alter bzw. mit dem altersbedingten Abbau von sensorischen, motorischen und kognitiven Fähigkeiten sowie der Zunahme der körperlichen Verletzlichkeit wird die Teilnahme am Strassenverkehr immer anspruchsvoller und riskanter. Das **Risiko, bei einem Unfall zu sterben** (Letalität), ist **bei älteren Verkehrsteilnehmern deutlich höher** als bei jüngeren. Die meisten schweren Personenschäden von Senioren ereignen sich bei den Fussgängern, gefolgt von PW-Insassen und Radfahrern.

Der mit Abstand gravierendste Risikofaktor für die Verkehrssicherheit von Senioren stellt die hohe **körperliche Verletzlichkeit** dar. Weitere bedeutende Risikofaktoren sind **kognitive Veränderungen**, insbesondere in den räumlich-visuellen Fähigkeiten und in der Geschwindigkeit der Informationsverarbeitung, aber auch in den Exekutivfunktionen, der geteilten Aufmerksamkeit und dem Arbeitsgedächtnis sowie bei Schwierigkeiten bei der **Abschätzung von Entfernungen und Geschwindigkeiten**. Darüber hinaus können auch mit dem Alter häufiger einhergehende **Krankheiten** (v. a. Herz-Kreislauf-Erkrankungen, Diabetes mellitus, Demenzerkrankungen und Schlafapnoe) sowie die Einnahme von **Medikamenten** (v. a. Beruhigungsmittel, die Einnahme mehrerer Medikamente und Medikamente in Kombination mit Alkohol) die Fahreignung beeinträchtigen. Der altersbedingte Abbau der körperlichen und psychischen Leistungsfähigkeit verläuft jedoch sehr individuell und variabel, sodass das **Alter keinen guten Prädiktor für sicheres oder unsicheres Autofahren** darstellt. Bei älteren Fussgängern und Radfahrern sind neben den kognitiven Veränderungen und den Problemen bei der Abschätzung von Entfernungen und Geschwindigkeiten auch Beein-

trächtigungen des **Gleichgewichts** von Bedeutung.

Mobilität ist eine wichtige Voraussetzung für eine selbstständige Lebensgestaltung, die soziale Teilhabe und das individuelle Wohlbefinden. Die Gesellschaft muss daran interessiert sein, dass Senioren möglichst lange mobil bleiben. Dabei ist deren erhöhtem Risiko für unfallbedingte Verletzungen Rechnung zu tragen.

Der **Schwerpunkt** der Unfallprävention bei Senioren muss bei den **Fussgängern** (v. a. Querungsunfälle) gesetzt werden, **gefolgt von den PW-Lenkern** (v. a. Vortrittsmissachtungen bzw. Abbiege-/Einbiegeunfälle) **und Radfahrern/E-Bike-Fahrern** (v. a. Vortrittsmissachtungen und Schleuder-/Selbstunfälle). Aufgrund der hohen Letalität älterer Menschen muss die **Vermeidung von Unfällen** im Vordergrund stehen. Ergänzend sollten aber auch Massnahmen zur Verminderung der Verletzungsschwere ergriffen werden.

Einen hohen Stellenwert für die Unfälle älterer Verkehrsteilnehmer haben Massnahmen im Bereich der Infrastruktur und des Fahrzeugschutzes. Ergänzend sind aber auch Interventionen sinnvoll, die direkt bei den Senioren selber ansetzen bzw. ihre Teilnahme am Strassenverkehr regeln.

Folgende Strategien/Massnahmen sind **besonders vielversprechend**:

- Hinarbeiten auf eine gesetzliche Ausrüstungsvorschrift für Kollisionsvermeidungssysteme mit Personenerkennung
- periodische RSI (Road Safety Inspection) aller Querungsstellen mit besonderer Berücksichtigung der seniorenspezifischen Anliegen

- Förderung der Umsetzung des Geschwindigkeitsregimes 50/30 innerorts bei den zuständigen Behörden und Sensibilisierung der Bevölkerung
- Ausschöpfen der Behandlungsmöglichkeiten für altersbedingte Einschränkungen oder Krankheiten durch Information und Ausbildung der Ärzte und Sensibilisierung der älteren PW-Lenker
- Evaluation der Umsetzung und Auswirkungen der neuen Verordnung (ab 1.7.2016) zur Fahr-eignungsabklärung (Präzisierungsgrad der Abläufe, Ausbildung der Ärzte)

Eine Gesamtübersicht über alle in diesem Dossier identifizierten Massnahmen zur Steigerung der Sicherheit von Senioren im Strassenverkehr findet sich in Tabelle 30, S. 174, im Anhang.

2. Sécurité des usagers de la route âgés

2.1 Introduction

Dans la série de publications «Dossiers de sécurité du bpa», le présent élément est consacré à la sécurité routière des seniors. Premier du genre qui porte sur une tranche d'âge spécifique, il constitue un ouvrage de référence qui reflète le niveau de connaissances actuel.

Compte tenu des mutations démographiques, la sécurité routière des seniors a gagné en importance. D'une part, on peut s'attendre à ce que les automobilistes, piétons et cyclistes âgés soient toujours plus nombreux, et la société a tout intérêt à maintenir la mobilité des seniors aussi longtemps que possible. D'autre part, prendre part au trafic routier devient toujours plus exigeant et risqué avec l'âge.

Le but du dossier est de formuler des **recommandations comportementales** destinées à renforcer la sécurité routière des seniors. Fondés sur une **démarche scientifique** (la méthodologie utilisée ici se calque sur celle de l'épidémiologie), les dossiers de sécurité ont pour ambition de fournir des **bases de décision solides**. Ils s'adressent aux personnes et institutions responsables de la planification et du financement des mesures de prévention routière ou d'autres mesures de sécurité routière.

Le présent dossier expose l'**accidentalité** des usagers de la route âgés en Suisse, examine les **facteurs de risque**³ et les pondère en fonction de leur

importance dans le contexte helvétique, puis propose des **mesures de prévention concrètes** visant à renforcer la sécurité routière des seniors⁴ et adaptées au cadre suisse. Les mesures essentielles sont récapitulées à la fin de cette version abrégée.

2.2 Accidentalité

En matière de mortalité routière des **seniors**, la Suisse se situe, avec **75 tués par million d'habitants**, dans la moyenne des pays européens. Elle occupe en revanche l'avant-dernier rang (juste devant les Pays-Bas) si l'on compare cette mortalité à celle de l'ensemble de la population.

Au cours des 35 dernières années, le nombre de personnes de 65 ans ou plus vivant en Suisse a progressé de $\frac{2}{3}$. Dans le même temps, celui des seniors grièvement blessés sur les routes helvétiques a reculé de 51% et celui des tués, de 72%. Cette **évolution** reste toutefois **en-deçà de la moyenne suisse** (blessés graves: -73%; tués: -80%), ce qui ne peut pas s'expliquer exclusivement par le vieillissement démographique.

Durant les quatre dernières années, quelque 700 seniors ont, chaque année, été grièvement blessés et 100 autres tués sur les routes helvétiques. C'étaient, pour la plupart, des **piétons** (252 seniors ayant subi des dommages corporels graves), puis des occupants de voitures de tourisme (227) et des cyclistes (158). Les utilisateurs de vélos électriques sont peu nombreux (35), mais leur part devrait plutôt être amenée à augmenter dans les prochaines années du fait de la popularité

particulièrement sont présentées ici. Les mesures d'ordre général dont tous les usagers de la route profitent dans une même mesure (p. ex. conduite respectueuse des autres) n'ont été intégrées que sporadiquement. Elles figurent dans d'autres dossiers de sécurité (p. ex. dossier n° 13 «Conducteurs et passagers de voitures de tourisme»).

³ Les facteurs de risque listés ici se rapportent exclusivement à l'être humain, et plus précisément aux seniors. Les facteurs de risque généraux relatifs au véhicule, à l'infrastructure routière ou aux autres usagers de la route ne sont pas abordés.

⁴ Seules les mesures qui portent spécifiquement sur la sécurité routière des seniors ou dont les seniors bénéficieraient tout

croissante du vélo à assistance électrique parmi les aînés.

La **vulnérabilité physique** des usagers de la route âgés par rapport aux plus jeunes est une réalité pour tous les moyens de locomotion. La létalité des seniors est toutefois particulièrement élevée lorsqu'ils se déplacent à pied: sur 100 piétons âgés ayant subi un accident, 7 perdent la vie.

Cette vulnérabilité physique augmente encore au grand âge. Ainsi, c'est à partir de 85 ans que le nombre de tués par accidenté est le plus élevé. En plus de l'âge, le moyen de locomotion et le sexe jouent également un rôle. Les **femmes**, en particulier, subissent souvent des blessures graves ou mortelles comme **piétonnes**, mais chez les **hommes** aussi, le nombre d'accidents graves de piétons croît avec l'âge. Pour le sexe masculin, les dommages corporels graves subis comme **occupants de voitures de tourisme** restent, en revanche, assez constants par rapport à ceux des femmes.

Parmi les occupants âgés de voitures de tourisme ayant subi des dommages corporels graves, $\frac{3}{4}$ sont des **conducteurs**. La majorité des dommages corporels graves surviennent sur les **routes hors des localités**. A noter la faible part de ceux qui se produisent la nuit.

Les **refus de priorité** constituent la cause principale la plus fréquente des accidents graves ou mortels subis par les seniors, tant comme occupants de voitures de tourisme que comme cyclistes, indépendamment du fait que le senior ou l'utilisateur antagoniste soit le responsable principal de la collision. Pour les cyclistes, les pertes de maîtrise sont le type d'accidents le plus important.

Les **accidents en traversant une route** représentent $\frac{2}{3}$ des accidents graves subis par les **piétons** âgés. Environ 60% d'entre eux ont lieu sur des passages pour piétons. Les accidents lors de traversées en dehors des passages pour piétons ont plus souvent une issue fatale.

Si l'on considère tous les usagers de la route grièvement blessés ou tués dans les accidents impliquant un **conducteur de voiture de tourisme âgé**, celui-ci est **principalement responsable** de **62%** des cas. Les accidents en quittant une route/en s'engageant sur une route constituent ici le type d'accidents le plus fréquent. $\frac{2}{3}$ des accidents ont lieu à l'intérieur des localités. La part des seniors principalement responsables augmente au grand âge. Dans 54% des cas, la victime (personne tuée) est l'automobiliste âgé lui-même.

En résumé, la Suisse a réalisé d'importants progrès en matière de sécurité routière au cours des 35 dernières années. Les aînés n'en ont toutefois pas profité dans la même mesure que les groupes d'utilisateurs de la route plus jeunes, ce qui s'explique vraisemblablement surtout par un changement de comportement en termes de mobilité et une grande vulnérabilité physique. La prévention des accidents de la route chez les seniors doit mettre l'accent en premier lieu sur les piétons, puis sur les conducteurs de voitures de tourisme et les cyclistes à vélo classique/électrique. S'agissant des piétons, il y a lieu d'agir en particulier sur les accidents lors de traversées et, pour les conducteurs de voitures de tourisme, sur les refus de priorité resp. les accidents en quittant une route/en s'engageant sur une route. Pour les utilisateurs de vélos classiques/électriques, les mesures portant sur les refus de priorité et les pertes de maîtrise sont, quant à elles, déterminantes.

2.3 Facteurs de risque

Le problème majeur pour la sécurité des usagers de la route âgés est leur **grande vulnérabilité physique**. Elle explique dans une large mesure pourquoi les seniors comptent pour une part importante des tués sur les routes. La probabilité de perdre la vie dans un accident de la route est 10 fois plus élevée pour les occupants de véhicules de 70 ans que pour ceux de 20 ans. Les seniors sont considérablement exposés comme piétons: depuis 1992, ils représentent en moyenne 42,2% des piétons tués (avec une tendance en légère hausse).

Au sens du bpa, les altérations cognitives dues au vieillissement constituent le deuxième grand problème en lien avec les usagers de la route âgés. Selon l'ampleur de celles-ci (elles augmentent d'environ 50% entre 65 et 80 ans), le risque d'accident dû à la baisse des **capacités visuo-spatiales**, de la **vitesse de traitement des informations** et des **fonctions exécutives** va jusqu'à être triplé. Les cas d'aînés qui présentent de nettes altérations et donc de grands risques semblent relativement rares, tandis que ceux avec de faibles détériorations et une augmentation plus légère du risque paraissent plus fréquents.

Un aspect des limitations fonctionnelles qui peuvent porter préjudice à la sécurité routière est une **moindre mobilité** de certaines parties du corps, notamment de la nuque et du buste, d'où une possible entrave à une vision complète de la situation routière, notamment aux carrefours (intersections) et aux débouchés de même que lors des manœuvres de stationnement.

Au troisième rang des facteurs de risque les plus significatifs pour l'accidentalité routière des seniors se

trouvent les suivants. La **consommation d'alcool** des personnes à l'âge de la retraite est assez régulière et parfois étonnamment élevée. Associé à la prise de médicaments, ce facteur de risque n'est pas négligeable, quand bien même il n'est constaté que relativement rarement dans l'accidentalité des aînés. Parmi les médicaments que les personnes âgées absorbent toujours davantage, les **sédatifs** sont considérés comme étant les plus problématiques. Certes pris par un nombre mineur de seniors, ils agissent en revanche toute la journée. L'**association de plusieurs médicaments**, qui augmente fortement avec l'âge, et les interactions qui en résultent constituent un autre problème sérieux.

Quatre maladies sont considérées comme ayant une influence particulière sur la sécurité routière. Largement répandues, les **maladies cardiovasculaires** peuvent provoquer des troubles de la conscience ou des pertes de connaissance. Le risque doit être examiné au cas par cas. Le **diabète** peut causer des hypoglycémies et, également, des troubles de la conscience ou des pertes de connaissance, et risque donc d'altérer l'aptitude à la conduite. Selon la gravité du diabète, il peut être exigé de la personne atteinte qu'elle contrôle sa glycémie avant de conduire. Les **démences** sont un lourd fardeau pour les malades et leurs proches. Au plus tard au stade intermédiaire ou avancé de la maladie, la personne touchée n'est évidemment plus en mesure de conduire du fait de diverses altérations de ses capacités mentales. Si, dans pareille situation, le retrait du permis de conduire est l'un des plus petits problèmes, il est néanmoins absolument indispensable. Le **syndrome d'apnées obstructives du sommeil (SAOS)** n'est pas une maladie typique des personnes âgées, mais le surpoids – principal facteur de risque – augmente avec l'âge. Les accidents dus à la fatigue sont par ailleurs souvent

graves car le conducteur ne cherche ni à freiner ni à braquer. Par chance, cette maladie peut être corrigée dans 70 à 80% des cas au moyen d'un appareil respiratoire.

Outre les altérations cognitives précitées (vitesse de traitement des informations, capacités visuo-spatiales et fonctions exécutives), l'**attention partagée**, à savoir la capacité à focaliser simultanément son attention sur plusieurs aspects du trafic, et la **mémoire de travail**, soit la capacité à maintenir la disponibilité d'informations suffisamment pertinentes, se sont également révélées importantes. Toutes ces capacités se détériorent avec l'âge, mais très individuellement.

Avec l'âge, il devient plus difficile d'**évaluer les distances et les vitesses**, ce qui peut être dangereux pour les piétons surtout, mais aussi pour les automobilistes.

Les médicaments suivants ont un impact un peu plus limité sur la sécurité routière: les **antalgiques**, les **antidépresseurs**, les **somnifères** et les **médicaments contre l'hypertension**. Pour les deux premiers, le surrisque d'accident semble lié à la maladie ayant conduit à la prise du médicament plutôt qu'à ce dernier. S'agissant des somnifères, le risque d'accident se révèle plus faible pour ceux à courte durée d'action, soit ceux qui n'agissent en principe plus le lendemain matin. Courants chez les personnes de 65 ans et plus, les médicaments contre l'hypertension font progresser le risque d'accident (surtout les alpha-bloquants).

L'opacification du cristallin dû à la **cataracte** est une maladie largement répandue chez les personnes âgées. Bien des années avant que l'intervention chirurgicale soit finalement nécessaire, la

sensibilité à l'éblouissement augmente tandis que la **sensibilité au contraste** diminue, ce qui entrave tout particulièrement la conduite crépusculaire ou nocturne.

L'**attention sélective**, c.-à-d. la capacité à focaliser son attention sur des événements pertinents, se détériore quelque peu avec les années, si bien que les automobilistes âgés se laissent plus aisément distraire. L'impact sur la sécurité routière semble toutefois mineur.

Les **troubles de l'équilibre**, aux causes variées, touchent environ 20% des plus de 65 ans à la fréquence d'au moins une fois par an. Ils peuvent être si sérieux qu'ils entravent voire rendent impossible la conduite d'une automobile, mais encore davantage d'un vélo ou les déplacements à pied.

Augmentant avec l'âge, la **réduction du champ visuel** a certes une influence sur la sécurité routière. C'est en revanche une atteinte rare puisque sa fréquence n'est que de 2 à 5% (champ visuel plus restreint que la limite de 120° en vigueur à partir du 1^{er} juillet 2016 pour les conducteurs de voitures de tourisme).

L'**acuité visuelle statique** est régulièrement mesurée car elle figure parmi les exigences médicales minimales applicables aux conducteurs. Étonnamment, son impact sur l'accidentalité est faible, c'est un fait établi. Ceci pourrait s'expliquer par le fait que les cas graves consultent de toute façon un ophtalmologue et portent une correction optique, tandis que les autres compensent en partie leur perte en adaptant leur conduite.

Quant à la diminution de la **force** physique, l'**hypoacousie** et la baisse de l'**acuité visuelle dynamique**, elles n'ont que guère d'influence sur la sécurité routière.

L'ensemble de ces facteurs de risque figurent dans le tableau 1 en fonction de leur fréquence et de leur dangerosité.

2.4 Mesures de prévention

Diverses mesures portant sur l'être humain, le véhicule ou l'infrastructure routière permettent de combattre les facteurs de risque ainsi identifiés et de réduire leurs effets sur la sécurité routière. Elles sont de nature éducative (information), juridique (exécution comprise) ou économique (incitations financières).

Les deux éléments déterminants pour l'évaluation d'une mesure sont: son efficacité et son efficacité (rapport coût/utilité). Il est par ailleurs tenu compte d'une possible mise en œuvre dans le contexte helvétique et d'éventuels effets secondaires indésirables. Seules les mesures qui portent spécifiquement sur la sécurité routière des seniors ou dont les seniors bénéficieraient tout particulièrement sont présentées ici. Les mesures d'ordre général dont tous les usagers de la route profitent dans une même mesure (p. ex. conduite respectueuse des autres) n'ont été intégrées que sporadiquement.

Tableau 1
Accidents des usagers de la route âgés: facteurs de risque selon leur fréquence et leur dangerosité

Risque	5	Vulnérabilité physique				
	4	Démences Apnées obstructives du sommeil				
	3	Capacités visuo-spatiales	Maladies cardiovasculaires	Vitesse de traitement des informations		
		Alcool	Mobilité des articulations	Fonctions exécutives		
		Mémoire de travail	Evaluation des distances et des vitesses	Attention partagée		
	2	Réduction du champ visuel	Cataracte Sensibilité à l'éblouissement	Sensibilité au contraste		
		Sédatifs Diabète (hypoglycémie) Antidépresseurs Equilibre	Somnifères	Antalgiques		
1	Acuité visuelle dynamique	Vision en général Force	Attention sélective Acuité visuelle statique	Hypoacousie		
		1	2	3	4	5
Fréquence						

2.4.1 Mesures relatives à l'être humain

Les altérations de diverses capacités sensorimotrices ou cognitives dues au vieillissement peuvent porter atteinte à la sécurité des usagers de la route âgés. Les maladies augmentent encore davantage le risque d'accident des seniors. Toutefois, les facteurs de risque spécifiques et les difficultés rencontrées par les usagers de la route âgés sont relativement bien connus. Aussi est-il possible de proposer différentes mesures pour renforcer leur sécurité. Celles présentées ici relèvent de la prévention primaire (elles visent à empêcher que des accidents graves ou mortels se produisent); elles agissent directement au niveau des seniors eux-mêmes.

En Suisse, une **évaluation périodique de l'aptitude à la conduite** (réalisée en général par le médecin de famille) est obligatoire à partir de 70 ans. Si pareils examens répondent à un besoin politique et sociétal, les études d'évaluation ne font globalement état d'aucune retombée positive sur la sécurité routière. Des propositions concrètes de modification du système actuel ne pourront néanmoins être élaborées qu'après évaluation des nouvelles mesures introduites au 1^{er} juillet 2016 en vue de l'assurance-qualité des évaluations de l'aptitude à la conduite. La possibilité de **limiter l'autorisation de conduire** plutôt que de la retirer constitue une mesure pertinente pour réduire le risque d'accident tout en maintenant un niveau de mobilité acceptable. En plus de cette évaluation obligatoire, il est aussi envisageable de **proposer des évaluations sur une base volontaire**, p. ex. sous la forme de trajets avec feed-back en situation réelle. Coûteuse et probablement boudée par les personnes qui en profiteraient le plus, pareille offre nécessite une évaluation scientifique (contrôle des résultats, autosélection, etc.) avant de la promouvoir. Les instruments

d'autoévaluation peuvent, eux aussi, amener les conducteurs de voitures de tourisme âgés à porter un regard critique sur leur aptitude à la conduite. Outils de sensibilisation, ils complètent bien les programmes et interventions destinés aux automobilistes âgés. Etant donné que leur impact sur les capacités d'autorégulation et l'accidentalité n'a pas encore été suffisamment évalué, les actions dans ce sens feront l'objet d'un suivi scientifique (contrôle des résultats).

Il est possible de **traiter** différentes **maladies** typiques des personnes âgées. Le potentiel des traitements qui permettent manifestement un gain de mobilité et de sécurité pour les seniors doit être exploité dans son intégralité. Parmi les traitements efficaces et donc vivement recommandés, on compte ceux contre les apnées du sommeil et la cataracte. Pour pouvoir constater d'éventuels problèmes, il est important de fournir systématiquement aux usagers de la route âgés du **matériel d'information** relatif aux baisses de performance liées à l'âge ou aux maladies et ayant un impact sur la sécurité. Il s'agit d'encourager les aînés à consulter, en cas de doute, leur médecin de famille ou un ophtalmologue pour se soumettre à un examen approfondi (maladies, médicaments) en dehors des contrôles obligatoires. Les **médecins de famille** peuvent largement contribuer à maintenir la mobilité et la sécurité des seniors, en ne se cantonnant pas aux seules évaluations périodiques de l'aptitude à la conduite. Il est dès lors essentiel de les inciter à suivre des formations complémentaires en **médecine du trafic** afin d'acquérir des **connaissances** dans ce domaine.

Il y a lieu d'éviter la conduite sous l'influence de **médicaments**. Des **mesures de sensibilisation** des professionnels (médecins, pharmaciens), des patients et de leurs proches quant aux effets négatifs

de certains médicaments sur la capacité de conduire ainsi que la présence d'**informations ciblées sur la notice et l'emballage** de ces médicaments (p. ex. pictogrammes) sont souhaitables. Des **contrôles de police** de grande ampleur ciblant en particulier les seniors sont moins indiqués du fait du moindre poids de ce problème dans l'accidentalité et de la faible efficacité de la mesure. Si un comportement suspect est constaté, il est en revanche pertinent de contrôler la prise de médicaments. A cet égard, il faudrait examiner si les méthodes d'observation du trafic appliquées par la police constituent un instrument de contrôle adapté.

Une activation régulière des fonctions motrices et cognitives permet de contrer en partie l'altération de celles-ci avec l'âge. Des entraînements adaptés peuvent, jusqu'à un certain point, avoir des effets positifs sur la mobilité et la sécurité routière des seniors en général, de même que sur leurs compétences de conduite. Des **cours pratiques de conduite** devraient permettre aux aînés de s'exercer de façon ciblée dans des situations de trafic objectivement complexes. Il serait judicieux de les associer à des formations théoriques. Celles-ci ne sont toutefois pas recommandées à elles seules. Avant de promouvoir pareilles offres, il serait opportun de s'assurer de leur efficacité. L'**entraînement fonctionnel des capacités cognitives et de la forme physique** (notamment flexibilité de la tête, du cou et du tronc, vitesse d'exécution des mouvements) a tendance à avoir une incidence positive sur la conduite, mais il est à subordonner aux entraînements dans le trafic réel. Des cours pratiques sont également envisageables pour les **cyclistes à vélo classique ou électrique** ainsi que pour les **piétons**. Les données disponibles sur leur efficacité sont néanmoins limitées, si bien qu'avant de les promouvoir à grande échelle, il y a lieu de réaliser

des études, p. ex. sous la forme d'un projet pilote suivi d'une évaluation.

Les usagers de la route âgés peuvent contribuer de manière décisive à leur propre sécurité en suivant les conseils préventifs usuels. Ils veilleront notamment à se rendre plus visibles dans le trafic et à porter un casque à vélo. Des **interventions éducatives** (brochures, campagnes de communication, etc.), dont le langage et les images auront été soigneusement choisis, donneront des **recommandations comportementales** aux aînés. Certains seniors ont besoin d'assistance lors de l'abandon de la voiture au profit d'autres moyens de transport. Il est ainsi possible de leur donner des informations générales sur l'utilisation des transports publics, et de leur proposer des **offres de conseil** et des cours pratiques.

2.4.2 Mesures relatives au véhicule

Les systèmes modernes d'assistance à la conduite offrent des possibilités novatrices qui permettent aux personnes âgées d'être des acteurs sûrs du trafic routier pendant de longues années. Il est envisageable que certains d'entre eux deviennent une condition à l'autorisation de conduire pour les seniors qui présentent tel ou tel problème particulier.

Les systèmes au plus grand **potentiel d'assistance pour les automobilistes âgés** sont toutefois encore en cours de développement. Ceux qui assistent la gestion de l'attention sont particulièrement prometteurs. Il est p. ex. imaginable que, grâce à la technologie de la réalité augmentée, des objets réels de l'environnement soient marqués virtuellement et pourvus d'informations complémentaires. Mais certains systèmes déjà disponibles sur le marché peuvent, eux aussi, contribuer à la protection des occupants de voitures de tourisme âgés. Assistance au

carrefour, système de freinage d'urgence, assistance au changement de voie, avertisseur de sortie involontaire de voie, détecteur de fatigue et reconnaissance des signaux routiers: autant de systèmes qui sont en mesure de compenser, en partie, des difficultés typiques des automobilistes âgés. De même, les systèmes d'assistance au stationnement, que les seniors utilisent volontiers, soulagent le conducteur, même s'ils n'ont qu'une moindre utilité en termes de prévention. Si les systèmes d'éclairage intelligents permettent de réduire le risque individuel d'accident, ils induisent peut-être aussi une hausse de l'exposition, si bien que l'impact global sur l'accidentalité est incertain.

De plus en plus diversifiés, les systèmes de sécurité proposés nécessitent toujours davantage des **informations claires et pertinentes quant à leur utilité et à leurs avantages**. Des renseignements ciblés sur l'équipement de sécurité des véhicules peuvent être donnés p. ex. dans le cadre d'événements, de campagnes de communication ou sur des plateformes d'information. Ils tiendront compte des craintes et des doutes typiques des conducteurs âgés.

Quand bien même, en termes de sécurité, l'importante utilité des systèmes d'assistance à la conduite n'est pas à mettre en doute, leurs possibles effets négatifs ne doivent pas être ignorés. Si des effets compensatoires (p. ex. rouler plus vite ou se livrer à d'autres activités tout en conduisant) sont moins à craindre chez les seniors que pour d'autres tranches d'âge, ils ne peuvent néanmoins pas être totalement exclus. Un **excès de confiance dans les nouvelles technologies** est un problème potentiel; les conducteurs doivent être conscients qu'ils ne peuvent pas se décharger de leur responsabilité sur le système. Il y a également lieu de corriger les **fausses**

idées sur les systèmes d'assistance, en faisant comprendre comment ils agissent et, surtout, quelles sont leurs limites.

Distraction lors de l'usage des systèmes d'assistance et difficultés à gérer toutes les tâches à effectuer constituent une autre problématique susceptible de survenir fréquemment chez les automobilistes âgés en particulier. Les signaux acoustiques, surtout lorsqu'ils ont différentes significations, constituent le plus grand problème. Ils créent parfois plus de confusion qu'ils n'apportent d'assistance. Pour les automobilistes âgés, une brève intervention d'un système, notamment sur le pilotage du véhicule, est par ailleurs problématique. Les difficultés qui résultent des interactions être humain-machine dans le trafic réel sont toutefois insuffisamment connues et **nécessitent des travaux de recherche**. Leurs résultats devront permettre de poursuivre le développement des directives existantes sur l'**ergonomie des systèmes d'assistance à la conduite**. Il s'agira impérativement de tenir compte des spécificités et des limites des seniors. L'objectif est de proposer des systèmes intuitifs et conviviaux. En effet, leur utilité en termes de sécurité croît s'ils épaulent les utilisateurs dans leurs besoins et qu'ils sont compatibles avec les capacités et limites humaines. Leur **acceptation** par les conducteurs moins friands de technologie et la **disposition** de ceux-ci **à en équiper leur véhicule** sont de surcroît d'autant plus grandes.

Pour les systèmes d'assistance à la conduite pas encore optimaux en termes de convivialité et d'intuitivité, il est important que les seniors obtiennent des instructions d'utilisation solides lors de l'achat du véhicule qui en est équipé et qu'ils puissent s'exercer à les utiliser sous supervision, si possible dans un espace protégé. Il s'agira de tenir compte des facultés d'apprentissage des personnes âgées.

Si l'équipement de sécurité des véhicules conduits par les seniors est important, il en va de même de celui des voitures de tourisme de toutes les autres tranches d'âge, en particulier pour ce qui est des systèmes techniques de protection des autres usagers de la route. En effet, c'est lorsqu'ils sont «faibles» par rapport à d'autres usagers de la route que les seniors ont globalement plus d'accidents. Les **systèmes anticollisions (avertissement du conducteur et/ou intervention active du système) avec détection des piétons et des cyclistes** de même que les systèmes d'assistance au freinage qui permettent de réduire la distance de freinage en cas de freinage d'urgence, les capots actifs et les airbags extérieurs destinés à réduire les forces biomécaniques sont particulièrement prometteurs.

En résumé, les systèmes d'assistance à la conduite et autres systèmes de sécurité intelligents pour véhicules sont en mesure de compenser certains déficits dus à l'âge et présentent donc un potentiel de sécurité considérable. Dans l'espace routier, qui ne tient pas toujours compte des possibilités et des limites des usagers âgés, les systèmes d'assistance permettent à ces derniers de rester plus longtemps des conducteurs «sûrs». Le potentiel de sécurité ne peut toutefois être exploité dans son intégralité que si ces systèmes prennent en compte les spécificités des automobilistes âgés. Ils doivent donc être ergonomiques et conviviaux, au risque d'induire des effets contreproductifs chez les aînés en particulier, qui éprouveront des difficultés à gérer toutes les tâches à effectuer et dont l'attention sera distraite.

Afin de réduire le risque de collision des piétons et cyclistes âgés, il y a lieu de promouvoir une large diffusion des systèmes d'assistance qui visent à éviter les collisions imminentes avec des personnes et,

à moyen terme, de s'efforcer d'obtenir une obligation d'en équiper les véhicules.

2.4.3 Mesures relatives à l'infrastructure routière

Un système routier lisible et tolérant l'erreur humaine est essentiel à la sécurité routière. Il doit dès lors également tenir compte des troubles cognitifs et moteurs des usagers de la route âgés.

Les carrefours à la géométrie simple ou les îlots de protection des piétons comptent parmi les mesures infrastructurelles dont les seniors bénéficient tout particulièrement.

Nombreuses, les connaissances sur l'ergonomie routière étayées scientifiquement devraient être systématiquement prises en compte dans les spécifications des projets routiers. Il s'agit aussi de sensibiliser et de former en la matière les planificateurs des transports ainsi que les autorités responsables des constructions et de la signalisation.

A court terme, il paraît opportun de faire valoir les spécificités des seniors dans les travaux de normalisation en cours et d'encourager l'utilisation des instruments de sécurité de l'infrastructure (instruments ISSI). Par-dessus tout, la réalisation périodique de **RSI (Road Safety Inspections) pour l'ensemble des traversées** en accordant une attention particulière aux besoins des seniors promet un réel gain de sécurité. A moyen terme, d'autres normes (relatives notamment à la sécurité passive dans l'espace routier ou aux arbres d'alignement) méritent d'être adaptées et la mise en œuvre systématique du **régime de vitesses 50/30 km/h en localité** doit être encouragée. Une chose est sûre: certaines questions infrastructurelles spécifiques

aux seniors restent ouvertes et nécessitent d'être étudiées (p. ex. analyses approfondies des accidents qui surviennent aux carrefours). A long terme, il y a par ailleurs lieu de valoriser les normes VSS, et d'examiner voire de renforcer les possibilités légales de réalisation d'une infrastructure routière adéquate.

2.5 Conclusions

Les changements démographiques posent de nouveaux défis à la sécurité routière. Les **usagers de la route âgés** sont amenés à être **toujours plus nombreux**. Avec l'âge, c.-à-d. avec l'altération des capacités sensorimotrices et cognitives due au vieillissement ainsi que l'augmentation de la vulnérabilité physique, prendre part au trafic routier devient toujours plus exigeant et risqué. Le **risque de perdre la vie dans un accident de la route** (létalité) est **bien plus élevé pour les usagers de la route âgés** que pour les plus jeunes. La plupart des dommages corporels graves subis par les seniors sur les routes suisses concernent des piétons, puis des occupants de voitures de tourisme et des cyclistes.

La grande **vulnérabilité physique** des seniors constitue de loin le facteur de risque le plus important en termes de sécurité routière de ces usagers de la route. D'autres facteurs significatifs sont les **altérations cognitives**, en particulier celles qui touchent les capacités visuo-spatiales et la vitesse de traitement des informations, mais aussi les fonctions exécutives, l'attention partagée et la mémoire de travail, ainsi que celles qui se manifestent par des **difficultés à évaluer les distances et les vitesses**. Par ailleurs, des **maladies** plus fréquentes chez les personnes âgées (surtout maladies cardiovasculaires, diabète, démences et apnées du sommeil)

ainsi que la prise de **médicaments** (surtout sédatifs et association de plusieurs médicaments ou combinaison médicaments-alcool) peuvent également altérer l'aptitude à la conduite. La détérioration des capacités physiques et psychiques dues au vieillissement est toutefois variable et très individuelle, si bien que **l'âge n'est pas un bon prédicteur d'une conduite sûre ou non**. Chez les piétons et cyclistes âgés, les troubles de l'**équilibre** sont déterminants en plus des altérations cognitives ainsi que des problèmes à évaluer les distances et les vitesses.

La mobilité est une condition essentielle à une vie autonome, aux relations sociales et au bien-être individuel. La société a tout intérêt à maintenir la mobilité des seniors aussi longtemps que possible, en tenant compte de leur surrisque pour les blessures d'origine accidentelle.

Chez les seniors, la prévention des accidents de la route doit **mettre l'accent** en premier lieu sur les **piétons** (surtout accidents lors de traversées), puis sur les **conducteurs de voitures de tourisme** (surtout refus de priorité resp. accidents en quittant une route/en s'engageant sur une route) et les **cyclistes à vélo classique/électrique** (surtout refus de priorité et pertes de maîtrise). Compte tenu de l'importante létalité des personnes âgées, il s'agit avant tout d'**éviter que des accidents se produisent**. Des mesures d'atténuation de la gravité des blessures devraient toutefois être prises en complément.

Les mesures relatives à l'infrastructure routière et à la protection offerte par le véhicule sont de la plus haute importance en ce qui concerne les accidents des usagers de la route âgés. Les interventions qui portent sur les seniors eux-mêmes et/ou règlent leur

participation au trafic sont également pertinentes en complément.

Les stratégies/mesures suivantes sont **particulièrement prometteuses**:

- s'efforcer d'obtenir une obligation légale d'équiper les véhicules en systèmes anti-collisions avec détection de personnes;
- réaliser périodiquement des RSI (Road Safety Inspections) de toutes les traversées en portant une attention particulière aux besoins spécifiques des seniors;
- inciter les autorités compétentes à mettre en œuvre le régime de vitesses 50/30 km/h en localité et sensibiliser la population en la matière;
- exploiter dans leur intégralité les possibilités de traitement des maladies ou altérations dues à l'âge en formant et informant les médecins, et en sensibilisant les automobilistes âgés;
- évaluer la mise en application et l'impact des nouvelles dispositions de l'ordonnance (date d'entrée en vigueur: 1^{er} juillet 2016) sur l'évaluation de l'aptitude à la conduite (degré de précision des procédures, formation des médecins).

L'ensemble des mesures identifiées dans le présent dossier de sécurité en vue de renforcer la sécurité routière des seniors sont récapitulées dans le tableau 30, p. 174, de l'annexe (en allemand).

3. La sicurezza degli utenti della strada più anziani

3.1 Introduzione

Il presente rapporto della collana «dossier sicurezza dell'upi» è dedicato alla sicurezza stradale negli anziani, costituendo così il primo dossier dedicato a una fascia d'età specifica. Il rapporto rispecchia lo stato della scienza attuale e si presenta come opera di consultazione.

Considerato il cambiamento demografico, la sicurezza stradale degli anziani è un argomento importante. Da un lato bisogna calcolare sempre un maggior numero di automobilisti, pedoni o ciclisti anziani e la società deve avere un interesse che gli anziani restino mobili il più a lungo possibile. Dall'altro lato, a età avanzata la partecipazione alla circolazione stradale diventa sempre più esigente e rischiosa.

Il dossier persegue l'obiettivo di stilare **raccomandazioni comportamentali** per incrementare la sicurezza degli anziani nella circolazione stradale. La metodica utilizzata è orientata a quella dell'epidemiologia. In virtù della **procedura scientifica**, i dossier vogliono offrire delle **solide basi ai decisori** e sono indirizzati a persone e istituzioni responsabili della pianificazione e del finanziamento di misure di prevenzione o di altri provvedimenti rilevanti per la sicurezza della circolazione stradale.

Il presente dossier sicurezza «La sicurezza degli utenti della strada anziani» illustra la loro **incidentalità** in Svizzera, vaglia i **fattori di rischio**⁵, ponderandoli dal punto di vista della loro rilevanza per la situazione svizzera, e infine vengono presentate delle **misure di prevenzione** al fine di aumentare la sicurezza stradale degli anziani.⁶ Le raccomandazioni concrete si orientano alle condizioni quadro esistenti in Svizzera. La fine del riassunto contiene le misure principali.

3.2 Incidentalità

Nel confronto con altri paesi europei la Svizzera si colloca a metà classifica per quanto riguarda i decessi degli **anziani** nella circolazione stradale con **75 morti su 1 mln di abitanti**. Si colloca però al penultimo posto (prima dei Paesi Bassi) se si paragona la mortalità relativa alla popolazione degli anziani con quella della popolazione complessiva.

Negli ultimi 35 anni, il numero dei 65enni residenti in Svizzera è aumentato di $\frac{2}{3}$. Nel medesimo periodo, il numero degli anziani feriti gravemente nella circolazione stradale è diminuito del 51%, quello dei morti del 72%, fermando però l'**evoluzione sotto la media svizzera** (feriti gravi -73%, morti -80%). Questo risultato non è riconducibile esclusivamente all'accresciuto tasso di popolazione degli anziani.

Negli ultimi 4 anni, sulle strade svizzere sono stati rilevati ogni anno circa 700 anziani feriti gravemente e 100 morti. La maggior parte è stata coinvolta in un incidente in qualità di **pedoni** (252 danni gravi

⁵ I fattori di rischio si riferiscono esclusivamente al fattore umano e in tal caso esclusivamente agli anziani. I fattori di rischio generali relativi al veicolo, l'infrastruttura o gli altri utenti della strada non sono oggetto dello studio.

⁶ Vengono presentate misure orientate specificamente alla sicurezza stradale degli anziani o di cui gli anziani possono appro-

fittare in misura particolare. Le misure generali di cui usufruiscono tutti gli utenti della strada (p. es. guida rispettosa) vengono considerate solo puntualmente. Queste possono essere consultate in altri dossier sicurezza, p. es. n. 13 «Conducenti e passeggeri di automobili».

alle persone), di occupanti di un'auto (227) e di ciclisti (158). Con 35 danni gravi alle persone, la percentuale di conducenti di una bici elettrica è esigua, il tasso potrebbe però piuttosto aumentare nei prossimi anni visto il successo che riscuote la bici elettrica tra gli anziani.

La maggiore **vulnerabilità** degli anziani rispetto agli utenti della strada più giovani emerge in tutti i gruppi di utenti della strada. Nella categoria dei pedoni il rischio di morte è particolarmente elevato: 7 su 100 pedoni anziani coinvolti in un incidente perdono la vita.

Con la maggiore età aumenta ulteriormente la vulnerabilità. Il numero dei morti per infortunato raggiunge l'apice a partire dagli 85 anni e più. Oltre all'età questo è dovuto anche alla scelta del mezzo di locomozione e al sesso. Le **donne** in particolare riportano ferite o muoiono spesso in qualità di **pedoni** ma anche negli **uomini** gli incidenti pedonali aumentano con la maggiore età. Rispetto alle donne però, negli uomini i danni gravi alle persone in qualità di **occupanti di un'auto** restano abbastanza costanti.

Nella categoria dei danni gravi alle persone anziane subito dagli occupanti di un'auto, le vittime sono per $\frac{3}{4}$ i **conducenti** stessi. La maggior parte dei danni gravi alle persone viene rilevata sulle **strade extraurbane**. Spicca l'esigua percentuale di danni gravi alle persone di notte.

Sia negli occupanti di un'auto sia nei ciclisti la causa principale più frequente che comporta anziani feriti gravemente o morti è l'**inosservanza della precedenza**, a prescindere dal fatto che l'anziano o l'utente antagonista sia il responsabile principale. Nei ciclisti il tipo d'incidente più

frequente è lo sbandamento/incidente a veicolo isolato.

Nel caso degli incidenti gravi di **pedoni** anziani si tratta in $\frac{2}{3}$ dei casi di **incidenti nell'attraversare**. Il 60% circa di questi si verifica sui passaggi pedonali. Gli incidenti nell'attraversare fuori dei passaggi pedonali hanno più spesso un esito mortale.

Su tutti gli utenti della strada feriti gravemente o morti con coinvolgimento di un automobilista anziano, nel **62% dei casi l'automobilista anziano è considerato il responsabile principale**. Gli incidenti nello svoltare e nell'immettersi in una strada sono il tipo d'incidente più frequente, $\frac{2}{3}$ degli incidenti si verificano sulle strade urbane. La percentuale dei responsabili principali aumenta con la maggiore età. Nelle vittime si tratta nel 54% dei casi dell'automobilista anziano.

In **sintesi** si può constatare che negli ultimi 35 anni in Svizzera sono stati fatti progressi considerevoli nella sicurezza stradale. Gli utenti della strada più anziani però non ne hanno potuto usufruire nella stessa misura come quelli più giovani. Il loro mutato comportamento relativo alla mobilità e la loro vulnerabilità elevata potrebbero giocare un ruolo importante in tale contesto. Nella prevenzione degli infortuni per gli anziani bisogna far leva sui pedoni, seguiti dagli automobilisti e dai ciclisti/conducenti di una bici elettrica. Nei pedoni va prestata particolare attenzione agli incidenti nell'attraversare, agli automobilisti sull'inosservanza della precedenza ovvero agli incidenti nello svoltare/nell'immettersi in una strada. Per i ciclisti/conducenti di una bici elettrica è fondamentale attuare misure relative all'inosservanza della precedenza e gli sbandamenti/incidenti a veicolo isolato.

3.3 Fattori di rischio

Il problema maggiore per la sicurezza degli utenti della strada anziani è la loro **vulnerabilità più elevata** che è il motivo principale per cui la percentuale degli anziani è talmente alta nella categoria dei morti stradali. Nei 70enni la probabilità che perdano la vita in qualità di occupanti di un'auto in un incidente stradale è 10 volte più alta rispetto ai 20enni. In particolare in qualità di pedoni per gli anziani il rischio è molto elevato e dal 1992 nella media pluriennale raggiungono il 42,2% sul totale dei pedoni morti (con leggera tendenza in aumento).

Al secondo posto dei problemi degli utenti della strada anziani si trovano, secondo l'upi, i cambiamenti cognitivi dovuti all'età. A seconda dell'entità delle limitazioni che tra i 65 e gli 80 anni aumentano del 50% circa, il rischio d'incidente è fino a 3 volte superiore a causa dei peggioramenti delle **capacità visuo-spaziali**, della **velocità con cui si elaborano le informazioni** e delle **funzioni esecutive**. I casi con peggioramenti evidenti e di conseguenza rischi elevati sembrano essere più rari, i casi con limitazioni lievi e di conseguenza un aumento del rischio più esiguo sembrano essere più frequenti.

Un aspetto delle limitazioni funzionali che possono pregiudicare la sicurezza stradale è la **perdita dell'agilità** in particolare della nuca e del busto che può comportare la restrizione della visione completa sul traffico alle intersezioni (incroci) e agli sbocchi.

Al terzo posto della rilevanza per l'incidentalità si trovano i seguenti fattori: nelle persone in età pensionabile il **consumo di alcol** è piuttosto costante e in parte anche sorprendentemente alto. In combinazione con l'assunzione di farmaci questo fattore di rischio non è trascurabile anche se può essere

provato relativamente raramente nell'incidentalità degli anziani. Tra i farmaci che gli anziani usano in misura crescente, i **sedativi** sono quelli che vengono considerati i più problematici. Questi agiscono durante un'intera giornata, ma vengono assunti solo da una piccola parte degli anziani. L'uso di **più farmaci**, che con l'età aumenta sensibilmente, e le interazioni che ne risultano costituiscono un ulteriore problema importante.

Quattro malattie sono considerate particolarmente rilevanti per la circolazione stradale. Le **malattie cardiovascolari** sono diffuse in tutto il mondo e possono comportare alterazione mentale o svenimento. Il rischio deve essere valutato in base a ogni singolo caso. Il **diabete mellito** può comportare un'ipoglicemia e anche alterazione mentale o svenimento e di conseguenza pregiudicare l'idoneità di guida. A seconda della gravità, prima della guida può essere ordinato il controllo del valore di glicemia. Le **malattie demenziali** sono un destino grave per le persone che ne sono colpite ma anche per i famigliari. Va da se che una volta raggiunto lo stadio medio o successivo della malattia non è più possibile guidare un'automobile, visto che sono pregiudicate diverse prestazioni mentali. La restituzione della licenza di condurre potrebbe essere uno dei problemi minori, ma è assolutamente necessaria. Benché l'**apnea ostruttiva del sonno (OSA)** non sia una tipica malattia negli anziani, con l'età aumenta però l'obesità che è il rischio principale per l'OSA. Inoltre, gli incidenti correlati alla sonnolenza sono spesso gravi perché viene a mancare la manovra di frenata o di sterzata. Fortunatamente l'OSA può essere corretta con un dispositivo per la respirazione nel 70-80% dei casi.

Oltre ai menzionati cambiamenti cognitivi relativi alla velocità con cui si elaborano le informazioni, alle

capacità visuo-spaziali e alle funzioni esecutive, anche l'**attenzione condivisa**, cioè la capacità di dedicare contemporaneamente la propria attenzione a più di un aspetto del traffico, nonché la **memoria di lavoro**, cioè la capacità di tenere pronte le informazioni sufficientemente rilevanti, sono considerati rilevanti. Tutte queste capacità peggiorano con l'età, ma con una variabilità molto individuale.

Con l'età riesce più difficile **stimare le distanze e le velocità**. Questo può risultare pericoloso specialmente per i pedoni, ma anche per gli automobilisti.

I seguenti farmaci sono un po' meno rilevanti per la sicurezza stradale: **analgesici, antidepressivi, sonniferi e farmaci per la pressione del sangue**. Per i primi due il rischio d'incidente sembra dovuto piuttosto alla malattia che al farmaco assunto. Nel caso dei sonniferi il rischio d'incidente risulta più basso se si usano farmaci a effetto talmente breve che il mattino successivo non si sente più niente. I farmaci per la cura dell'ipertensione sono molto diffusi nelle persone di 65 anni e più e vanno di pari passo con un rischio d'incidente più elevato (in particolare alfa-bloccanti).

L'opacizzazione del cristallino dovuto alla **cataratta** è una malattia molto diffusa negli anziani. Già negli anni precedenti all'intervento chirurgico sorgono delle **sensibilità all'abbagliamento e delle esigue sensibilità al contrasto** che pregiudicano in particolare la guida all'imbrunire e con il buio.

L'**attenzione selettiva**, cioè la capacità di focalizzare su episodi rilevanti, peggiora con gli anni e di conseguenza gli automobilisti più anziani sono più facilmente distraibili. L'effetto sulla sicurezza stradale sembra però essere esiguo.

I **disturbi dell'equilibrio** con diverse cause emergono nel 20% circa degli over 65enni almeno una volta l'anno. Possono essere talmente gravi che pregiudicano o rendono persino impossibile la guida di un'auto ma ancora di più la guida di una bicicletta o di andare a piedi.

Le **limitazioni del campo visivo** aumentano con l'età e sono anche rilevanti nella circolazione stradale, ma con una diffusione del 2 fino al 5% sono lungi dal valore limite di 120 gradi per automobilisti in vigore dal 1.7.2016 e inoltre molto rare.

L'**acuità visiva statica** viene misurata in intervalli regolari a causa del limite minimo medico e influenza – sorprendentemente e regolarmente provato – minimamente l'incidentalità. Questo potrebbe essere dovuto al fatto che in casi gravi si consulta un oculista, si usa un ausilio visivo e che nei casi rimanenti viene ottenuta una certa compensazione tramite un comportamento alla guida adeguato.

Per la sicurezza stradale sono poco significative la **forza** fisica, l'**ipoacusia** e l'**acuità visiva dinamica**.

La tabella 1 presenta i fattori di rischio menzionati a seconda della loro diffusione e pericolosità.

3.4 Misure preventive

I fattori di rischio identificati e i loro effetti nella circolazione stradale possono essere ridotti con diverse misure che intervengono sull'essere umano, sul veicolo o sull'infrastruttura. Alcune possibilità sono date dalle strategie educative (informazione), giuridiche (compresa l'esecuzione) nonché economiche (incentivi).

Per la valutazione di una misura sono determinanti l'efficacia e l'economicità (rapporto costi/utilità). Inoltre, si tiene conto della realizzabilità nell'ambito svizzero e degli eventuali effetti collaterali indesiderati. Vengono presentate misure orientate specificamente alla sicurezza stradale degli anziani o di cui gli anziani possono approfittare in misura particolare. Le misure generali di cui usufruiscono tutti gli utenti della strada (p. es. guida rispettosa) vengono considerate solo puntualmente.

Tabella 1
Raffigurazione dei fattori di rischio secondo la diffusione e la pericolosità

Rischio	5	Vulnerabilità				
	4	Demenza Aapnea ostruttiva del sonno				
	3	Capacità visuo-spaziali	Malattie cardiovascolari	Velocità con cui si elaborano informazioni		
		Alcol	Snodabilità/agilità	Funzioni esecutive		
		Memoria di lavoro	Stima della velocità e della distanza	Attenzione condivisa		
	2	Limitazione del campo visivo	Cataratta	Sensibilità al contrasto		
Sensibilità all'abbagliamento						
1		Sedativi	Sonniferi	Analgesici		
		Diabete ovvero ipoglicemia				
		Antidepressivi				
		Equilibrio				
		Acuità visiva dinamica	Acuità visiva generale	Attenzione selettiva	Ipoacusia	
			Forza	Acuità visiva statica		
		1	2	3	4	5
Diffusione						

3.4.1 Misure relative all'essere umano

La sicurezza degli utenti della strada anziani può essere pregiudicata dalla diminuzione dovuta all'età di diverse capacità sensoriali, cognitive e motorie. Le malattie aumentano ulteriormente il rischio d'incidente degli anziani. I fattori di rischio specifici e le difficoltà degli utenti della strada anziani sono tuttavia relativamente ben noti ed è di conseguenza possibile adottare diverse misure per migliorare la loro sicurezza. In questo capitolo vengono identificate possibilità nell'ambito della prevenzione primaria (prevenire gli incidenti con feriti gravi e morti) che agiscono direttamente negli anziani stessi.

In Svizzera la **verifica dell'idoneità alla guida** periodica è obbligatoria a partire dai 70 anni (normalmente fatta dal medico di famiglia). Benché le visite mediche obbligatorie per gli anziani siano richieste dalla società e dalla politica, negli studi di valutazione non emergono effetti positivi globali sulla sicurezza stradale. Proposte concrete per modificare il sistema attuale dovrebbero però essere concretizzate solo dopo la valutazione delle misure per garantire la qualità degli esami di verifica dell'idoneità alla guida introdotte a partire dal 1.7.2016. La possibilità di **limitare l'autorizzazione a condurre** invece di revocarla, costituisce una misura sensata per ridurre il rischio d'incidente, permettendo comunque un livello di mobilità accettabile. Oltre alla verifica dell'idoneità alla guida obbligatoria sono pensabili anche **offerte per l'accertamento volontario dell'idoneità a condurre** (p. es. in forma di test di guida con valutazione nel traffico reale. Questi però sono cari e le persone che ne trarrebbero la maggiore utilità probabilmente non parteciperebbero, prima di promuovere simili offerte si impone una valutazione scientifica (monitoraggio obiettivi raggiunti, autoselezione ecc.). Anche gli strumenti di

autovalutazione hanno il potenziale di stimolare gli automobilisti anziani a confrontarsi in modo critico con la propria idoneità a condurre. In forma di mezzi informativi vanno a completare perfettamente i programmi e gli interventi per gli automobilisti anziani. Visto che il loro effetto relativo all'autoregolazione e all'incidentalità non è però ancora stato valutato sufficientemente, le relative iniziative vanno fiancheggiate scientificamente (monitoraggio obiettivi raggiunti).

Diverse **malattie** tipiche negli anziani possono essere **curate**. Le cure che migliorano provatamente la sicurezza e la mobilità degli anziani devono essere prestate. Efficaci e pertanto molto raccomandate sono per esempio la cura dell'apnea notturna e della cataratta. Per poter individuare gli eventuali problemi, gli utenti della strada anziani dovrebbero ricevere sistematicamente del **materiale informativo** sulle capacità pregiudicate dai fattori età o malattia e rilevanti per la sicurezza. Dovrebbero essere incoraggiati a farsi visitare accuratamente in caso di dubbi anche fuori dalle visite obbligatorie dall'oculista o dal medico di famiglia (visita relativa a malattie, farmaci). Il contributo dei **medici di famiglia** che va oltre la verifica dell'obbligatoria idoneità alla guida può essere determinante per garantire la sicurezza e la mobilità degli anziani. Perciò è importante che dispongano di **conoscenze in medicina dei trasporti** e che vengano motivati a frequentare dei corsi in materia.

I viaggi sotto l'influsso negativo di **farmaci** devono essere evitati. Per questo motivo si auspicano **misure di sensibilizzazione** rivolte a specialisti (medici, farmacisti), pazienti e parenti sugli effetti pregiudicanti l'idoneità alla guida dei farmaci nonché le **informazioni mirate sui foglietti illustrativi e sulle confezioni** (p. es. pittogrammi). I **controlli di**

polizia su vasta scala mirata agli anziani sono meno fruttuosi considerata l'esigua rilevanza in materia di incidenti e l'economicità. Dopo un comportamento che dà nell'occhio è invece consigliabile effettuare un controllo dei farmaci assunti. Al riguardo si dovrebbe valutare se i metodi di osservazione a cui ricorre la polizia sono gli strumenti di controllo idonei.

In parte è possibile contrastare il decadimento delle funzioni cognitive e motorie negli anziani con attività ovvero allenamenti regolari. Questi allenamenti possono ripercuotersi fino a un certo grado positivamente sia sulla mobilità e sulla sicurezza stradale degli anziani in generale sia sulla loro competenza a condurre. In **corsi di guida pratici** dovrebbero essere esercitate miratamente le situazioni stradali oggettivamente difficili. La combinazione con formazioni teoriche è sensata. Si sconsiglia di tenere solo lezioni teoriche. Prima di promuovere simili offerte, si impone una valutazione della redditività. Gli **allenamenti funzionali per le capacità cognitive e la resistenza fisica** (p. es. flessibilità di testa, collo e tronco, velocità dei movimenti) possono ripercuotersi tendenzialmente in modo positivo sul comportamento alla guida, vanno però subordinati all'allenamento nel traffico reale. Gli allenamenti pratici sono pensabili anche per i **ciclisti, i conducenti di bici elettriche** e per i **pedoni**. Tuttavia si dispone solo di una quantità limitata di dati sull'efficacia. Prima di una promozione su vasta scala dovrebbero essere effettuati degli appositi studi, p. es. sotto forma di un progetto pilota con successiva valutazione.

Gli utenti della strada più anziani possono contribuire in modo determinante alla loro sicurezza stradale se si attengono alle raccomandazioni di prevenzione in uso, come per esempio rendersi più visibili o indossare un casco per ciclisti. Si consiglia di

fornire mediante **interventi educativi** come opuscoli o campagne di comunicazione delle **raccomandazioni su come agire**, scegliendo accuratamente la forma di dialogo e il materiale illustrativo. Una parte degli anziani va sostenuta quando decide di passare dall'auto a un altro mezzo di trasporto. A tale scopo è possibile distribuire informazioni generali sull'uso dei mezzi pubblici e offrire **consulenze** e corsi pratici.

3.4.2 Veicolo

I sistemi di assistenza moderni offrono possibilità nuove per permettere agli anziani una partecipazione sicura al traffico per un periodo prolungato [1]. Alcuni sistemi potrebbero anche essere resi obbligatori per gli anziani con comportamenti che danno nell'occhio [2].

Tuttavia i sistemi con il maggiore **potenziale di sostegno per gli automobilisti anziani** sono ancora nella fase di sviluppo. Particolarmente promettenti sono i sistemi di assistenza per guidare l'attenzione. È per esempio pensabile che grazie alla cosiddetta tecnologia «Augmented Reality» un oggetto reale verrà marcato virtualmente nell'ambiente e completato di informazioni. Ma anche sistemi già in commercio possono contribuire a proteggere gli occupanti di un'auto anziani. L'assistente agli incroci, il sistema di frenata automatica d'emergenza, l'assistente di cambio corsia, l'avviso di allontanamento dalla linea di corsia, il sistema di rilevazione della stanchezza e il riconoscimento dei segnali hanno il potenziale di compensare in parte le difficoltà tipiche degli automobilisti anziani. Anche i sistemi di assistenza al parcheggio usati volentieri dagli anziani sostengono il conducente, anche se con un'utilità inferiore per la prevenzione degli incidenti. I sistemi di illuminazione intelligenti riducono il rischio

d'incidente individuale, ma probabilmente comportano anche un aumento dell'esposizione, in modo da rendere incerti gli effetti globali sull'incidentalità stradale.

La vasta gamma di sistemi di sicurezza in commercio rende sempre più importante **informare in modo chiaro e appropriato sui vantaggi dei singoli sistemi** [2]. Un'informazione mirata sull'equipaggiamento dei veicoli può p. es. avvenire in occasione di un evento, di campagne di comunicazione e sulle piattaforme di informazione. Nella comunicazione va tenuto conto dei tipici dubbi e timori dei conducenti anziani.

Nonostante la piena fiducia nei confronti dell'elevata utilità dei sistemi di assistenza in materia di sicurezza, non devono andar dimenticati i possibili effetti negativi. Anche se negli anziani si temono meno gli effetti che compensano il rischio (p. es. velocità più elevata o dedicarsi ad altre attività) rispetto alle altre fasce d'età, queste comunque non possono essere escluse del tutto. Un problema pensabile potrebbe essere la **fiducia sproporzionata nelle nuove tecnologie**. Il conducente deve essere consapevole che non può delegare la responsabilità al sistema. Vanno corrette anche le **idee erranee sui sistemi di assistenza**. Bisogna ottenere una comprensione per il funzionamento e specialmente per i limiti dei sistemi.

Ulteriori problemi che possono emergere in modo palese specialmente negli automobilisti anziani sono **le pretese nei loro confronti e la distrazione dovuta all'uso dei sistemi**. Particolarmente problematici sono considerati i segnali acustici, in particolare se esprimono diversi significati. Talvolta ne deriva più confusione che sostegno. Inoltre, per gli automobilisti anziani è problematico se la tecnica

deve intervenire brevemente sulla guida. Finora però i dati a disposizione sull'interazione uomo-macchina nella circolazione stradale reale sono ancora troppo esigui. C'è **bisogno di fare più ricerca**. I risultati devono essere usati al fine di sviluppare le direttive esistenti sulla **realizzazione ergonomica dei sistemi di assistenza**, tenendo conto delle particolarità e dei limiti degli anziani. L'obiettivo deve essere quello di ottenere sistemi il più intuitivi e semplici possibili. I sistemi di assistenza alla guida al servizio degli utenti e compatibili con le capacità e i limiti degli esseri umani raggiungono anche la maggiore utilità in materia di sicurezza. Inoltre, si incrementa **l'approvazione e la disponibilità ad acquistare** anche nei conducenti meno aperti alla tecnica.

Per i sistemi di assistenza che necessitano di migliorie è importante che al momento dell'acquisto di un'auto questi vengano spiegati accuratamente e che gli anziani ricevano la possibilità di provare i sistemi con un supervisore e in uno spazio protetto. In tal caso bisogna tener conto delle possibilità di apprendimento specifiche delle persone anziane.

Oltre a equipaggiare di dispositivi di sicurezza i veicoli guidati dagli anziani, bisogna anche realizzare per tutte le altre fasce d'età automobili con funzioni tecniche che proteggano specialmente gli altri utenti della strada. In effetti, in totale gli anziani sono più spesso vittime di un incidente in qualità di utenti della strada deboli. Particolarmente promettenti sono i **sistemi di avviso di collisione e i sistemi anticollisione con riconoscimenti di pedoni e ciclisti**, ma anche gli assistenti alla frenata per accorciare lo spazio di frenata in caso di frenate d'emergenza nonché cofani attivi e airbag esterni per ridurre gli impatti biomeccanici.

In sintesi si può dire che i sistemi di assistenza alla guida e gli altri sistemi di sicurezza intelligenti nei veicoli possono compensare alcuni deficit legati all'età, offrendo di conseguenza un elevatissimo potenziale di sicurezza. In uno spazio stradale e del traffico che non tiene sempre conto delle possibilità e dei limiti degli utenti della strada anziani, i sistemi di assistenza permettono loro di poter guidare un'auto più a lungo in modo sicuro. Del potenziale di sicurezza ci si può però avvalere solo se i sistemi tengono conto delle particolarità degli automobilisti anziani. Devono essere ergonomici e su misura degli utenti, per non comportare effetti controproduitivi e distrazioni specialmente negli automobilisti anziani.

Per ridurre il rischio di collisione degli anziani in qualità di pedoni e ciclisti, l'ampia implementazione dei sistemi di assistenza alla guida volti a prevenire le collisioni con persone va promossa e a medio termine va perseguito un obbligo di tali sistemi.

3.4.3 Infrastruttura

Un sistema stradale intuibile e a prova di errore è fondamentale per la sicurezza stradale. Un tale sistema stradale deve tener conto anche del decadimento cognitivo e motorio degli utenti della strada anziani.

Le misure infrastrutturali di cui gli anziani usufruiscono maggiormente sono per esempio i nodi realizzati con geometrie semplici o le isole salvagente.

Gli studi basati sulle prove di efficacia dedicati all'ergonomia nella circolazione stradale sono numerosi e dovrebbero sempre confluire nelle direttive del progetto. A tale scopo bisogna anche formare i pianificatori del traffico nonché

sensibilizzare e formare le autorità edili e della segnaletica.

A breve termine è sensato far confluire le esigenze degli anziani nei disegni di norma e di accelerare l'applicazione degli ISSI (strumenti per la sicurezza dell'infrastruttura). Molto promettenti sono in particolare le **RSI (Road Safety Inspection) periodiche di tutti gli attraversamenti** con particolare attenzione alle esigenze degli anziani. A medio termine vanno modificate anche altre norme (p. es. sulla sicurezza passiva nello spazio stradale, alberi dei viali) e va accelerata l'introduzione del **regime di velocità 50/30 km/h**. È indiscusso che per quanto concerne le infrastrutture tuttora restano aperte delle domande specifiche per gli anziani; queste vanno analizzate p. es. in un'analisi statistica approfondita sugli incidenti ai nodi. A lungo termine bisogna inoltre mirare alla valorizzazione delle norme VSS e vanno valutate e se necessario inasprite le possibilità giuridiche per poter realizzare un'infrastruttura adeguata.

3.5 Conclusioni

Il cambiamento demografico comporta nuove sfide alla sicurezza stradale. Bisogna aspettarsi un numero di **utenti della strada anziani sempre più alto**. Con l'avanzare dell'età ovvero con il decadimento dovuto all'età delle capacità sensoriali, motorie e cognitive nonché con l'aumento della vulnerabilità fisica, la partecipazione alla circolazione stradale diventa sempre più impegnativa e rischiosa. Il **rischio di perdere la vita in un incidente** (letalità) è **notevolmente più alto negli utenti della strada anziani** che in quelli più giovani. La maggior parte dei danni gravi alle persone subiti dagli anziani si verificano nei pedoni, seguiti dagli occupanti di un'auto e dai ciclisti.

Il fattore di rischio di gran lunga più grave per la sicurezza stradale degli anziani è l'elevata **vulnerabilità fisica**. Ulteriori fattori di rischio significativi sono i **cambiamenti cognitivi**, in particolare nelle capacità visuo-spaziali e nell'elaborazione delle informazioni, ma anche nelle funzioni esecutive, nell'attenzione dedicata a più aspetti e nella memoria lavorativa nonché nelle difficoltà nello **stimare le distanze e le velocità**. Oltre a ciò le **malattie** (in part. malattie cardiovascolari, diabete mellito, malattie demenziali e apnea notturna) più frequenti con l'avanzare dell'età nonché l'uso di **farmaci** (in part. sedativi, l'assunzione di una combinazione di farmaci e i farmaci in combinazione con l'alcol) possono pregiudicare l'idoneità a condurre. L'indebolimento delle capacità fisiche e psichiche dovuto all'età varia molto da persona a persona e di conseguenza **l'età non è un buon predittore per la guida sicura o insicura di un'auto**. Nei pedoni e ciclisti anziani oltre ai cambiamenti cognitivi e ai problemi nello stimare distanze e velocità anche la perdita dell'**equilibrio** è significativo.

La mobilità è un presupposto importante per una vita autonoma, la partecipazione alla vita sociale e il benessere individuale. La società deve avere un interesse che gli anziani restino mobili il più a lungo possibile e tener conto del fatto che per quest'ultimi il rischio di riportare delle ferite in caso di incidente è più alto.

La prevenzione degli infortuni deve **puntare sui pedoni** (in part. attraversamenti), **seguiti dai conducenti di un'auto** (in part. inosservanza della precedenza e incidenti nello svoltare/nell'immettersi in una strada), dai **ciclisti/conducenti di una bici elettrica** (in part. inosservanza del diritto di precedenza e sbandamenti/incidenti a veicolo isolato). L'elevata letalità degli anziani esige che la

prevenzione degli incidenti venga posta al centro dell'attenzione. Questa va però fiancheggiata da misure volte a ridurre la gravità delle ferite.

Molto importanti per la prevenzione degli incidenti degli utenti della strada anziani sono le misure nell'ambito dell'infrastruttura e della protezione dai veicoli. In aggiunta sono però sensati anche gli interventi che fanno leva direttamente sugli anziani ovvero sulla loro partecipazione alla circolazione stradale.

Le seguenti strategie/misure sono **particolarmente promettenti**:

- stilare una norma giuridica relativa all'equipaggiamento per sistemi anticollisione con riconoscimento delle persone;
- RSI (Road Safety Inspection) periodici di tutti gli attraversamenti tenendo particolarmente conto delle esigenze degli anziani;
- promuovere l'introduzione del regime di velocità 50/30 nell'abitato presso le autorità competenti e sensibilizzare la popolazione;
- ricorrere alle possibilità di trattamento per limitazioni dovute all'età o a malattia tramite informazione e formazione dei medici e sensibilizzazione degli automobilisti più anziani;
- valutare l'applicazione e gli effetti dell'ordinanza nuova (a partire dal 1.7.2016) per la verifica dell'idoneità alla guida (grado di precisione delle procedure, della formazione dei medici).

Una panoramica di tutte le misure identificate in questo dossier per aumentare la sicurezza degli anziani nella circolazione stradale si trova nella tabella 30, p. 174, nell'allegato (in tedesco).

III. Einleitung

1. Ausgangslage

Wie in allen europäischen Ländern unterliegt auch die Altersstruktur der Schweiz einer erheblichen Veränderung. Die steigende Lebenserwartung und die niedrige Geburtenrate führen längerfristig zu einem Anstieg der absoluten Anzahl wie auch des Anteils älterer Menschen an der Gesamtbevölkerung. Nach einer Schätzung des Bundesamts für Statistik (Referenzszenario) **wird die Anzahl 65-Jähriger und Älterer in den nächsten 20 Jahren von 1,5 auf 2,4 Millionen ansteigen**. Der Anteil der Senioren an der Gesamtbevölkerung erhöht sich dadurch **von 18 auf 24 %** [3]. Somit wird im Jahr 2035 beinahe jede vierte Person im Pensionsalter sein. Im Vergleich zu früheren Seniorenkohorten sind die zukünftigen Senioren gesünder, aktiver und somit mobiler, legen grössere Tagesdistanzen zurück [4] und besitzen häufiger einen Führerschein (v. a. Frauen) [5]. Es ist daher davon auszugehen, dass im Strassenverkehr **mit immer mehr älteren Autofahrern, Fussgängern oder Radfahrern zu rechnen** ist.

Mit zunehmendem Alter bzw. mit dem altersbedingten Abbau von sensorischen, motorischen und kognitiven Fähigkeiten sowie der Zunahme der körperlichen Verletzlichkeit wird die Teilnahme am Strassenverkehr jedoch immer anspruchsvoller und riskanter. Das **Risiko, bei einem Unfall zu sterben** (Letalität), ist **bei älteren Verkehrsteilnehmern deutlich höher** als bei jüngeren.

Im Jahr 2008 hat der Europäische Verkehrssicherheitsrat (ETSC) untersucht, wie sich der zuneh-

mende Anteil der Senioren an der Gesamtbevölkerung auf die zukünftige Anzahl der Verkehrstoten in den EU-27-Ländern (ohne Kroatien) auswirken wird. Unter Annahme konstanter Mortalitätsraten über die Zeit kam er zum Schluss, dass im Jahr 2050 1 von 3 im Strassenverkehr getöteten Personen über 64 Jahre alt sein wird (vgl. Abbildung 1) [6].

Mobilität ist ein elementares menschliches Bedürfnis. Der Wunsch, mobil zu sein, bleibt auch im hohen Alter bestehen. Mobilität ist eine wichtige Voraussetzung für eine selbstständige Lebensgestaltung, die soziale Teilhabe und das individuelle Wohlbefinden. Die Gesellschaft muss daran interessiert sein, dass Senioren möglichst lange mobil bleiben. Dabei ist deren erhöhtem Risiko für unfallbedingte Verletzungen Rechnung zu tragen.

2. Zielsetzung und Inhalt

Die bfu – Beratungsstelle für Unfallverhütung erstellt seit 2004 im Auftrag des Fonds für Verkehrssicherheit (FVS) jährlich ein Sicherheitsdossier, teilweise mit periodischer Aktualisierung, zu diversen



Unfallschwerpunkten (z. B. Fussverkehr, Fahrradverkehr, Motorradverkehr, Personenwagen-Insassen). Das vorliegende Dossier ist das erste, das sich auf eine spezifische Altersgruppe bezieht.

Ziel der vorliegenden Arbeit ist die Erarbeitung von **Handlungsempfehlungen** zur Steigerung der Sicherheit von Senioren im Strassenverkehr. Dieses Dossier hat damit den Anspruch, den **aktuellen Wissensstand** in konzentrierter Form wiederzugeben und wissensbasierte Entscheidungen im Bereich Strassenverkehrsunfallprävention zu ermöglichen. Im Sinne eines Nachschlagewerks werden das Unfallgeschehen von älteren Verkehrsteilnehmern in der Schweiz, die Risikofaktoren und ihre Relevanz sowie Massnahmen zur Erhöhung der Verkehrssicherheit von Senioren dargestellt. Die konkreten Empfehlungen orientieren sich nach den in der Schweiz vorhandenen Rahmenbedingungen. Die Publikation richtet sich an Personen und Institutionen, die für die Planung und Finanzierung von Präventionsmassnahmen oder anderweitigen sicherheitsrelevanten Massnahmen im Strassenverkehr verantwortlich sind.

Unter dem Begriff Senioren werden in diesem Dossier **65-Jährige oder Ältere** verstanden. Die Bezeichnung «ältere Verkehrsteilnehmer» wird synonym verwendet. Bei den aufgeführten Massnahmen handelt es sich in der Regel um Interventionen, die spezifisch auf die Verkehrssicherheit von Senioren ausgelegt sind oder von denen Senioren in besonderem Mass profitieren. Generelle Massnahmen, von denen alle Verkehrsteilnehmer gleichermaßen profitieren (z. B. partnerschaftliches Fahren), werden nur punktuell einbezogen. Diese können in anderen Sicherheitsdossiers, z. B. Nr. 13 «Personenwagen-Lenkende und -Mitfahrende» [7], nachgeschlagen werden. Der **Fokus** liegt auf der **Verkehrs-**

sicherheit der Senioren. Eine allfällige Fremdgefährdung steht nicht im Vordergrund, wird im Kapitel Unfallgeschehen (Kap. IV, S. 51) aber im Sinne eines Exkurses aufgegriffen. Grundsätzlich verfolgen aber die meisten thematisierten Präventionsmassnahmen für ältere PW-Lenkende das Ziel, Unfälle zu vermeiden, sodass sie sowohl dem Selbst- wie dem Fremdschutz dienen können.

Am Anfang dieses Sicherheitsdossiers finden sich eine Zusammenfassung des gesamten Berichts (Abstract, Kap. I, S. 11) sowie eine **Kurzfassung** mit den zentralen Aussagen der einzelnen Kapitel (Kap. II, S. 14). Das eigentliche Dossier beginnt mit dem vorliegenden Kapitel, der **Einleitung**. Darin werden die Zielsetzung und die Methodik beschrieben. Es folgt ein Überblick über das **Unfallgeschehen** der älteren Verkehrsteilnehmer in der Schweiz (differenziert nach Verkehrsteilnahme, Geschlecht, Unfalltyp usw.) wie auch im Vergleich zu Europa (Kap. IV.2, S. 51). Als Datenbasis dienen die polizeilich registrierten Strassenverkehrsunfälle. Kapitel V, S. 63, widmet sich den **Risikofaktoren** für schwere Unfälle von älteren Verkehrsteilnehmern, wie den altersbedingten Veränderungen im Sehvermögen oder spezifischen krankheitsbedingten Leistungseinbussen und ihrer Relevanz für schweizerische Verhältnisse. Basierend auf dieser Risikoanalyse werden im Kapitel **Prävention** (Kap. VI, S. 95) Interventionen zur Reduzierung der Risikofaktoren oder deren negativen Folgen empfohlen. Sie gliedern sich in die Bereiche menschbezogene, fahrzeugtechnische und infrastrukturbezogene Massnahmen. Den Abschluss dieses Sicherheitsdossiers bildet Kapitel VII, S. 169, mit den **Schlussfolgerungen**.

3. Methodik

Die Sicherheitsdossiers widmen sich in drei Schritten der Unfallforschung: der **Unfall-, Risiko- und Interventionsanalyse**.

Die angewandte Methodik richtet sich nach jener der **Epidemiologie**. Diese untersucht die **Verteilung** und die **Risikofaktoren** gesundheitsbezogener Ereignisse und Zustände in einer definierten Bevölkerungsgruppe und wendet die Erkenntnisse an, um Gesundheitsprobleme zu steuern bzw. zu kontrollieren [8]. Aufgrund der **wissenschaftlichen Vorgehensweise** haben die Sicherheitsdossiers den Anspruch, solide Grundlagen für Entscheidungsträger bereitzustellen. Das **Zahlenmaterial** für das vorliegende Dossier stammt aus diversen Quellen. Wichtig sind **Zensusdaten**, die seitens der Behörden erhoben und von der bfu spezifisch ausgewertet werden (z. B. die offizielle Unfallstatistik [polizeilich registrierte Strassenverkehrsunfälle] und der Mikrozensus «Mobilität und Verkehr» 2005/2010). Diese Datenquellen fliessen vor allem in das Kapitel Unfallgeschehen ein, werden aber auch verwendet, um z. B. die Relevanz von Risikofaktoren oder das Potenzial von Interventionen für die Schweiz zu validieren. Eigene Datenerhebungen der bfu, wie die jährliche Bevölkerungsbefragung, werden ebenfalls berücksichtigt. Als Datenquelle für den internationalen Vergleich dient die International Road Traffic and Accident Database (IRTAD) der Organisation for Economic Co-operation and Development (OECD) [9].

Weitere wichtige Datenquellen sind **Literaturdatenbanken** (z. B. PubMed, Cochrane Library, SafetyLit, TRANSPORT). Wenn möglich wird auf **Übersichtsarbeiten** zurückgegriffen. Diese fassen Ergebnisse aus diversen Einzelstudien zusammen und sind daher am aussagekräftigsten.⁷ Übersichtsarbeiten liegen aber nicht zu jedem Thema vor. Oft können auch **einzelne Studien** wichtige Hinweise liefern. Für die Aussagekraft der Studienergebnisse (sowohl der Übersichtsarbeiten als auch der Einzelstudien) ist die **methodische Qualität** entscheidend. Es sei auf die Methoden der Epidemiologie und Biostatistik verwiesen, die hierüber Auskunft geben [8,11]. Mitunter muss in Ermangelung wissenschaftlicher Studien auf Expertenurteile zurückgegriffen werden.

Epidemiologische Aussagen beruhen in der Regel auf **Vergleichen zwischen Gruppen** [12]. Kennwerte, die aus Gruppenvergleichen resultieren (sogenannt relative Effekte), beschreiben die **Stärke eines Zusammenhangs**. Damit relative Effekte kausal (ursächlich) interpretiert werden dürfen (z. B. der fehlende Helm ist die Ursache für die Kopfverletzung), müssen spezifische Studiendesigns verwendet werden und verschiedene Voraussetzungen erfüllt sein. Sowohl in der Risiko- als auch in der Interventionsanalyse sind Aussagen über kausale Zusammenhänge zentral. In der Risikoanalyse interessiert die **Gefährlichkeit** eines Risikofaktors: Wie stark erhöht ein bestimmter Faktor das Unfallrisiko von älteren Verkehrsteilnehmenden oder ihre Verletzungsschwere? In der Interventionsanalyse inte-

⁷ Übersichtsarbeiten werden in Form von Systematic Reviews publiziert, in denen die Ergebnisse diverser Studien systematisch aufgearbeitet wurden. Idealerweise werden die Ergebnisse der Einzelstudien zusätzlich in sogenannten Metaanalysen mathematisch verrechnet. Ein Pooled Effect gibt in

diesem Fall Auskunft über den aktuellen Wissensstand der berücksichtigten Studien. Häufig sind aber auch narrative Reviewarbeiten, die (ohne eine dokumentierte Systematik im Vorgehen) wichtige Studien zusammenfassen und kommentieren [10].

ressiert primär die **Wirksamkeit** von Interventionen: Wie stark reduziert eine Massnahme das Unfallrisiko oder die Verletzungsschwere?⁸

Ein in der Unfallforschung häufig verwendetes **Mass für die Stärke eines Zusammenhangs**, ist das **Odds Ratio (OR)**. Die Berechnung des OR basiert auf einem Gruppenvergleich hinsichtlich eines bestimmten Merkmals (Risikofaktor): z. B. verunfallte versus nicht verunfallte ältere PW-Lenker hinsichtlich des Merkmals grauer Star. Daraus resultiert eine Vierfeldertafel (Tabelle 2). Beispiel 1 zeigt fiktive Daten mit einem **Kennwert (OR) = 1**. Das Unfallrisiko ist in diesem Rechnungsbeispiel unabhängig vom Merkmal «grauer Star». Beispiel 2 zeigt fiktive Daten mit einem **Kennwert (OR) > 1**, d. h., es liegt ein positiver Zusammenhang vor. Ein OR von 5,4 bedeutet, dass ältere PW-Lenker mit grauem Star eine 5,4-mal höhere Chance haben, zu verunfallen, als ältere PW-Lenker ohne grauen Star.⁹ Würde ein $OR < 1$ resultieren, stünde dies für einen negativen Zusammenhang. Die Hypothese, dass ältere PW-Lenker mit grauem Star ein erhöhtes Unfallrisiko aufweisen, müsste verworfen werden. Im Gegenteil würden die Daten darauf hinweisen, dass Personen mit grauem Star sogar eine geringere Chance haben, zu verunfallen.

Aus Public-Health-Sicht interessiert aber nicht nur die Gefährlichkeit eines Risikofaktors (dokumentiert

durch einen starken Zusammenhang zwischen Risikofaktor und negativen Folgen). Die Bedeutung eines Risikofaktors wird auch durch dessen **Verbreitung** (Prävalenz) bestimmt. Ein sehr gefährlicher Faktor kann sehr selten auftreten und ist daher für die Unfallprävention vorderhand von untergeordneter Relevanz. Umgekehrt ist möglicherweise ein Faktor mit mittlerer Gefährlichkeit sehr weitverbreitet und hat daher aus Public-Health-Sicht Priorität.

Die **Unfallrelevanz** ergibt sich letztlich aus **der Gefährlichkeit und der Verbreitung** eines Risikofaktors. Als Kennwert für die Unfallrelevanz wird das **populationsbezogene attributable Risiko (PAR)** verwendet. Dieses gibt an, zu welchem Anteil ein Ereignis in der Gesamtbevölkerung bzw. in einer interessierenden Bevölkerungsgruppe einem bestimmten Merkmal zugeschrieben werden kann (z. B. wie viele Unfälle von allen älteren PW-Lenkern sind auf den Risikofaktor «grauer Star» zurückzuführen). Sind in der Literatur keine entsprechenden Angaben vorhanden, wird die Relevanz abgeschätzt. Für die Prävention ist das PAR ein wichtiges Mass, denn es zeigt auf, welcher Anteil eines Ereignisses durch die Eliminierung eines Risikofaktors maximal vermieden werden könnte.

Im Kapitel Risikofaktoren (Kap. V, S. 63) werden die Gefährlichkeit, die Verbreitung und die daraus resultierende Unfallrelevanz der einzelnen Risikofaktoren

Tabelle 2
Berechnungsbeispiele zu Odds Ratio (OR) bezüglich älteren PW-Lenker

Grauer Star	Beispiel 1 (kein Effekt)		Beispiel 2 (hoher Effekt)	
	Verunfallte Lenker	Nicht verunfallte Lenker	Verunfallte Lenker	Nicht verunfallte Lenker
Lenker mit grauem Star	a = 70 %	b = 70 %	a = 70 %	b = 30 %
Lenker ohne grauen Star	c = 30 %	d = 30 %	c = 30 %	d = 70 %
OR = ad/bc	$(70 \cdot 30) / (70 \cdot 30) = 1$		$(70 \cdot 70) / (30 \cdot 30) = 5,4$	

⁸ Dabei interessiert primär die Wirksamkeit unter Realbedingungen, also im normalen Leben, und nicht unter Idealbedingungen, z. B. bei mechanischen Tests im Labor.

⁹ Diese Interpretation ist nur zulässig, wenn ein solides Studiendesign vorliegt.

für das Kollektiv der älteren Verkehrsteilnehmer (65+) je auf einer **Ratingskala** mit fünf Stufen eingeschätzt (* bis *****). Die Prioritäten für die Unfallprävention werden aufgrund dieser Skalen festgelegt.

Im Kapitel Prävention (Kap. VI, S. 95) werden **Präventionsmöglichkeiten** aufgeführt, die zur Reduktion von relevanten Risikofaktoren oder deren negativen Folgen beitragen können. In einem ersten Schritt werden **Ziele** in Form von Zielzuständen festgehalten. Sie beschreiben, wie die Systemelemente Mensch, Fahrzeug und Umwelt gestaltet sein sollten bzw. welche Eigenschaften sie aufweisen sollten. In einem zweiten Schritt werden **Strategien** oder **Massnahmen** beschrieben, wie die gesetzten Ziele realisiert werden können. Unter **Strategien** werden Ansätze und Vorgehensweisen verstanden, die der Zielerreichung dienen [13]. Im übergeordneten Sinn handelt es sich z. B. um edukative Strategien (informieren), um legislative Strategien (regulieren und kontrollieren) oder um ökonomische Strategien (Anreize schaffen). Auch das Aufzeigen von Forschungsbedarf kann als Strategie zur Zielerreichung ausgewiesen werden. Die **Bewertung** dieser (mehr oder weniger konkreten) Strategien erfolgt anhand einer Skala von «sehr empfehlenswert», «empfehlenswert», «bedingt empfehlenswert» oder «nicht empfehlenswert» und wird tabellarisch dargestellt. Der Einfachheit halber wird auch von «Massnahmen» gesprochen, obwohl es sich nicht um konkret ausgearbeitete Massnahmen handelt.

Die Bewertung der Strategien/Massnahmen im schweizerischen Kontext erfolgt nach bestem Wissen und Gewissen und ist als Diskussionsgrundlage zu verstehen. Die Diskussion muss insbesondere beim Ausarbeiten konkreter Massnahmen weitergeführt werden.

Die Bewertung der Strategien basiert auf zwei Hauptkriterien: a) auf der wissenschaftlichen Evidenz zu deren **Wirksamkeit** und b) auf der **Wirtschaftlichkeit**, d. h. den erforderlichen finanziellen und personellen Ressourcen zur Umsetzung einer Intervention (Kosten) im Verhältnis zum Nutzen aus Public-Health-Sicht (z. B. Anzahl verhinderter Verletzungen oder Todesfälle). Zusätzlich werden die Umsetzbarkeit der Massnahmen im aktuellen Kontext (z. B. technische Machbarkeit, gesellschaftliche Akzeptanz) und allfällige unerwünschte Nebeneffekte (z. B. Ökologie, Gesundheit) geprüft und gegebenenfalls angemerkt (z. B. empfehlenswert, aber politisch kaum umsetzbar).

IV. Unfallgeschehen (S. Niemann)

1. Einleitung

Die folgenden Auswertungen basieren auf den Daten der polizeilich registrierten Strassenverkehrsunfälle des Bundesamts für Strassen (ASTRA) [14]. Für die Analyse längerfristiger Trends werden die Daten der Jahre 1980–2014 genutzt. Auswertungen zum aktuelleren Unfallgeschehen basieren auf den Daten der Jahre 2011–2014. Diese Zeitspanne wurde aus zwei Gründen gewählt: Zum einen gleicht der Fokus auf mehrere Unfalljahre statistische Zufallsschwankungen aus und erlaubt genauere Aussagen in Detailanalysen, als dies bei einer Analyse der Daten eines einzigen Unfalljahrs möglich wäre; zum anderen setzt die Polizei seit dem Jahr 2011 ein neues Unfallaufnahmeprotokoll (UAP) ein, das verschiedene Merkmale anders oder neu erhebt. So wird erst seit dem Unfalljahr 2011 gesamtschweizerisch die Fahrzeugkategorie «E-Bike» erhoben. Diese spielt gerade im Unfallgeschehen der Senioren eine zunehmend wichtige Rolle. Alle Auswertungen zum aktuellen Unfallgeschehen basieren damit auf einer einheitlichen Datenbasis.

Die Verletzungsschwere der Unfallbeteiligten wird durch die Polizei bestimmt und im UAP entsprechend registriert. Als leichte Verletzungen gelten geringe körperliche Beeinträchtigungen, die eine medizinische Behandlung nach sich ziehen können, aber das Verlassen der Unfallstelle aus eigener Kraft erlauben. Wird ein Unfallbeteiligter länger als einen Tag im Spital behandelt oder von seinen alltäglichen Aktivitäten abgehalten, gilt er als schwer verletzt. Zu den Getöteten zählen Personen, die auf der Unfallstelle oder innerhalb von 30 Tagen

an den Unfallfolgen sterben. Andere Schweizer Datenquellen, mit denen sich spezifische Verletzungsmuster der Senioren beschreiben lassen, existieren nicht.

Als Datenquelle für den internationalen Vergleich dient die International Road Traffic and Accident Database (IRTAD) der Organisation for Economic Co-operation and Development (OECD) [9]. Das aktuellste verfügbare Datenjahr ist 2013. Für den internationalen Vergleich wird daher der Zeitraum 2009–2013 betrachtet.

Für fahrleistungsbezogene Auswertungen werden Daten des Mikrozensus «Mobilität und Verkehr» aus dem Jahr 2010 sowie Erhebungen des Bundesamts für Statistik (BFS) zu den Fahrleistungen im Strassenverkehr genutzt [15,16].

2. Internationaler Vergleich

Für den internationalen Vergleich sind in der IRTAD-Datenbank die Anzahl der Getöteten sowie Bevölkerungszahlen nach Altersklassen verfügbar. Da keine altersbezogenen Expositionszahlen verfügbar sind, kann nicht ausgeschlossen werden, dass Unterschiede zwischen den Ländern durch das Mobilitätsverhalten der Senioren bedingt sind. Trotzdem erlaubt ein Vergleich eine grobe Einschätzung der Problematik.

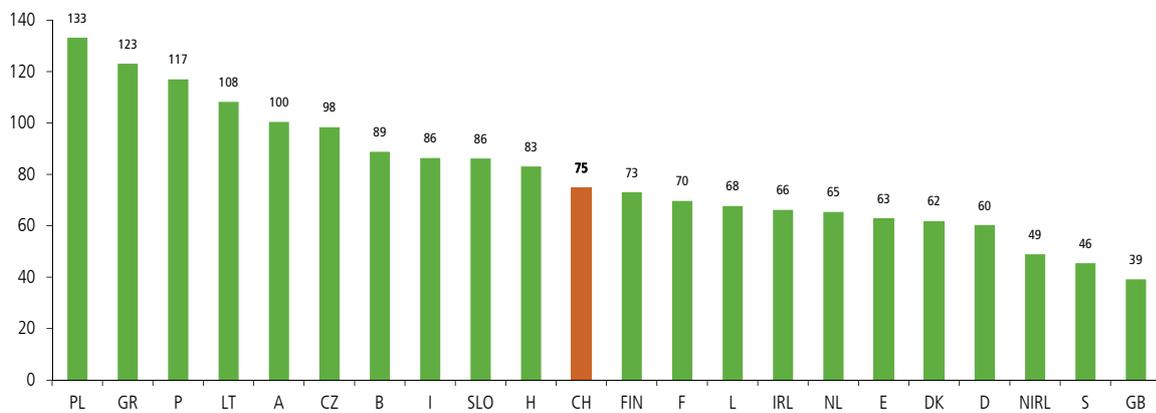
In den Jahren 2009–2013 starben 500 Senioren (65+ Jahre) bei Strassenverkehrsunfällen in der Schweiz. Bezogen auf die durchschnittliche Bevölkerungsanzahl in dieser Altersgruppe (1,34 Mio.)

werden damit 75 Verkehrsteilnehmer pro 1 Mio. Einwohner getötet.

Abbildung 2 zeigt die bevölkerungsbezogenen Raten der in IRTAD vertretenen europäischen Länder. Die Schweiz nimmt im Vergleich der 22 Länder einen Mittelplatz ein.

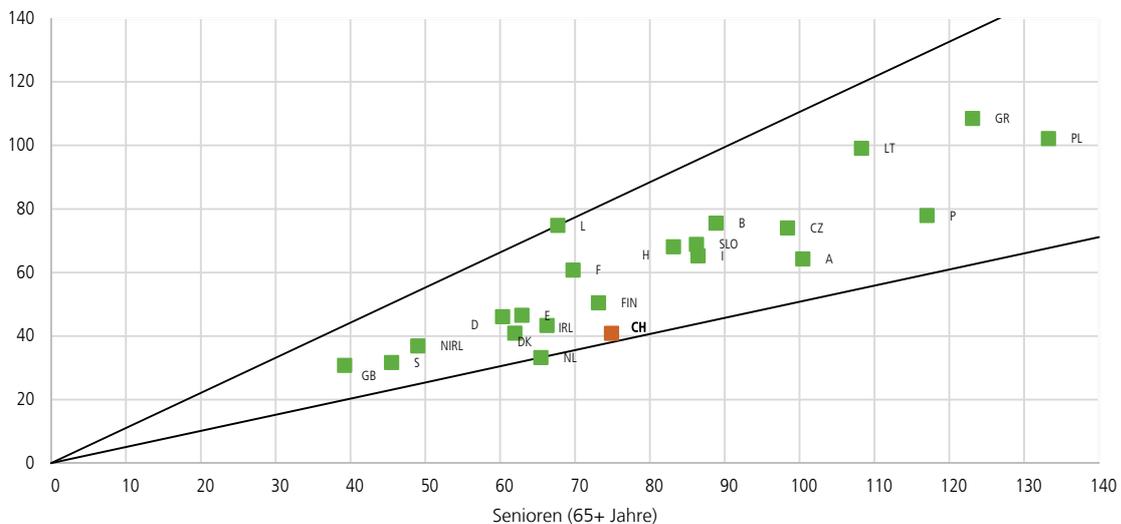
Der Vergleich der bevölkerungsbezogenen Sterblichkeit der Senioren mit jener der Gesamtbevölkerung zeigt für alle Länder mit Ausnahme von Luxemburg eine erhöhte Sterberate der Senioren (Abbildung 3).

Abbildung 2
Getötete Senioren (65+ Jahre) pro 1 Mio. Einwohner, Ø 2009–2013



Quelle: IRTAD, Auswertung bfu

Abbildung 3
Getötete Senioren (65+ Jahre) pro 1 Mio. Einwohner im Vergleich zur Gesamtmortalität, Ø 2009–2013



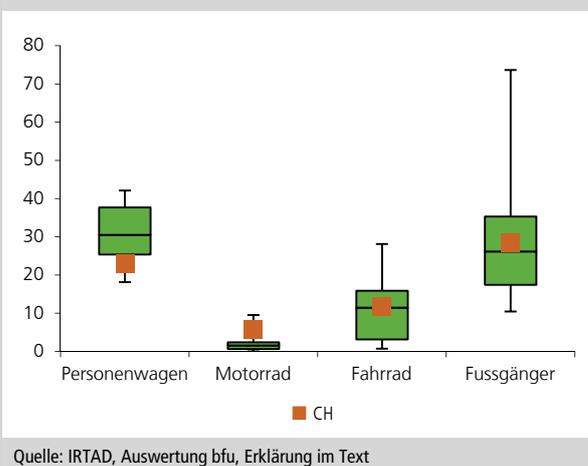
Quelle: IRTAD, Auswertung bfu

In den Niederlanden liegt die Sterblichkeit der Senioren 100 % höher als die der Gesamtbevölkerung, in der Schweiz 80 %. Somit haben Senioren in der Schweiz ein 1,8-fach höheres bevölkerungsbezogenes Risiko, im Strassenverkehr zu sterben als die Gesamtbevölkerung. Damit belegt die Schweiz den vorletzten Rang. In allen anderen Ländern fallen die Unterschiede geringer aus.

Werden die bevölkerungsbezogenen Raten für Verkehrsteilnehmergruppen getrennt berechnet, zeigen sich zwischen den Ländern deutliche Unterschiede. Abbildung 4 zeigt das Ausmass der Verteilung über die Länder hinweg sowie die Ausprägungen für die Schweiz. Die Enden der Balken markieren Minimum und Maximum. Innerhalb der Kästen befinden sich 50 % aller Fälle. Besonders bei den Fussgängern sind die Unterschiede gross. Mit 11 getöteten älteren Fussgängern pro 1 Mio. Einwohner schneiden die Niederlande am besten ab. Die höchste Rate erreicht Polen mit 74. Die Schweiz liegt mit 29 leicht über dem Median aller Länder. Bei den Radfahrern fällt die Verteilung nicht so extrem aus. Die Niederlande sind bei diesen für die höchste Rate, Nordirland für die tiefste verantwortlich. Die Schweiz liegt genau auf dem Median. Positiv schneidet die Schweiz bei den getöteten PW-Insassen ab. Hier liegt sie im ersten Quartil der Verteilung.

Die bevölkerungsbezogenen Raten spiegeln auch das Mobilitätsverhalten der Senioren in den einzelnen Ländern wider, wie das schlechte Abschneiden der Radfahrer in den Niederlanden zeigt. Bei den Motorradfahrern gehört die Schweiz zu den Ländern mit den höchsten Raten. Dies entspricht der Beobachtung, dass das Durchschnittsalter der verunfallten Motorradfahrer in den letzten Jahren immer weiter ansteigt.

Abbildung 4
Verteilung der Getöteten Senioren (65+ Jahre) pro 1 Mio. Einwohner nach Verkehrsteilnahme, Ø 2009–2013



3. Langzeitentwicklung

Von 1980 bis 2014 hat die Anzahl der in der Schweiz lebenden Senioren um 64 % zugenommen. Im gleichen Zeitraum stieg die Anzahl der bei Strassenverkehrsunfällen leicht verletzten Senioren um 42 %, diejenige der Schwerverletzten sank dagegen um 51 %, diejenige der Getöteten sogar um 72 % (Abbildung 5).

Im gleichen Zeitraum sank das Unfallgeschehen für alle Verkehrsteilnehmer um 73 % bei den Schwerverletzten und um 80 % bei den Getöteten. Die Anzahl Leichtverletzter blieb 2014 auf gleichem Niveau wie 1980. Die gesamte Schweizer Wohnbevölkerung nahm in diesem Zeitraum um 29 % zu (Tabelle 3).

Die im Vergleich zum Gesamtunfallgeschehen weniger positive Entwicklung bei den schwerverletzten Senioren drückt sich auch in der Entwicklung des bevölkerungsbezogenen Risikos aus: Betrug dieses 1980 noch 172 Schwerverletzte pro 100 000 Einwohner, sank es bis ins Jahr 2014 auf 52. Für das

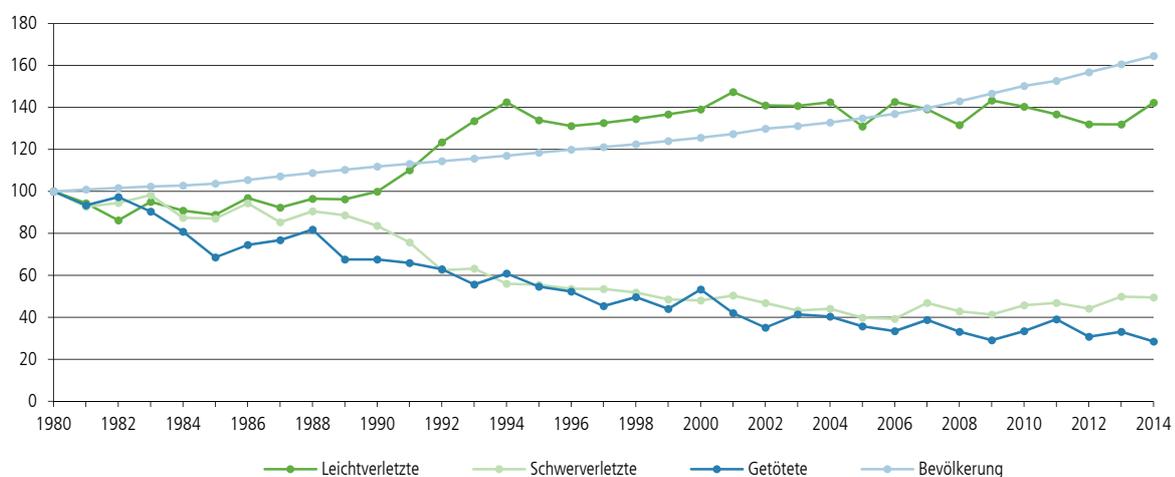
Gesamtunfallgeschehen sank es von 235 auf 50. Senioren haben heute damit ein überdurchschnittlich hohes Risiko, bei einem Strassenverkehrsunfall schwer verletzt zu werden. Bei den tödlichen Unfällen lag das Risiko für die Senioren 1980 über dem Durchschnitt bei 35 Getöteten pro 100 000 Einwohner (20 für alle Verkehrsteilnehmer). Bis zum Jahr 2014 sank dieses deutlich auf 6 Getötete, bleibt damit aber doppelt so hoch wie der Durchschnitt (3 Getötete pro 100 000 Einwohner).

Tabelle 3
Bevölkerung und Unfallgeschehen, 1980 und 2014

	1980	2014	Veränderung
Bevölkerung			
Total	6 303 600	8 139 600	29 %
Senioren (65+ Jahre)	871 000	1 432 700	64 %
Unfallgeschehen			
Total			
Schwerverletzte	14 782	4 043	-73 %
Getötete	1 246	243	-80 %
Schwere Personenschäden pro 100 000 Einwohner	254	53	-79 %
Senioren			
Schwerverletzte	1 494	739	-51 %
Getötete	302	86	-72 %
Schwere Personenschäden pro 100 000 Einwohner	206	58	-72 %

Quelle: BFS, ASTRA, Auswertung bfu

Abbildung 5
Indizierte Entwicklung der Personenschäden nach Verletzungsschwere und der Bevölkerungszahl der Senioren (65+ Jahre), 1980–2014



Quelle: BFS, ASTRA, Auswertung bfu

4. Aktuelles Unfallgeschehen

In den Jahren 2011–2014 wurden insgesamt 2845 Senioren schwer verletzt und 397 getötet. Im Schnitt sind dies mehr als 700 Schwerverletzte und rund 100 Getötete jährlich. Senioren machen einen Anteil von 17 % an allen Schwerverletzten aus. Bei den Getöteten sind es 34 % (Abbildung 6).

Diese Anteile unterscheiden sich nach Verkehrsteilnahme. Bei den getöteten E-Bike-Fahrern machen die Senioren einen Anteil von 84 % aus, bei den Fussgängern sind es 59 %. Auch bei den Schwerverletzten sind Senioren beim E-Bike (30 %) und

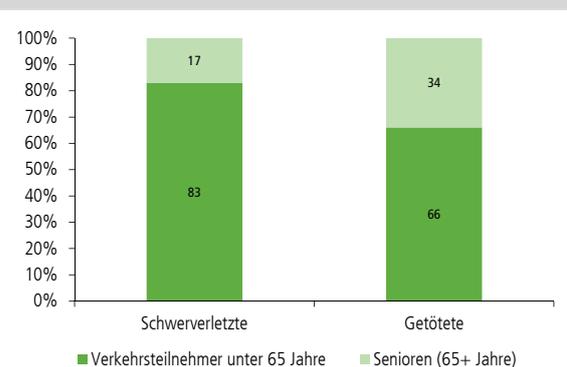
Fussgängern (31 %) überdurchschnittlich vertreten (Tabelle 31, S. 178, im Anhang).

Die meisten älteren Opfer waren als Fussgänger unterwegs (im Schnitt 252 Schwerverletzte und Getötete pro Jahr), gefolgt von PW-Insassen (227) und Radfahrern (158). Mit 35 schweren Personenschäden ist der Anteil der E-Bikes noch gering, weist aber in den letzten Jahren eine steigende Tendenz auf (Tabelle 4).

Der hohe Anteil der Senioren bei den tödlichen Unfällen zeigt deren Verletzlichkeit. Nach Verkehrsteilnahme zeigen sich die schwersten Unfallfolgen bei den Fussgängern: 7 von 100 verunfallten Fussgängern sterben (Abbildung 7). Aber auch als Personenwageninsassen werden Senioren bei Unfällen überdurchschnittlich häufiger getötet (26 von 1000) als über alle Altersklassen gesehen (10 von 1000).

Pro 100 000 Einwohner wurden in der Schweiz in den Jahren 2011–2014 durchschnittlich 56 Verkehrsteilnehmer schwer verletzt oder getötet. Wäre diese bevölkerungsbezogene Belastung über die gesamte Altersstruktur konstant, müssten bei Kindern bis 15 Jahre deutlich mehr Opfer registriert werden, bei Verkehrsteilnehmern im Alter 16 bis etwa

Abbildung 6
Anteil der Senioren an allen Schwerverletzten und Getöteten, Ø 2011–2014



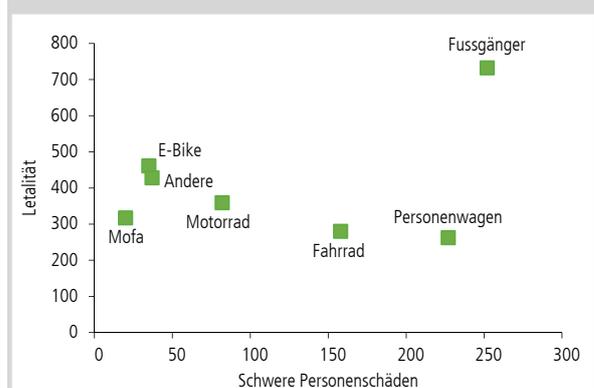
Quelle: ASTRA, Auswertung bfu

Tabelle 4
Schwere Personenschäden bei Senioren nach Verkehrsteilnahme, Ø 2011–2014

	Schwerverletzte	Getötete	Total
Personenwagen	196	31	227
Motorrad	75	7	82
Mofa	18	2	20
E-Bike	31	4	35
Fahrrad	147	11	158
Fussgänger	214	38	252
Andere	32	6	37
Total	711	99	811

Quelle: ASTRA, Auswertung bfu

Abbildung 7
Schwere Personenschäden und Letalität bei Senioren (65+ Jahre) nach Verkehrsteilnahme, Ø 2011–2014



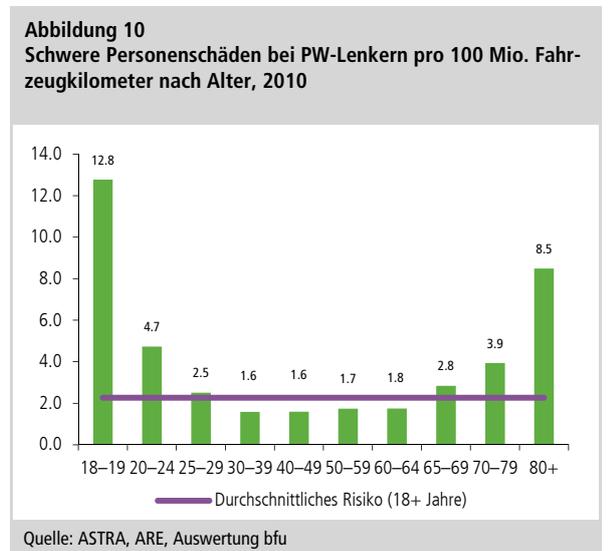
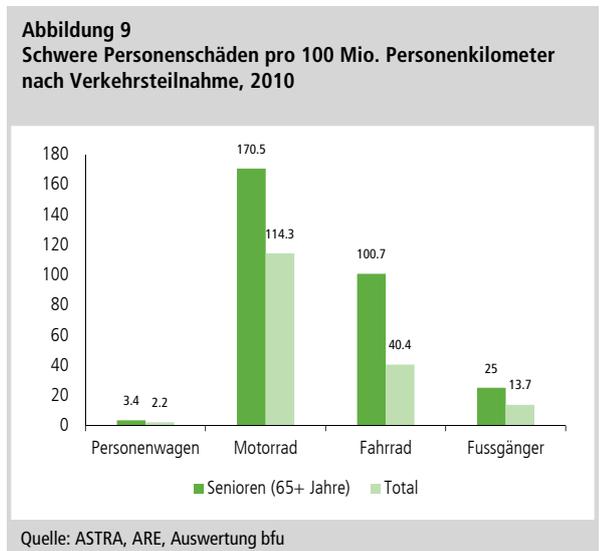
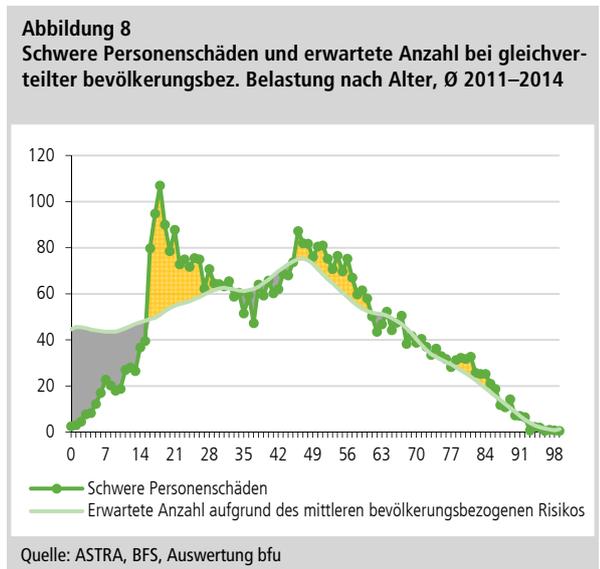
Quelle: ASTRA, Auswertung bfu

30 Jahre dagegen weniger (Abbildung 8). Eine weitere überdurchschnittliche Belastung zeigt sich dann im Alter von 46 bis 60 Jahre. Bei den über 64-Jährigen entspricht die Anzahl registrierter Opfer recht genau der erwarteten.

Werden dagegen die schweren Personenschäden auf die Kilometerleistung bezogen, zeigt sich bei allen genutzten Verkehrsmitteln ein für die Senioren erhöhtes Risiko (Abbildung 9). Für die PW-Lenker zeigt sich ab dem Alter von 65 Jahren ein steigendes Risiko pro gefahrenen Kilometer schwer verletzt

oder getötet zu werden. Dies liegt aber noch deutlich unter dem Risiko der jungen Neulenker im Alter 18 und 19 (Abbildung 10).

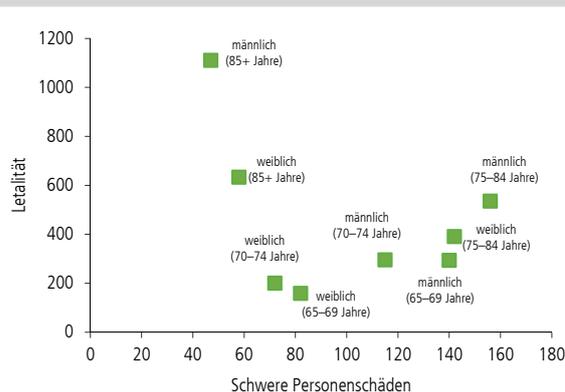
Das erhöhte Risiko der älteren PW-Lenker pro gefahrenen Kilometer wird in der Literatur neben dem natürlichen Alterungsprozess u. a. auf zwei systematische Fehler zurückgeführt, den Frailty Bias und den Low Mileage Bias [vgl. u. a. 17,18]. Der Frailty Bias besagt, dass ältere Personen bei gleich schweren Unfällen schwerere Verletzungen davontragen als jüngere. Dadurch sind ältere PW-Lenker häufiger an Unfällen mit Schwerverletzten oder Getöteten beteiligt und finden daher generell eher Eingang in die Unfallstatistik als jüngere. Der Low Mileage Bias beschreibt die Tatsache, dass Personen, die wenig Auto fahren, in allen Altersklassen erhöhte Unfallraten aufweisen. Erklärt werden kann dieser Effekt einerseits durch die fehlende Fahrrou tine und andererseits durch eine geringe Fahrleistung auf sicheren Strassen [18]. Vielfahrer sind vermehrt auf Autobahnen unterwegs, Wenigfahrer hingegen innerorts und auf Landstrassen. Da es bei den Senioren im Vergleich zu jüngeren Gruppen viele Wenigfahrer gibt [19], fällt der Low Mileage Bias in der Unfallstatistik bei den Senioren akzentuierter aus.



4.1 Alter und Geschlecht

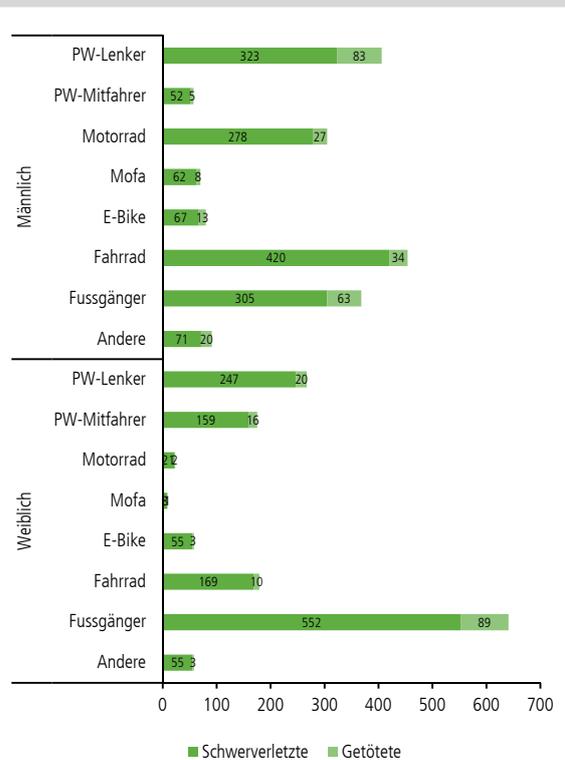
Von allen in den Jahren 2011–2014 schwer verletzten Senioren waren 56 % Männer. Bei den Getöteten liegt der Männeranteil noch deutlich höher

Abbildung 11
Schwere Personenschäden und Letalität bei Senioren (65+ Jahre) nach Alter und Geschlecht, Ø 2011–2014



Quelle: ASTRA, Auswertung bfu

Abbildung 12
Schwerverletzte und getötete Senioren (65+ Jahre) nach Verkehrsteilnahme und Geschlecht, Σ 2011–2014



Quelle: ASTRA, Auswertung bfu

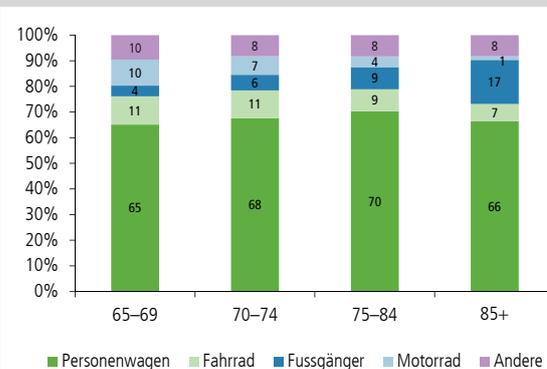
(64 %). Rund 50 % der Senioren waren 75 Jahre und älter (Abbildung 11).

Mit höherem Alter bei den Senioren steigt auch die Verletzlichkeit: Ab dem Alter 85+ ist die Anzahl Getöteter pro Verunfallten am höchsten. Hier ist aber nicht nur das Alter entscheidend, sondern auch die Verkehrsmittelwahl. Frauen werden häufig als Fussgängerinnen schwer verletzt oder getötet (Abbildung 12).

Während bei den Männern nach den PW-Insassen, den Radfahrern und Fussgängern die Motorradfahrer an vierter Stelle der Verunfallten stehen, spielen bei den Frauen schwere Verletzungen beim Motorradfahren keine bedeutende Rolle (Abbildung 12).

Mit zunehmendem Alter bei den Männern werden auch Unfälle auf dem Motorrad seltener. Bei den schwerverletzten oder getöteten 65- bis 69-Jährigen waren noch 10 % auf dem Motorrad unterwegs. Im Alter 85+ sinkt der Anteil auf 1 % (Abbildung 13).

Abbildung 13
Schwere Personenschäden bei Männern (65+ Jahre) nach Verkehrsteilnahme und Alter, Ø 2011–2014



Quelle: ASTRA, Auswertung bfu

Bei den Männern bleibt der Anteil der schweren Personenschäden als PW-Insassen mit steigendem Alter recht konstant. Bei den Frauen sinkt dieser dagegen von 76 % bei den 65- bis 69-Jährigen auf 52 % bei 85-Jährigen und älteren (Abbildung 14). Ursachen dafür sind möglicherweise die stärkere Fahrausweisung bei den Frauen als bei den Männern ab Alter 70. Ausserdem sind die Frauen wegen der früheren Sterblichkeit der Männer mit zunehmendem Alter wahrscheinlich seltener als Beifahrerinnen unterwegs.

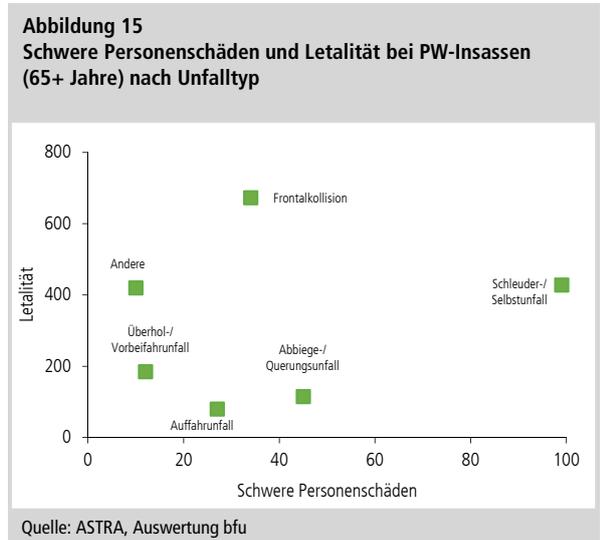
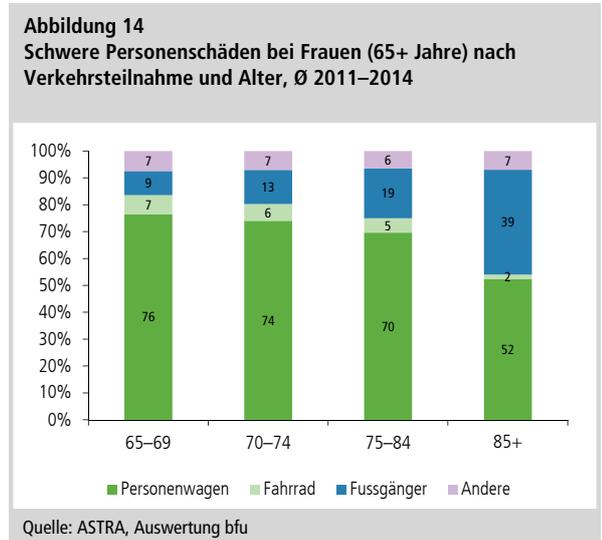
4.2 Senioren als PW-Insassen

Jährlich werden 227 schwere Personenschäden bei PW-Insassen im Alter 65+ registriert (196 Schwerverletzte, 31 Getötete), drei Viertel der Opfer waren PW-Lenkende.

Die meisten Personenschäden werden bei Ausserortsunfällen registriert (51 %). Nur jeder zehnte schwere Personenschaden auf Autobahnen. Ausserortsunfälle enden häufiger tödlich. Mit 450 Getöteten pro 10 000 Verunfallte ist die Letalität rund 3-mal höher als auf Innerortsstrassen.

43 % der Opfer werden bei Schleuder-/Selbstunfällen gefordert. Die höchste Letalität weisen dagegen Frontalkollisionen auf (Abbildung 15). Von diesen ereignen sich mehr als 70 % auf Ausserortsstrassen. Häufigste Hauptursache bei den schweren Personenschäden von älteren PW-Insassen ist Vortrittsmissachtung (15 %). An zweiter Stelle stehen Geschwindigkeitsunfälle (14 %) und an dritter Unfälle durch Unaufmerksamkeit und Ablenkung (12 %). Alkohol als Ursache wird in 7 % aller Fälle registriert.

Auffallend ist der geringe Anteil an Personenschäden in der Nacht: Rund 17 % der Unfälle ereignen sich bei Dämmerung oder Dunkelheit. Über alle PW-Insassen gesehen liegt dieser Anteil bei 48 %. Dies ist ein deutlicher Hinweis, dass Senioren eher bei Tageslicht unterwegs sind.



4.3 Senioren als Radfahrer

Als Radfahrer werden jährlich 147 Senioren schwer verletzt und 11 getötet. Sie machen damit einen Anteil von 18 % aller schwer verletzten Radfahrer und 39 % aller getöteten aus.

44 % aller schweren Personenschäden werden bei Schleuder-/Selbstunfällen registriert. An zweiter Stelle stehen Abbiege- und Querungsunfälle. Weniger häufig, aber gefährlicher sind Frontalkollisionen und Auffahrunfälle (Abbildung 16).

Drei Viertel aller Unfälle ereignen sich innerorts, ein Viertel auf Ausserortsstrassen. Hauptursache für schwer verletzte oder getötete Senioren auf dem Fahrrad ist in 31 % aller Fälle Vortrittsmissachtung. Mit 13 % stehen Unaufmerksamkeit und Ablenkung an zweiter Stelle.

Wie schon bei den PW-Insassen ereignen sich die Unfälle meist bei Tageslicht. Nur 7 % werden bei Dämmerung oder Dunkelheit registriert (23 % bei Radfahrern jüngeren Alters).

Bei den Schleuder-/Selbstunfällen der Radfahrer ist Unaufmerksamkeit und Ablenkung führende Hauptursache (23 %). Mangelhafte Fahrzeugbedienung (17 %) und Geschwindigkeit (15 %) stehen an zweiter und dritter Stelle. Bei den Kollisionen ist in rund 50 % der Fälle Vortrittsmissachtung die Hauptursache, wenn der Radfahrer den Unfall verursacht (36 % aller Kollisionen).

Ist der Kollisionsgegner Hauptverursacher missachtet er in 60 % der Fälle den Vortritt des Radfahrers. In 7 % ist Unaufmerksamkeit und Ablenkung Hauptursache.

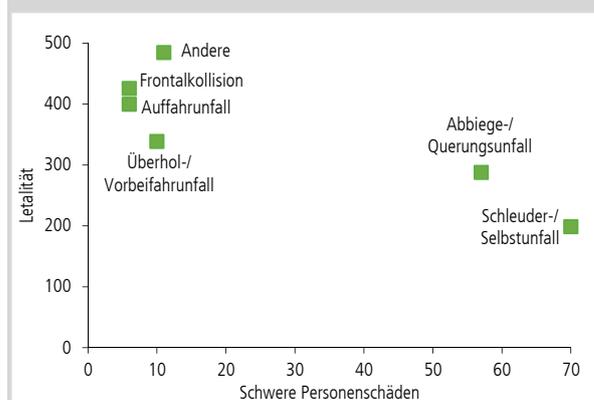
4.4 Senioren als Fussgänger

Jährlich werden 214 Fussgänger im Alter 65+ auf Schweizer Strassen schwer verletzt, 39 werden getötet. 65 % der Schwerverletzten und 58 % der Getöteten sind Frauen. Die meisten schweren Unfälle ereignen sich innerorts (95 % aller schweren Personenschäden). Die Letalität ausserorts fällt dagegen 3-mal so hoch aus (innerorts: 684 Getötete pro 10000 Verunfallte, ausserorts: 2174).

Zwei Drittel aller schweren Unfälle sind Querungsunfälle. Rund 60 % davon auf dem Fussgängerstreifen. Unfälle beim Queren abseits von Fussgängerstreifen enden häufiger tödlich (Abbildung 17, S. 60).

In rund 18 % der Unfälle wird der ältere Fussgänger als Hauptverursacher registriert. In der Hälfte dieser Fälle wird «unvorsichtiges Queren» als Hauptursache protokolliert.

Abbildung 16
Schwere Personenschäden und Letalität bei Radfahrern (65+ Jahre) nach Unfalltyp, Ø 2011–2014



Quelle: ASTRA, Auswertung bfu

Ist der Kollisionsgegner Hauptverursacher, ist in 38 % das «Missachten der Anhaltepflicht vor dem Fussgängerstreifen» die Ursache, in 21 % «unvorsichtiges Rückwärtsfahren».

5. PW-Lenker (65+ Jahre) als Unfallverursacher

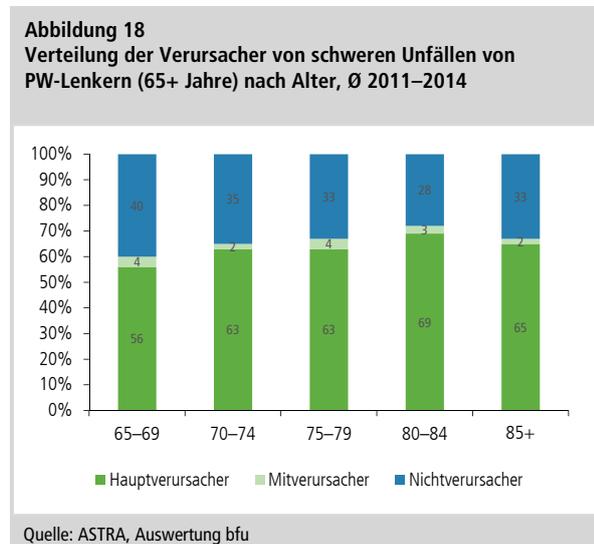
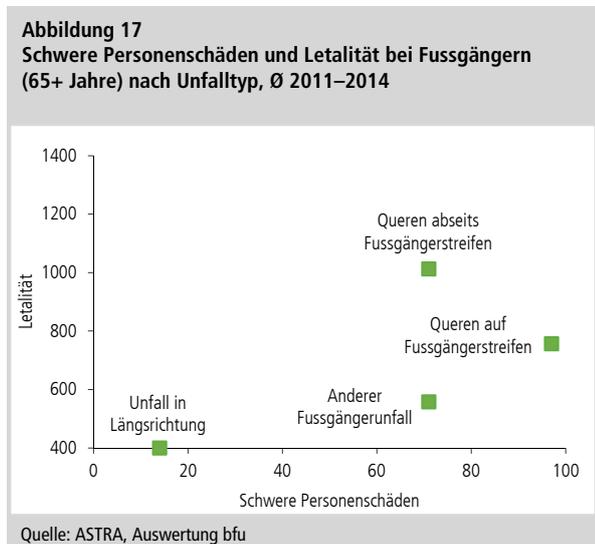
In den Jahren von 2011 bis 2014 wurden durchschnittlich 207 Unfälle registriert, bei denen PW-Insassen im Alter 65+ Jahre schwer verletzt oder getötet wurden. In 13 dieser Fälle war der Lenker unter 65 Jahre alt und die Senioren wurden als Mitfahrer verletzt. Bei durchschnittlich 194 Unfällen wurden sie als Lenker verletzt. Gleichzeitig wurden noch 329 weitere schwere Unfälle registriert, in denen Senioren als PW-Lenker beteiligt waren, aber selbst nicht schwer oder tödlich verletzt wurden. Insgesamt sind dies 523 schwere Unfälle in denen Senioren als PW-Lenker beteiligt waren. Bei diesen Unfällen wurden insgesamt 535 Verkehrsteilnehmer schwer verletzt und 48 getötet. In 54 % der Unfälle wurde der ältere PW-Lenker selbst getötet. Bei den Schwerverletzten fällt ihr Anteil mit 27 % dagegen geringer aus. Weiter wurden 49 Mitfahrer schwer verletzt und 6 getötet, 78 % dieser Opfer waren ebenfalls 65 Jahre oder älter.

In 62 % dieser Unfälle wurde der ältere PW-Lenker als Hauptverursacher registriert, in weiteren 2 % als Mitverursacher. Mit höherem Alter der Lenker steigt auch der Anteil der Hauptverursacher (Abbildung 18).

Rund ein Viertel der durch Senioren verursachten Unfälle sind Schleuder-/Selbstunfälle, 28 % Abbiege- und Einbiegeunfälle und 22 % Fussgängerunfälle. Zwei Drittel der Unfälle ereignen sich innerorts. Zu den Opfern zählen dann auch überwiegend Fussgänger (32 %), andere PW-Insassen (24 %) und Motorradfahrer (23 %).

Die Hauptursache der schweren Unfälle von älteren PW-Lenkern ist überwiegend Vortrittsmissachtung (Abbildung 19). Alkohol und nicht angepasste oder überhöhte Geschwindigkeit sind dagegen in diesem Alter weniger häufig vertreten.

In der Kategorie «Andere» sind am häufigsten «Schwächezustand», «Anderer Einflussfaktor aus medizinischer Sicht» und «unvorsichtiges Rückwärtsfahren» als Hauptursache registriert.



6. Fazit

Im Vergleich zu anderen Ländern Europas liegt die Schweiz bei den Todesfällen von **Senioren** im Strassenverkehr mit **75 Getöteten pro 1 Mio. Einwohner** im Mittelfeld. Nach den Niederlanden belegt die Schweiz den vorletzten Rang, wenn die bevölkerungsbezogene Sterblichkeit der Senioren mit jener der Gesamtbevölkerung verglichen wird.

Die Anzahl der in der Schweiz lebenden 65-Jährigen und Älteren hat in den letzten 35 Jahren um zwei Drittel zugenommen. Im gleichen Zeitraum nahm die Anzahl der schwerverletzten Senioren im Strassenverkehr um 51 % ab, diejenige der Getöteten um 72 %. Damit blieb die **Entwicklung** aber **unter dem gesamtschweizerischen Durchschnitt** (Schwerverletzte –73 %, Getötete –80 %). Dieses Ergebnis kann nicht ausschliesslich auf den gestiegenen Bevölkerungsanteil der Senioren zurückgeführt werden.

In den letzten 4 Jahren wurden rund 700 schwerverletzte und 100 getötete Senioren jährlich auf den Schweizer Strassen registriert. Die meisten verunfallen als **Fussgänger** (252 schwere Personen-

schäden), gefolgt von PW-Insassen (227) und Radfahrern (158). Mit 35 schweren Personenschäden ist der Anteil der E-Bikes gering, dürfte aber wegen der steigenden Beliebtheit der Elektroräder bei den Älteren in den nächsten Jahren eher zunehmen.

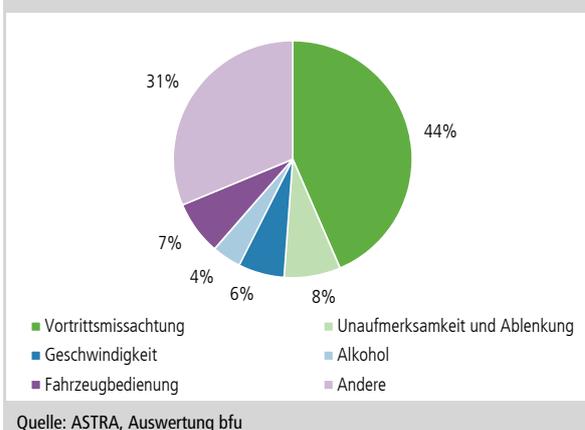
Die erhöhte **Verletzlichkeit** der älteren gegenüber den jüngeren Verkehrsteilnehmern zeigt sich in allen Verkehrsteilnehmergruppen. Bei den Fussgängern fällt das Sterberisiko besonders hoch aus: 7 von 100 verunfallten älteren Fussgängern sterben.

Mit höherem Alter erfährt die Verletzlichkeit einen weiteren Anstieg. Die Anzahl Getöteter pro Verunfallten ist ab dem Alter 85+ am höchsten. Neben dem Alter spielen hier aber auch die Verkehrsmittelwahl und das Geschlecht eine Rolle. Insbesondere **Frauen** werden häufig als **Fussgänger** schwer verletzt oder getötet. Auch bei den **Männern** nehmen die schweren Fussgängerunfälle im höheren Alter zu, im Vergleich zu den Frauen bleiben bei ihnen die schweren Personenschäden bei den **PW-Insassen** aber recht konstant.

Bei den schweren Personenschäden von älteren PW-Insassen handelt es sich bei den Opfern zu drei Vierteln um die **Lenker** selber. Die meisten Personenschäden werden **ausserorts** registriert. Auffallend ist der geringe Anteil an Personenschäden in der Nacht.

Sowohl bei den PW-Insassen wie bei den Radfahrern ist die häufigste Hauptursache für schwer verletzte oder getötete Senioren die **Vortrittsmissachtung**, unabhängig davon, ob der Senior oder der Kollisionsgegner Hauptverursacher ist. Für Radfahrer sind Schleuder-/Selbstunfälle der bedeutsamste Unfalltyp.

Abbildung 19
Verteilung der Hauptursachen schwerer Unfälle von PW-Lenkern (65+ Jahre) als Hauptverursacher, Ø 2011–2014



Bei den schweren Unfällen von älteren **Fussgängern** handelt es sich bei zwei Dritteln um **Querungsunfälle**. Rund 60 % davon ereignen sich auf dem Fussgängerstreifen. Unfälle beim Queren abseits von Fussgängerstreifen enden häufiger tödlich.

Von allen in einem Unfall mit Beteiligung eines älteren PW-Lenkern schwer verletzten oder getöteten Verkehrsteilnehmern wird in **62 % der ältere PW-Lenker als Hauptverursacher** registriert. Abbiege- und Einbiegeunfälle sind dabei der häufigste Unfalltyp, zwei Drittel der Unfälle ereignen sich innerorts. Der Anteil der Hauptverursacher steigt mit höherem Alter an. Bei den Todesopfern handelt es sich in 54 % der Fälle um den älteren PW-Lenker selber.

Zusammenfassend lässt sich feststellen, dass in der Schweiz in den letzten 35 Jahren grosse Fortschritte in der Verkehrssicherheit erzielt wurden. Die ältesten Verkehrsteilnehmer konnten davon allerdings nicht in gleichem Ausmass profitieren wie die jüngeren Altersgruppen. Ihr geändertes Mobilitätsverhalten und ihre hohe körperliche Verletzlichkeit dürften hierbei eine wichtige Rolle spielen. Der Schwerpunkt der Unfallprävention für Senioren muss bei den Fussgängern gesetzt werden, gefolgt von PW-Lenkern und Radfahrer/E-Bike-Fahrern. Bei den Fussgängern ist das Augenmerk auf Querungsunfälle zu legen, bei den PW-Lenkern auf Vortrittsmissachtungen bzw. Abbiege-/Einbiegeunfälle. Für Radfahrer/E-Bike-Fahrer sind Massnahmen bezüglich Vortrittsmissachtungen und Schleuder-/Selbstunfälle zentral.

V. Risikofaktoren (U. Ewert, Y. Achermann Stürmer)

1. Einleitung

Der Analyse des Unfallgeschehens der älteren Autofahrer, Fussgänger und Radfahrer kann man entnehmen, dass die Anzahl grundsätzlich rückläufig ist, dass aber der prozentuale Anteil, also die relative Bedeutung, zunimmt. Bei den tödlichen Verletzungen liegt vor allem eine Selbstgefährdung wegen der grösseren Verletzlichkeit vor. Bei den Schwerverletzten ist das Ausmass der Selbst- und der Fremdgefährdung ähnlich wie bei den übrigen Lenkern. Mit zunehmendem Alter verändern sich teilweise die Unfallursachen. Geschwindigkeit und Alkohol verlieren an Bedeutung; andere Ursachen und Unfall-typen hingegen nehmen zu. Staplin et al., 2012, unterscheiden zwischen drei grundlegende Kategorien von Einflussfaktoren auf das Unfallgeschehen der älteren Autofahrer [20]:

1. nicht pathologische altersbedingte Veränderungen
2. Krankheiten, v. a. chronische Krankheiten, und medizinische Zustände
3. Medikamentenkonsum

Dazu ist anzumerken, dass es teilweise fließende Übergänge von den nicht pathologischen Veränderungen zu den Krankheiten gibt. Ein Beispiel dafür ist der graue Star (Katarakt), eine Trübung der Linse, die mit zunehmendem Alter immer stärker wird. Die Ersetzung der natürlichen durch eine künstliche Linse wird vor allem davon abhängig gemacht, ob die Sehschärfe beeinträchtigt ist und auch durch eine Brille nicht mehr korrigiert werden kann. Die Beeinträchtigung des Kontrastsehens und die zunehmende Blendung stellen sich jedoch

deutlich früher ein als die beeinträchtigte Sehschärfe.

Die Beziehung von körperlichen und geistigen Veränderungen, Krankheiten und Medikamenten und der Verkehrssicherheit ist nicht ganz einfach. Das Vorhandensein von Beeinträchtigungen ist oftmals nicht hinreichend, um jemand als fahrungseignet zu bestimmen. Vielmehr geht es darum, inwieweit vorhandene Risikofaktoren zu einer Einschränkung der Funktionsfähigkeit führen. Diese wiederum kann möglicherweise kompensiert werden – sei es durch angepasstes Verhalten, durch Hilfsmittel oder angemessene medizinische Versorgung. Die Weltgesundheitsorganisation hat dazu das Modell der Funktionsfähigkeit und Behinderung entwickelt (Abbildung 20). Es zeigt auf, dass Gesundheitsprobleme nicht zwingend Aktivitäten (wie das Autofahren) negativ beeinflussen müssen. Vielmehr gibt es verschiedene Möglichkeiten, um negative Einflüsse auf die Aktivitäten und die Teilhabe zu vermeiden oder zu vermindern.

Dies bedeutet im Hinblick auf die im Folgenden dargestellten Ergebnisse, dass der Nachweis eines erhöhten Unfallrisikos aufzeigt, dass hier eine

Abbildung 20
Modell der Funktionsfähigkeit und Behinderung



Quelle: WHO

funktionelle Einschränkung vorliegt, die nicht bzw. nicht vollständig kompensiert wird. Die Bewertung der Bedeutung der verschiedenen Risikofaktoren wird auf der Grundlage des nachgewiesenen Unfallrisikos und des Verbreitungsgrades (Prävalenz) jeweils auf einer 5-stufigen Skala abgeschätzt.

Eine zusammenfassende Darstellung der nachfolgend erwähnten Risikofaktoren (Verbreitung, Risiko und Unfallrelevanz) findet sich im Fazit (Kap. V.5) in Tabelle 6, S. 93.

2. Altersbedingte Veränderungen

Die folgenden, nicht krankhaften Veränderungen mit dem Alter werden behandelt: Sehen, Hören, Motorik, kognitive Leistungen und Verletzlichkeit.

2.1 Sehvermögen

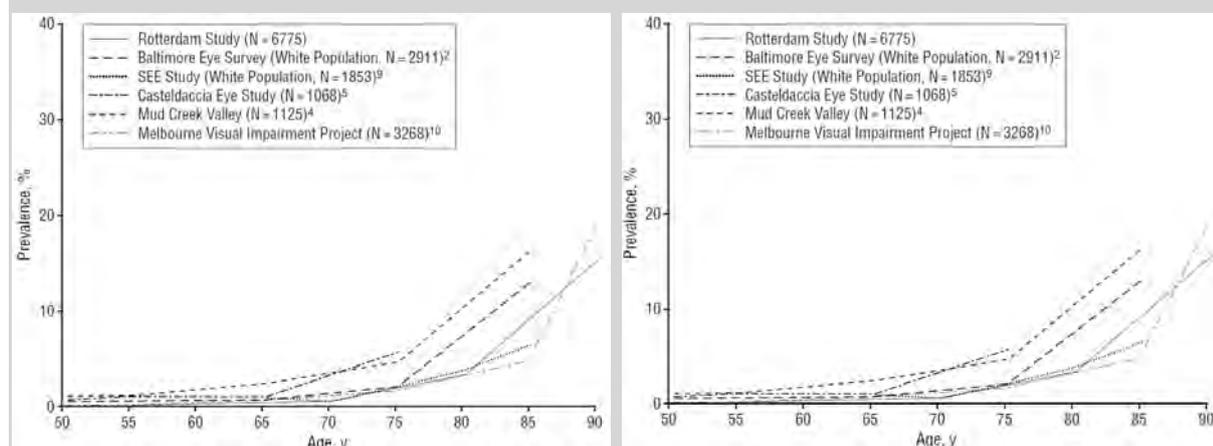
2.1.1 Beschreibung

Es ist offensichtlich, dass das Sehen bei der Verkehrsteilnahme eine wichtige Rolle spielt. Daher ist es überraschend, dass immer wieder lediglich ein

geringer Zusammenhang von Sehen und Verkehrsunfällen gefunden wird. In den Jahren 2011–2014 gab es insgesamt 114 Unfälle durch Personen 65 Jahre und älter, denen als Unfall(mit)ursache eine verminderte Sehkraft attestiert wurde. Bei diesen Unfällen kam insgesamt 1 Person ums Leben und 7 wurden schwer verletzt. Wahrscheinlich besteht bei diesen erstaunlich tiefen Zahlen eine erhebliche Dunkelziffer, da ja nicht bei jedem Unfall überprüft wird, ob die Brille noch angemessen ist und ob andere Probleme mit der Sehfähigkeit bestehen. Vaa, 2005, konnte in seiner Metaanalyse nur ein um 9 % erhöhtes Unfallrisiko für alle Beeinträchtigungen der Sehfähigkeit insgesamt aufzeigen [21].

Die Häufigkeit von Beeinträchtigung der Sehfähigkeit nimmt mit dem Alter zu. Das Ausmass variiert jedoch je nach Definition. Wie in Abbildung 21 dargestellt kommt die WHO mit ihrer Definition je nach Studie zu 5 bis 15 % Personen mit Problemen im Alter 85. Nach der amerikanischen Definition liegt man hier eher bei einem Viertel Betroffener [vgl. 22].

Abbildung 21
Prävalenz der Beeinträchtigung der Sehfähigkeit nach Alter und Definition
 (WHO: korrigierter Visus von mind. 0,3; USA: korrigierter Visus von mind. 0,5)



Quelle: [17]

Das Sehvermögen setzt sich aus verschiedenen Komponenten zusammen. Staplin et al., 2012, nennen 7 Kategorien für die Beurteilung der Leistungsfähigkeit des Auges [20]:

1. statische Sehschärfe
2. dynamische Sehschärfe
3. Kontrastempfindlichkeit
4. Gesichtsfeld
5. Tiefen- und Bewegungswahrnehmung
6. Dunkelanpassung und Erholung von Blendung
7. Farbsehen

2.1.2 Risikoabschätzung

Ad 1.) Einschränkungen der **statischen Sehschärfe** – die einzige Sehschärfe, deren Prüfung offiziell verlangt wird – sind relativ weitverbreitet. Die Hauptgründe für eine eingeschränkte Sehschärfe sind die Ametropie (umgangssprachlich Fehlsichtigkeit) zu etwa 80 % sowie der graue Star (Katarakt) mit etwa 7 % und Erkrankungen der Retina inklusive Makuladegeneration [23]. In einer europäischen Studie in 5 verschiedenen Ländern (ohne die Schweiz) ergab sich, dass 18,6 % der 65- bis 74-Jährigen einen Visus von 0,8 und weniger hatten [24]. Mit einer optimalen Sehhilfe konnte dieser Anteil auf 5,1 % gesenkt werden. Die entsprechenden Prozentsätze für die 75-Jährigen und Älteren betrug 30,6 % und 14,5 %.

Die statische Sehschärfe hat sich immer wieder als nur schwach oder gar nicht mit dem Unfallgeschehen und Verkehrsdelikten korreliert erwiesen [für eine umfassendere Darstellung s. 20,25]. Andererseits gibt es wissenschaftliche Arbeiten, die aufzeigen, dass es zu Leistungsdefiziten kommt, wenn man Personen mit simulierter Unschärfe (durch entsprechende Brillen) fahren lässt. Es kommt zu Schwächen bei der Erkennung von Verkehrssignalen

und bei der Wahrnehmung von Gefahren [26]. Ausserdem steigt die benötigte Zeit zur Bewältigung eines vorgegebenen Parcours. Möglicherweise macht es einen Unterschied, ob man plötzlich mit einer visuellen Einschränkung konfrontiert ist oder ob man sich über längere Zeit darauf einstellt und sein Fahrverhalten bzw. seine Fahrgeschwindigkeit allmählich anpasst.

Es gibt eine ganze Reihe von Erklärungsversuchen zu diesem doch etwas überraschend geringen Zusammenhang zwischen Sehschärfe und Unfällen. So weiss man, dass Lenker teilweise mit geringeren Fahrleistungen und Vermeidung von unvertrauten Orten reagieren [z. B. 27]. Auch dürften die meisten Personen mit schweren Einschränkungen der Sehschärfe auch ohnehin mit angemessenen Sehhilfen versorgt sein.

Daher wird den Einschränkungen der statischen Sehschärfe trotz ihrer erheblichen Verbreitung nur die zweittiefste Stufe der Bedeutung für den Strassenverkehr zugeordnet.

Ad 2.) Die **dynamische Sehschärfe** ist die Sehschärfe während Kopfbewegungen. Das Auge muss dabei die Bewegungen des Kopfes kompensieren. Beim Autofahren wird der Kopf oft bewegt, insbesondere an Knoten (Kreuzungen). Die dynamische Sehschärfe lässt mit dem Alter nach. Allerdings macht das Alter nur einen geringen Teil der Gesamtvarianz der dynamischen Sehschärfe aus (etwa 4 %) [28]. Empirische Informationen zur Prävalenz von Einschränkungen der dynamischen Sehfähigkeit liegen nicht vor. Ein Expertenrating schätzt die Verbreitung im Bereich von 5 bis 10 % ein.

Wood, 2002, konnte aufzeigen, dass die dynamische Sehschärfe 1 von 3 Indikatoren des Sehens

war, der einen bedeutsamen Zusammenhang mit Leistungsindikatoren bei einer Fahrt auf einer abgeschlossenen Fahrstrecke hatte [29]. Die dynamische Sehschärfe erklärte mehr als 50 % der Varianz. Die bisher gefundenen Korrelationen zwischen dynamischer Sehschärfe und Unfallgeschehen sind allerdings gering und «jenseits jeder praktischen Relevanz» [20, eigene Übersetzung].

Aus dem geringen Unfallrisiko und einer eher tiefen Prävalenz ergibt sich die tiefste Bewertungsstufe bezüglich der Gefährlichkeit.

Ad 3.) **Kontrastempfindlichkeit** ist die Fähigkeit, auch nur geringe Unterscheide in der Helligkeit zu erkennen. Diese Fähigkeit ist abhängig von den Lichtverhältnissen. Sie ist besser tagsüber als bei Dämmerung oder bei Dunkelheit. Die Kontrastempfindlichkeit lässt mit zunehmendem Alter nach. Im Alter von 75 Jahren wird doppelt so viel Kontrast benötigt als in jungen Jahren, um einen Unterschied zu erkennen [30].

Die eingeschränkte Kontrastsensitivität ist recht weitverbreitet. In der Studie von van Rijn, 2011, ergab sich, dass bei den 65- bis 74-Jährigen etwa ein Drittel unter einer schlechteren Kontrastempfindlichkeit litten, bei den 75-Jährigen und Älteren sogar zwei Drittel [24].

Es gibt verschiedene Studien, die aufzeigen konnten, dass die Fahrleistungen bei geringerer Kontrastempfindlichkeit schlechter sind. Baldock et al., 2007, stellten fest, dass zwischen Kontrastempfindlichkeit und einem Fehlerbewertungssystem einer Fahrt im realen Strassenverkehr eine Korrelation von $-0,33$ bestand [31]. In der bereits erwähnten Studie von Wood, 2002, fand sich sogar ein Zusammenhang von $-0,57$ [29]. Leider ist die

Befundlage für den Zusammenhang mit Unfällen nicht ganz so klar. Rubin et al., 2007, konnten keinen prospektiven Wert der Kontrastempfindlichkeit für das zukünftige Unfallgeschehen feststellen [32]. Bei retrospektiven Untersuchungen konnten jedoch Zusammenhänge festgestellt werden. Owsley et al., 2001, fanden heraus, dass sich bei stark beeinträchtigter Kontrastempfindlichkeit durch grauen Star ein deutlich erhöhtes Risiko für selbstverschuldete Unfälle in den vergangenen 5 Jahren ergab. Je nachdem, ob ein oder beide Augen betroffen waren und wie stark die Kontrastsensitivität verringert war, war das Risiko 2,7- bis 8-fach erhöht [33]. Einige andere Studien fanden heraus, dass das Unfallrisiko zwar stärker erhöht war als für die Sehschärfe, dass der Zusammenhang aber immer noch schwach war. In einer Fall-Kontroll-Studie konnten Owsley et al., 1998, gar keinen Zusammenhang mit Unfällen mit Personenschäden aufzeigen. Auch in einer prospektiven Kohortenstudie derselben Arbeitsgruppe fand sich kein Zusammenhang [34].

Einbussen der Kontrastempfindlichkeit sind mit zunehmendem Alter weitverbreitet. Die Befundlage bezüglich der Gefährlichkeit einer schlechten Kontrastempfindlichkeit ist nicht eindeutig. Aufgrund des geringeren Anteils von Nachtfahrten bei älteren Menschen wird dieser Kombination von Risiko und Verbreitung nur die zweittiefste Gefährlichkeitsstufe zugeordnet.

Ad 4.) Das **Gesichtsfeld** beschreibt denjenigen Teil der Umgebung, in dem man noch Dinge erkennen kann, wenn man geradeaus schaut. Das Gesichtsfeld kann man ein- oder beidäugig bestimmen. Es beträgt normalerweise (beidäugig) horizontal 180–200 Grad sowie vertikal nach oben 60 Grad und nach unten 70 Grad. Je weiter man in der Peripherie ist, umso weniger Details und Farbe können

wahrgenommen werden. Für Personenwagen-Lenker in der Schweiz wurde in den neuen Mindestanforderungen (ab 1.7.2016) ein horizontales Gesichtsfeld von mindestens 120 Grad vorgeschrieben (bisher gelten 140 Grad). Mit zunehmendem Alter wird das horizontale Gesichtsfeld aus verschiedenen Gründen kleiner (Verlust an peripheren Nervenzellen, Augen versinken tiefer in die Höhlen, Glaukom). Nach van Rijn et al., 2011, erfüllen zwischen 65 und 74 Jahren 1,9 % der Lenker das Kriterium von 120 Grad nicht. Bei den 75-Jährigen und Älteren steigt dieser Anteil auf 5,0 % [24].

Es konnten verkehrsrelevante Verschlechterungen bei Lenkern mit Einschränkungen des Gesichtsfeldes festgestellt werden. So fanden Zhang et al., 2007, heraus, dass bei einer Abweichung des Gesichtsfeldes um mehr als 10 von 81 Messpunkten die Bremsreaktionszeit signifikant zunahm [35]. Auch Tarawneh et al., 1993, hatten bereits eine Korrelation von ,22 zwischen Leistungen in einer realen Fahrprobe und dem Gesichtsfeld festgestellt [36]. In Bezug auf Unfälle fanden sich ebenfalls Unterschiede. In einer älteren, aber sehr grossen Studie mit über 10 000 Probanden fanden Johnson und Keltner, 1983, für Personen mit einer schwerwiegenden Gesichtsfeldeinschränkung, die sie allerdings nicht quantifizierten, doppelt so hohe Unfall- und Delinquenzraten wie für Personen ohne diese Einschränkungen [37]. Auch bei der prospektiven Studie von Rubin et al., 2007, wurde ein um 31 % erhöhtes Unfallrisiko für diejenigen gefunden, die eine Gesichtsfeldeinschränkung von 25 % und mehr hatten (weniger als 15 von maximal 20 Punkten) [32]. Erfreulicherweise können Gesichtsfeldeinschränkungen durch verstärkte Augen und Kopfbewegungen kompensiert werden. Szlyk et al., 1993, fanden heraus, dass die Betroffenen mit mehr seitlichen Augenbewegungen reagierten [38].

In der Gesamtbeurteilung ergibt sich aus der Kombination von eher geringer Prävalenz und tiefem Risiko sowie der Bedeutung des Gesichtsfelds an Kreuzungen und Einmündungen ein unterdurchschnittlicher Wert.

Ad 5.) Die **Wahrnehmung von Entfernungen und Geschwindigkeiten** sind wichtige Fähigkeiten im Strassenverkehr. Es scheint jedoch, dass ältere Menschen hier Probleme haben. So fanden Staplin et al., 1990, heraus, dass Lenker über 75 Jahren etwa doppelt so grosse Winkelveränderungen benötigten, um Distanzunterschiede zu erkennen, wie Lenker zwischen 18 bis 55 Jahren [39]. Ein weiteres Ergebnis, dass in diese Richtung weist, stammt von de Raedt et al. aus dem Jahr 2000. Sie fanden heraus, dass bei simulierten Überholmanövern eine mehr als doppelt so grosse Veränderung der Entfernung der beiden Hecklichter voneinander bei 70- bis 75-Jährigen im Vergleich zu 20- bis 29-Jährigen notwendig war [40].

Bewusst oder unbewusst scheinen die älteren Autofahrer diese Schwäche in einem gewissen Ausmass wahrzunehmen, denn sie verändern ihre Kriterien beim Kreuzen einer Strasse. So konnten Scialfa et al., 1991, aufzeigen, dass jüngere Lenker das Kreuzen davon abhängig machen, wie viel Zeit sie zum Queren haben (Constant Time Gap) [41]. Ältere Lenker hingegen verwenden konstante Entfernungen (Constant Distance Gap), d. h., sie berücksichtigen die gefahrene Geschwindigkeit des anderen Fahrzeugs nicht (mehr). Auch Yan et al., 2007, konnten diesen Effekt nachweisen [42]. Die zeitlichen Lücken sind dadurch bei tiefen Geschwindigkeiten zu gross, bei hohen Geschwindigkeit gleich gross wie bei erwachsenen und jungen Lenkern. Gleichzeitig sind jedoch auch Beschleunigungszeiten der Senioren tiefer, sodass es eher zu problematischen

Situationen kommen kann, was zu den erhöhten Risiken von Abbiegeunfällen passt. Vermutlich handelt es sich bei dem Wechsel von der Zeitlücke zur Entfernungslücke um einen Kompensationsmechanismus, um die schwieriger werdende Geschwindigkeitsschätzung auszugleichen.

Auch wenn hier weder für die Verbreitung noch für die Gefährlichkeit konkrete Zahlen vorliegen, deuten doch die verfügbaren Informationen (z. B. Unfallgeschehen) darauf hin, dass es sich um ein durchschnittlich weitverbreitetes Phänomen handelt. Auch die Risikobewertung fällt tendenziell im mittleren Bereich aus, sodass sich ein Gesamtwert von 3 ergibt.

Ad 6.) Zunehmende **Blendempfindlichkeit** wird von vielen älteren Autofahrern ab etwa Mitte 60 als Problem genannt. Sie kommt durch die altersbedingten Veränderungen in der Linse zustande. Gleichzeitig verlangsamt sich auch die Dunkeladaptation nach einer Blendung. So fanden Brabyn et al., 2000, heraus, dass die Anpassung an veränderte Lichtverhältnisse im Alter 90 etwa 8-mal länger braucht als mit unter 65 Jahren [30].

Die Prävalenz variiert je nach verwendetem Grenzwert bei van Rijn et al., 2011, stark. Mit dem tieferen Grenzwert betrifft die Blendempfindlichkeit 11,1 % der 65- bis 74-Jährigen und 19,5 % derjenigen, die 75 Jahre und älter sind [24].

Rubin et al., 2007, konnten in ihrer prospektiven Studie ein 2,32-fach erhöhtes Unfallrisiko für ältere Lenker (65–84 Jahre) feststellen, deren Kontrastsensitivität sich durch Blendung um 3 oder mehr Buchstaben auf der Pelli-Robson-Skala (Abbildung 22, [43]) verschlechterte [32]. Andererseits konnten Owsley et al., 1998, keinen Zusammenhang

zwischen Blendempfindlichkeit und Unfällen aufzeigen [44]. Und auch in Bezug auf die Fahrleistungen gibt es durchwachsene Ergebnisse. Burg, 1971, fand einen Zusammenhang [45], Shinar et al., 1977, Wolbarsht, 1977, Burg, 1967, und Owsley et al., 1991, hingegen nicht [46-49]. McGwin et al., 2000, konnten aufzeigen, dass die Beeinträchtigung der Sehschärfe durch Blendung zu Schwierigkeiten auf stark frequentierten Strassen, während der Rush-hour, bei alleine Fahren und beim Linksabbiegen, führte [50]. Bei der statistischen Berücksichtigung der Sehschärfe, der Kontrastsensitivität und des – im Kapitel zu kognitiven Leistungen beschrieben – Useful Field of View ging dieser Effekt jedoch verloren.

Die Blendempfindlichkeit ist stark verbreitet und ein zunehmendes Problem im Alter. Zusammenhänge



mit den Unfallgeschehen liessen sich in einer prospektiven Studie nachweisen. Da die Blendempfindlichkeit vor allem bei Dunkelheit bedeutsam ist, wird ihr nur ein durchschnittlicher Wert zugeordnet.

Ad 7.) Das **Farbsehen** scheint im Strassenverkehr kaum eine Rolle zu spielen. Zwar gibt es Hinweise, dass es vermehrt zu Gelb-Blau-Fehlern mit zunehmendem Alter kommt, aber es gibt keine Studien, die aufzeigen, dass dies zu verschlechtertem Fahrverhalten oder mehr Unfällen führt.

Insgesamt ist die Befundlage zum Einfluss des Sehens auf die Verkehrssicherheit etwas unübersichtlich. Insbesondere die Diskrepanz zwischen nachgewiesenen Defiziten und nicht oder kaum erhöhtem Unfallrisiko ist unbefriedigend. Gründe dafür können einerseits in der Kompensation seitens der Lenker liegen, andererseits aber auch in Lücken in der wissenschaftlichen Forschung.

2.2 Hörvermögen

2.2.1 Beschreibung

Das Hörvermögen wird vom Gesetzgeber nicht als ein sehr bedeutsamer Faktor für die Verkehrssicherheit angesehen. So sind nach den aktuell gültigen Vorschriften der Verkehrszulassungsverordnung Gehörlose als Lenker von privaten Personenwagen zugelassen. Auch gibt es keine Vorschriften, dass ein Hörgerät wie eine Brille in den Führerausweis eingetragen werden muss. Und schliesslich besteht auch keine Vorschrift darüber, wie laut der Schall sein muss, der noch ins Wageninnere dringt. Darüber hinaus wird die Schwerhörigkeit oder Taubheit auch nicht im Rahmen des Unfallprotokolls erfasst.

2.2.2 Risikoabschätzung

Verschiedene Studien, aber leider keine aus der Schweiz, zeigen auf, dass mit 65 Jahren etwa 30 % der Bevölkerung unter Schwerhörigkeit nach dem WHO-Kriterium leiden. Mit Mitte 70 ist dieser Anteil auf mindestens 50 % angestiegen und mit Mitte 80 dann über 80 % [51]. Das WHO-Kriterium ist eine Hörminderung von durchschnittlich mehr als 40 dB bei 4 verschiedenen Frequenzen (500–4000 Hz) am «besseren» Ohr. Ab diesem Ausmass an Schwerhörigkeit wird ein Hörgerät empfohlen.

Bei Vaa, 2005, ergab sich eine Erhöhung des Unfallrisikos von 19 % [21]. Grundsätzlich kann das Hören beim Autofahren bei allen Unfällen eine Rolle spielen. Am wichtigsten dürfte die Bedeutung von Hupen, Klingeln, Sirenen oder lauten (Brems)geräuschen als Warnung sein. Wegen seines geringen Risikos spielt die Schwerhörigkeit trotz grosser Verbreitung bei der älteren Bevölkerung wohl nur eine geringe Rolle im Unfallgeschehen.

2.3 Motorik

Die motorischen Fähigkeiten lassen mit dem Alter nach. Als bedeutsam zum Autofahren werden von Staplin et al., 2012, Kraft, Beweglichkeit der Extremitäten, Beweglichkeit des Oberkörpers und des Nackens sowie die Propriozeption, d. h. die Empfindung des eigenen Körpers und seiner Lage im Raum, angesehen [20]. All diese Fähigkeiten sind einerseits eine Funktion des Alters, andererseits des generellen Gesundheitszustands.

2.4 Kraft

Die Muskelmasse nimmt mit dem Alter ab und damit auch die körperliche Kraft. Zum Zusammenhang

von Kraft und Unfallrisiko gibt es nur eine neuere Studie. McCarty und Mann, 2006, analysierten 10 verschiedene Krafttests, die jeweils auf beiden Seiten des Körpers geprüft wurden auf ihren Zusammenhang mit der Leistung bei einer Fahrt mit einem Driver Rehabilitation Specialist, d. h. einem Spezialisten für die Wiederherstellung der Fahreignung von Personen mit Einschränkungen [52]. Es fand sich kein Zusammenhang zwischen den verschiedenen Kraftmassen und der Fahrleistung. Es ist durchaus möglich, dass Kraft früher eine gewisse Rolle für die Verkehrssicherheit gespielt hat. Aber durch die Servounterstützung beim Lenken und Bremsen, Automatikgetriebe oder auch Bremsassistenten ist dies wohl heutzutage nicht mehr relevant. Daher spielt die Kraft bzw. deren Verlust auch trotz grosser Verbreitung in der älteren Bevölkerung kaum eine Rolle für die Verkehrssicherheit.

2.5 Gelenkigkeit/Beweglichkeit

2.5.1 Beschreibung

Die Gelenkigkeit lässt aus 2 Gründen nach: wegen degenerativer Erkrankungen und/oder zu geringer Benutzung. Sie sinkt im Alter um etwa 20 bis 30 %. Die Ursache dafür liegt in morphologischen Veränderungen in den Gelenken, z. B. die Kalzifikation von Knorpel.

2.5.2 Risikoabschätzung

Das genaue Ausmass der Einschränkungen bei der Gelenkigkeit/Beweglichkeit ist nicht bekannt. Ein Hinweis dafür könnten die Einschränkungen bei den Alltagsaktivitäten des täglichen Lebens sein. Sie wurden im Rahmen der schweizerischen Gesundheitsbefragung 2012 für Menschen, die in Privathaushalten leben, erhoben [53]. Einschränkungen

bei den instrumentellen Alltagsaktivitäten (IADL) wie schwere Hausarbeit und Nutzung öffentliche Verkehrsmittel hatten 14 % derjenigen zwischen 65 und 79 Jahren auf und fast 40 % derjenigen jenseits der 80.

Es gibt einige Untersuchungen, die aufzeigen konnten, dass schlechte Gelenkigkeit mit Unfällen einhergeht. Hu et al., 1998, fanden heraus, dass Frauen, die ihre Arme nicht über die Schulterhöhe erheben konnten, ein doppelt so hohes Unfallrisiko hatten. Auch die Einschränkung, nur noch langsam gehen zu können, geht mit einem doppelten Risiko eines Unfalls als Autofahrer einher [54].

Der Rapid Pace Walk Test besteht aus einer 3 Meter langen Strecke, die 2 Mal inklusive einer Drehung zurückgelegt werden muss. Er beinhaltet also nicht nur, aber auch, eine Beweglichkeitskomponente. Wer länger als 7 Sekunden dafür braucht, hat nach Marottoli et al., 1994, ein doppelt so hohes Unfallrisiko wie Personen, die weniger als 7 Sekunden brauchen [55]. Auch das Ausmass der täglich zu Fuss zurückgelegten Strecken korrelierte bei dieser Studie mit dem Unfallgeschehen. Strecken von weniger als einem «Block» pro Tag erhöhen das Unfallrisiko um 90 %.

Im Rahmen der Maryland Pilot Older Driver Study [56] konnte aufgezeigt werden, dass die Drehfähigkeit von Kopf und Nacken deutliche Zusammenhänge mit dem Risiko verschuldeter Unfälle aufwiesen (OR von 2,64 und 2,56). Und in noch einer weiteren Untersuchung [52] zeigte sich, dass das Bewegungsausmass (Range of Motion) mit den Fahrleistungen zusammenhing.

Die Beweglichkeit von Kopf und Nacken sind für die Beobachtung des Verkehrsgeschehens insbesondere an Knoten wichtig. Isler et al. untersuchten 1997 den Zusammenhang von Nackenrotation und einem Linksabbiegemanöver [57]. (Die Studie fand in Neuseeland statt, wo Linksverkehr herrscht. Es handelt sich also aus Schweizer Sicht um ein Rechtsabbiegen.) Er konnte aufzeigen, dass sich die Rotationsfähigkeit des Halses von 86 Grad bei den unter 30-Jährigen auf 59 Grad bei den über 70-Jährigen verringerte, also um 31 %. Dies führt dazu, dass sie Fahrzeuge, die mehr als 20 Meter weit entfernt waren, ohne zusätzliche seitliche Augenbewegungen nicht mehr sehen konnten.

Auch die Älteren selber schätzten in einer Fokusgruppenuntersuchung von Staplin et al., 1997, neben dem Sehen bei Dunkelheit die eingeschränkte Beweglichkeit des Kopfes als das grösste Problem ein [58].

Einschränkungen in der Beweglichkeit sind recht weitverbreitet. Auch das Unfallrisiko ist im mittleren Bereich erhöht. Deshalb wird der Gelenkigkeit/Beweglichkeit eine überdurchschnittliche Bedeutung zugemessen.

2.6 Gleichgewicht

2.6.1 Beschreibung

Das Gleichgewicht ist eine ganz grundlegend notwendige Fähigkeit, um mobil zu sein. Dies betrifft das Gehen, das Radfahren und auch das Autofahren. Gleichgewicht und Schwindel können diverse Ursachen haben. In etwa 20 % der Fälle wurden bei Lin und Bhattacharyya, 2012, verschriebene Medikamente als Ursache genannt [59]. Daher empfehlen sowohl die amerikanische als auch die britische

geriatriatische Gesellschaft eine Reduktion der Medikamentenzahl und der -dosierung auf das Minimum. Dabei werden insbesondere die psychoaktiven Mittel wie beruhigende, angstlösende, antidepressive und antipsychotische Medikamente genannt.

2.6.2 Risikoabschätzung

Lin und Bhattacharyya, 2012, konnten aus den Angaben im amerikanischen Health Interview Survey herausarbeiten, dass knapp 20 % der über 65-Jährigen über Gleichgewichtsprobleme im vergangenen Jahr berichteten, von denen die Hälfte sich deshalb sogar in medizinische Behandlung begab [59]. Ein Viertel der Betroffenen gab an, durch Gleichgewichtsprobleme und Schwindel in ihren Aktivitäten eingeschränkt zu sein, darunter knapp die Hälfte beim Fahren. Für 55 % war das Gehen auf unebenen Flächen schwierig und für 32 % das Treppenlaufen aufwärts.

Gleichgewichtsprobleme und Schwindel können die Teilnahme am Strassenverkehr einschränken. Inwieweit trotz Gleichgewichtsproblemen und Schwindel Auto oder Rad gefahren oder zu Fuss gegangen wird, ist nicht klar. Bei milderer Varianten dürfte noch eher damit zu rechnen sein als bei schweren Ausprägungen. Die Bedeutung wird daher mit durchschnittlich eingestuft.

2.7 Kognitive Leistung

2.7.1 Beschreibung

Neben den Veränderungen der visuellen Wahrnehmung verändert sich mit dem Alter auch die geistige Leistungsfähigkeit. Zum Autofahren ist ein gewisses Mass an kognitiver Leistungsfähigkeit nötig. Dies

sieht auch der Gesetzgeber so. Laut Anhang 1 der Verkehrszulassungsverordnung VZV (medizinische Mindestanforderungen) darf kein «Schwachsinn» vorliegen. Anhand psychometrischer Tests kann nachgewiesen werden, dass die kognitiven Fähigkeiten einen Einfluss auf das Unfallrisiko haben. Dabei gilt es zu unterscheiden zwischen dem akkumulierten Wissen, das sich noch lange verbessern kann, und der Aufnahme, der Verarbeitung, dem Behalten und der Anwendung neuer Informationen, wie sie im Strassenverkehr permanent anfallen. Dabei werden 5 Aspekte unterschieden, nämlich:

1. das Arbeitsgedächtnis
2. die Geschwindigkeit der Informationsverarbeitung
3. die vorbewussten und bewussten Aufmerksamkeitsprozesse
4. die Exekutivfunktionen, d. h. geistige Leistungen höherer Ordnung
5. die räumlich-visuellen Fähigkeiten

2.7.2 Risikoabschätzung

Ad 1.) Beim Arbeitsgedächtnis geht es um diejenigen Aspekte des Gedächtnisses, die für die Verarbeitung des aktuellen Geschehens und die Reaktionen darauf wichtig sind. Es wird zu den sogenannten Exekutivfunktionen gezählt, wird aber hier separat abgehandelt. Das Arbeitsgedächtnis ist notwendig, um die verschiedenen relevanten und zu koordinierenden Informationen gleichzeitig abrufen zu können. Das Arbeitsgedächtnis, das üblicherweise aus den bekannten 7 +/- 2 Einheiten besteht, lässt mit dem Alter generell nach. Leichte Defizite sind also bei älteren Menschen weitverbreitet, starke Defizite in Verbindung mit Demenzerkrankungen verhältnismässig selten. Defizite im Arbeitsgedächtnis konnten Staplin et al., 2003, mit einem 2,92-fach erhöhten Risiko eines verschuldeten

Unfalls in Verbindung gebracht werden [60]. Das Risiko von Verkehrsdelikten stieg um den Faktor 1,72. Es handelte sich allerdings um relativ schwere Fälle von Gedächtnisstörungen, die bei einer verzögerten Erinnerung mindestens 2 von 3 verbalen Informationen nicht mehr korrekt wiedergaben. Andere Autoren fanden geringere erhöhte Risiken für Unfällen (etwa 40 %), wobei hier ebenfalls schwere Gedächtnisprobleme vorlagen: weniger als 3 von 20 vorgegebenen Worten wiedergeben [61]. McKnight und McKnight, 1999, konnten an 407 älteren Autofahrern aufzeigen, dass das Kurzzeitgedächtnis sowie das verzögerte Kurzzeitgedächtnis etwa 30 % der Varianz des unsicheren Fahrens erklären konnten [62].

Mittlere Risiken wurden für Personen festgestellt, bei denen die Einbussen des Arbeitsgedächtnisses bereits recht schwerwiegend waren. Da aber diese Art von Einbussen recht verbreitet ist, erhalten sie gesamthaft eine mittlere Risikoabschätzung.

Ad 2.) Dass die Geschwindigkeit der Informationsverarbeitung mit zunehmendem Alter abnimmt ist wissenschaftlicher Konsens. Bei etwa 20 bis 40 % der Personen über 65 Jahren können diesbezüglich Verschlechterungen mit dem Useful Field of View-Test (UFOV, s. nächsten Abschnitt) festgestellt werden. Ein weiterer Test, der dazu oft angewendet wird, ist der Trail Making Test (TMT), Teil A, der die visuelle Aufmerksamkeit prüft und eine Zeitkomponente beinhaltet. Dabei müssen Nummern, die auf einem Blatt Papier stehen, in aufsteigender Reihenfolge mit einer durchgehenden Linie verbunden werden. Schlechte Testergebnisse sind nach Lesikar et al., 2002, mit einem erhöhten Unfallrisiko verbunden (3-faches Unfallrisiko in den nächsten 2 Jahren beim Vergleich von unterem und oberem Drittel bei TMT A) [63]. Allerdings reichen die Testergebnisse

wegen verhältnismässig geringer Sensitivität (57,3 %) und Spezifität (62,6 %) nicht aus, um daraus ein alleiniges standardmässiges Untersuchungsinstrument zu machen [64]. Hennessy, 1995, konnte mit einem Subtest des UFOV (Visual Attention Analyzer) aufzeigen, dass – unter Berücksichtigung von Alter, Geschlecht und Fahrleistung – 4,1 % der Varianz der Unfallverwicklung erklärt werden konnte [65]. Und selbst wenn sich Lenker über 70 Jahre ihrer Probleme bewusst waren und deshalb Linksabbiegen so gut es geht vermieden, waren sie immer noch häufiger in Unfälle verwickelt als Lenker ohne diese Probleme. Die Geschwindigkeit der Informationsverarbeitung ist die wichtigste Ursache für die verlangsamte Reaktionszeit älterer Autofahrer. Daneben kann die verlangsamte Motorik (beispielsweise bei Bremsmanövern) eine Rolle spielen. Jedoch zeigte sich in Untersuchungen, in denen zwischen Prämotorik (Wahrnehmung und Kognition) und Motorik (Bewegung) unterschieden wurde, dass der grösste Teil der Verlangsamung bei älteren Menschen auf die prämotorischen Funktionen zurückzuführen war [66]. Eine Übersicht zum Thema Reaktionszeit liefert Ewert [67].

Die Geschwindigkeit der Information lässt mit zunehmendem Alter bei einem grossen Teil der Bevölkerung nach. Gleichzeitig steigt dadurch das Unfallrisiko deutlich an. Ein Teil der Gefahr kann durch die selbstgewählte Geschwindigkeit kompensiert werden, allerdings nicht die Geschwindigkeit der anderen Verkehrsteilnehmer. Deshalb schätzen wir die Bedeutung für das Unfallgeschehen der Senioren als relativ hoch ein.

Ad 3.) Bei den Aufmerksamkeitsprozessen unterscheidet man zwischen der selektiven Aufmerksamkeit, bei der es darum geht, die Aufmerksamkeit auf die relevante Information zu fokussieren, und der

geteilten Aufmerksamkeit, die dazu dient, verschiedene relevante Informationen parallel zu verarbeiten. Beide Teile werden im UFOV-Test abgefragt. Es handelt sich dabei also nicht um einen Gesichtsfeldtest, sondern es wird überprüft, inwieweit die Verarbeitung der visuellen Informationen gelingt. Die Leistung im UFOV nimmt mit zunehmendem Alter ab, kann aber auch trainiert werden. Clay et al., 2005, konnten aufzeigen, dass UFOV-Ergebnisse mit diversen Indikatoren der Verkehrssicherheit korrelieren, z. B. der offiziellen Unfallstatistik, Fahrproben, Leistung im Fahr Simulator [68]. Owsley et al., 1991, fanden heraus, dass der UFOV 20 % der Varianz der Unfälle in den letzten 5 Jahren erklären konnte und sogar 29 % der Unfälle an Knoten [48]. Owsley et al., 1998, konnten auch eine Dosis-Wirkungs-Beziehung zwischen UFOV und Unfällen nachweisen [34]. 23–40 % Einschränkung des UFOV führte zu 4,2-fachem Risiko, 41–60 % zu 13,6-fachem und über 60 % sogar zu 17,2-fachem Risiko im Vergleich zu denjenigen mit weniger als 23 % Verringerung des UFOV. In ihrer prospektiven Studie konnten Rubin et al., 2007, aufzeigen, dass ein um mindestens 40 % verschlechtertes UFOV mit einem 2,12-fach erhöhten Unfallrisiko in den nächsten zwei Jahren einherging, unter Berücksichtigung der Fahrleistungen sogar 2,21-fach [32]. Die Differenzierung der 3 Teiltests des UFOV (zusätzlich zu den oben genannten beiden Tests wird auch noch die visuelle Suche abgefragt) ergab, dass die geteilte Aufmerksamkeit am wichtigsten war (OR = 1,45), die Verarbeitungsgeschwindigkeit etwas weniger (1,27). Die selektive Aufmerksamkeit hingegen war nicht signifikant). In einer weiteren prospektiven Studie konnten Owsley et al., 1998, aufzeigen, dass von den 3 UFOV-Teiltests nur die geteilte Aufmerksamkeit einen signifikanten Zusammenhang mit Unfällen hatte (OR = 2,3) [34].

Auch mit Fahrleistungsmassen korreliert das UFOV-Ergebnis. De Raedt und Kristoffersen, 2000, fanden eine Korrelation von 66 zwischen der Bewertung der Fahrleistung bei 84 älteren Personen und den UFOV-Werten [40]. Sehr deutlich war der Zusammenhang auch bei Myers et al., 2000. Bei einer 13 Meilen langen Fahrt auf Innerorts-, Ausserorts- und Autobahnstrecken wurden 43 über 60-Jährige daraufhin überprüft, ob sie noch sicher fuhren [69]. Die negative UFOV-Bewertung ging mit einem Odds Ratio von 13,4 einher. Pietras et al., 2006, verglichen ältere Fahrer mit und ohne Störung der selektiven Aufmerksamkeit und fanden heraus, dass diejenigen mit diesen Problemen beim Kreuzen einer Strasse geringere TTC (Time To Collision) hatten und eine längere Zeit benötigten, um sie fahrend zu überqueren [70].

In einer Simulatorstudie stellten Fildes et al., 2007, fest, dass sich das Blickverhalten von 65- bis 75-Jährigen von demjenigen der Lenker zwischen 24 und 35 Jahren unterscheidet [71]. Die Älteren brauchen länger, bis sie eine Gefahr visuell fixierten, wiesen ein breiteres visuelles Abtastmuster auf und betrachteten Gefahren weniger lang als jüngere Lenker. Hingegen schauten sie öfter auf den Tacho. Trotz diesem eher problematischen Blickverhalten reagierten sie angemessen auf die Gefahren und bremsen sogar früher als die Jüngeren. Die breitere visuelle Suche, die langsameren Fahrgeschwindigkeiten und das frühe Bremsen werden als Kompensationstechniken für die altersbedingten Änderungen bei den funktionellen Fähigkeiten eingestuft. Ein ähnliches Ergebnis bezüglich der visuellen Suche (mehr Fokus auf die Peripherie) fand auch DeRamus, 2006 [72].

In der Gesamtbewertung ergibt sich erneut eine Verbreitung von – je nach Alter – 20–40 %. Das Unfallrisiko ist wohl etwas tiefer als bei der Informationsverarbeitung, sodass wir zu einer mittleren Bedeutung insgesamt kommen.

Ad 4.) Exekutivfunktionen sind geistige Leistungen, die die Planung und Organisation von Handlungen betreffen. Es handelt sich also um geistige Anforderungen höherer Ordnung wie z. B. Hypothesengenerierung, geistige Flexibilität, Entscheidungsfindung, Selbstregulation usw. Craik und Bialystok, 2006, formulieren es folgendermassen: «Die Hauptaufgabe der Exekutivfunktionen ist die Überwindung des übermächtigen Standardmodus des automatisierten Verhaltens» [73] (eigene Übersetzung). Die Exekutivfunktionen weisen einen umgekehrt u-förmigen Verlauf mit dem Alter auf [74] und scheinen etwas schneller abzubauen als andere Gehirnfunktionen. Epidemiologische Daten zur Verbreitung nach Alter liegen jedoch nicht vor. Verschiedene Autoren haben einen Zusammenhang von Exekutivfunktionen, Unfallrisiko und Leistungen beim Autofahren festgestellt. Ein häufig verwendeter diagnostischer Test dafür ist der Trail Making Test, Teil B, bei dem Zahlen und Buchstaben auf einem Blatt Papier mit einer durchgehenden Linie abwechselnd miteinander verknüpft werden müssen als 1-A-2-B-3-C ... So fanden Stutts et al., 1998, dass sich die stärksten und die schwächsten 10 % ihrer Stichprobe im TMT B hinsichtlich ihres Unfallrisikos um den Faktor 1,5 unterscheiden [75]. Staplin et al., 2003, konnten in ihrer prospektiven Studie aufzeigen, dass schlechte TMT-B-Werte mit einem 2,2-fachen Risiko für verschuldete Unfälle in den folgenden 20 Monaten einhergehen. Zusammen mit den retrospektiven Unfalldaten des Vorjahres stieg das Risiko sogar auf 3,5. Auch das Risiko von Verkehrsdelikten war erhöht (1,72) [60].

Daigneault et al., 2002, wandten 4 verschiedene Testverfahren zur Prüfung der Exekutivfunktionen an und verglichen damit 2 Gruppen von je 30 älteren Autofahrern mit 3 und mehr Unfällen versus 2 und weniger Unfälle [76]. Signifikante Unterschiede fanden sich für den Stroop-Test (Farbe eines Wortes nennen, ob wohl der Text u. U. eine andere Farbe angibt) und für den Tower of London (auch bekannt als Turm von Saigon).

Rizzo et al., 1997, konnten in ihrer Simulatoruntersuchung aufzeigen, dass tiefe TMT-B-Ergebnisse bei einem Vergleich von Alzheimerpatienten mit gesunden Älteren mit einem 30-fach erhöhten Simulatorunfallrisiko einhergingen [77]. Und Tarawaneh et al., 1993, fanden heraus, dass die Leistungen bei einem Fahrtstest im realen Strassenverkehr mit ,42 negativ mit den Testergebnissen korrelierten [36]. Szlyk et al., 2002, fanden heraus, dass diejenigen Lenker mit den besseren Werten beim TMT-B in einem Simulator schneller fuhren und stärker bremsen. Daneben verliessen sie weniger häufig die Fahrspur und machten mehr horizontale Augenbewegungen [78].

Die Verbreitung von Schwächen bei den Exekutivfunktionen wird als überdurchschnittlich eingeschätzt, das Risiko als durchschnittlich, worauf sich eine überdurchschnittliche Gesamtbewertung ergibt, da die Exekutivfunktionen bei den nicht automatisierten Handlungen in komplexen Situationen im Verkehr eine wichtige Rolle spielen.

Ad 5.) Defizite in der räumlich-visuellen Informationsverarbeitung sind ein Merkmal schwerwiegender neurologischer Erkrankungen wie Demenz vom Alzheimerstyp. Aber auch bereits bei einer Vorstufe von Demenz, nämlich dem Mild Cognitive Impairment (MCI) konnten Beeinträchtigungen der räum-

lich-visuellen Informationsverarbeitung aufgezeigt werden. Hinsichtlich des normalen – also nicht pathologischen – Alterns ist der Wissensstand weniger klar [79]. Bezüglich Perspektivenwechsel (egozentrische versus allozentrische Wahrnehmung) konnte bisher kein bedeutsamer Unterschied zwischen Jung und Alt aufgezeigt werden. Auch hinsichtlich der qualitativen (z. B. recht/links) versus quantitativen (Abstand) räumlichen Informationsverarbeitung konnten noch keine altersspezifischen Entwicklungen aufgezeigt werden. Negative Effekte fand man hingegen für die Erinnerung an die Position von Objekten. Hier schnitten gesunde Ältere ab 60 Jahren schlechter ab als gesunde Junge. Welche Bedeutung dieser Effekt auf die Verkehrssicherheit hat, ist jedoch nicht klar.

Zur Überprüfung der räumlich-visuellen Fähigkeiten wird oft der sogenannte Clock Drawing Test verwendet, bei dem eine Uhr mit der Uhrzeit 10 Minuten nach 11 gezeichnet werden soll. Vorgegeben ist nur ein Blatt Papier mit einem grossen Kreis. Es sollen die Zahlen, die Zeiger usw. korrekt eingezeichnet werden. Manchmal wird auch ein Teil der Mini Mental Status Examination (MMSE), einem Demenztest, verwendet, bei dem 2 sich überlappende 5-Ecke nachgezeichnet werden sollen. Daneben gibt es auch noch einen weiteren Test, bei dem nur teilweise dargestellte Figuren vervollständigt werden sollen (MVPT – Subtest Visual Closure). Marottoli et al., 1994, stellten für den Teiltest des MMSE fest, dass 24 % derjenigen, die Schwierigkeiten beim Abzeichnen gehabt hatten, negative Ereignisse im Strassenverkehr im letzten Jahr gehabt hatten, wohingegen es nur 8 % derjenigen waren, die fehlerlos abzeichnen konnten (RR = 3,0) [55]. Gallo et al., 1999, fanden heraus, dass dieser Test bei über 60-Jährigen die Abgabe des Führerausweises in den letzten 2 Jahre retrospektiv prognostizieren konnte [80]. Es ging mit

einer um 79 % erhöhten Wahrscheinlichkeit einher. De Raedt und Ponjaert-Kristoffersen, 2001, konnten am Kriterium der Bewertung einer Fahrt im realen Strassenverkehr feststellen, dass das Ergebnis des Clock Drawing Test 38 % der Varianz der Bewertung erklärte [81]. Und Staplin et al., 2003, konnten aufzeigen, dass diejenigen mit einer schwachen Leistung beim MVPT-Subtest ein mehr als 6-mal so hohes Unfallrisiko in den folgenden 20 Monaten hatten [60]. Die Berücksichtigung des Vorjahres verringerte dieses Ergebnis allerdings auf 3,6-fach.

Deutliche Einbussen bei den räumlich-visuellen Fähigkeiten dürften nicht besonders häufig sein, da sie auch mit den Demenzerkrankungen sowie der Vorstufe MCI in Verbindung stehen. Das Risiko von Unfällen ist allerdings sehr deutlich erhöht. Zusammen mit den mildereren Formen dieser Einschränkung gehen wir von einer recht grossen Bedeutung für die Verkehrssicherheit aus.

2.8 Vulnerabilität

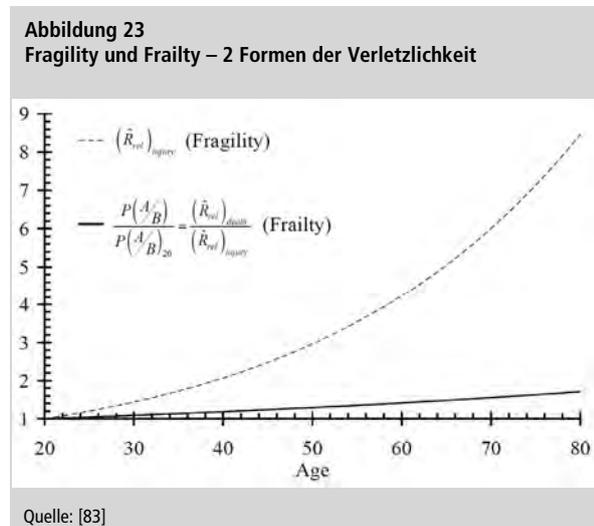
2.8.1 Beschreibung

Wie bereits beim Unfallgeschehen angedeutet, nimmt die körperliche Verletzlichkeit mit zunehmendem Alter zu. Dies führt dazu, dass gleich schwere Unfälle zu einem höheren Anteil an Todesfällen und zu schwereren Verletzungen inkl. höheren Kosten für die medizinische Behandlung führen. Bei Verkehrsunfällen von älteren Autofahrern ist die Bedeutung der Verletzlichkeit erheblich. Li et al., 2003, zeigten in ihrer Untersuchung auf, dass von dem Excess Risk, also dem zusätzlichen Sterberisiko der älteren Autofahrer, sich zwischen 60 und 95 % allein durch ihre körperliche Verletzlichkeit erklären lassen [82]. Kent et al., 2009, differenzieren nach 2 unterschiedlichen Formen der

Verletzlichkeit [83]. Einerseits steigt mit zunehmendem Alter die Wahrscheinlichkeit, dass man bei einem Unfall verletzt wird («Verletzungswahrscheinlichkeit»). Sie ist im Alter 80 etwa 8,5-mal so gross wie im Alter 20. Sie wird Fragility genannt. Zusätzlich steigt auch das Risiko, dass man stirbt, wenn man eine Verletzung erlitten hat («verletzungsbedingte Sterbewahrscheinlichkeit»). Sie steigt allerdings deutlich weniger stark als die Verletzungswahrscheinlichkeit. Sie erhöht sich zwischen 20 und 80 Jahren etwa um den Faktor 1,7. Dies nennen Kent et al. Frailty (Abbildung 23, [83]).

Die erhöhte Wahrscheinlichkeit, bei einem Verkehrsunfall ums Leben zu kommen, ergibt sich also aus einer Multiplikation dieser beiden Risiken. Dies bedeutet, dass das Risiko, von einem 80-Jährigen bei einem gleich schweren Verkehrsunfall ums Leben zu kommen, etwa 15-mal grösser ist als bei einem 20-Jährigen.

Peek-Asa et al., 1998, fanden heraus, dass je älter die Betroffenen waren, umso höher der Anteil der Schwerverletzten war: bei den 65- bis 69-Jährigen 25 % um dann mit jeder 5-Jahres-Altersgruppe um etwa 3 % zu steigen [84]. Bei den 85-Jährigen und



Älteren waren es dann 38 %. Kritisch muss angemerkt werden, dass die Studie relativ alt ist (Daten von 1994) und sich seitdem in Bezug auf die Fahrzeugsicherheit und die Gurtentragquoten deutliche Verbesserungen ergeben haben.

Ein Fokus der Forschung ist im Moment auf den Thorax von Fahrzeuginsassen ausgerichtet, denn Verletzungen in diesem Bereich nehmen mit zunehmendem Alter deutlich zu. Dies hat einerseits damit zu tun, dass der Thorax bei Unfällen durch den oberen Sicherheitsgurt besonders belastet ist, aber auch mit der zunehmenden Verkalkung der Knorpel und der Formveränderung des Brustraums (trichterförmiger). Daneben kommt es vermehrt zu Verletzungen des Bauchraumes und der Wirbelsäule, die allerdings in erheblich geringerem Masse betroffen sind als der Brustraum.

2.8.2 Risikoabschätzung

Die zunehmende körperliche Verletzlichkeit spielt beim Verkehrsunfallgeschehen eine überragende Rolle. Sowohl als Fussgänger wie auch als Fahrzeuginsassen oder andere Verkehrsteilnehmer sind ältere Menschen deutlich stärker gefährdet als jüngere Altersgruppen. Dieser Risikofaktor erhält daher die höchste Bewertung.

3. Krankheitsbedingte Leistungseinbussen

Krankheiten werden als ein wichtiger Teil des Unfallgeschehens der älteren Verkehrsteilnehmer angesehen. Laut offizieller Unfallstatistik gab es von 2011 bis 2014 insgesamt 38 Verkehrstote bei Unfällen von Verkehrsteilnehmern mit 65 und älter, die eine körperliche oder geistige Krankheit hatten oder bei denen es einen anderen Einflussfaktor aus medi-

zinischer Sicht gab (Ursache 1107 oder 1199). Dazu kommen noch 114 Schwerverletzte. Von den ums Leben gekommenen handelte es sich in 36 Fällen (94,7 %) um Senioren mit medizinischen Problemen und in 2 Fällen um andere Unfallbeteiligte, bei den Schwerverletzten in 82 Fällen (71,9 %) um Senioren mit medizinischen Problemen und in 32 Fällen um andere Personen. Aufgeteilt auf die Fahrzeugart zeigt sich, dass es die meisten Todesfälle bei den Personenwageninsassen gab. Es handelt sich um 25 Getötete, die allesamt Senioren mit medizinischen Problemen waren. Dasselbe gilt für je 4 getötete Motorrad- und Radfahrer, 2 getötete Mofafahrer und einen tödlich verletzten E-Bike-Fahrer. Die 2 getöteten Unfallgegner waren Fussgänger und 10 weitere Fussgänger wurden schwer verletzt.

Man erkennt also, dass der Schwerpunkt des krankheitsbedingten schweren Unfallgeschehens der Senioren in der Selbstgefährdung liegt. Man erkennt aber auch, dass es im Durchschnitt alle 2 Jahre einen Verkehrstoten und jährlich 8 Schwerverletzte gibt, die durch einen kranken Menschen über 65 Jahren zu Schaden kommen. Allerdings könnte auch hier eine erhebliche Dunkelziffer bestehen.

Für folgende Erkrankungen wurde in einer grossen Übersichtsarbeit ein grösseres Unfallrisiko nachgewiesen mit potenziell hohen Risiken [85]:

- Schlafapnoe
- Epilepsie

Mittlere Risiken bestehen für folgende Erkrankungen:

- Alkoholmissbrauch und Drogenabhängigkeit
- Herz-Kreislauf-Erkrankungen
- Demenz
- multiple Sklerose
- Diabetes mellitus

- Schizophrenie
- Katarakt (grauer Star)
- Glaukom (grüner Star)

Wobei Epilepsie, Schizophrenie, multiple Sklerose und grüner Star eher seltene Erkrankungen sind. Nur relativ geringe Risiken gehen von den folgenden Gesundheitsproblemen aus:

- Muskel- und Skeletterkrankungen wie rheumatoide Arthritis oder Osteoarthritis
- reduzierte Kontrastempfindlichkeit

Hohes Risiko bedeutet bei Charlton et al. mehr als 5-faches Unfallrisiko, mittel 2,1- bis 5-faches Risiko und geringes Risiko bis zu 2,0 [85].

Zu deutlich geringeren Risikowerten kam Vaa, 2005, im Rahmen einer Metaanalyse [21]. Er sieht ebenfalls die Schlafapnoe an der Spitze. Abgesehen davon fällt auf, dass er für alle übrigen untersuchten Krankheiten oder Einschränkungen ein Risiko von 2 oder weniger herausgefunden hat.

3.1 Schlafapnoe

3.1.1 Beschreibung

Das obstruktive Schlafapnoe-Syndrom (OSAS) ist eine Unterbrechung der Atmung im Schlaf dadurch, dass der Rachen aufgrund des absinkenden Muskeltonus im Schlaf kollabiert. Durch den folgenden Sauerstoffmangel wacht der Betreffende dann kurz auf. Da sich dieses Phänomen viele Male in der Nacht wiederholen kann, sind die Betroffenen tagsüber oft müde und können am Steuer einschlafen. Männer sind von der Schlafapnoe stärker betroffen als Frauen. Die Hauptrisikofaktoren sind nebst dem Geschlecht Übergewicht, Alter (insb. Frauen nach der Menopause), Alkohol und Nikotin. Das OSAS

kann schwerwiegende Gesundheitsfolgen, z. B. Schlaganfall oder Herzinfarkt, haben.

3.1.2 Risikoabschätzung

Gemäss einer US-amerikanischen Studie aus dem Jahr 1993 beträgt die Prävalenz bei den 30- bis 60-jährigen Männern 4 % und bei den 30- bis 60-jährigen Frauen 2 % [86]. Eine vor Kurzem realisierte Studie in Lausanne (HypnoLaus) weist noch höhere Prävalenzen aus (ca. 7 % bei den Männern und 2,5 % bei den Frauen) [87]. Die Autoren führen dies unter anderem auf die höhere Empfindlichkeit der aktuellen Sensoren zurück.

Vaa, 2005, kommt in seiner Metaanalyse zu dem Schluss, dass das Unfallrisiko um den Faktor 3,71 erhöht ist. LeRoy und Morse kamen zu einem deutlich geringeren Risiko von 1,83 und Charlton et al., 2010, stufen es in ihrer Analyse im mittleren Bereich von doppeltem bis mehr als 5-fachem Risiko ein [85]. Sie weisen allerdings auch darauf hin, dass das Unfallrisiko durch die Anwendung eines CPAP(Continuous Positive Airway Pressure)-Beatmungsgerätes auf ein normales Unfallrisiko sinkt. Leider sind nur etwa 70–80 % der Betroffenen bereit, ein solches Gerät zu verwenden. Andere Massnahmen sind Gewichtsreduktion oder auch Kieferorthesen oder Positionsgurte, die verhindern, dass die Betroffenen auf dem Rücken schlafen, wenn das Problem am häufigsten auftritt.

Die genaue Prävalenz der OSAS bei älteren Menschen ist nicht bekannt, dürfte jedoch eher im unterdurchschnittlichen Bereich sein. Das Risiko hingegen ist ziemlich gross. Daher wird die obstruktive Schlafapnoe im mittleren Bereich eingestuft.

3.2 Katarakt (grauer Star)

3.2.1 Beschreibung

Der graue Star ist eine meistens altersbedingte Trübung der Augenlinse, die mit höheren Lichtbedarf, stärkerer Blendungsempfindlichkeit und schliesslich einem nicht mehr durch eine Sehhilfe zu korrigierenden Verlust der Sehschärfe einhergeht. Dies ist der Zeitpunkt, zu dem normalerweise die natürliche durch eine künstliche Linse ersetzt wird. Die Staroperation ist die einzige Behandlungsmöglichkeit für den grauen Star, der sonst zur Erblindung führen kann.

3.2.2 Risikobewertung

Altersbedingter Katarakt ist weitverbreitet, die Angaben zur Prävalenz schwanken jedoch stark. In einer zusammenfassenden Arbeit von Congdon et al., 2004, ergab sich insgesamt eine Prävalenz von 17,2 % bei Personen über 40 Jahre wobei es unter 50 weniger als 5 % sind, über 90 Jahre hingegen praktisch alle (Abbildung 24, [88])

Der graue Star ist mit einem deutlich erhöhten Unfallrisiko verbunden. Charlton et al., 2010, stufen das Unfallrisiko durch Katarakt in der mittleren Kategorie ein, d. h. im Bereich von 2,1- bis 5-fachem Risiko. Eine Durchsicht der Literatur, auf die sie sich bezogen, ergab, dass es 2 Arbeiten mit einem 2,5-fachen Risiko eines verschuldeten Unfalls gab sowie 3 methodisch schwächere Studien, die kein erhöhtes Unfallrisiko nachweisen konnten. Vaa, 2005, analysierte nicht den grauen Star alleine, sondern die Kategorie «fortschreitende Augenerkrankungen» und kommt zu keinem erhöhten Unfallrisiko [21]. Insgesamt kann man wohl davon ausgehen, dass grauer Star zu einem erhöhten Unfallrisiko führt.

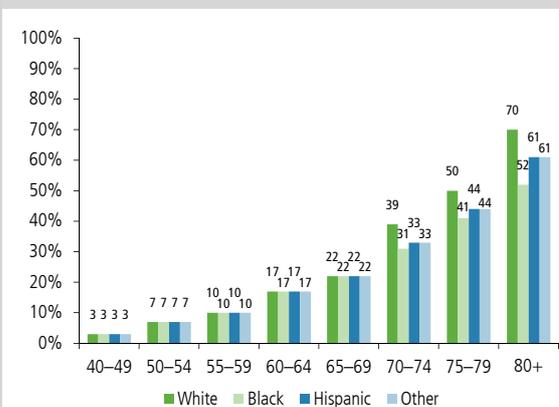
Der graue Star hat eine mittlere Prävalenz und ein mittleres Risiko und erhält daher auch diese Gesamtbewertung.

3.3 Demenz

3.3.1 Beschreibung

Demenz ist der Oberbegriff für mehrere verschiedene degenerative Erkrankungen des Gehirns. Die Alzheimerdemenz macht dabei mit 50–75 % den grössten Anteil aus. Andere Formen sind die vaskuläre Demenz mit 10–20 %, die im Zusammenhang mit arteriosklerotischen Veränderung steht, und die Lewy-Körperchen-Demenz (ca. 10 %). Eine Demenz liegt nach DSM-IV vor, wenn ein Gedächtnisverlust besteht und mindestens eines der folgenden Symptome: Aphasie (Sprachstörungen), Apraxie (Störung der motorischen Funktionen), Agnosie (Störung des Erkennens, z. B. Hören, aber nicht Verstehen) oder Störungen der Exekutivfunktionen. Nach Hunt et al. kann Demenz zu folgenden Problemen im Strassenverkehr führen: Vergessen bekannter Strecken und sich im Verkehr verirren, Verwechslung der Pedale in stressigen Situationen, in komplexen Situationen oder wenn schnelles Handeln gefragt ist auf der

Abbildung 24
Prävalenz des grauen Stars in den USA



Quelle: Darstellung bfu, [88]

Strasse stehenbleiben, Missachtung von Vortrittsregeln und nicht ausreichend schnell auf Hinweise von Mitfahrern reagieren [89,90].

3.3.2 Risikoabschätzung

Demenzen nehmen mit dem Alter zu. Bei den 70- bis 74-Jährigen leiden etwa 3 % darunter. Bei den über 90-Jährigen ist etwa jeder Dritte betroffen [vgl. 91]. Erfreulicherweise haben in den letzten Jahren mehrere Studien aus Europa und den USA gezeigt, dass die altersabhängigen Inzidenzraten von Demenzerkrankungen zurückgehen. Der Effekt wird sowohl auf höhere Bildung und damit einhergehende gesündere Lebensstile als auch auf frühere und intensivere Prävention bezüglich Bluthochdruck und hohen Cholesterinwerten zurückgeführt. Aufgrund des Anstiegs der Anzahl älterer Menschen als auch der Lebenserwartung werden die Fallzahlen absolut zunehmen. Der Anstieg dürfte aber weniger dramatisch sein als prognostiziert. Höpflinger, 2003, geht von etwa 85 000 Demenzfällen in der Schweiz im Jahr 2000 aus, die sich bis 2050 – je nach Bevölkerungsszenario – auf etwa 140 000 bis 185 000 entwickeln würden [92]. In Grossbritannien hat man jedoch aufgrund der Erkenntnisse zu geringeren Inzidenzraten die Prognosen um 24 % gesenkt [93].

Die Demenz ist eine schwere Erkrankung, die mit vielen Einschränkungen einhergeht. Das Unfallrisiko ist bei Demenz deutlich erhöht (2,1- bis 5-faches Unfallrisiko [85]). Spätestens bei mittlerem Schweregrad ist die Fahreignung definitiv nicht mehr gegeben. In den frühen Stadien ist das Autofahren eventuell noch möglich, muss aber engmaschig kontrolliert werden (Arbeitsgruppe Verkehrsmedizin, 2005 [94]).

3.4 Herz-Kreislauf-Erkrankungen

3.4.1 Beschreibung

Herz-Kreislauf-Erkrankungen sind in der Schweiz weitverbreitet. Sie sind mit etwa 21 000 Fällen pro Jahr die häufigste Todesursache. Im schweizerischen Handbuch der verkehrsmedizinischen Begutachtung wird insbesondere die Abwesenheit von Synkopen, d. h. kurz andauernder, vorübergehender Bewusstlosigkeit aufgrund zerebraler Durchblutungsstörungen, verlangt. Neben den Synkopen kann es aufgrund von Herz-Kreislauf-Krankheiten auch zu anderen vorübergehenden oder gar dauerhaften kognitiven Beeinträchtigungen kommen. Insgesamt ist es wohl so, dass weniger die eigentliche Herz-Kreislauf-Erkrankung ein Risiko ist, sondern die daraus möglicherweise folgende Beeinträchtigung der kognitiven Fähigkeiten.

3.4.2 Risikoabschätzung

Herz-Kreislauf-Erkrankungen sind weitverbreitet, das Ausmass der unfallrelevanten Ausprägungen ist jedoch nicht bekannt und wird im mittleren Bereich geschätzt. Das Unfallrisiko wird von Charlton et al., 2010, im geringen bis mittleren Bereich eingestuft. Bei LeRoy et al., 2008, zeigte sich ein 3-fach erhöhtes Unfallrisiko, falls man unter Synkopen leidet. Aber auch eine instabile Angina pectoris, Herzinfarkt, ischämische Herzkrankheit u. a. gehen mit einem erhöhten Unfallrisiko einher, das aber geringer ist als dasjenige der Synkopen. Bei Vaa, 2005, hingegen gab es signifikant erhöhte Unfallrisiken nur für Angina pectoris (1,52-fach) und Arrhythmien (1,27-fach). Herzinfarkt und Bluthochdruck hingegen waren nicht relevant. Insgesamt kommen wir zu dem Schluss einer mittleren Bedeutung für die Verkehrssicherheit der Älteren.

Die Beurteilung der Fahreignung muss jedoch im Einzelfall erfolgen. Zur Objektivierung haben die Kardiologen in Kanada (CCS – Canadian Cardiovascular Society) im Jahr 2003 ein Consensus Statement [95] veröffentlicht, in dem aufgezeigt wird, wann ihres Erachtens ein Herzpatient fahrfähig ist und wann nicht. Dabei wird eine sogenannte Risk-of-Harm-Formel angewandt. Das Risiko ergibt sich aus dem Ausmass an Verkehrsteilnahme, der Art des Fahrzeugs, dem Risiko einer plötzlichen herzbedingten Fahruntauglichkeit und der Wahrscheinlichkeit, dass dieses Ereignis zu einem Unfall mit Verletzung oder Todesfolge führt. Dieses Risiko wird dann mit gesellschaftlich akzeptierten Risiken verglichen, wie demjenigen von Fahranfängern, von Personen unter Alkoholeinfluss unterhalb des gesetzlichen Grenzwerts oder mit Erkrankungen, die vom Gesetzgeber bzw. von den Zulassungsbehörden als noch mit dem Führen eines Fahrzeugs vereinbar eingestuft wurden.

Das System scheint geeignet, auch für andere Gesundheitsprobleme aufzuzeigen, wann ein gesellschaftlich akzeptables oder inakzeptables Risiko besteht.

3.5 Diabetes

3.5.1 Beschreibung

Diabetes mellitus ist eine ernstzunehmende Erkrankung des Blutzuckerstoffwechsels, die aufgrund zunehmender Übergewichtsprobleme in der Schweiz an Bedeutung gewinnt. Diabetes mellitus kann durch eine Änderungen des Lebensstils (Gewichtsabnahme, körperliche Aktivität) positiv beeinflusst werden. Die Einnahme von Medikamenten scheint jedoch wirksamer zu sein, es muss allenfalls Insulin gespritzt werden. Das Hauptproblem im Strassen-

verkehr ist die Unterzuckerung (Hypoglykämie), die zu Bewusstseinstrübungen oder sogar zu Bewusstlosigkeit führen kann. Sie kann sowohl Diabetiker, die Medikamente nehmen, als auch insulinpflichtige Personen betreffen. Die Unterzuckerung kann durch Einnahme von Traubenzucker oder zuckerhaltigen Getränken beseitigt werden. Personen mit insulinpflichtigem Diabetes gelten als fahruntauglich für alle Führerausweise ausser der ersten und zweiten Gruppe (C und D bzw. C1 und D1), d. h., sie können im Normalfall keine Berufsschauffeure sein.

3.5.2 Risikoabschätzung

In der Schweiz geht man von mindestens 250 000 bis 300 000 offiziell Betroffenen zwischen 20 und 84 Jahren aus [96], wobei es sich in über 90 % der Fälle um den Typ 2 handelt. Die schweizerische Diabetes-Gesellschaft geht sogar von 500 000 Personen aus. Männer sind häufiger betroffen als Frauen und die Prävalenz nimmt mit dem Alter zu. Mit einer Prävalenz von mindestens 4 % in der Bevölkerung ist Diabetes mellitus nicht selten, betrifft aber auch nicht nur die Gruppe der Senioren. Für Diabetes ist bekannt, dass er mit einem erhöhten Unfallrisiko einhergeht. Nach Vaa, 2005, ist das Risiko um 56 % erhöht [21], nach LeRoy und Morse, 2008, um 107 % [97]. Durch die Einnahme von Insulin wird die Risikoerhöhung auf 80 % vermindert. Die Ketoazidose, eine Komplikation bei Diabetes mellitus durch extremen Insulinmangel, führt zu einem 5-fach erhöhten Unfallrisiko (allerdings mit grossem Konfidenzintervall) [97].

In der Gesamtbewertung erhält der Diabetes bei trotz unterdurchschnittlicher Prävalenz und einem durchschnittlichen Risiko einen durchschnittlichen Wert, da die Bewusstseinstrübungen

oder der -verlust die Fahrfähigkeit deutlich negativ beeinflussen kann.

3.6 Weitere Krankheiten

3.6.1 Beschreibung

Neben den hier dargestellten Erkrankungen gibt es noch viele für die LeRoy und Morse, 2008, ein erhöhtes Unfallrisiko nachweisen konnten [97]. Charlton et al., 2010, heben insbesondere Alkohol- und Drogenabhängigkeit, Epilepsie, multiple Sklerose und Schizophrenie hervor [98]. Sie haben jedoch teilweise geringe Prävalenzen und werden oft medizinisch intensiv betreut. Auch handelt es sich nicht unbedingt um spezifische Altersprobleme. Wichtig für den Umgang mit Erkrankungen in der Schweiz und die Festlegung, unter welchen Umständen die Fahreignung nicht mehr gegeben ist, ist das Handbuch der verkehrsmedizinischen Begutachtung [94].

3.6.2 Risikoabschätzung

Die oben genannten Krankheiten können ein Risiko im Strassenverkehr sein. Im Idealfall sollte im Rahmen der ärztlichen Behandlung auch das Thema der Fahreignung besprochen werden. Ob dies der Fall ist, entzieht sich unserer Kenntnis. Alkohol- oder Drogenabhängigkeit, die oft nicht medizinisch behandelt werden, dürfte ein erhebliches Problem darstellen. Diese Personen werden wahrscheinlich irgendwann im Verkehr auffällig und müssen sich dann dem vom Gesetzgeber vorgezeichneten Prozedere unterziehen. Laut Kuendig, 2010, gelten etwa 3,9 % der Bevölkerung als alkoholabhängig und dieser Anteil scheint mit dem Alter anzusteigen [99]. Das Thema Alkohol wird weiter unten behandelt.

4. Psychologische Faktoren

4.1 Selbsteinschätzung

4.1.1 Beschreibung

Verschiedene Studien weisen darauf hin, dass ältere Autofahrende generell sensibel sind für die Effekte des Alters und der Gesundheit auf die Fahrfähigkeit und dass sie ihr Fahrverhalten entsprechend anpassen, um als bedrohlich oder unangenehm empfundene Fahrten zu vermeiden [100]. Zu diesen Anpassungen gehören langsameres Fahren, kürzere Fahrdistanzen, Vermeiden von Fahren unter schwierigen Bedingungen wie bei Nacht, Bevorzugen von längeren Abständen beim Einspuren usw. [101]. Dabei macht es den Anschein, dass das Bewusstsein um und die Einsicht in funktionelle Beeinträchtigungen eine wichtige Voraussetzung für die Aufnahme selbstregulatorischer Praktiken sind [102].

Die korrekte Selbsteinschätzung scheint jedoch nicht immer ausreichend vorhanden zu sein. Einerseits zeigt sich kein linearer Zusammenhang zwischen der eigenen Fähigkeitseinschätzung und dem generellen Vermeidungsverhalten [103]. Andererseits finden sich nur in ganz spezifischen Situationen (Regen, Nacht) stärkere Korrelationen zwischen der objektiven Fahrfähigkeit und dem Vermeidungsverhalten [104]. Zudem wird teilweise festgestellt, dass ältere PW-Lenkende ihre Erfahrung für das eigene Fahrverhalten als deutlich wichtiger einschätzen als ihre Leistungsbeeinträchtigungen, d. h., sie glauben, ihre Leistungsschwächen würden durch die langjährige Fahrerfahrung mehr als ausgeglichen [105].

Die Selbstakzeptanz von Altersveränderungen ist ein schwieriger Lernprozess. Diese werden ungern wahrgenommen und Hinweise darauf teilweise als Kränkung empfunden. Verschiedene altersbedingte Veränderungen sind zudem schwierig wahrzunehmen, weil sie schleichend ablaufen. In einer Untersuchung wiesen 40 % der über 75-Jährigen (8 von 20 Versuchspersonen) einen Visus (Sehschärfe) von schlechter als 0,7 auf, ohne sich dessen ausreichend bewusst zu sein [106, S. 152,107]. Dieser Anteil lässt sich jedoch mittels besserer Sehhilfe etwa halbieren [24]. Generell scheinen physiologische Verschlechterungen aber leichter erkannt zu werden als kognitive [108]. So scheinen beispielsweise Szenarien, die in den Unfallstatistiken älterer PW-Lenkender häufiger vertreten sind, wie die Fehleinschätzung von Lücken oder die Fähigkeit, in den Verkehr einzufädeln, weniger bemerkt zu werden [109].

Viele Autofahrende beurteilen ihre eigenen Fahrfähigkeiten besser, als dies ein Experte tun würde [110]. Auch im Vergleich zur eigenen Altersgruppe schätzen sich viele PW-Lenkende – sowohl jüngere wie ältere – übermässig positiv ein. In einer nicht repräsentativen Befragung war die Einschätzung, den eigenen Altersgenossen überlegen zu sein, in der Gruppe der Älteren besonders stark ausgeprägt. Zudem zeigten die Senioren die Tendenz, den Altersgenossen einen langsamen Fahrstil zuzuschreiben, sich selber davon aber auszunehmen [111].

Tatsächlich zeigt sich öfters, dass ältere Personen gleichaltrige als «alt» wahrnehmen, sich selbst aber als jünger. Diskutiert werden verschiedene Gründe, u. a. die Tendenz, sich von Gruppen zu distanzieren, die ein negatives Image haben, sowie die Erhöhung von Wohlbefinden und Selbstwert, wenn man sich jünger fühlt [112]. Die Einschätzung des «Altseins» ist subjektiv und variiert stark. Ausschlaggebend ist

das gefühlte Alter, nicht das chronologische. In einer amerikanischen Umfrage fühlten sich rund 60 % der 65-Jährigen und Älteren jünger als ihr chronologisches Alter [113]. In einer deutschen Langzeitstudie gaben die 70- bis 104-jährigen Teilnehmenden im Durchschnitt an, sich 13 Jahre jünger als ihr tatsächliches Alter zu fühlen [114].

4.1.2 Risikoabschätzung

Insgesamt haben die älteren Autofahrer gute Möglichkeiten der Selbsteinschätzung ihrer körperlichen Fähigkeiten. In Bezug auf die kognitiven Funktionen scheint dies nicht im selben Ausmass gegeben zu sein. Deshalb wird hier auf die Risiken bei Einschränkungen der verschiedenen kognitiven Funktionen verwiesen.

4.2 Medikamente

4.2.1 Beschreibung

Bei Medikamenten handelt es sich, anders als bei Alkohol, um eine Vielfalt von Substanzen mit unterschiedlichen Wirkungsweisen (beruhigend, euphorisierend usw.). Einerseits beseitigen oder lindern Medikamente die Symptome einer Krankheit/eines Leidens, andererseits können sie Nebeneffekte und Interaktionen mit weiteren Substanzen (andere Medikamente, Alkohol oder Drogen) hervorrufen, die die Fahrfähigkeit zusätzlich beeinträchtigen.

Besonders zu Beginn oder nach einer Änderung der Behandlung/Dosierung können sich negative Auswirkungen auf die Fahrfähigkeit bemerkbar machen, die sich aufgrund der steigenden Toleranz gegenüber der Medikation allerdings in den meisten Fällen mit der Zeit abschwächen.

Ferner ist zu erwähnen, dass in den klinischen Studien die Wirkung eines Medikamentes meistens bei gesunden, unter 65-Jährigen getestet wird. Tatsache ist aber, dass bei älteren Personen die Wirkstoffe z. B. langsamer aufgenommen werden und länger im Körper bleiben. Die Fähigkeit der Leber, Medikamente zu metabolisieren, ist bei Senioren reduziert.

Da das Thema Medikamente besonders komplex ist, wird es detaillierter behandelt.

4.2.2 Risikoabschätzung

Ab einem Alter von etwa 50 Jahren verbreiten sich altersbedingte Erkrankungen bzw. Beschwerden wie Bluthochdruck, Diabetes mellitus Typ 2, Schlafstörungen, vermindertes Sehvermögen und somit auch der Medikamentenkonsum [97].

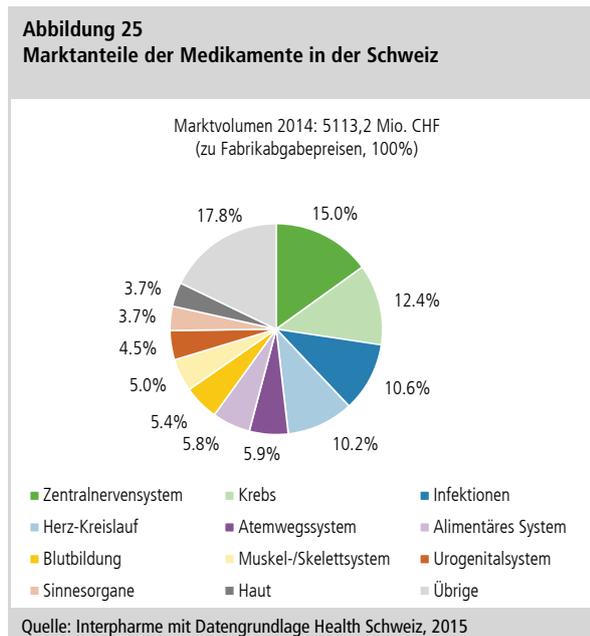
Etwa ein Drittel der schweizerischen Wohnbevölkerung im Alter von 15 bis 34 Jahren hatte laut der schweizerischen Gesundheitsbefragung aus dem Jahr 2012 in der Woche vor der Befragung Medikamente zu sich genommen. Im mittleren Alterssegment hatten rund 40 % der 35- bis 54-Jährigen und rund 60 % der 55- bis 64-Jährigen Medikamente konsumiert. Bei den 65- bis 74-Jährigen sind es dagegen schon 71,8 %, bei den 75-Jährigen und älteren sogar 84,4 %. Die am häufigsten verwendeten Medikamente sind Mittel gegen hohen Blutdruck, die von fast jedem Zweiten ab 65 Jahre genommen werden. Medikamentengruppen, die zum Indikationsgebiet Zentralnervensystem (ZNS) werden z. T. ebenfalls oft konsumiert:

- Schmerzmittel wurden von 24,7 bzw. 28,7 % der beiden Seniorenaltersgruppen in der vergangenen Woche konsumiert
- Schlafmittel von 9,7 bzw. 17,8 %

- Beruhigungsmittel von 5,5 bzw. 8,5 %
- Antidepressiva von 4,7 bzw. 5,6 %

Medikamentengruppen, die zum Indikationsgebiet Zentralnervensystem (ZNS) zählen, haben auch den grössten Marktanteil nach Umsatz. Die Marktanteile von Medikamenten nach Indikationsgebiet (für alle Altersgruppen) sind in Abbildung 25 aufgeführt [115].

Für diesen Bericht massgebend ist jedoch nicht der Medikamentenkonsum insgesamt, sondern das Fahren unter Einfluss von Medikamenten, die die Fahrfähigkeit beeinträchtigen können. Hinweise dafür gibt die in den Jahren 2006–2008 in der Romandie durchgeführte Roadside-Survey [116]. Rund 1000 Lenkende von Motorfahrzeugen (zwischen 16 und 90 Jahren) wurden an 24 verschiedenen Orten zu unterschiedlichen Zeitpunkten am Tag kontrolliert. Dabei stellte sich heraus, dass rund 10 % der Fahrer unter Einfluss von Medikamenten standen, welche die Fahrfähigkeit beeinträchtigen können. Es ist davon auszugehen, dass dieser Anteil unter den Lenkenden im Seniorenalter noch höher ist. So erweisen



sich z. B. gemäss den verschiedenen Roadside Surveys des EU-Projektes DRUID (Driving under the influence of Drugs, Alcohol and Medicines) die Prävalenzen der Benzodiazepine (Schlaf- und Beruhigungsmittel) und der medizinalen Opioide (insb. als Schmerzmittel eingesetzt) bei den Lenkern ab 50 Jahren deutlich höher als bei den jüngeren Lenkern [117].

In der Roadside Survey aus der Romandie stellte sich heraus, dass die 10 % Lenkenden, die unter Einfluss von Medikamenten waren, in erster Linie Antidepressiva (3,3 %), gefolgt von Benzodiazepinen (Schlaf- und Beruhigungsmitteln) (2,9 %), Opioiden (z. B. Codein als Hustenmittel oder Tramadol als Schmerzmittel) (1,6 %) und Neuroleptika (z. B. bei psychischen Störungen oder Angstzuständen angewendet) (1,3 %) eingenommen hatten.

Welche Medikamente gehen nun mit einem erhöhten Unfallrisiko einher? Diese Frage ist nicht einfach zu beantworten, da Medikamente normalerweise zur Behandlung einer Krankheit – und bei älteren Personen oft mehreren chronischen Erkrankungen – verwendet werden. Die Trennung des erhöhten Unfallrisikos durch Krankheit von dem erhöhten Unfallrisiko durch Medikamente ist kaum zu leisten. In der Regel kann man wohl davon ausgehen, dass es sich bei den Risiken der Medikamente um die kombinierte Wirkung der Krankheiten und der Medikamente handelt.

In einer sehr grossen US-amerikanischen Studie von LeRoy und Morse, 2008, wurden über 80 000 Personen mit Verkehrsunfällen mit 240 000 Kontrollpersonen hinsichtlich ihrer Medikamente und Krankheiten miteinander verglichen [97]. Dabei zeigte sich beispielsweise, dass Depressionen mit ei-

nem 4-fachen Unfallrisiko einhergingen, der Konsum von Antidepressiva jedoch mit einem – je nach Medikament – maximal 1,9-fachen Risiko. Dasselbe Phänomen ergab sich bei Psychosen mit einem 3,3-fachen Unfallrisiko, Neuroleptikakonsum mit einem 2,2-fachen Unfallrisiko. Bei Rückenschmerzen ist das Unfallrisiko um das 2,4-Fache erhöht, die in diesem Fall oft verschrieben, nicht steroidalen, entzündungshemmenden Schmerzmittel (NSAID) mit einem Unfallrisiko von 1,6. Es sieht also so aus, als ob die Medikamente das durch die Krankheit verursachte Risiko zwar senken, aber nicht vollständig beseitigen können.

In einer französischen Studie, in der Krankenkassen- und Unfalldaten verknüpft wurden, geht hervor, dass das Unfallrisiko für Fahrer unter Medikamenteneinfluss erhöht ist [118]. Das Odds Ratio für Lenkende unter Einfluss von Medikamenten, die für einen Verkehrsunfall verantwortlich waren, beläuft sich auf 1,31 bzw. 1,25 bei Medikamenten der Levels 2 und 3 («Soyez très prudent. Ne pas conduire sans l'avis d'un professionnel de la santé.» und «Attention, danger: ne pas conduire. Pour la reprise de la conduite, demandez l'avis d'un médecin.»). Diese 2 Warnungsstufen entsprechen Aufschriften auf den Medikamentenpackungen. Auf diesen können auch keine Warnungen stehen oder die mit Level 1 «Soyez prudent. Ne pas conduire sans avoir lu la notice.» Medikamente dieser Stufe führen zu keinem erhöhten Unfallrisiko. Die Autoren dieser Studie kommen ausserdem zum Schluss, dass der Anteil der Strassenverkehrsunfälle, der auf die Medikamente der Stufen 2 und 3 zurückzuführen ist, 3,3 % beträgt. Bei älteren Menschen dürfte dieser Anteil aufgrund ihres Medikamentenkonsums ca. doppelt so hoch sein.

Die Medikamente, die bei der Studie von bei LeRoy und Morse, 2008, mit den höchsten Unfallrisiken (mehr als 50%ige Erhöhung des Unfallrisikos) verbunden waren, sind in Tabelle 5 aufgelistet [97].

Diese Ergebnisse liegen etwas höher als die Metaanalyse von Vaa, 2005. Er fand für alle Medikamente, die entsprechend der Verschreibung genutzt wurden, ein Risiko von 1,49. Benzodiazepine hatten mit 1,54 das höchste Risiko [21]. Bei LeRoy und Morse [97] dürften sich die Benzodiazepine teilweise in der Kategorie der angstlösenden Medikamente befinden, die eine erhöhtes Risiko von 2.00 aufweisen. Zyklische Antidepressiva hatten bei ihm ein Risiko von 1,42. Für opiathaltige Schmerzmittel fand er ein Risiko von 1,21 und Antihistaminika hatten keinen signifikanten Effekt auf Unfälle. Der Unterschied zu LeRoy und Morse, 2008, könnte sich möglicherweise dadurch begründen, dass diese ihre Untersuchung nur an Personen über 50 Jahren durchführten [97].

Im Rahmen des EU-Projekts DRUID durchgeführten Forschungsarbeiten wurden folgende Odds Ratios (kontrolliert für Alter und Geschlecht, Konfidenzintervalle in Klammern) ermittelt:

- Benzodiazepine und «Z-Medikamente»¹⁰: +2,0 (+1,4 – +2,9)
- medizinale Opioide: +9,1 (+6,4 – +12,8)

Aus den oben zitierten Studien geht hervor, das folgende Medikamentengruppen erhöhte Unfallrisiken aufweisen:

- Barbiturate
- Schmerzmittel

- Hustenmittel/Antitussiva
- Neuroleptika/Antipsychotika/Antiepileptika
- Schlaf- und Beruhigungsmittel (Benzodiazepine)
- Insulin
- Blutdrucksenker
- Antidepressiva
- Blutverdünner
- Mittel gegen Übelkeit und Schwindel
- Antihistaminika/Antiallergika

Tabelle 5
Liste der Medikamente mit den höchsten Unfallrisiken (> 1,5)

- Barbiturate (7,5)
- Mastzellenstabilisatoren, Antiallergika (3,0)
- Antitussiva, Hustenmittel (2,23)
- opiathaltige Schmerzmittel (2,22)
- Antipsychotika (2,20)
- Muskelrelaxantien (2,09)
- Angstlösende Medikamente (2,00)
- Antiepileptika (1,97)
- Antidepressiva, SARIS (1,90)
- Anticholinerge Parkinsonmittel (1,85)
- Insulin (1,80)
- Blutdrucksenker (1,79)
- Antidepressiva, SNRIS (1,78)
- Blutverdünner (1,69)
- Mittel gegen Übelkeit und Schwindel (1,63)
- Andere Parkinsonmittel (1,62)
- Husten- und Erkältungsmittel (1,62)
- Antidepressiva, SSRIS (1,59)
- Schleimlösende Hustenmittel (1,58)
- Schmerzmittel, NSAID (1,58)
- Antihistaminika der 1. und 2. Generation (1,55)

Quelle: [97]

¹⁰ Z-Medikamente sind Schlafmittel, die so bezeichnet werden, weil sie mit «Z» beginnen (Zolpidem, Zopiclon und Zaleplon). Im DRUID-Projekt wurden jedoch nur Zolpidem und Zopiclon berücksichtigt. Die Z-Medikamente wirken ähnlich wie Benzodiazepine, gehören aber eigentlich zu einer anderen Medikamentenklasse.

Nachfolgend wird die Unfallrelevanz verschiedener dieser Medikamentengruppen abgeschätzt.

Die **Barbiturate** weisen ein sehr hohes Unfallrisiko auf, da sie heute nur noch selten verschrieben werden (v. a. bei Epilepsie und Krampfanfällen), dürften sie kaum noch eine Rolle spielen. Als Schlafmittel sind sie von den Benzodiazepinen verdrängt worden.

Es gibt unterschiedliche Kategorien von **Schmerzmitteln**. Opiathaltige führen zu höheren Unfallrisiken als nicht steroidale, entzündungshemmende wie ASS, Aspirin oder Ibuprofen (NSAID). Am Anfang einer Behandlung mit opiathaltigen Mitteln ist es angebracht, kein Motorfahrzeug zu lenken [119]. Für stabile oder chronische Behandlungen ist das Fahren möglich. Individuelle Beratungen sind dabei wichtig. Falls der Patient sich müde fühlt oder z. B. Alkohol einnimmt, soll er aufs Fahren verzichten. Diese Medikamentenkategorie spielt eine wichtige Rolle, weil sie relativ weitverbreitet ist.

Die verschiedenen **Hustenmittel** basieren auf unterschiedlichen Mechanismen und haben unterschiedliche Ziele. Bei Antitussiva wird der Husten zentralnervös unterdrückt. Die Mittel sind oft auf Morphinbasis (Codein). Sie sollten daher abends verwendet werden. Die schleimlösenden Mittel hingegen wirken nicht auf das ZNS.

Dass **Medikamente, die gegen Psychosen, Angststörungen oder neurologische Krankheiten wie Parkinson oder Epilepsie** wirken, das zentrale Nervensystem beeinflussen, ist nicht überraschend. Daher gibt es teilweise spezifische Hinweise, wie diese Medikamente eingenommen werden sollen, damit sie sich mit dem Autofahren vertragen. So wird beispielsweise beim Absetzen der

Epilepsiemittel eine 3-monatige Fahrpause verlangt [120].

Schlafmittel sind relativ weitverbreitet. Sie gehen mit einem erhöhten Unfallrisiko einher, falls sie auch am nächsten Morgen noch wirken. Dies ist vor allem bei **lang wirkenden Benzodiazepinen** der Fall. Durch einen Umstieg auf kurz wirkende Mittel, kann dieser Effekt vermieden werden. Von den weniger abhängig machenden Z-Medikamenten hat sich Zolpidem in Simulatorstudien als weniger beeinträchtigend erwiesen als Zopiklon. Zolpidem ist das in der Schweiz am häufigsten benutzte benzodiazepinhaltige bzw. benzodiazepinähnliche Medikament. 59,1 % der über 65-Jährigen, die ein solches Mittel nehmen, konsumieren Zolpidem [121]. **Beruhigungsmittel** haben ein recht deutlich erhöhtes Unfallrisiko. Der Verbreitungsgrad ist nur etwa halb so gross wie derjenige von Schlafmitteln. Am weitesten verbreitet ist Temesta mit 31,4 % bei den älteren Benzodiazepinkonsumenten gefolgt von Lexotanil und Xanax mit 21,2 % und 7,8 % [121]. Da sie auch tagsüber genutzt werden, stellen sie ein deutlich grösseres Problem für den Strassenverkehr dar als Schlafmittel. Die Beeinträchtigung der Fahrfähigkeit durch **Benzodiazepine** variiert je nach Dosierung, Halbwertszeit und der Zeit, die seit der Einnahme verstrichen ist [119]. Bei manchen Benzodiazepinen sind die Halbwertszeiten sehr hoch. Beispielsweise für Diazepam (Valium) liegt die Halbwertszeit (Zeitpunkt, zu dem die Blutkonzentration um die Hälfte gefallen ist) bei 20–100 Stunden und bei seiner Abbauprodukte (Metaboliten) (z. B. Desmethyldiazepam) 36–200 Stunden. Die Hälfte des wirksamen Diazepams und seiner Metaboliten ist somit noch 8 Tage nach Einnahme im Blut nachweisbar. Ausserdem gibt es bedeutende interindividuelle Variationen im Hinblick auf die Metabolisations- und Eliminationsraten von Benzodiazepinen. Ältere

Menschen reagieren wesentlich sensitiver als jüngere auf Benzodiazepinen, weil die Substanzen bei ihnen langsamer und weniger effizient metabolisiert und eliminiert werden. So wirken die Substanzen bei Senioren länger und es kommt schneller zu Akkumulationen der Substanzen im Körper. Für die meisten getesteten Benzodiazepine gibt es eine quasi-lineare Korrelation zwischen Blutkonzentration und Beeinträchtigung der Fahrfähigkeit [119].

Die in der Schweiz stark verbreiteten **Blutdruckmedikamente** gehen mit einem erhöhten Unfallrisiko einher. Zu nennen sind hier insbesondere die Alphablocker. Andere Mittel scheinen weniger problematisch zu sein.

Antidepressiva müssen mehrere Wochen eingenommen werden, bis sie wirken. In dieser Zeit sollte das Autofahren nicht erlaubt sein, da noch ein erhebliches Suizidrisiko besteht; bei diesen Unfällen sind oft auch andere Fahrzeuge involviert. Gauthier et al., 2015, konnten aufzeigen, dass 72,3 % der Suizidfälle im Strassenverkehr Kollisionen waren, wovon mehr als 60 % andere Fahrzeuge betrafen [122]. Es handelte sich allerdings nur um insgesamt 14 Fälle in den Jahren 2000–2010. Depressionen sind weitverbreitete Krankheitsbilder, insbesondere bei älteren Menschen. Antidepressiva werden teilweise über Jahre hinweg genommen.

Bei den Heuschnupfenmitteln hat es Weiterentwicklungen gegeben. Heutzutage werden diejenigen der ersten Generation in Europa nur noch selten verschrieben. Andere **Antihistaminika** sind bedeutend weniger oder gar nicht mehr sedierend. Die Wirkstoffe Fexofenadin und Loratadin konnten in einer Untersuchung nicht mit Leistungsdefiziten bei einem Fahrtstest auf der Strasse in Verbindung gebracht

werden [123]. Sie sind in den USA sogar als Mittel für Piloten erlaubt.

Insgesamt gab es in den Jahren 2011–2014 541 Personen, die in einen Unfall mit der Ursache Fahren unter Medikamenteneinfluss einer über 64-jährigen lenkenden Person. Dies macht etwa ein Fünftel aller polizeilich protokollierten Unfälle wegen Medikamenteneinnahme aus. Dabei wurden 10 Personen getötet und 47 schwer verletzt. 8 der Getöteten und 25 der Schwerverletzten waren die Senioren unter Medikamenteneinfluss. In den meisten Fällen handelte es sich um Personenwagenlenker, aber auch Lenker von Lieferwagen und 2-rädrigen Motorfahrzeugen waren mit etwa 145 Fällen vertreten. Männer sind mit 63,4 % der Unfallverursacher unter Medikamenteneinfluss gegenüber den Frauen übervertreten. Der Gipfel der Unfälle durch Medikamentenkonsum liegt im Bereich von etwa 30 bis 60 Jahren, wobei die absolute Spitze zwischen 45 und 54 Jahren ist. Bei 117 Personen wurde ein Atemalkoholtest durchgeführt, der bei knapp der Hälfte (50 Personen) keinen Alkohol feststellte. Weitere 6 lagen unter 0,5 Promille. Die übrigen wiesen zum allergrössten Teil einen Wert von 0,5 Promille oder darüber (61 Personen) auf. Bei etwa jedem zehnten Senior, der einen Unfall aufgrund von Medikamenten hatte, spielte der Alkohol ebenfalls eine Rolle.

Medikamente, die sowohl häufig konsumiert werden wie auch ein erhöhtes Unfallrisiko aufweisen, stellen das grösste Problem für die Verkehrssicherheit dar. Bei älteren Lenkenden dürfte es sich um folgende Medikamentengruppen handeln:

- Benzodiazepine als Beruhigungsmittel
- Benzodiazepine als Schlafmittel
- opiathaltige Schmerzmittel
- Antidepressiva
- Blutdruckmedikamente (insb. Alphablocker)

Ein generelles Problem bei älteren Leuten ist der Konsum von mehreren Medikamenten. In der Studie von LeRoy und Morse, 2008, konnten eine ganze Reihe von Zweifachinteraktionen aufgezeigt werden, wobei es sich zumeist um Kombinationen von Mitteln gegen psychische Erkrankungen handelte, z. B. angstlösende Mittel und Antidepressiva [97]. Auch andere Autoren fanden entsprechende Ergebnisse. Dischinger et al., 2011, konnten durch die Verknüpfung von Kranken- und Polizeiakten aufzeigen, dass bei Personen ab 45 Jahren die Wahrscheinlichkeit umso grösser war, verantwortlich für den Unfall zu sein, je mehr psychoaktive Medikamente sie eingenommen haben. Dieses Risiko erhöhte sich bei der Einnahme von 1, 2 oder mehr als 2 psychoaktiven Medikamenten (versus keinem Medikament) von 1,89 auf 4,23 bzw. 7,99 [124].

Der Mischkonsum von Medikamenten und Alkohol stellt ein besonderes Problem im Alter dar, da zusätzlich zu den Medikamenten Alkohol – wie im nächsten Kapitel gezeigt wird – von älteren Leuten häufig und nicht unbedingt in geringen Mengen konsumiert wird.

4.3 Alkohol

4.3.1 Beschreibung

Das Fahren unter Einfluss von Alkohol stellt nach wie vor ein wichtiges Problem für die Verkehrssicherheit dar. Der Alkohol beeinflusst unter anderem die Wahrnehmung, das Reaktionsvermögen, die Risikobereitschaft und das Sehvermögen.

4.3.2 Risikoabschätzung

In den Jahren 2011–2014 gab es 1615 Unfälle, die ein über 65-Jähriger wegen Alkohol am Steuer verschuldet hatte. Dabei wurden 12 Personen getötet und 140 schwer verletzt. Auch hier machen die Senioren den Grossteil der Opfer aus: 9 der Getöteten und 99 der Schwerverletzten. Das Auto spielt bei diesen Unfällen die Hauptrolle. Bei den übrigen Unfallbeteiligten waren die Fussgänger die tödlich betroffenen. Bei den Schwerverletzten waren es die Fahrzeuginsassen (13), die Fussgänger (10) und Motorradfahrer (7).

Dass Alkohol die Fahrfähigkeit schwer beeinträchtigen kann, ist bekannt. Bei 0,5 Promille ist das Unfallrisiko um etwa das Doppelte erhöht. Der Alkoholkonsum ändert sich mit dem Alter. Im Rahmen des Suchtmonitorings Schweiz wurde 2013 festgestellt, dass mit zunehmendem Alter tendenziell öfter Alkohol konsumiert wird als in jüngeren Jahren [125]. Täglicher Alkoholkonsum wird von etwa 25 % der über 65-Jährigen berichtet. Bis Mitte 50 sind es bei allen Altersgruppen weniger als 10 %. Gleichzeitig steigt aber auch der Anteil derjenigen, die abstinent sind, auf 20 % bei den über 75-Jährigen an.

Die durchschnittlich konsumierte Alkoholmenge pro Tag steigt mit dem Pensionierungsalter etwas an. Im gesundheitlich eher problematischen Bereich von 20 g/Tag bei Frauen oder 40 g/Tag bei Männern liegen bei den über 65-Jährigen etwa 5 bis 7 %. Bei den Erwachsenen von 25 bis 55 Jahren liegt er bei etwa 3 %.

Wie erwartet zeigen die verschiedenen Roadside Surveys des EU-Projektes DRUID, dass die höchste Prävalenz von Fahrten unter Alkoholeinfluss

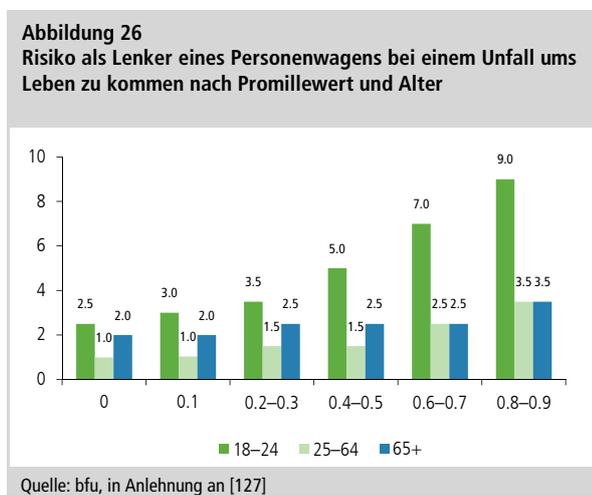
in den Nächten am Wochenende besteht. Eine weitere Erkenntnis ist aber, dass zu den Nachmittags- und früheren Abendstunden Fahrten unter Alkoholeinfluss insbesondere von Personen ab 50 Jahren zurückgelegt werden [117].

Neben den Gefahren durch den Alkohol ist natürlich auch die Kombination von Medikamenten mit Alkohol als riskant zu bewerten, da die psychoaktiven Medikamente Wechselwirkungen mit Alkohol aufweisen können.

Die Zunahme des Alkoholkonsums mit dem Erreichen des Pensionierungsalters sowohl hinsichtlich Häufigkeit als auch Menge ist bemerkenswert. Dieselbe Menge Alkohol führt mit zunehmendem Alter zu höheren Promillewerten. Dies liegt einerseits daran, dass die Menge Körperwasser in dem sich der Alkohol vor allem auflöst, mit dem Alter geringer wird. Andererseits ist auch der Abbauprozess im Körper verlangsamt. Angesichts dieser Faktoren und des zunehmenden Medikamentenkonsums im Alter scheint hier eine potenzielle Gefahr für ältere Menschen vorzuliegen. Die offizielle Unfallstatistik liefert hierfür jedoch kaum Hinweise. Ältere sind eher selten in Unfälle wegen Alkohol verwickelt. Der Grund könnte darin liegen, dass sie nach den Zeiten des

Alkoholkonsums eher selten am Strassenverkehr teilnehmen [126].

Die Untersuchung von Preusser, 2002, zum tödlichen Unfallrisiko bei unterschiedlichen Alkoholkonzentrationen und Altersgruppen zeigt auf, dass das Risiko für 65-Jährige und Ältere höher ist als bei allen anderen Altersgruppen ausser denjenigen unter 25 Jahren [127]. Eine genauere Inspektion zeigt jedoch, dass dieser Unterschied auch bei 0,0 Promille bereits besteht. Dabei dürfte es sich um den Effekt der bereits thematisierten Verletzlichkeit der Älteren handeln. Wenn man diesen Effekt herausrechnet und sich nur den Risikoanstieg durch den Alkohol anschaut, dann zeigt sich, dass dieser bei den 65-Jährigen und Älteren deutlich geringer ist als für alle anderen Altersgruppen. Anscheinend erhöht Alkohol bei Senioren das Risiko, bei einem Unfall ums Leben zu kommen, bei allen Alkoholkonzentrationen weniger als bei den anderen Altersgruppen. In Abbildung 26 sind die Risiken, bei einem Alkoholunfall als Lenker ums Leben zu kommen, ohne Herausrechnung der höheren Verletzlichkeit der Senioren dargestellt. Man sieht, dass ihr Risiko bei den Promillewerten bis 0,5 höher ist als dasjenige der 25- bis 64-Jährigen. Der Unterschied entspricht jedoch genau der Differenz, die es auch schon bei 0,0 Promille gibt. Alkohol scheint also für ältere Autofahrer ein Risiko in ähnlichem Ausmass wie für 25- bis 64-Jährige zu sein.



5. Fazit

Das grösste Problem bei der Sicherheit der älteren Verkehrsteilnehmer ist ihre **erhöhte Verletzlichkeit**. Sie ist die Hauptursache dafür, dass die Senioren einen erheblichen Teil der Verkehrstoten ausmachen. Bei den 70-Jährigen ist die Wahrscheinlichkeit, dass sie als Fahrzeuginsassen bei einem

Verkehrsunfall ums Leben kommen, 10-mal so hoch wie bei den 20-Jährigen. Insbesondere als Fussgänger sind Senioren in ganz erheblichem Mass gefährdet und machen seit 1992 im langjährigen Durchschnitt 42,2 % der getöteten Fussgänger aus (mit leicht steigender Tendenz).

An zweiter Stelle der Probleme älterer Verkehrsteilnehmer stehen nach Einschätzung der bfu altersbedingte kognitive Veränderungen. Je nach Ausmass der Einschränkungen, die zwischen 65 und 80 Jahren um etwa 50 % ansteigen, ist das Unfallrisiko aufgrund von Verschlechterungen der **räumlich-visuellen Fähigkeiten**, der **Geschwindigkeit der Informationsverarbeitung** und der **Exekutivfunktionen** bis um das 3-Fache erhöht. Fälle mit deutlichen Verschlechterungen und demzufolge hohen Risiken scheinen seltener, Fälle mit leichten Einschränkungen und demzufolge geringerer Risikozunahme häufiger zu sein.

Ein Aspekt der funktionellen Einschränkungen, die die Verkehrssicherheit beeinträchtigen können, ist die **nachlassende Beweglichkeit** insbesondere des Nackens und des Oberkörpers. Dies kann an Knoten (Kreuzungen) und Einmündungen sowie beim Parkieren den Überblick über das Verkehrsgeschehen einschränken.

An dritter Stelle der Bedeutsamkeit für das Unfallgeschehen finden sich folgende Faktoren: Der **Alkoholkonsum** von Personen im Pensionierungsalter ist ziemlich regelmässig und teilweise auch überraschend hoch. Im Zusammenhang mit dem Medikamentenkonsum ist dieser Risikofaktor nicht vernachlässigbar, auch wenn er sich im Unfallgeschehen der Älteren nur verhältnismässig selten nachweisen lässt. Von den Medikamenten, die ältere Menschen in zunehmendem Mass konsumieren, sind die

Beruhigungsmittel diejenigen, die als am problematischsten eingeschätzt werden. Sie werden zwar nur von einem kleinen Teil der Senioren konsumiert, wirken aber den ganzen Tag. Die Einnahme von **mehreren Medikamenten**, die mit dem Alter deutlich zunimmt, und die daraus resultierenden Interaktionen stellen ein weiteres wichtiges Problem dar.

Vier Krankheiten werden als besonders verkehrsrelevant beurteilt. **Herz-Kreislauf-Erkrankungen** sind weitverbreitet und können zu Bewusstseins-trübung oder Bewusstlosigkeit führen. Das Risiko muss jeweils im Einzelfall abgeschätzt werden. **Diabetes mellitus** kann zu Unterzuckerung und ebenfalls zu Bewusstseins-trübung oder Bewusstlosigkeit führen und somit die Fahreignung beeinträchtigen. Je nach Schwere kann daher eine Prüfung des Blutzuckerspiegels jeweils vor der Fahrt angeordnet werden. **Demenzerkrankungen** sind ein schweres Schicksal für Betroffene wie Angehörige. Dass spätestens bei mittleren und späteren Stadien der Krankheit nicht mehr Auto gefahren werden kann, ist offensichtlich, da diverse geistige Leistungen beeinträchtigt werden. Die Rückgabe des Führerausweises dürfte dann noch eines der kleineren Probleme sein, ist aber unbedingt geboten. Das **obstruktive Schlafapnoe-Syndrom (OSAS)** ist zwar keine typische Alterskrankheit, aber Übergewicht als Hauptrisikofaktor für OSAS nimmt mit dem Alter zu. Darüber hinaus sind Müdigkeitsunfälle oft schwer, da kein Brems- oder Lenkmanöver mehr eingeleitet wird. Erfreulicherweise kann OSAS bei 70–80 % der Betroffenen mit einem Beatmungsgerät korrigiert werden.

Neben den bereits erwähnten kognitiven Veränderungen hinsichtlich Informationsverarbeitungsgeschwindigkeit, räumlich-visuellen Fähigkeiten und

Exekutivfunktionen erwiesen sich auch die **geteilte Aufmerksamkeit**, d. h. die Fähigkeit, seine Aufmerksamkeit mehreren Aspekten des Verkehrsgeschehens gleichzeitig zu widmen, sowie das **Arbeitsgedächtnis**, d. h. die Fähigkeit, ausreichend relevante Informationen verfügbar zu halten, als bedeutsam. All diese Fähigkeiten verschlechtern sich zwar mit zunehmendem Alter, dies aber mit starker individueller Variabilität.

Mit dem Alter fällt die **Abschätzung von Entfernungen und Geschwindigkeiten** schwerer. Dies kann insbesondere für Fussgänger, aber auch für Autofahrer, gefährlich werden.

Eine etwas geringere Bedeutung für die Verkehrssicherheit haben die folgenden Medikamente: **Schmerzmittel, Antidepressiva, Schlafmittel und Blutdruckmedikamente**. Bei den ersten beiden scheint das erhöhte Unfallrisiko eher auf die zugrunde liegende Krankheit als auf das dagegen konsumierte Medikament zurückzuführen zu sein. Bei den Schlafmitteln erweist sich das Unfallrisiko geringer, wenn kurz wirkende Mittel, bei denen die Wirkung am nächsten Morgen im Prinzip verflogen ist, verwendet werden. Blutdruck-Medikamente sind bei Personen ab 65 Jahren weitverbreitet und gehen mit einem erhöhten Unfallrisiko (insbesondere Alkohablocker) einher.

Die Trübung der Augenlinse durch den **grauen Star** ist eine weitverbreitete Alterserkrankung. Schon in den Jahren, bevor der operative Eingriff definitiv notwendig ist, kommt es zu **Blendempfindlichkeit** und **geringerer Kontrastempfindlichkeit**, was insbesondere das Fahren bei Dämmerung und Dunkelheit beeinträchtigt.

Die **selektive Aufmerksamkeit**, d. h. die Fähigkeit, auf relevante Ereignisse zu fokussieren, verschlechtert sich mit den Jahren etwas, weshalb ältere Autofahrer leichter ablenkbar sind. Der Effekt auf die Verkehrssicherheit scheint allerdings gering zu sein.

Gleichgewichtsstörungen mit verschiedenen Ursachen kommen bei etwa 20 % der über 65-Jährigen mindestens einmal pro Jahr vor. Sie können so schwerwiegend sein, dass sie das Autofahren, noch mehr aber das Radfahren oder auch das Zufussgehen beeinträchtigen oder gar verunmöglichen.

Gesichtsfeldeinschränkungen nehmen zwar mit dem Alter zu und sind auch verkehrsrelevant. Sie sind aber mit einer Verbreitung von 2 bis 5 % jenseits des ab 1.7.2016 geltenden Grenzwerts von 120 Grad für PW-Lenker recht selten.

Die **statische Sehschärfe** wird wegen der medizinischen Mindestanforderungen regelmässig gemessen. Ihr Zusammenhang mit dem Unfallgeschehen ist – erstaunlicherweise und immer wieder nachgewiesen – gering. Die Ursache dürfte darin liegen, dass bei schweren Fällen ohnehin der Augenarzt aufgesucht und eine Sehhilfe benutzt wird und dass bei den verbleibenden Fällen eine gewisse Kompensation durch angepasstes Fahrverhalten erreicht wird.

Nur wenig Bedeutung für die Sicherheit im Strassenverkehr haben die körperliche **Kraft**, die **Schwerhörigkeit** und die **dynamische Sehschärfe**.

Tabelle 6 enthält die Beurteilung aller erwähnten Risikofaktoren. Eine Darstellung entsprechend ihrer Verbreitung und Gefährlichkeit findet sich in Tabelle 7, S. 94.

Tabelle 6 Beurteilung der Risikofaktoren			
Risikofaktor (Seitenzahl)	Verbreitung	Risiko	Unfallrelevanz
Vulnerabilität (S. 76)	*****	*****	*****
Räumlich-visuelle Fähigkeiten (S. 75)	**	***	****
Geschwindigkeit der Informationsverarbeitung (S. 72)	****	***	****
Alkohol (S. 89)	**	***	**
Beruhigungsmittel (S. 83)	**	**	**
Herz-Kreislauf-Erkrankungen (S. 80)	***	***	**
Diabetes bzw. Unterzuckerung (S. 81)	**	**	**
Demenz (S. 79)	**	****	**
Obstruktive Schlafapnoe (S. 78)	**	****	**
Exekutivfunktionen (S. 74)	****	***	**
Geteilte Aufmerksamkeit (S. 73)	****	***	**
Arbeitsgedächtnis (S. 72)	**	***	**
Gelenkigkeit/Beweglichkeit (S. 70)	***	***	**
Geschwindigkeits- und Entfernungsschätzung (S. 67)	***	***	**
Antidepressiva (S. 83)	**	**	**
Schlafmittel (S. 83)	***	**	**
Schmerzmittel (S. 83)	****	**	**
Katarakt (S. 79)	***	***	**
Selektive Aufmerksamkeit (S. 73)	****	*	**
Gleichgewicht (S. 71)	**	**	**
Blendempfindlichkeit (S. 68)	***	***	**
Gesichtsfeldeinschränkungen (S. 66)	*	**	**
Kontrastempfindlichkeit (S. 66)	****	***	**
Sehfähigkeit allgemein (S. 64)	***	*	**
Statische Sehschärfe (S. 65)	****	*	**
Kraft (S. 69)	***	*	*
Schwerhörigkeit (S. 69)	*****	*	*
Dynamische Sehschärfe (S. 65)	**	*	*

* sehr gering / ***** sehr gross

Tabelle 7 Darstellung der Risikofaktoren entsprechend ihrer Verbreitung und Gefährlichkeit						
Risiko	5				Vulnerabilität	
	4		Demenz Obstruktive Schlafapnoe			
	3		Räumlich-visuelle Fähigkeiten	Herz-Kreislauf-Erkrankungen	Geschwindigkeit der Informationsverarbeitung	
			Alkohol	Gelenkigkeit/Beweglichkeit	Exekutivfunktionen	
			Arbeitsgedächtnis	Geschwindigkeits- und Entfernungsschätzung	Geteilte Aufmerksamkeit	
				Katarakt Blendempfindlichkeit	Kontrastempfindlichkeit	
2	Gesichtsfeldeinschränkung	Beruhigungsmittel Diabetes bzw. Unterzuckerung Antidepressiva Gleichgewicht	Schlafmittel	Schmerzmittel		
1		Dynamische Sehschärfe	Sehfähigkeit allgemein Kraft	Selektive Aufmerksamkeit Statische Sehschärfe	Schwerhörigkeit	
		1	2	3	4	5
Verbreitung						

VI. Präventionsmassnahmen

1. Menschbezogene Massnahmen (A. Uhr)

1.1 Einleitung

Im vorliegenden Kapitel wird aufgezeigt, dass die Sicherheit von Senioren im Strassenverkehr erhöht werden kann, indem **direkt auf die älteren Verkehrsteilnehmenden** Einfluss genommen wird. Nicht an dieser Stelle thematisiert werden Massnahmen, die **indirekt** auf die älteren Verkehrsteilnehmenden (insbesondere ihr Fahrverhalten) einwirken. Indirekte Massnahmen aus dem Bereich der Fahrzeugtechnologie – wie z. B. Fahrerassistenzsysteme, die die Senioren bei der Fahraufgabe unterstützen – werden in Kapitel VI.2, S. 122, thematisiert. Indirekte Massnahmen im Bereich Infrastruktur – wie Fussgängerschutzinseln – werden in Kapitel VI.3, S. 144, thematisiert.

Die Erarbeitung der Massnahmen erfolgt zweistufig. In einem ersten Schritt werden übergeordnete **Präventionsziele** festgelegt (z. B. keine Fahrten unter negativer Einwirkung von Medikamenten). In einem zweiten Schritt werden **Präventionsmassnahmen formuliert**, wie diese Ziele erreicht werden können (z. B. Schulung von Ärzten und Apothekern, Kommunikationskampagnen usw.).

Die Massnahmen gliedern sich in die Themenbereiche **Fahreignungsabklärung, medizinisch-therapeutische Massnahmen, Sensibilisierung Medikation, Trainingsmassnahmen** und **edukative Massnahmen**.

1.2 Fahreignungsabklärung

1.2.1 Ausgangslage

Altersbedingte Veränderungen sowie das damit einhergehende häufigere Auftreten von Krankheiten können die Fahreignung negativ beeinträchtigen. Die für die Verkehrssicherheit von Senioren bedeutendsten dieser Faktoren (aufgrund ihrer Verbreitung bei Fahrzeuglenkenden und ihres Gefahrenpotenzials) wurden in Kapitel V ermittelt und sind in Tabelle 6, S. 93, zusammenfassend dargestellt. Zwar gleichen viele Senioren ihre altersbedingten Defizite aus, indem sie langsamer und defensiver fahren oder Fahrten unter schwierigen Bedingungen, wie z. B. bei Nacht, vermeiden. Es scheint jedoch, dass dieses Kompensationsverhalten nicht immer ausreicht, um die Defizite vollständig auszugleichen. Zum einen wird die (schleichende) Abnahme in verschiedenen Fähigkeiten wie der Sehschärfe oder der Kontrastsensitivität von den Betroffenen lange nicht bemerkt [100,128]. Zum anderen haben gerade Lenker mit kognitiven Einschränkungen, die mit zunehmendem Alter öfters auftreten, kein ausreichendes Bewusstsein für ihre Beeinträchtigung, sodass sie ihr Verhalten nicht der Situation anpassen können [100,129]. Aufgrund einer vorsichtigen Schätzung vermutet Whelan [130], dass ca. 10 % der ältere PW-Lenkenden über eine ungenügende Fahreignung verfügen.

1.2.2 Zielsetzung

Durch geeignete Massnahmen sind folgende Ziele zu erreichen:

- Altersbedingte Einschränkungen oder Krankheiten, die die Verkehrssicherheit beeinträchtigen, müssen frühzeitig **identifiziert** werden.
- Ältere PW-Lenkende müssen sich ihrer verkehrsrelevanten Leistungsdefizite und der damit einhergehenden Gefahren **bewusst** sein.
- Ältere PW-Lenkende mit Beeinträchtigungen müssen ihr Fahrverhalten (auf freiwilliger Basis oder gezwungenermassen) **anpassen**.
- Für den Fall, dass die Beeinträchtigungen zu ausgeprägt sind, als dass ein sicheres Fahrverhalten noch möglich ist, oder es an Einsicht dazu fehlt, muss die **Fahrerlaubnis eingeschränkt oder entzogen** werden.

1.2.3 Umsetzung

a) Rechtliche Vorschriften

Gemäss VZV¹¹ müssen sich über 70-jährige Motorfahrzeug-Lenkende alle 2 Jahre einer **vertrauensärztlichen Kontrolluntersuchung** unterziehen (Art. 27 Abs. 1 lit. b VZV). Diese erfolgt in der Regel beim Hausarzt. Mit der Untersuchung soll festgestellt werden, ob die medizinischen Mindestanforderungen gemäss Anhang 1 der VZV erfüllt werden¹² und ob Krankheiten, Unfallfolgen oder anderweitige medizinisch bedingte Zustände vorliegen, die das sichere Lenken eines Motorfahrzeugs infrage stellen können [131]. Die kantonale Behörde kann auf Antrag des Arztes die 2-jährige Kontrollfrist verkürzen, die vertrauensärztlichen Untersuchungen ausdehnen (zusätzliche Untersuchungen beim Amtsarzt oder einer verkehrsmedizinischen Abklärungsstelle), einschränken oder eine Kontrollfahrt anordnen (Art. 27 und 29 VZV). Sind die medizinischen Mindestanforderungen nicht vollständig erfüllt, besteht – falls medizinisch begründbar – die

Möglichkeit, die Fahrberechtigung zu beschränken statt ganz aufzuheben.

Im Sommer 2015 hat sich der Bundesrat für gesamtschweizerisch einheitliche **Qualitätssicherungs-massnahmen bei der Fahreignungsabklärung** und eine Aktualisierung der medizinischen Mindestanforderungen ausgesprochen. Am 1.7.2016 treten verschiedene Änderungen in Kraft. Nachfolgend wird hauptsächlich auf diese neuen Regelungen Bezug genommen.

Ärzte und Ärztinnen, die Fahreignungsuntersuchungen durchführen, müssen ab dem 1.7.2016 bestimmte **Ausbildungsanforderungen** erfüllen. Vorgesehen ist ein Stufenmodell, d. h., die Anforderungen werden je nach Aufgabengebiet abgestuft. Ärzte, die die Kontrolluntersuchung bei über 70-Jährigen durchführen, sind auf der Ausbildungsstufe 1 angesiedelt. Sie müssen über die in der VZV festgelegten Kenntnisse und Fähigkeiten verfügen, können aber selber entscheiden, wie sie sich dieses Know-how aneignen (z. B. Kursbesuch, Selbststudium). Untersuchungen von Berufschaffenden müssen von Ärzten der Ausbildungsstufe 2 durchgeführt werden (Voraussetzung 1-tägige Fortbildung), jene von Zweifelsfällen der Stufen 1 und 2 oder Spezialfällen (z. B. körperbehinderte Personen) von Ärzten der Ausbildungsstufe 3 (Voraussetzung 2-tägige Fortbildung). Ärzte der Ausbildungsstufe 4 (Voraussetzung Fachtitel «VerkehrsmedizinerIn SGRM») dürfen alle Untersuchungen zur Fahreignung und Fahrfähigkeit durchführen, inklusive schwieriger Abklärungen von Suchtproblematiken und komplexen Erkrankungen [132,133].

¹¹ Verordnung vom 27. Oktober 1976 über die Zulassung von Personen und Fahrzeugen zum Strassenverkehr, SR 741.51.

¹² Vgl. auch Art. 7 Abs. 1 VZV.

Die bereits früher bestehende Möglichkeit, die Fahrberechtigung zu beschränken statt ganz aufzuheben, wird in der neuen Verordnung ab 1.7.2016 präziser geregelt (Art. 34 E-VZV vom 1.7.2015). So können die kantonalen Behörden, auf Basis einer befürwortenden Beurteilung eines spezialisierten Arztes (Anerkennung der Stufe 4), den **Führerausweis** örtlich, zeitlich, auf bestimmte Strassentypen, Fahrzeugarten oder individuell angepasste oder ausgestattete Fahrzeuge **beschränken**, auch wenn die medizinischen Mindestanforderungen nicht vollständig erfüllt werden. Die Fahrberechtigung kann beispielsweise mit einem Autobahn- oder Nachtfahrverbot verknüpft oder auf eine bestimmte Strecke, beispielsweise von einem Weiler in ein Dorf, beschränkt werden. Auch Beschränkungen auf bestimmte Fahrzeugarten (z. B. nur Fahrzeuge mit einer bauartbedingten Höchstgeschwindigkeit von 45 km/h oder weniger) oder auf individuell angepasste oder ausgestattete Fahrzeuge (z. B. mit Rückfahrkamera oder Bremsassistent) sind möglich.

Bestehen Zweifel an der Fahrkompetenz eines Fahrzeugführers, kann die kantonale Behörde gemäss Art. 29 E-VZV vom 1.7.2015 zur Abklärung der notwendigen Massnahmen eine **Kontrollfahrt** mit einem Verkehrsexperten anordnen. Eine ärztlich begleitete Kontrollfahrt zur Abklärung der Fahreignung darf sie nur dann anordnen, wenn ein Arzt mit der Anerkennung der Stufe 4 dies bei der Behörde zwecks Ausräumung allfälliger Zweifel am Untersuchungsergebnis beantragt. Bei Nichtbestehen der Kontrollfahrt wird der Führerausweis entzogen. Eine Wiederholung der Kontrollfahrt ist nicht möglich. Mit der Neuformulierung dieses Artikels wird klar zum Ausdruck gebracht, wann

Kontrollfahrten zur Abklärung der Fahrkompetenz und -eignung angeordnet werden können.

Die medizinischen Mindestanforderungen für nicht berufsmässige Personenwagen- und Motorradlenker beziehen sich ab dem 1.7.2016 auf das Sehvermögen, den Gebrauch von Suchtmitteln, psychische Störungen, organisch bedingte Hirnleistungsstörungen, neurologische Erkrankungen, Herz-Kreislauf-Erkrankungen, Stoffwechselerkrankungen, Krankheiten der Atem- und Bauchorgane und Krankheiten der Wirbelsäule und des Bewegungsapparats. Gegenüber den vorherigen Anforderungen wurden sie dem heutigen Stand der Wissenschaft und Technik angepasst und die medizinische Nomenklatur und Systematik (Einteilung in medizinische Gruppen) dem aktuellen wissenschaftlichen Standard angeglichen. Zudem wird die verkehrsmedizinische Relevanz einzelner Krankheiten besser berücksichtigt. Der Gebrauch von Suchtmitteln und organisch bedingte Hirnleistungsstörungen wurden neu in die Anforderungen aufgenommen [132].

Bezüglich des **Sehvermögens** legt die VZV fest, dass a) die Sehschärfe, b) das Gesichtsfeld und c) die Augenbeweglichkeit (Doppelsehen) überprüft werden müssen¹³ (Art. 9 Abs. 2 lit. a VZV). Die Sehschärfewerte und Gesichtsfeldgrenzen wurden in den neuen Mindestanforderungen (ab 1.7.2016) an die europaweit üblichen Anforderungen angepasst, was eine leichte Lockerung gegenüber den früheren Mindestanforderungen zur Folge hatte. Neu werden zudem auch für Personenwagen- und Motorradlenkende Anforderungen an das Dämmerungssehvermögen (Kontrastsensitivität) und die Blendempfindlichkeit gestellt

¹³ Für die Kategorien C und D, für Berufsschaffeuere und Fahrlehrer wird zudem das Stereosehen und die Pupillenmotorik überprüft (Art. 9 Abs. 2 lit. b VZV).

(vgl. Ziff. 1.4 des am 1.7.2016 in Kraft tretenden Anhangs 1 der VZV).

Bezüglich des **Hörens** existierte in der VZV (Anhang 1 VZV) für PW-Lenkende früher die Einschränkung, dass gehörlose Einäugige vom Fahren ausgeschlossen sind. Diese Ausnahme wurde per 1.7.2016 aufgehoben. Somit werden alle Hörbeeinträchtigungen gar bis zu Gehörlosigkeit vom Gesetzgeber als unproblematisch eingestuft.

Die **weiteren medizinischen Mindestanforderungen** wie auch die Anforderungen allfälliger Spezialuntersuchungen wurden in der früheren Verordnung nicht präzise formuliert (z. B. keine expliziten Voraussetzungen bei Zuckerkrankheit). Kognitive Minimalanforderungen (z. B. für Personen mit einer beginnenden Demenz) wurden gar nicht aufgeführt. Mit der Aktualisierung der medizinischen Mindestanforderungen wurde die verkehrsmedizinische Bedeutung einzelner Krankheiten detaillierter geregelt. Bei Vorliegen einer Zuckerkrankheit (Diabetes mellitus) bei einem nicht berufsmässigen Führer muss beispielsweise eine stabile Blutzuckereinstellung ohne verkehrsrelevante Unter- oder Überzuckerungen vorhanden sein. Hinsichtlich der kognitiven Anforderungen wird für nicht berufsmässige Führer u. a. verlangt, dass keine Krankheit oder organisch bedingte psychische Störung mit bedeutsamer Beeinträchtigung von Bewusstsein Orientierung, Gedächtnis, Denk- und Reaktionsvermögen oder andere Hirnleistungsstörung (z. B. Demenz) vorliegen darf.

Es besteht ein breiter gesellschaftlicher Konsens, dass die Entdeckung fahruntauglicher Senioren nur durch **altersbezogene Pflichtuntersuchungen** gelingen kann. Neuere wissenschaftliche Studien bezweifeln jedoch den Nutzen von Reihenunter-

suchungen (Screenings). Zwar ist es unbestritten, dass mit obligatorischen Fahreignungskontrollen wirkliche Problemfälle besser erkannt werden können als mit Massnahmen, die auf Freiwilligkeit und sozialem Druck (Familie, Bekannte, Hausarzt) basieren. Dennoch finden Evaluationsstudien mit einem Vergleich von Ländern oder Bundesstaaten mit und ohne Screening gesamthaft keine positiven Effekte auf die Verkehrssicherheit. Dies gilt auch für Modelle, in denen die Abklärung von Allgemeinärzten, die gleichzeitig Hausarzt sein können, durchgeführt wird. Übersichtsarbeiten über die vorhandenen Studien finden sich u. a. bei Siren und Haustein [134] sowie bei Fastenmeier und Kollegen [19]. Teilweise werden sogar negative Auswirkungen der Screenings auf die Sicherheitslage von Senioren gefunden. Dies zeigt sich v. a. anhand höherer Mortalitätsraten älterer ungeschützter Verkehrsteilnehmer (Fussgänger, Radfahrer) in Ländern mit Screenings [135] oder nach Einführung einer verschärften Fahreignungsprüfung (Hinzunahme kognitiver Tests) [136]. Es scheint, dass das Screening zu einem vermehrten Umstieg vom Auto auf die ungeschützten Arten der Fortbewegung führt (vielleicht auch aus unbegründeter Angst vor der Prüfung), die für ältere Personen signifikant weniger sicher sind [134]. Studien, die die Wirksamkeit von Screenings ausschliesslich in Bezug auf die Sicherheit älterer PW-Lenker betrachten (und die Fussgänger nicht berücksichtigen), kommen zu inkonsistenten Befunden. Es finden sich Nullresultate (keine Auswirkungen), kleine positive Effekte (Sehtest) [vgl. 134], aber auch ein negatives Resultat. Letzteres basiert auf einem Vergleich verschiedener europäischer Länder. Dabei wiesen jene Länder mit Screenings bei den jüngeren PW-Lenkern zwar eine tiefere Mortalitätsrate auf als die Länder mit unlimitiertem Führerschein (d. h., die Screeningländer haben generell eine bessere Verkehrssicherheit), bei den

70-Jährigen und Älteren verschwand der Vorteil aber. Das Screening war mit einem früheren und steileren Anstieg der Mortalitätsrate bei den älteren PW-Lenkern assoziiert. Als mögliche Ursachen werden eine höhere Exposition in den Screeningländern, aber auch ein falsches Sicherheitsgefühl nach bestandener Eignungsuntersuchung diskutiert [137].

Dass mit altersbezogenen Screenings – zumindest im Ausland – nicht unbedingt die erwünschten Sicherheitseffekte gemessen werden konnten, hängt zum einen damit zusammen, dass Unfälle seltene Ereignisse sind, sodass es generell schwierig ist, die künftige Unfallbeteiligung einer Person einzuschätzen. Ein weiteres Problem ist die Tatsache, dass die verfügbaren Testinstrumente zur Fahreignungsabklärung (z. B. Diagnoseinstrumente für kognitive Fähigkeiten) nicht ausreichend valide und verlässlich sind. Oft mangelt es gar grundsätzlich an methodisch zuverlässigen Evaluationsstudien über die eingesetzten Testinstrumente. Dies ist selbst bei Screenings der Sehfähigkeit, die viele Länder zur Erneuerung des Führerscheins von Senioren voraussetzen, der Fall [vgl. 138]. Die **fehlende Validität der Testinstrumente** ist insbesondere bei breit angelegten Reihenuntersuchungen ein grosses Problem, denn es besteht die Gefahr, dass viele Personen als krank diagnostiziert werden, obwohl sie es gar nicht sind, und umgekehrt.

Aufgrund der wissenschaftlichen Befunde kommen viele Experten zum Schluss, dass altersbezogene Fahreignungsabklärungen ihr Ziel nicht erreichen und keinen Beitrag zur Erhöhung der Verkehrssicherheit leisten. Sie empfehlen, die Fahreignung nur individuell und anlassbezogen (z. B. nach auffälligem Fahrverhalten) [139] und bei Untergruppen von Lenkern zu überprüfen, die einen identifizierbaren

und sehr hohen Risikoanstieg haben, jedoch nicht auf dem Niveau der generellen Bevölkerung [130,140]. Das Schweizer Parlament hat sich 2012 im Rahmen der Beratungen zu Via sicura für periodische Kontrolluntersuchungen von über 70-jährigen Führerausweisinhabern ausgesprochen. Der Bundesrat hat diese Haltung in einer Stellungnahme zu einer Motion im Jahr 2014 noch einmal bestätigt [141]. In der aktuellen Situation scheint eine grössere Veränderung des bestehenden Systems somit nicht angebracht.

Angesichts der Ergebnisse zur Wirksamkeit von altersbezogenen Fahreignungsabklärungen im Ausland scheint es aber sehr empfehlenswert, die beschlossenen Massnahmen zur Qualitätssicherung der Fahreignungsabklärung (Verordnung ab 1.7.2016) und danach auch das Gesamtsystem der altersbezogenen Fahreignungsabklärung der Schweiz hinsichtlich ihrer Auswirkungen umfassend zu evaluieren. Auf Basis dieser Befunde können danach konkrete Optimierungen erarbeitet werden.

Falls sich ein Handlungsbedarf abzeichnet, wären verschiedene Lösungsansätze denkbar. So könnten beispielsweise die obligatorischen Kontrolluntersuchungen in einen grösseren Rahmen gesetzt werden, der über die Verkehrssicherheit hinausgeht. Die Förderung genereller Gesundheitschecks von Senioren zu bestimmten Alterszeitpunkten könnte zur Prävention von Krankheiten beitragen [134]. Indem Ärzte physische und psychische Veränderungsprozesse bemerken und Erkrankungen kompetent beurteilen sowie behandeln, leisten sie generell einen wesentlichen Beitrag zur Gewährleistung von Sicherheit und Mobilität von Senioren [142]. Soll der Fokus weiterhin auf die Abklärung der Fahreignung gelegt werden, könnte es sinnvoll sein, die Hürden nicht zu hoch anzusetzen. Studien über die

Wirkung unterschiedlicher Systeme der Fahreignungsabklärung zeigen tendenziell, dass die mildesten Verfahren mit einer besseren Sicherheitslage der Senioren in Zusammenhang stehen [z. B. 136,143,144]. Auch die Anhebung der Altersgrenze für die obligatorische Kontrolluntersuchung von 70 auf 75 Jahre, wie dies z. B. auch in Dänemark und in den Niederlanden gemacht wurde, wäre eine Möglichkeit, das System zu verbessern. Dadurch könnten die Treffsicherheit der Kontrolluntersuchung erhöht (weniger Falsch-Positive bzw. besserer positiver Vorhersagewert aufgrund der grösseren Prävalenz von altersbedingten Risikofaktoren im höheren Alter) und Kosten eingespart werden. Der Anstieg der behinderungsfreien Lebensjahre über die letzten Jahrzehnte spricht ebenfalls für diese Massnahme. Die heutigen Senioren leben nicht nur länger als frühere Generationen, sie bleiben auch länger behinderungsfrei [92]. Sollte bei einem negativen Evaluationsergebnis gar eine Abschaffung der Fahreignungsuntersuchung diskutiert werden, muss bedacht werden, dass die Abschaffung mitunter eine falsche Signalwirkung entfalten und die kritische Selbstreflexion der Senioren zumindest in den ersten Jahren unterlaufen könnte. Deshalb müssten zwingend alternative Massnahmen ergriffen werden, wie die breite Implementierung von Selbstbeurteilungsinstrumenten oder ein erweitertes Meldesystem für fahrauffällige oder kranke Senioren.

Bereits im heutigen System sollte berücksichtigt werden, dass sich die Fahreignung im realen Strassenverkehr nur beschränkt mit medizinischen und psychologischen Testinstrumenten vorhersagen lässt [106,145]. Deshalb sollte bei der Abklärung grundsätzlich nicht die Diagnose einer Krankheit (physischer oder psychischer Natur), sondern das Ausmass der **funktionellen Einschränkung** durch

die Krankheit im Vordergrund stehen [146]. Dies kann z. B. mittels einer Kontrollfahrt geklärt werden, die angeordnet werden kann (Art. 29 VZV). Verkehrsexperten erachten Fahrproben als bestes Mittel, um die individuelle Fahrkompetenz zu erfassen [19,147]. Eine Beschränkung dieser Methode besteht allerdings darin, dass das strategische Verhalten einer Person, d. h., inwieweit sie gefährliche Situationen aufsucht oder vermeidet, damit nicht ermittelt werden kann [19]. Wie jemand seine Krankheitsdiagnose reflektiert und damit umgeht (z. B. zuverlässige Einnahme von Medikamenten), ist neben den vorhandenen funktionellen Einschränkungen ein entscheidendes Kriterium für die Fahreignung. Solche Faktoren lassen sich nur in einem persönlichen Gespräch eruieren [148]. Dieses ist ein zentraler Bestandteil der heutigen Praxis der medizinischen Fahreignungsabklärung.

Die Mitarbeitenden der Strassenverkehrsämter müssen entscheiden können, wann und in welcher Form Fahreignungsabklärungen (z. B. nach Auffälligkeit) oder Kontrollfahrten anzuordnen sind, wie ärztliche Meldungen (z. B. Formulare/Resultate der Kontrolluntersuchung) oder Gutachten zu interpretieren sind und wann die Fahrberechtigung beschränkt oder aufgehoben werden muss. Daher sollte das Personal der Strassenverkehrsämter **geschult und weitergebildet** werden. Mit der per 1.7.2016 beschlossenen Verbesserung der Fahreignungsabklärung wird für Hausärzte vorausgesetzt, dass sie über die in der VZV festgelegten Kenntnisse und Fähigkeiten verfügen. Die Ärzte dürfen sich das verlangte Wissen im Selbststudium aneignen. Diese Lösung erscheint nicht ideal, u. a. weil keine Anforderungen an die Untersuchungsverfahren (z. B. Testinstrumente) vorgegeben werden, sodass möglicherweise auch ungeeignete Diagnoseinstrumente verwendet werden. Daher müssen auch für Ärzte **entsprechende**

Schulungen angeboten und gefördert werden.

Diese sind so zu konzipieren, dass das notwendigste Wissen in beschränktem Zeitumfang (eine Zeit, die sich auch ein Hausarzt nehmen kann) vermittelt wird.

Die in der neuen Verordnung (ab 1.7.2016) explizit vorgesehene Möglichkeit, den **Führerausweis** durch die kantonalen Behörden örtlich, zeitlich, auf bestimmte Strassentypen, Fahrzeugarten oder individuell angepasste oder ausgestattete Fahrzeuge zu **beschränken**, stellt eine sinnvolle Möglichkeit dar, das Unfallrisiko zu reduzieren, aber dennoch ein akzeptables Niveau an Mobilität zu ermöglichen [z. B. 149,150]. Die Datenlage zur Wirkung von Ausweisbeschränkungen ist jedoch limitiert. Eine australische Studie konnte beispielsweise bezüglich der Wirksamkeit von örtlichen und zeitlichen Restriktionen aufgrund der geringen Zahl an Ausweisbeschränkungen noch kaum gesicherte Schlussfolgerungen ziehen. Die Analyse über drei Massnahmen hinweg (Beschränkung auf bestimmte Distanz von zu Hause, bestimmte Gegenden und Nachtfahrverbot) zeigte in der Tendenz aber vielversprechende Resultate. Ein Teil der Sicherheitswirkung dürfte dabei allerdings auf den Rückgang der Fahrleistung zurückzuführen sein [149].

In Anbetracht der ab Juli 2016 in Kraft tretenden Änderungen sind zurzeit vermutlich keine weiteren Anpassungen der Fahreignungsabklärung möglich. Eine **Evaluation** der Umsetzung (Präzisierungsgrad der Abläufe, Ausbildung der Ärzte) wie auch der Auswirkungen der neuen Verordnung ist jedoch sehr zu empfehlen.

b) Freiwillige Abklärungen der Fahrkompetenz

Ein nicht unerheblicher Teil der älteren PW-Lenkenden, v. a. der Frauen, dürfte den Führerschein zu früh abgeben, zu einem Zeitpunkt, zu dem sie

noch immer über gute Fahrfähigkeiten verfügen [151,152]. Sie würden zwar die medizinischen Mindestanforderungen erfüllen, scheinen aber dennoch Zweifel an ihrer Fahrkompetenz zu haben. Bei anderen älteren Lenkern sind es die Angehörigen, die sich Sorgen um die Fahrfähigkeit des Seniors machen. In der vertrauensärztlichen Kontrolluntersuchung werden in erster Linie die medizinischen Mindestanforderungen geprüft, nicht die tatsächliche Fahrkompetenz. **Freiwillige Angebote zur individuellen Beurteilung der Fahrkompetenz im Realverkehr** wären deshalb grundsätzlich eine gute Massnahme. Sie dienen als Bestandaufnahme der Stärken und Schwächen, woraus dann Trainingsmassnahmen abgeleitet werden können, in denen das erwünschte Fahrverhalten vermittelt und geübt wird [19]. Die Evaluation eines Kurses in den Niederlanden, in dem ältere PW-Lenkende mit einem Experten eine Testfahrt unternehmen konnten, zeigte positive Effekte auf das Selbstvertrauen der Teilnehmenden. Zudem waren sie sich nach dem Kurs ihrer Stärken und Schwächen im Strassenverkehr besser bewusst [153]. Die Effekte des Kurses bzw. der Testfahrt auf die Verkehrssicherheit (Fahrverhalten, Unfallgeschehen) wurden allerdings nicht untersucht. In der Schweiz bietet der Fahrlehrerverband SFV älteren PW-Lenkenden bereits die Möglichkeit, mit einem Fahrberater die eigene Fahrtauglichkeit zu ermitteln [154]. Die grösste Schwierigkeit bei Angeboten zur freiwilligen Abklärung der Fahrkompetenz besteht darin, Personen zu erreichen, die selber stark an ihrer Fahreignung zweifeln, sowie jene, die ihre Fahreignung überschätzen. Beide dieser Gruppen werden eher nicht an diesen Angeboten teilnehmen, die erste Gruppe aus Angst, ihren Führerschein zu verlieren, die andere aus Überzeugung, dieses Angebot nicht nötig zu haben [129].

Da begleitete Testfahrten im Strassenverkehr eine teure Massnahme darstellen und Personen, die am meisten davon profitieren würden, vermutlich nicht teilnehmen, muss die Wirtschaftlichkeit als gering eingeschätzt werden. Bevor entsprechende Angebote gefördert werden, müssen sie – z. B. in Form eines Pilotprojekts – wissenschaftlich evaluiert werden (Erfolgskontrolle, Selbstselektion usw.).

c) Selbstbeurteilungsinstrumente

Eine wenig restriktive Massnahme, ältere PW-Lenkende zu einer kritischen Auseinandersetzung mit ihrer Fahreignung zu bewegen, sind Selbstbeurteilungsinstrumente. Sie haben das Potenzial, eigene verkehrsrelevante Leistungsdefizite bewusst zu machen und freiwillige Anpassungen des Fahrverhaltens (sog. Selbstregulation) zu fördern. Vor allem im englischsprachigen Raum sind diverse spezifische Instrumente erhältlich. Darin müssen die Befragten entweder über (gesundheitsbezogene) Probleme, Erfahrungen und Einstellungen im Zusammenhang mit sicherem Autofahren nachdenken und Auskunft geben oder sie müssen Leistungstests (z. B. visuelle Suche) lösen. Aufgrund ihrer Antworten oder Leistungen erhalten die Befragten ein Feedback zu ihrer Fahrfähigkeit und Handlungsempfehlungen, wie sie sich eine sichere Mobilität erhalten können [100], beispielsweise Ratschläge zur Routenplanung oder für Trainings für die körperliche Fitness. Weitere Abklärungen wie Fahrproben, Sehtests oder das Aufgeben des Autofahrens werden je nach Abschneiden ebenfalls empfohlen. Ein Überblick über bestehende Instrumente sowie konkrete Empfehlungen bezüglich relevanter Inhalte und Feedback, Gestaltung und Distribution findet sich in der bfu-Grundlage «Selbstbeurteilungsinstrumente für ältere Personenwagenlenkende» [155].

Selbstbeurteilungsinstrumente haben Vorteile, aber auch Grenzen: Sie sind freiwillig, wiederholbar, vertraulich und dadurch gut akzeptiert. Wegen der einfachen Zugänglichkeit von Feedback können potenzielle Probleme eventuell früher entdeckt werden. Weiter können Selbstbeurteilungsinstrumente die Diskussion in der Familie über die Fahrfähigkeit der Senioren erleichtern. Problematisch bei freiwilligen Instrumenten ist die Selbstselektivität. Selbstbeurteilungsinstrumente werden vor allem von motivierten, sicherheitsbewussten Menschen mit proaktiver Herangehensweise genutzt. Wer schon Probleme beim Autofahren hat und sich fürchtet, den Führerschein zu verlieren, nutzt diese Instrumente vermutlich nicht. Erhebungsdaten, die auf Selbstauskünften basieren, sind zudem anfällig für Verzerrungen, v. a. diesbezüglich, dass vorhandene Probleme (z. T. unbewusst) nicht immer ausreichend berichtet werden. Dadurch erhalten die Befragten ein zu positives Feedback, wodurch sie sich eventuell in falscher Sicherheit wiegen [100]. Für Personen mit starken kognitiven Beeinträchtigungen sind Selbstbeurteilungsinstrumente nicht geeignet [156,157].

Bis heute existiert keine systematische Forschung, inwiefern die Ergebnisse der Selbstbeurteilungsinstrumente die tatsächliche Selbstregulation (Anpassung des Fahrverhaltens) beeinflussen und wie sich dies letztlich auf die Verkehrssicherheit auswirkt [100]. Die vorhandenen Evaluationsstudien erfassen die Wirkung mehrheitlich unmittelbar nach Ausfüllen der Selbstbeurteilung. Eine Untersuchung zum Driving Decisions Workbook ergab beispielsweise eine Korrelation von ,30 mit den Resultaten einer realen Fahrprobe [158]. Nur eine Studie mass die Wirkung vier Monate später. Sie kam zum Schluss, dass die meisten Teilnehmenden in diesem Zeitraum keine Veränderung in ihrem Fahrverhalten vornahmen [100,159]. Es besteht dringender

Bedarf an Evaluationsstudien über den Einfluss von Selbstbeurteilungsinstrumenten und deren Feedbacks auf das objektive Verhalten über die Zeit wie auch über den Einfluss von Selbsterkenntnis und Selbstregulation auf die Verkehrssicherheit (z. B. geringere Kollisionsbeteiligung) [100].

Aufgrund ihrer Grenzen und der beschränkten bzw. wenig erforschten Wirksamkeit können Selbstbeurteilungsinstrumente strengere Assessmentverfahren nicht ersetzen. Als **Aufklärungsmittel** betrachtet sind sie jedoch eine sinnvolle Ergänzung für Programme und Interventionen für ältere PW-Lenkende [100]. Um Forschungslücken zu schliessen und die Wirkung von Selbstbeurteilungsinstrumenten auf die Selbstregulation und das Unfallgeschehen zu prüfen, wären entsprechende Studien, z. B. in Form eines Pilotprojekts mit anschliessender Evaluation, zu empfehlen.

In Tabelle 8 sind Strategien/Massnahmen aufgeführt, die den dargestellten Zielsetzungen im Bereich der Fahreignungsabklärung dienen können.

Tabelle 8 Strategien/Massnahmen im Bereich der Fahreignungsabklärung	
Strategien/Massnahmen	Beurteilung
Evaluation der Umsetzung und Auswirkungen der neuen Verordnung (ab 1.7.2016) zur Fahreignungsabklärung (Präzisionsgrad der Abläufe, Ausbildung der Ärzte)	Sehr empfehlenswert
Schulung der zuständigen Personen in den Strassenverkehrsämtern, damit sie schweizweit nach den gleichen Kriterien über die Notwendigkeit und Art von Fahreignungsuntersuchung entscheiden	Empfehlenswert
Anbieten und Bewerben kompakter Schulungsangebote zum Thema Fahreignungsabklärung für Ärzte der Ausbildungsstufe 1	Empfehlenswert
Informationen an Ärzte und amtliche Kontrollbehörden vermitteln, damit die Möglichkeit, den Führerausweis örtlich, zeitlich, auf Strassentyp, Fahrzeugart oder individuell ausgestattete Fahrzeuge zu beschränken, ausgeschöpft wird	Empfehlenswert
Förderung von Angeboten zur freiwilligen individuellen Beurteilung der Fahrkompetenz im Realverkehr	Bedingt empfehlenswert (vorgängige Evaluation)
Wissenschaftliche Evaluation von Angeboten zur freiwilligen individuellen Beurteilung der Fahrkompetenz im Realverkehr (Erfolgskontrolle, Selbstselektion usw.)	Empfehlenswert
Systematische Bedienung von älteren PW-Lenkenden mit Selbstbeurteilungsinstrumenten und Evaluation der Wirkung auf Selbstregulation und Unfallgeschehen	Empfehlenswert

1.3 Medizinisch-therapeutische Massnahmen

1.3.1 Ausgangslage

Senioren haben vermehrt Erkrankungen, die die Fahreignung beeinträchtigen können. Am bedeutendsten hinsichtlich Unfallrisiko und Verbreitung (Prävalenz) sind Herz-Kreislauf-Erkrankungen, Diabetes mellitus, Demenzerkrankungen und Schlafapnoe (vgl. Tabelle 6, S. 93). Viele dieser funktionellen Einschränkungen können behandelt (z. B. Medikamente, Kataraktoperation) oder mit Hilfsmitteln kompensiert werden (z. B. Brille, Parkassistent), sodass eine angemessene Mobilität und Sicherheit aufrechterhalten werden kann. In der Behandlung oder Verschreibung von Hilfs- oder Heilmitteln liegt denn auch der gewichtigste Präventionsbeitrag der vertrauensärztlichen Kontrolluntersuchung. Aber auch ausserhalb der obligatorischen medizinischen Untersuchung können Ärzte – insbesondere Hausärzte – einen wesentlichen Beitrag zur Gewährleistung von Sicherheit und Mobilität von Senioren leisten, wenn sie physische und psychische Veränderungsprozesse bemerken und Erkrankungen kompetent beurteilen sowie behandeln [142].

1.3.2 Zielsetzung

Folgendes Ziel gilt es zu erreichen: Altersbedingte Einschränkungen oder Krankheiten, die die Verkehrssicherheit beeinträchtigen, müssen wenn immer möglich behandelt werden.

1.3.3 Umsetzung

Behandlungen, die nachweislich eine Verbesserung für die Sicherheit und Mobilität der Senioren darstellen, müssen ausgeschöpft werden. Wirkungsvoll

und daher sehr empfehlenswert sind unter anderem die Behandlung von Schlafapnoe und grauem Star.

Aufgrund der starken Beeinträchtigung des Schlafs durch kurze Atemstillstände führt die **Schlafapnoe** zu übermässiger Tagesmüdigkeit und -schläfrigkeit sowie zu einem erhöhten Unfallrisiko durch Müdigkeit. Es existieren verschiedene Behandlungsmöglichkeiten, die bei erfolgreichem Ansprechen die Schlafqualität und die Tageswachheit erhöhen und das Risiko für Müdigkeitsunfälle senken können. Die am weitesten verbreitete Form der Behandlung ist die nächtliche **Überdruckbeatmung** über eine spezielle **Nasenmaske (CPAP)**. Verschiedene Studien haben deren Wirkung auf Müdigkeitsunfälle untersucht [160]. Dabei fanden sich u. a. eine Reduktion des Unfallrisikos auf Normalwerte nach 3-jähriger Behandlung [161] bzw. eine signifikante Reduktion der Zahl der Müdigkeitsunfälle (-40 %) und insbesondere der Beinaheunfälle (-79%) ein Jahr nach Therapiebeginn [162]. Eine Kosten-Nutzen-Analyse aus den USA kam zum Schluss, dass pro 1 US-Dollar, der für die CPAP-Behandlung ausgegeben wird, 3,49 US-Dollar Kollisionskosten eingespart werden können [163]. Voraussetzung für eine erfolgreiche Behandlung ist die Diagnose der Krankheit. Bei vielen Betroffenen scheint diese leider nicht gestellt zu werden [86].

Grauer Star bzw. die Alterskatarakt ist eine weitverbreitete Alterserkrankung. Sie kann durch das Einsetzen einer künstlichen Linse korrigiert werden. Die Operation führt zu markanten Verbesserungen in der Sehfähigkeit, u. a. in der Sehschärfe, der Kontrastsensitivität und der Tiefenwahrnehmung. Verschiedene Studien zeigen, dass sich die Operation auch positiv auf das Fahrverhalten und das Unfallrisiko auswirkt. Eine Metaanalyse ergab, dass das Risiko für fahrbezogene Schwierigkeiten durch die

Kataraktoperation um 88 % reduziert werden kann (Odds Ratio 0,12, 95 % CI 0,10–0,16) [164]. In einer Kohortenstudie mit Kataraktpatienten wiesen Personen, die sich für eine Operation entschieden, im Vergleich zu jenen, die sich nicht operieren liessen, ein halb so hohes Unfallrisiko auf [165]. Eine grossangelegte, retrospektive Analyse aus Australien fand bei Katarakt-Patienten ein Jahr nach der Operation des ersten Auges gegenüber dem Vorjahr eine Reduktion des Unfallrisikos um knapp 13 %. Die Kosteneinsparungen während der untersuchten 10-Jahres-Periode betrugen 4,3 Millionen australische Dollars [166]. Es gilt zu erwähnen, dass die berichteten Resultate Durchschnittsergebnisse sind, die nicht in jedem Einzelfall positiv sein müssen.

Ein Expertenpanel im Auftrag der NHTSA (National Highway Traffic Safety Administration) erachtet Kataraktoperationen als sehr empfehlenswerte Massnahme, um Sehschärfe, Kontrastsensitivität, Dunkeladaptation und die Erholung nach Blendung zu verbessern. Als ebenfalls sehr empfehlenswert bezeichnet es die Korrektur der Fehlsichtigkeit, z. B. mittels Brillen, Kontaktlinsen oder Wellenfrontbehandlung (Laser) [20]. Fraser und Mitautoren [167] gehen davon aus, dass die Verbesserungen in den selbstberichteten fahrbezogenen Schwierigkeiten nach der Kataraktoperation vor allem auf die verbesserte Kontrastsensitivität zurückzuführen sind.

Um Probleme mit dem Sehvermögen frühzeitig festzustellen, sind auch ausserhalb der vertrauensärztlichen Kontrolluntersuchung **regelmässige augenärztliche Kontrollen** zu empfehlen. Die Deutsche Ophthalmologische Gesellschaft empfiehlt, diese bereits ab dem 50. Lebensjahr durchzuführen [168]. Im Rahmen der obligatorischen medizinischen Kontrolluntersuchung werden ab 70 Jahren im 2-Jahres-Rhythmus die Sehschärfe, das Gesichtsfeld und die

Augenbeweglichkeit (Doppelsehen), ab 1.7.2016 zudem auch das Dämmerungssehen und die Blendempfindlichkeit überprüft. Zusätzlich sollte aber auch die dynamische Sehschärfe abgeklärt werden. Auch 70-Jährige und Ältere sollten ermutigt werden, sich bei Sehproblemen nicht auf die medizinische Kontrolluntersuchung zu verlassen, sondern sich auch ausserhalb dieser Abklärung gründlich beim Augenarzt untersuchen zu lassen.

Nicht alle verkehrsrelevanten Erkrankungen lassen sich erfolgreich behandeln. Es ist wichtig, die **Grenzen** der medizinischen Möglichkeiten zu kennen. Demenzerkrankungen beispielsweise, insbesondere Alzheimer, sind so schwerwiegende Erkrankungen, dass sie das Autofahren auf Dauer verunmöglichen. Auch mögliche **negative Wirkungen** bestimmter medizinisch-therapeutischer Massnahmen auf die Verkehrssicherheit sollten bei der Behandlung von älteren Verkehrsteilnehmern beachtet werden. Dies gilt insbesondere für die Verschreibung von psychoaktiven Medikamenten wie Benzodiazepinen oder opiathaltigen Schmerzmitteln (Kap. V.4.2, S. 83).

Unabhängig davon, ob sie Fahreignungsuntersuchungen durchführen, benötigen Ärzte (insbesondere Hausärzte) **verkehrsmedizinisches Fachwissen**, v. a. bezüglich verkehrsrelevanter Erkrankungen, aber auch das Wissen, welche Medikamente die Fahrfähigkeit beeinträchtigen können (z. B. in Form der Klassifikation von des EU-Projekts DRUID – Driving Under Influence of Drugs, Alcohol and Medicines) [169]. Es ist daher zu empfehlen, Hausärzte für den Besuch entsprechender Fortbildungen zu motivieren.

Bei vielen weiteren medizinisch-therapeutischen Massnahmen besteht noch grosser Forschungsbedarf hinsichtlich der Wirksamkeit auf das Unfallrisiko

[98]. In Anbetracht des demografischen Wandels und der Diskussion um die Fahreignung von Senioren wären **verstärkte Forschungsaktivitäten** wünschenswert.

Fahrerassistenzsysteme stellen eine weitere Möglichkeit dar, altersbedingte Einschränkungen zu kompensieren. Sie werden in Kapitel VI.2.2, S. 123, behandelt.

Tabelle 9 enthält Strategien/Massnahmen zur Erreichung der dargestellten Zielsetzung im Bereich der medizinisch-therapeutischen Massnahmen. Die Massnahmen dienen in erster Linie der Reduktion von Unfällen älterer PW-Lenkender. Teilweise können aber auch andere ältere Verkehrsteilnehmer davon profitieren (z. B. bei Behandlung von grauem Star).

Tabelle 9 Strategien/Massnahmen im Bereich der medizinisch-therapeutischen Massnahmen	
Strategien/Massnahmen	Beurteilung
Systematische Bedienung von älteren PW-Lenkenden (z. B. ab 60 Jahren) mit Informationsmaterial zu fahrrelevanten, alters- oder krankheitsbedingten Leistungsbeeinträchtigungen, inkl. Aufforderung für regelmässige augenärztliche Kontrollen (insbesondere grauer Star)	Empfehlenswert
Durch Information und Ausbildung der Ärzte sicherstellen, dass die Behandlungsmöglichkeiten, die nachweislich eine Verbesserung für die Sicherheit und Mobilität der Senioren darstellen (z. B. von Schlafapnoe und grauem Star), ausgeschöpft werden	Sehr empfehlenswert
Hausärzte für den Besuch von Fortbildungen im Bereich der Verkehrsmedizin (verkehrsrelevante Erkrankungen, Wirkung von Medikamenten auf die Fahrfähigkeit) motivieren	Empfehlenswert
Spezifische Ausbildungselemente für Studierende der Fachrichtungen Medizin, Pharmakologie, Psychologie erarbeiten	Empfehlenswert
Förderung von Forschungsstudien zur Erforschung der Wirksamkeit verschiedener medizinisch-therapeutischer Massnahmen auf das Unfallrisiko von älteren PW-Lenkenden	Empfehlenswert

¹⁴ Diese Regelung gilt für: THC (Cannabis), freies Morphin (Heroin, Morphin), Kokain, Amphetamin, Methamphetamin und Designerdrogen (MDEA = Methylendioxyethylamphetamin und MDMA = Methylendioxyamphetamin).

1.4 Sensibilisierung Medikation

1.4.1 Ausgangslage

Senioren konsumieren deutlich mehr psychoaktive Medikamente als jüngere Bevölkerungsgruppen. Insbesondere Schlaf- und Beruhigungsmittel sind relativ weitverbreitet und können die Fahrfähigkeit negativ beeinflussen (z. B. verminderte Konzentrationsfähigkeit und Reaktionsgeschwindigkeit, Müdigkeit). Im Gegensatz zu einigen Betäubungsmitteln¹⁴, bei denen die Fahrunfähigkeit grundsätzlich als erwiesen und die sogenannte Nulltoleranz gilt (Art. 2 Abs. 2 VRV), ist bei Medikamenten eine generell negative Beurteilung nicht möglich. Die Fahrfähigkeit kann durch Medikamentenkonsum nicht nur eingeschränkt werden, sondern wird unter Umständen erst dadurch sichergestellt.

Befragungen in Deutschland über das Fahren unter Medikamenteneinfluss bei älteren Autofahrern weisen darauf hin, dass sich viele Seniorenlenker informieren, ob ihre Arznei die eigene Fahrfähigkeit beeinträchtigt [170], dass aber dennoch ein Teil (v. a. Männer) auch unter dem Einfluss von fahrfähigkeitsbeeinträchtigenden Medikamenten Auto fährt [171]. Bei bereits verunfallten Seniorenlenkern zeigte sich, dass rund 11 % Medikamente eingenommen hatten, die die Fahrtüchtigkeit beeinträchtigen [172]. Es macht daher den Anschein, dass das notwendige Problembewusstsein hinsichtlich Gefahren und Nebenwirkungen nicht bei allen Patienten vorhanden ist.

1.4.2 Zielsetzung

Das Ziel im Bereich der Medikamente lautet:

- Senioren, die Medikamente einnehmen müssen, sind informiert über mögliche Nebeneffekte und motiviert, auf Fahrten unter negativer Medikamenteneinwirkung zu verzichten.
- Aufgrund der hohen Verbreitung und der erhöhten Risiken sollte der Fokus bei Senioren auf Schlaf- und Beruhigungsmittel gerichtet werden.

1.4.3 Umsetzung

a) Schulung von Ärzten und Apothekern

Fachpersonen wie Ärzten und Apothekern kommt eine zentrale Bedeutung bei der **Information der Konsumenten** hinsichtlich möglicher Nebenwirkungen von Medikamenten zu. Im Rahmen des EU-Projekts DRUID [173] wurden Tools für **Ärzte** und **Apotheker** entwickelt, um z. B. innerhalb der therapeutischen Wirkklasse nach einer sicheren Alternative zu suchen oder um zu ermitteln, welches Medikament in Kombination mit einem anderen zu verkehrsrelevanten Auswirkungen führt. Damit können Ärzte und Apotheker gezielter informieren. Besonders zu Beginn oder nach einer Änderung der Behandlung/Dosierung können sich negative Auswirkungen auf die Fahrfähigkeit bemerkbar machen. Diese können sich aufgrund der steigenden Toleranz gegenüber der Medikation mit der Zeit abschwächen. Ärzte und Apotheker sollten die Patienten daher dazu auffordern, auf das Lenken von Autos zu verzichten, bis das Auftreten relevanter Nebenwirkungen ausgeschlossen werden kann.

In Bezug auf die Verschreibung von Medikamenten sollte zum einen eine Verringerung der Verschreibungshäufigkeit und des Konsums angestrebt werden. Psychoaktive Medikamente sollten so wenig wie möglich verschrieben werden. Sind für die Behandlung eines bestimmten Gesundheitsproblems verschiedene Medikamente geeignet (z. B. zur Behandlung von Schmerzen opiathaltige Schmerzmittel versus nicht steroidale Entzündungshemmer), sollten nach Möglichkeit jene ausgewählt werden, die die Fahrfähigkeit am wenigsten beeinträchtigen [vgl. 97]. Andererseits sollten – wenn möglich – kurz wirkende Mittel angewendet werden, damit diese am nächsten Tag keine negativen Auswirkungen mehr haben (z. B. bei den Benzodiazepinen). Multimedikation, d. h. die Einnahme von mehreren Medikamenten, erhöht nachweislich das Unfallrisiko. Daher sollte auf das Problem der Interaktion von mehreren psychoaktiven Medikamenten sowie der Kombination mit Alkohol hingewiesen werden. Ärzte, Psychiater und Apotheker sollten in Bezug auf negative Wirkungen von psychoaktiven / psychotropen Medikamenten im Verkehr stärker geschult werden.

b) Informationsmittel und Kommunikationskampagnen

Nicht nur Fachpersonen, sondern auch die Senioren selber sollten über Gefahren aufgeklärt werden, die mit der Einnahme spezifischer Medikamente einhergehen, für die nachweislich ein höheres Risiko besteht (z. B. Benzodiazepine). Betroffene sollten jedoch nie ohne Rücksprache mit dem Arzt Medikamente selber absetzen (in der Annahme, dann sicherer fahren zu können), denn auch eine unzureichende Einnahme der verschriebenen Medikamente kann die Fahrfähigkeit beeinträchtigen. Diese

Gefahr gilt es bei der Kommunikation zu berücksichtigen.

Die Angaben in den **Beipackzetteln** zum negativen Einfluss des Medikaments auf die Fahrfähigkeit sollten möglichst spezifisch und in Abhängigkeit von der Dosis beschrieben werden (mit Angaben, wie lange nach dem Konsum nicht gefahren werden sollte). Es ist unzureichend, für die gleichen chemischen Substanzen oder Wirkklassen denselben unspezifischen Hinweis zu formulieren. Im Rahmen des EU-Projekts DRUID [173] wurde ein einheitliches Kennzeichnungssystem für Medikamente erarbeitet, das 4 Kategorien umfasst:

- Kategorie 0: keine oder vernachlässigbare Auswirkung auf die Fahrfähigkeit (keine Warnung nötig)
- Kategorie 1: minimale Auswirkung auf die Fahrfähigkeit (Warnstufe 1)
- Kategorie 2: moderate Auswirkung auf die Fahrfähigkeit (Warnstufe 2)
- Kategorie 3: bedeutende Auswirkung auf die Fahrfähigkeit (Warnstufe 3)

Eine gute Möglichkeit, diese Information auf einfach verständliche Art und Weise zu vermitteln, sind entsprechende **Piktogramme** (im Sinne von Warnhinweisen) auf den Medikamentenpackungen. Bisher werden diese aber nur in wenigen Ländern (Dänemark, Frankreich, Niederlande, Slowakei und Finnland) angebracht [174]. In der Schweiz existiert stattdessen eine **Internetplattform** (www.mymedi.ch), die die Nutzer darüber informiert, welche Medikamente zur Beeinträchtigung der Fahrfähigkeit führen können. Darüber hinaus sollten Medikamente, die bei ausgewählten Krankheitsbildern häufig eingenommen werden und zur Beeinträchtigung der Fahrfähigkeit führen können, zusammen mit den fachspezifischen Patienten-

organisationen und Ärztesgesellschaften definiert und laufend (webbasiert) kommuniziert werden [175].

Kommunikationskampagnen, die das Zielpublikum primär über Massenmedien adressieren, könnten zwar zu einer allgemeinen Sensibilisierung für die Problematik beitragen, angesichts der Gefahr, dass Medikamente aufgrund der Kampagne fälschlicherweise abgesetzt werden, sind solche für die spezifische Zielgruppe der Senioren aber nicht zu empfehlen. Ihr Unfallrisiko könnte ohne Medikamente höher ausfallen. Für eine Sensibilisierung der Senioren müssten andere Kanäle genutzt werden, z. B. Broschüren, die von Apothekern oder Hausärzten persönlich übergeben werden mit dem Hinweis, dass Medikamente nicht ohne Rücksprache abgesetzt werden dürfen.

c) Kontrollen

Zwar können diverse Medikamente die Fahrfähigkeit beeinträchtigen, vom Gesetzgeber verboten ist aber nur das Fahren bei Fahrunfähigkeit. Wird eine Fahrunfähigkeit unter Medikamenteneinfluss nachgewiesen, gilt dies als «schwere Widerhandlung» (Art. 16c Abs. 1 lit. c Strassenverkehrsgesetz). Da bei Medikamenten **keine Grenzwerte** existieren, ist das Feststellen einer Fahrunfähigkeit sehr anspruchsvoll. Der reine Nachweis von Medikamentenspuren im Blut oder Urin oder Speichel ist nicht ausreichend. Daher können gemäss Art. 55 Abs. 2 SVG einschlägige Kontrollen nur auf Verdacht durchgeführt werden. Spezifisch für die Prävention von medikamentenbedingten Unfällen von älteren Lenkern scheinen grossangelegte Polizeikontrollen daher eher nicht zielführend. Vielmehr sollte bei auffälligen, älteren Lenkern generell nach Ursachen gesucht werden. Neben kognitiven oder körperlichen

Beeinträchtigungen ist dabei auch die Medikamenteneinnahme (v. a. psychoaktive/psychotrope Medikamente) zu überprüfen. Die Kantonspolizei Zürich plant die Einführung eines neuen Beobachtungsverfahrens («Diagnose-von-Auge-Verfahren»), bei dem gut ausgebildete Polizeibeamte Fahrzeuglenkende erkennen sollen, die unter dem Einfluss von psychoaktiven Substanzen (Drogen und Medikamente) stehen. Eingesetzt wird eine Vielzahl standardisierter Beobachtungen wie Aussprache, Aussehen der Augen, Reaktion der Pupillen, Stimmung und Verhalten, Gang (Koordination) usw. Möglicherweise hat dieses Verfahren das Potenzial, die Erkennungswahrscheinlichkeit von Fahrten unter Medikamenteneinfluss zu erhöhen, und könnte in grossangelegten Kontrollen zum Einsatz kommen. Das Vorgehen sollte jedoch in wissenschaftlichen Studien geprüft werden.

Die Analyse der polizeilich registrierten Strassenverkehrsunfälle zeigt, dass das Ausmass der von Seniorenlenkern verursachten schweren Unfälle aufgrund von Arzneimitteln sehr klein ausfällt. Da die Feststellung des Konsums schwierig ist, muss mit einer unbekannt hohen Dunkelziffer gerechnet werden. Dennoch dürfte das Ausmass auch in Realität nicht sehr gross sein. Medikamente können auch positive Auswirkungen auf die Fahrfähigkeit haben (Beseitigung oder Linderung der Symptome einer Krankheit/eines Leidens). Deshalb ist davon auszugehen,

dass nur ein sehr geringer Teil der Schwerverletzten oder Getöteten in der Schweiz verhindert werden könnte, wenn kein Senior unter Auswirkungen von Medikamenten fahren würde.

In Tabelle 10 sind Strategien/Massnahmen aufgeführt, die den dargestellten Zielsetzungen im Bereich der Sensibilisierung für die Medikamentenproblematik dienen können.

1.5 Trainingsmassnahmen

1.5.1 Ausgangslage

Die Entwicklung der Fahrkompetenz im höheren Alter verläuft sehr individuell und variabel. Sie kann sich verschlechtern, muss aber nicht. Dennoch weist die Unfallanalyse darauf hin, dass viele ältere PW-Lenkende in ganz spezifischen Situationen Schwierigkeiten aufweisen. Dazu gehören insbesondere komplexe Situationen, in denen viele Informationen gleichzeitig verarbeitet und schnelle Entscheidungen getroffen werden müssen, wie an Knoten. Über die Jahre und / oder mit zunehmenden körperlichen Beeinträchtigungen sind auch «schlechte» Angewohnheiten nicht auszuschliessen, was z. B. dazu führen kann, dass der Schulterblick beim Überholen oder Abbiegen nicht ausgeführt wird. Da es für PW-Lenkende keine obligatorische Weiterbildung gibt, können mit der Zeit auch Mängel in der

Tabelle 10
Strategien/Massnahmen im Bereich der Sensibilisierung Medikation zur Reduktion von Unfällen älterer Personenwagen-Lenkenden

Strategien/Massnahmen	Beurteilung
Sensibilisieren über die Medikamentenproblematik im Verkehr – sowohl bei Fachpersonen (Ärzte, Psychiater, Apotheker, Patientenorganisationen) als auch bei Patienten und Angehörigen	Empfehlenswert
Piktogramme auf Medikamentenpackungen und differenzierte Hinweise auf Beipackzetteln	Sehr empfehlenswert
Intensivierung von Polizeikontrollen bezüglich Medikamentengebrauch	Bedingt empfehlenswert (spezifisch für Senioren zu wenig wirksam und wirtschaftlich, für alle Verkehrsteilnehmenden jedoch empfehlenswert)
Schulung der Polizei zur Erhöhung der Erkennungswahrscheinlichkeit von Fahrten unter Einfluss von Medikamenten, evtl. in Form des «Diagnose-von-Auge-Verfahrens», mit wissenschaftlicher Begleitung	Empfehlenswert

Regelkenntnis auftreten, beispielsweise in Bezug auf das Verhalten an Kreisverkehrsplätzen.

Einschränkungen und negative Auswirkungen durch abnehmende motorisch-physische oder kognitive Fähigkeiten finden sich auch bei älteren Radfahrern und E-Bike-Fahrern und bei Fussgängern. Bei allen Arten der Verkehrsteilnahme können eine verzögerte Informationsverarbeitung, Entscheidungsfähigkeit und -geschwindigkeit oder Mängel in der motorischen Umsetzung zu einer erhöhten Gefährdung führen.

Neurowissenschaftliche Studien zeigen, dass die neuronale Plastizität des Gehirns, d. h. die Fähigkeit, sich strukturell und funktionell an die Umgebungsbedingungen anzupassen, bis ins hohe Alter erhalten bleibt [176]. Durch regelmässige Aktivierung bzw. Trainings können dem Abbau der kognitiven und motorischen Funktionen im Alter teilweise entgegen gewirkt oder gar Verbesserungen erzielt werden.

1.5.2 Zielsetzung

Infolge der Wichtigkeit einer autonomen Mobilität sind durch geeignete Massnahmen folgende Ziele zu erreichen:

- Der Abbau von Fähigkeiten, die mit der Mobilität und Verkehrssicherheit von Senioren zusammenhängen, muss so weit wie möglich vermieden, reduziert oder rückgängig gemacht werden.
- Die Fahrkompetenz von Senioren muss so lange wie möglich aufrechterhalten oder wenn nötig und möglich verbessert werden.

1.5.3 Umsetzung

a) Fahrtrainings für ältere PW-Lenkende

Praktische Fahrtrainings im Realverkehr können eine sinnvolle Massnahme darstellen, um die Fahrkompetenz von Senioren zu erhalten oder zu verbessern. Ihre Vorteile liegen darin, dass kritische Fahrsituationen in der Realität trainiert werden können, ihr Nutzen für Laien plausibel sein dürfte (was sich auf die Motivation auswirken könnte) und das Training individuell auf die Teilnehmenden zugeschnitten werden kann. Nachteile ergeben sich dadurch, dass die geübten, kritischen Situationen in der Realität nicht allzu häufig auftreten und Fahrtrainings mit Fahrlehrern im Vergleich zu Massnahmen im Schulungsraum relativ teuer sind [177].

In praktischen Fahrtrainings sollten unter Anleitung von Fahrlehrern **gezielt objektiv schwierige Verkehrssituationen geübt** werden, die älteren PW-Lenkenden Schwierigkeiten bereiten, beispielsweise komplexe Kreuzungen oder Linksabbiegen. Zu Beginn des Trainings sollten mit standardisierten Diagnoseinstrumenten (z. B. TRIP-Protokoll [81]) der individuelle Trainingsbedarf abgeklärt und die Fahrkompetenz überprüft werden. Trainingsdauer und -inhalte sind entsprechend der Diagnose und den Bedürfnissen der Teilnehmenden auszurichten. Coaching und Feedback sollten differenziert und adaptiv, d. h. in abnehmender Stärke, erfolgen. Da ein Trainingsangebot auch als Kritik an der eigenen Fahrkompetenz verstanden werden und auf mangelnde Akzeptanz stossen kann, sollte ihr Potenzial für den Erhalt bzw. die Verbesserung der Fahrkompetenz entwicklungsorientiert und nicht defizitorientiert kommuniziert werden [178].

Die Datenlage zur Wirksamkeit von Fahrtrainings ist relativ beschränkt, die vorhandenen Befunde sind jedoch vielversprechend. In der Fahrtrainingsstudie von Poschadel [178] konnte insbesondere die Fahrkompetenz von schlechteren älteren Fahrern deutlich verbessert und auf das Niveau von mittelalten Fahrern angehoben werden. Der Trainingseffekt blieb über einen Zeitraum von einem Jahr stabil. Das Leistungsniveau der Stichprobe war allerdings bereits vor dem Training sehr gut (Selektionseffekt). Eine Metaanalyse fand zudem starke Hinweise, dass praktische Fahrtrainings in Kombination mit theoretischen Schulungen das Fahrverhalten verbessern und moderate Evidenz, dass diese zu einem fahrspezifischen Wissenszuwachs führen. Für Fahrtrainings alleine ergaben sich moderate Hinweise, dass diese das Fahrverhalten im Realverkehr verbessern. Ob Fahrtrainings aber auch das Unfallrisiko reduzieren können, konnte in der Metaanalyse mangels entsprechender Studien nicht eruiert werden [179].

Ausschliesslich **theoretische Schulungen** scheinen kaum wirksam zu sein, um das Unfallrisiko zu reduzieren [179,180]. Aufgrund von 4 (älteren) Studien schätzen Elvik und Kollegen [181], dass durch Kurse etwa 1 % (-5; +1) der Unfälle älterer Lenker reduziert werden können. Es gibt jedoch Anzeichen, dass Kurse für Senioren tendenziell die Aufmerksamkeit beim Fahren und das Fahrverhalten verbessern [180].

Trainings im Fahrsimulator haben den Vorteil, dass kritische Fahrsituationen gezielt und wiederholbar trainiert werden können. Studien zeigen, dass solche Trainings bei Senioren einige fahrrelevante Verhaltensweisen wie z. B. das Blickverhalten beim Abbiegen oder Spurwechsel verbessern können [182,183]. Wichtig für den Erfolg sind individuelles Feedback und das Rückspielen von kritischen Fahr-

sequenzen. Nachteile von Simulatortrainings sind die hohen Kosten bzw. die spärliche Verfügbarkeit von Simulatoren, die fehlende emotionale Involviertheit [177] und das mögliche Auftreten der Simulatorkrankheit (Form der Reisekrankheit).

Freiwillige Fahrtrainings im Realverkehr stellen an und für sich eine gute Möglichkeit dar, um die Fahrkompetenz von Senioren aufrechtzuerhalten oder gar zu verbessern. Da praktische Fahrtrainings aber kostenintensiv sind und die Gefahr der Selbstselektion besteht, ist die Wirtschaftlichkeit vermutlich nicht gegeben. Vor der Förderung entsprechender Angebote ist eine Prüfung der Wirtschaftlichkeit angezeigt. Ausschliesslich theoretische Schulungen sind hingegen nicht zu empfehlen. Trainings im Fahrsimulator sind aufgrund der Kosten und Verfügbarkeit als breitgestreute Präventionsmassnahme nicht geeignet.

b) Trainings spezifischer Fähigkeiten und Fertigkeiten zur Verbesserung der Fahrkompetenz

Funktionstrainings für kognitive Fähigkeiten oder die **körperliche Fitness** könnten eine weitere Möglichkeit darstellen, um Verbesserungen in der Fahrkompetenz oder zumindest damit assoziierten Fähigkeiten und Fertigkeiten zu erreichen. Sie sind Fahrtrainings im Realverkehr aber unterzuordnen. Einerseits ist noch nicht hinreichend belegt, dass sich diese Trainings auf die Fahrkompetenz im Realverkehr auswirken (Transfer) [177], andererseits dürften die Trainings für die Teilnehmenden teilweise etwas abstrakt erscheinen. Dennoch zeigen verschiedene Studien ermutigende Ergebnisse. Denkbar sind Übungen für die Konzentrationsfähigkeit [184], die Informationsverarbeitungsgeschwindigkeit [184,185], das schlussfolgernde Denken [185], die

körperliche Fitness [184] wie auch die Kombination von wahrnehmungsbezogenen, körperlichen und kognitiven Übungen [186].

Zwei Metaanalysen haben die Effektivität verschiedener Trainingsmassnahmen auf das Fahrverhalten von älteren PW-Lenkenden anhand von insgesamt 12 Studien untersucht. Die Autoren der ersten Analyse fanden nur limitierte Evidenz, dass sich ein körperliches Fitnesstraining oder ein visuelles Wahrnehmungstraining positiv auf fahrrelevante Fähigkeiten auswirkt [180]. In der zweiten Metaanalyse ergaben sich moderate Hinweise, dass körperliches Fitnesstraining das Fahrverhalten verbessert. Am wirksamsten waren dabei Trainings mit Fokus auf Flexibilität, Koordination und Bewegungsgeschwindigkeit [179]. Eine Einzelstudie lieferte darüber hinaus Nachweise, dass ältere PW-Lenker (über 65-jährig), die ein Training zum schlussfolgernden Denken oder der Verarbeitungsgeschwindigkeit (UFOV-Training) absolvierten, in den darauffolgenden sechs Jahren signifikant geringere Unfallraten bei selber verschuldeten Unfällen aufwiesen als Personen ohne diese Trainings [185]. Ein Expertenpanel im Auftrag der National Highway Traffic Safety Administration NHTSA empfiehlt Trainings zur Verbesserung der Verarbeitungsgeschwindigkeit hingegen nur bedingt, da bis jetzt nicht ausreichend geklärt sei, ob sich die Leistungsverbesserungen in den trainierten Aufgaben auch in alltäglichen Aufgaben zeigen (Transfereffekte) [20].

Nach Einschätzungen des erwähnten Expertenpanels sind folgende Trainingsmassnahmen besonders empfehlenswert: a) Trainings für kompensatorische Kopf-/Augenbewegungen und visuelle Suchstrategien, um Defizite im visuellen Feld bzw. im Bewegungsumfang von Kopf, Hals und Rumpf auszugleichen, b) körperliche aerobe Trainings zur

Verbesserung von Kraft, Beweglichkeitsumfang und Bewegungsgeschwindigkeit von Armen und Beinen, c) Übungen zur Verbesserung von Kraft und Flexibilität bzw. Bewegungsumfang von Kopf, Hals, Rumpf, Armen [20].

Auf wissenschaftlicher Basis konzipierte Funktionstrainings für kognitive Fähigkeiten und körperliche Fitness (z. B. kompensatorische Kopf-/Augenbewegungen, Kraft und Flexibilität) können die Fahrkompetenz oder damit assoziierten Fähigkeiten und Fertigkeiten tendenziell positiv beeinflussen. Geleitete Trainings (persönliche Betreuung / Anleitung) dürften jedoch eine geringe Wirtschaftlichkeit aufweisen, weshalb sie nur bedingt zu empfehlen sind. Ob video- bzw. webbasierte Lösungen eine Alternative darstellen könnten, wäre zu prüfen.

c) Fahrrad- und E-Bike-Trainings

Unfallanalysen zeigen, dass ältere Radfahrende im Vergleich zu ihrer Fahrleistung in schweren Unfällen überrepräsentiert sind. Sie verunfallen häufiger als jüngere Erwachsene, obwohl sie vermutlich vorsichtiger unterwegs sind. Durch die zunehmende Beliebtheit von E-Bikes könnten die Fahrleistung und damit die Unfallzahlen von Senioren auf Zweirädern noch ansteigen.

Massnahmen für Senioren sind insbesondere aufgrund ihrer hohen Verletzlichkeit wichtig: Wenn sie sich in einem Unfall als Radfahrende verletzen, sind die Folgen oft schwerer und die Rehabilitation schwieriger als bei jüngeren Radfahrenden. Schwere Radunfälle von Senioren ereignen sich gemäss der Strassenverkehrsunfallstatistik oft aufgrund von Kollisionen. Bei schweren E-Bike-Unfällen von Senioren sind Alleinunfälle ähnlich häufig wie Kollisionen. Bei beiden Lenkergruppen ist zu vermuten,

dass die Hauptproblematik nicht in mangelndem Wissen oder einem riskanten Fahrstil zu orten ist, sondern eher in der hohen Verletzlichkeit oder in der eingeschränkten Fähigkeit, die Fehler anderer Verkehrsteilnehmer zu kompensieren. Aufgrund des bedeutsamen Anteils an Alleinunfällen könnten bei E-Bike-Fahrern auch sensomotorische Defizite (in Kombination mit den gewöhnungsbedürftigen Fahreigenschaften des E-Bikes) eine Rolle spielen. Detailliertes Wissen über die Ursachen von Alleinunfällen von E-Bike-Fahrern und über den Unfallhergang fehlt zurzeit aber noch. Ebenfalls offen ist, ob vor allem Anfänger oder auch erfahrene Lenker alleine verunfallen [187].

Fahrtechnische Trainings und regelmässiges Radfahren können die sensomotorischen Fähigkeiten positiv beeinflussen. Da motorische Defizite nur selten als Ursache für Fahrradunfälle registriert werden und nur ein Teil der älteren Radfahrenden motorische Defizite aufweist, ist das Rettungspotenzial von Trainings für **Radfahrer** als gering einzuschätzen. Aus Gründen der Mobilitätsfreiheit, Autonomie und sozialen Teilhabe von älteren Personen können spezielle fahrtechnische Trainings aber dennoch sinnvoll sein. Da E-Bikes andere Fahreigenschaften aufweisen als Fahrräder (Gewicht, z. T. ruckartiges Anfahren), können sie etwas Eingewöhnung bedürfen. Aus diesem Grund sind Trainings für **E-Bike-Fahrer** eher zu empfehlen. Sie sollten sich vor allem an Neuesteiger mit wenig Vorerfahrung mit dem konventionellen Fahrrad richten. Fahrrad- oder E-Bike-Trainings für ungeübte Senioren sollten im Schonraum stattfinden, für Fortgeschrittene im Strassenverkehr. Im internationalen Kontext existieren verschiedene Programme zur Erhöhung der Fahrradsicherheit älterer Menschen. Evaluierte Programme scheinen jedoch nicht vorhanden zu sein. Ein auf wissenschaftlicher Basis entwickeltes

Trainingsprogramm wurde von der Unfallforschung der Versicherer GDV herausgegeben [188]. Eine Adaptation für E-Bike-Kurse mit anschliessender Evaluation wäre prüfenswert.

Aufgrund der hohen Verletzlichkeit älterer Radfahrer und E-Bike-Fahrer ist das Tragen eines Helms von hoher Bedeutung. Entsprechende Massnahmen werden in Kapitel VI.1.6, S. 115, thematisiert.

d) Fussgängertrainings

Auswertungen des Unfallgeschehens weisen auf zwei Hauptproblemfelder für zu Fuss gehende Senioren hin: das Überqueren der Strasse ohne Vortrittsregelung und das Queren an Fussgängerstreifen. Im Vergleich zu jüngeren Fussgängern verhalten sich Senioren zwar vorsichtiger, körperliche und kognitive Beeinträchtigungen führen jedoch zu verschiedenen problematischen Verhaltensweisen. So benötigen ältere Fussgänger im Vergleich zu jüngeren für die Wahrnehmungs-, Informations- und Entscheidungsprozesse deutlich mehr Zeit (insbesondere in komplexen Verkehrssituationen), können die zeitliche Lücke für die Strassenquerung nicht vollständig an ihre verringerte Gehgeschwindigkeit anpassen und müssen dem Gehen und somit dem Boden mehr Aufmerksamkeit widmen [189]. Es ist wichtig, dass Senioren die situativen Anforderungen und die persönlichen (Leistungs)möglichkeiten adäquat einschätzen (Risikokompetenz), um richtig zu entscheiden (queren oder nicht).

Praktische Trainings sind als Massnahme zur **Verbesserung des Querungsverhaltens** von älteren Fussgängern denkbar. Es existieren jedoch kaum Studien über deren Wirksamkeit. Eine Intervention in Frankreich mit Informationsvermittlung und Übungen am Simulator hat sich positiv auf das

Querungsverhalten von Senioren ausgewirkt, die Teilnehmenden hatten aber auch nach dem Training noch Schwierigkeiten, die Geschwindigkeit heranahender Fahrzeuge einzuschätzen. Mit zunehmender Geschwindigkeit fällten sie mehr und mehr gefährliche Entscheidungen. Nach 6 Monaten fielen die positiven Effekte des Trainings geringer aus als unmittelbar nach dem Training. Die Autoren fordern daher als wichtige Sicherheitsmassnahme für zu Fuss gehende Senioren Geschwindigkeitsreduktionen [190]. Eine weitere Intervention für ältere Fussgänger führte zu einer besseren Geschwindigkeitseinschätzung bezüglich heranahender Autos. Die Studie enthielt jedoch keine Follow-up-Phase, beinhaltete kein tatsächliches Querens und untersuchte nicht, inwiefern die Geschwindigkeitseinschätzung die Entscheidungen bezüglich Lücken beeinflusste [191].

Gesundheitsfördernde Massnahmen wie Kraft- und Ausdauertraining sowie das Training von funktionaler Leistungsfähigkeit (z. B. Gleichgewicht) können möglicherweise einen Beitrag zur Fussgängersicherheit leisten. Solche Programme werden allerdings meist zur **Sturzprävention** entwickelt [192]. Ein Wirksamkeitsnachweis für die Fussgängersicherheit konnte nicht gefunden werden. Vermutlich sind kognitive Faktoren wie die Einschätzung der Geschwindigkeit oder der eigenen Fähigkeiten für die Sicherheit der älteren Fussgänger aber entscheidender als die körperliche Leistungsfähigkeit.

Einen wichtigen Beitrag zur eigenen Sicherheit können Fussgänger leisten, wenn sie ihre Sichtbarkeit verbessern. Entsprechende Sensibilisierungsmassnahmen sind in Kapitel VI.1.6, S. 115 aufgeführt.

Obwohl die meisten älteren Verkehrsteilnehmer als Fussgänger schwer verunfallen, dürfte der Nutzen

edukativer Massnahmen sehr bescheiden sein. Die Prävention muss vor allem auch bei der Infrastruktur und beim Fahrzeugschutz ansetzen. Mögliche Massnahmen werden in Kapitel VI.2 und VI.3 präsentiert.

Trainings zur Verminderung der körperlichen Verletzlichkeit

Die bisher beschriebenen Trainingsmassnahmen dienen der primären Prävention (Unfallverhinderung). In Ergänzung dazu wären auch Interventionen im Bereich der Sekundärprävention (Verminderung der Verletzungsschwere) denkbar, z. B. Trainings gegen die hohe körperliche Verletzlichkeit der Senioren im Falle eines Unfalls. Diese hängt unter anderem mit der abnehmenden Knochendichte im Alter zusammen. Verschiedene Studien zeigen, dass die **Knochendichte** von Senioren durch Kraft- und Ausdauertrainings wie Aerobic, Krafttraining oder Vibrationstraining (Power Plate), verbessert oder zumindest im Abbau gebremst werden kann. Ein Überblick findet sich u. a. bei Gomez-Cabello und Kollegen [193]. Neben der Knochendichte lassen sich durch Krafttraining auch **Muskelmasse** und **Kraft** verbessern. Diese physiologischen Anpassungen können zudem durch bestimmte Ernährungsinterventionen wie z. B. essenzielle Aminosäuren, Milcheiweisse oder Vitamin D gesteigert werden [194]. Dass eine höhere Knochendichte mit einem geringeren Risiko für Brüche (z. B. Hüftfraktur) einhergeht, ist erwiesen [z. B. 195]. Inwiefern sich durch entsprechende Trainingsmassnahmen aber tatsächlich die Verletzungsschwere im Falle eines Verkehrsunfalls reduzieren lässt, kann nicht beurteilt werden. Bei älteren Fahrzeuginsassen kann die physische Toleranz eines Aufpralls durch die Trainings möglicherweise in Richtung Normwerte erhöht werden. Bei schwächeren Verkehrsteilnehmern dürften die Trainings jedoch keinen nennenswerten

Einfluss auf die Verletzungsschwere haben, da die kinetische Energie, die bei einem Unfall auf den menschlichen Körper einwirkt, sehr gross ist. Aus Public-Health-Perspektive sind Trainingsmassnahmen für Senioren aber in jedem Fall empfehlenswert.

Tabelle 11 enthält Strategien/Massnahmen zur Erreichung der dargestellten Zielsetzungen im Bereich der Trainingsmassnahmen.

1.6 Edukative Massnahmen

1.6.1 Ausgangslage

Senioren sollen auch im höheren Alter mobil bleiben und am Strassenverkehr teilnehmen können. Für eine sichere Verkehrsteilnahme müssen allfällige sicherheitsrelevante Defizite wahrgenommen und kompensiert werden. Sensibilisierungsmass-

nahmen über altersbedingte Leistungsbeeinträchtigungen und deren Folgen für die Verkehrssicherheit sind daher notwendig. Es ist aber wichtig, dass die älteren Verkehrsteilnehmer nicht nur vor allfälligen Beeinträchtigungen gewarnt werden, sondern dass sie auch **Handlungsempfehlungen** erhalten, wie sie sich eine sichere Mobilität bewahren können.

Aufgrund der hohen Verletzlichkeit ist die Wahrscheinlichkeit, als Opfer eines Unfalls zu sterben (Letalität), bei Senioren massiv höher als bei den anderen Altersgruppen. Diese Tatsache trifft auf alle Arten der Verkehrsteilnahme zu, aber insbesondere auf die ungeschützteren Arten (Fussverkehr, Fahrrad, Motorrad). Der Schwerpunkt für die Prävention bei älteren Verkehrsteilnehmenden sollte infolge der hohen Letalität bei der Vermeidung von Unfällen liegen. Ergänzend sollten aber auch Massnahmen zur Verminderung der Verletzungsschwere ergriffen werden (z. B. zum Tragen von Schutzausrüs-

Tabelle 11
Strategien/Massnahmen im Bereich der Trainingsmassnahmen zur Reduktion von Personenwagen-, Fahrrad- und Fussgängerunfällen von älteren Verkehrsteilnehmern

Strategien/Massnahmen	Beurteilung
Förderung von praktischen Fahrtrainings in Kombination mit theoretischer Schulung für ältere PW-Lenkende	Bedingt empfehlenswert (vorgängige Evaluation)
Prüfen der Wirtschaftlichkeit von praktischen Fahrtrainings in Kombination mit theoretischer Schulung für ältere PW-Lenkende	Empfehlenswert
Ausschliesslich theoretische Schulungen für ältere PW-Lenkende	Nicht empfehlenswert
Fahrtrainings im Fahrsimulator	Nicht empfehlenswert
Auf wissenschaftlicher Basis konzipierte Funktionstrainings für kognitive Fähigkeiten und körperliche Fitness (z. B. kompensatorische Kopf-/Augenbewegungen, visuelle Suchstrategien, Kraft und Flexibilität) bei Senioren	Bedingt empfehlenswert (bei geringen Kosten)
Durchführen von Forschungsstudien zur Entwicklung von kostengünstigen (z. B. video- bzw. webbasierten), wirksamen Funktionstrainings für kognitive Fähigkeiten und körperliche Fitness	Empfehlenswert
Spezielle fahrtechnische Trainingsmöglichkeiten für ältere Radfahrer und E-Bike-Fahrer; für ungeübte Senioren im Schonraum und für fortgeschrittene im Verkehr	Bedingt empfehlenswert
Auf wissenschaftlicher Basis konzipierte praktische Trainings für ältere Fussgänger zur Verbesserung des Querungsverhaltens	Bedingt empfehlenswert
Auf wissenschaftlicher Basis konzipierte Sturzpräventionsprogramme zur Erhaltung der Sensomotorik im Seniorenalter	Bedingt empfehlenswert (bei geringen Kosten)
Auf wissenschaftlicher Basis konzipierte Trainings zur Verminderung der körperlichen Verletzlichkeit von Senioren	Bedingt empfehlenswert

tung motivieren). Ältere Verkehrsteilnehmende können entscheidend zu ihrer Sicherheit beitragen, wenn sie die gängigen Präventionsempfehlungen befolgen.

1.6.2 Zielsetzung

Durch geeignete Massnahmen sind folgende Ziele zu erreichen:

- Ältere Verkehrsteilnehmende müssen Möglichkeiten kennen und motiviert sein, ihr Verhalten entsprechend ihrer Beeinträchtigungen anzupassen.
- Ältere Verkehrsteilnehmende müssen Möglichkeiten kennen und motiviert sein, sich im Strassenverkehr zu schützen (Schutzausrüstung, Sichtbarkeit).

Nachfolgend werden zuerst grundsätzliche Empfehlungen für die Gestaltung von Sensibilisierungsmassnahmen für Senioren abgegeben. Danach werden die wichtigsten Handlungsempfehlungen für ältere Fussgänger, Radfahrer und PW-Lenker aufgelistet.

1.6.3 Umsetzung

a) Grundsätzliche Empfehlungen

Kommunikative Massnahmen und Beratungsangebote können dazu beitragen, kompensatorische Mechanismen in Gang zu setzen. Die vermittelten Botschaften müssen konkret und leicht umsetzbar und ihre Wirksamkeit einleuchtend sein. Sensibilisierungsmittel wie Informationsbroschüren oder massmediale Kampagnen können entweder auf alle oder spezifisch auf ältere Verkehrsteilnehmende ausgerichtet werden. Wichtig ist, dass sich die Se-

nioren damit angesprochen fühlen. Da altersbedingte Veränderungen nicht einfach zu erkennen und zu akzeptieren sind, müssen **Anspracheformen und Bildmaterial** für seniorenspezifische Informationsmittel sorgfältig ausgewählt werden [196,197]. Negative Altersstereotype sind zu vermeiden [112]. Auch Senioren sind keine homogene Gruppe. Die **Heterogenität** sollte bei der Konzeption von seniorenspezifischen Sensibilisierungsmitteln berücksichtigt werden.

Informationsvermittlung hat im Vergleich zu rechtlichen Massnahmen den Vorteil, auf grössere **Akzeptanz** zu stossen – sowohl in der Öffentlichkeit als auch in der Politik. Informationsvermittlung ist aber nur bei guter Qualität und bei geringen Streuverlusten sinnvoll. Für die gezielte direkte oder indirekte Ansprache von Senioren ist bereits eine Vielzahl etablierter **Kanäle** vorhanden. Dazu gehören die Ärzteschaft, Optik-/Akustikgeschäfte, Heimnetzwerke, Beratungsstellen, Pro Senectute, spitalexterne Dienste oder Volkshochschulen. Bei massenmedialen Ansätzen (Plakat- oder TV-Kampagnen mit grosser Breitenwirkung) ist die Gefahr des Streuverlustes grösser. Allerdings wird der Anteil ältere Menschen aufgrund der demografischen Entwicklung in den nächsten Jahrzehnten deutlich zunehmen, sodass massenmediale Ansätze für die Zielgruppe Senioren in Zukunft an Bedeutung gewinnen könnten. Es ist jedoch festzuhalten, dass massenmediale Interventionen allein selten eine Verhaltensänderung bewirken. Sie tragen eher dazu bei, die Bevölkerung für relevante gesellschaftliche Themen (wie Senioren als Fussgänger) zu sensibilisieren und so den Weg für wirksame Massnahmen, wie Tempo-30-Zonen, zu ebnen. Auch von edukativen Massnahmen generell darf keine grosse Reduktion von Seniorenunfällen er-

wartet werden, da solche Interventionen in der Regel nur von Personen wahrgenommen werden, die bereits für das Thema sensibilisiert sind.

b) Handlungsempfehlungen für ältere Fussgänger

Da **ältere Fussgänger** relativ viel Zeit für Wahrnehmungs-, Informations- und Entscheidungsprozesse benötigen und Schwierigkeiten haben, die zeitliche Lücke für die Strassenquerung an ihre verringerte Gehgeschwindigkeit anzupassen [189], sollten sie motiviert werden, Strassen wenn möglich nur auf **Fussgängerstreifen** zu queren. Viele Senioren dürften den Umweg zum nächsten Fussgängerstreifen aber scheuen, da ihnen dieser zu umständlich erscheint. Diese Umwegempfindlichkeit lässt sich vermutlich kaum beeinflussen. Wirksamer erscheint deshalb wo möglich die Anpassung der Infrastruktur.

An Fussgängerstreifen ohne Verkehrsregelung sind Senioren wie alle Fussgänger darauf hinzuweisen, dass trotz Vortrittsrecht Vorsicht geboten ist. Indem sich Fussgänger durch **Blickkontakt** mit dem Lenker vergewissern, dass ihre Absicht erkannt wurde, werden Gefahren beim Queren deutlich reduziert.

Die mangelnde **Erkennbarkeit** ist generell ein Risikofaktor für Fussgängerunfälle. Senioren sollten daher motiviert werden, sich bei schlechten Witterungs- und Sichtverhältnissen mit heller Kleidung und / oder retroreflektierenden Materialien an Hand- und Fussgelenken (Biomotion-Konfiguration) sichtbar zu machen [198].

Trainingsmassnahmen für ältere Fussgänger wurden in Kapitel VI.1.5 aufgegriffen.

c) Handlungsempfehlungen für ältere Radfahrer

Auch für Radfahrer ist eine gute **Sichtbarkeit** wichtig. Zusätzlich zur entsprechenden Kleidung sind reflektierende Accessoires (Leuchtweste, Leuchtband, Speichenreflektoren usw.) zu empfehlen. Darüber hinaus sollten die älteren Radfahrenden auf die Wichtigkeit von möglichst heller sowie funktionssicherer Fahrradbeleuchtung (am besten mit Standlichtfunktion) und das Vermeiden des toten Winkels von Motorfahrzeugen hingewiesen werden.

Beim Fahren sollten Senioren dazu angehalten werden, nie ohne Handzeichen und Schulterblick links abzubiegen. Bei Nackenproblemen ist das Anbringen eines **Spiegels** zu empfehlen. Bei Unsicherheit sollten ältere Radfahrer absteigen und das Fahrrad auf dem Fussgängerstreifen über die Strasse schieben [199].

Für ältere Radfahrende ist das Tragen eines **Helms** aufgrund ihrer hohen Vulnerabilität besonders wichtig. Es ist davon auszugehen, dass ein Fahrradhelm im Durchschnitt die Wahrscheinlichkeit eines Kopfverletzung um ca. 50 % reduziert [200]. Speziell für Senioren kann das Rettungspotenzial jedoch nicht abgeschätzt werden [201]. Neben reinen Sensibilisierungskampagnen sind für die Erhöhung der Helmtragquote auch finanzielle Anreizsysteme denkbar. Dabei sind aber gewissen Rahmenbedingungen zu beachten, z. B. bezüglich der Programmdauer oder der Vergabekriterien [vgl. 202]. Zusätzlich zur Empfehlung, einen Helm zu tragen, sind auch konkrete Anweisungen abzugeben, wie der Helm korrekt aufzusetzen ist.

Senioren, die erwägen, ein neues Fahrrad zu kaufen, sollten zum **Kauf** eines Fahrzeugs mit seniorenfreundlicher Gestaltung animiert werden. Empfohlen werden u. a. ein tiefer Durchstieg, tief ange-setzte Pedale, ein geringes Eigengewicht, eine Beleuchtung mit Nabendynamo, Lichtsensor und Standlicht sowie eine Drehgriff-Gangschaltung [203]. E-Bikes sind bei Senioren sehr beliebt. Auch diesbezüglich gilt es beim Kauf einige technische Aspekte zu beachten. Zu erwähnen sind u. a. hydraulische Scheibenbremsysteme, kein Nachlaufen oder verzögertes Einsetzen des Motors, eine neutrale Gewichtsverteilung zwischen Motor und Batterie sowie ein tiefer Schwerpunkt, ein stabiler Rahmen und eine Lichteinschaltautomatik [187]. Entsprechende Informationen könnten via Fahrradhändler aber auch via Produktetests gestreut werden.

Empfehlungen zu Trainingsmassnahmen finden sich in Kapitel VI.1.5.

d) Handlungsempfehlungen für ältere PW-Lenkende

Mögliche Handlungsempfehlungen für ältere **PW-Lenkende** sind vielfältig. Verschiedene Massnahmen wurden bereits in den vorhergehenden Kapiteln erwähnt. Informationen zu freiwilligen Angeboten zur Abklärung der Fahrkompetenz im Realverkehr finden sich in Kapitel VI.1.2, Empfehlungen für augenärztliche Kontrollen in Kapitel VI.1.3 und Informationen bezüglich der Sensibilisierung für den Medikamentengebrauch in Kapitel VI.1.4.

Neben dem Augenarztbesuch ist zu empfehlen, alle chronischen oder wiederkehrenden **Erkrankungen** und die notwendigen **Medikamente** vom Hausarzt oder Facharzt bezüglich Fahreignung abklären zu lassen [204]. Weitere mögliche Handlungs-

empfehlungen können von der einfachen **Anpassung des Fahrverhaltens** (z. B. Verzicht auf Nachtfahrten) bis hin zur **freiwilligen Rückgabe des Führerausweises** reichen. Eine gute Möglichkeit, um zur Selbstdiagnose anzuregen und Handlungsempfehlungen abzugeben, sind Selbstbeurteilungsinstrumente. Sie wurden in Kapitel VI.1.2 thematisiert.

Ältere PW-Lenkende sollten ermutigt werden, sichere, mit spezifischen **Fahrerassistenzsystemen** ausgestattete Autos zu kaufen. Entsprechende Informationen und Massnahmen finden sich in Kapitel VI.2.

Ist die Fahreignung nicht mehr gegeben, muss ein Teil der Senioren unterstützt werden, **vom Auto auf andere Transportmittel umzusteigen**. Dabei geht es unter anderem darum, zu vermitteln, wie die ältere Person ihre (Mobilitäts)ziele trotz abnehmenden Ressourcen erreichen kann [205]. Zu diesem Zweck sollten einerseits formelle, personalisierte Informationen über die verschiedenen Fortbewegungsmöglichkeiten abgegeben werden (lokale ÖV-Angebote usw.). Andererseits haben ältere Personen oft auch einen hohen Bedarf an informellen Informationen (z. B. bezüglich der sozialen Normen beim Benutzen des Busses oder der Verfügbarkeit von Sitzplätzen) [206]. Die Informationen könnten in schriftlicher Form abgegeben werden. Denkbar wäre aber auch die Einrichtung von «Mobilitätszentren», in denen sich die Senioren **beraten** lassen könnten. Für die emotionale und praktische Unterstützung könnte das Anbieten von sozialen «Reisegruppen» sinnvoll sein [206].

Praxisorientierte Kurse für ältere Personen zum Unterwegssein im öffentlichen Verkehr existieren in der Schweiz bereits. «Mobil sein & bleiben» bietet

regionale Kurse an, die den Umgang mit dem Ticketautomat schulen, das Streckennetz erklären oder auch das Einsteigen ins Tram üben [207]. Diese Kurse sollten bekannt gemacht und gefördert werden.

In Tabelle 12 sind Strategien/Massnahmen zur Vermittlung von Handlungsempfehlungen für ältere Verkehrsteilnehmende aufgeführt, die den dargestellten Zielsetzungen im Bereich der Verhaltensanpassung dienen können.

1.7 Fazit

Altersbedingte Abnahmen in verschiedenen sensorischen, kognitiven und motorischen Fähigkeiten können die Sicherheit von älteren Verkehrsteilnehmenden beeinträchtigen. Krankheiten erhöhen das Unfallrisiko von Senioren zusätzlich. Die spezifischen Risikofaktoren und Schwierigkeiten der älteren Verkehrsteilnehmenden sind jedoch relativ gut bekannt, sodass sich verschiedene Massnahmen zur Verbesserung ihrer Sicherheit ableiten lassen. In diesem Kapitel wurden Möglichkeiten im Bereich der primären Prävention (Verhinderung von Unfällen mit Schwerverletzten und Getöteten) identifiziert, die direkt bei den Senioren selber ansetzen.

Tabelle 12
Strategien/Massnahmen im Bereich der edukativen Massnahmen

Strategien/Massnahmen	Beurteilung
Edukative Interventionen (Broschüren, Kommunikationskampagnen, Schulungsprogramme) mit Informationen über alters- oder krankheitsbedingte Defizite und Handlungsempfehlungen zur Förderung von sicherheitsorientiertem Verhalten von älteren Verkehrsteilnehmern	Empfehlenswert
Verbreiten von Informationen und Förderung von Beratungsangeboten und praxisorientierten Kursen zum Umstieg vom PW auf anderer Verkehrsmittel bzw. generell zum Gebrauch des öffentlichen Verkehrs	Empfehlenswert

In der Schweiz ist die periodische **Fahreignungsabklärung** ab 70 Jahren obligatorisch (i. d. R. beim Hausarzt). Zwar entsprechen altersbezogene Pflichtuntersuchungen einem gesellschaftlichen und politischen Bedürfnis, Evaluationsstudien finden jedoch gesamthaft keine positiven Effekte auf die Verkehrssicherheit. Konkrete Veränderungsvorschläge am aktuellen System sollten jedoch erst nach der Evaluation der neu eingeführten Massnahmen zur Qualitätssicherung erarbeitet werden. Die Möglichkeit, die **Fahrberechtigung** zu **beschränken** statt ganz aufzuheben, stellt eine sinnvolle Massnahme dar, das Unfallrisiko zu reduzieren, aber dennoch ein akzeptables Niveau an Mobilität zu ermöglichen. Neben der obligatorischen Fahreignungsabklärung sind auch **Angebote zur freiwilligen Abklärung der Fahreignung** denkbar, z. B. in Form von Rückmeldefahrten im Realverkehr. Da diese aber teuer sind und Personen, die am meisten davon profitieren würden, vermutlich nicht teilnehmen, ist vor der Förderung entsprechender Angebote eine wissenschaftliche Evaluation (Erfolgskontrolle, Selbstselektion usw.) notwendig. Auch Selbstbeurteilungsinstrumente haben das Potenzial, ältere PW-Lenkende zu einer kritischen Auseinandersetzung mit ihrer Fahreignung zu bewegen. Als Aufklärungsmittel betrachtet sind sie eine gute Ergänzung für Programme und Interventionen für ältere PW-Lenkende. Da ihre Wirkung auf Selbstregulation und Unfallgeschehen aber noch nicht ausreichend evaluiert ist, sind entsprechende Aktionen wissenschaftlich zu begleiten (Erfolgskontrolle).

Verschiedene alterstypische **Krankheiten** können **behandelt** werden. Behandlungen, die nachweislich eine Verbesserung für die Sicherheit und Mobilität der Senioren darstellen, müssen ausgeschöpft werden. Wirkungsvoll und daher sehr empfehlenswert sind unter anderem die Behandlung von

Schlafapnoe und grauem Star. Um allfällige Probleme überhaupt festzustellen, sollten ältere Verkehrsteilnehmende systematisch mit **Informationsmaterial** zu sicherheitsrelevanten, alters- oder krankheitsbedingten Leistungsbeeinträchtigungen bedient und ermutigt werden, sich bei Bedenken auch ausserhalb der obligatorischen Kontrolluntersuchungen vom Augenarzt oder Hausarzt (bez. Krankheiten, Medikamenten) gründlich untersuchen zu lassen. **Hausärzte** können einen wesentlichen Beitrag zur Gewährleistung von Sicherheit und Mobilität von Senioren leisten, der über die periodische Fahreignungsabklärung hinausgeht. Daher ist es wichtig, dass sie über **verkehrsmedizinisches Fachwissen** verfügen und für den Besuch entsprechender Fortbildungen motiviert werden.

Fahrten unter negativer Einwirkung von **Medikamenten** müssen vermieden werden. **Sensibilisierungsmassnahmen** über die fahrfähigkeitsbeeinträchtigende Wirkung von Arzneien bei Fachpersonen (Ärzten, Apothekern), Patienten und Angehörigen sowie spezifische **Informationen auf Beipackzetteln und Verpackungen** (z. B. Piktogramme) sind daher begrüssenswert. Grossangelegte **Polizeiaktionen** spezifisch für Senioren sind aufgrund der geringen Unfallrelevanz und Wirtschaftlichkeit weniger zielführend. Nach auffälligem Verhalten ist eine Überprüfung der Medikamenteneinnahme hingegen angezeigt. Diesbezüglich wäre zu prüfen, ob von der Polizei eingesetzte Beobachtungsverfahren geeignete Kontrollinstrumente darstellen.

Durch regelmässige Aktivierung bzw. Trainings können dem Abbau der kognitiven und motorischen Funktionen im Alter teilweise entgegengewirkt werden. Entsprechende Trainings können sich zu einem gewissen Grad sowohl positiv auf die Mobilität und

Verkehrssicherheit von Senioren generell wie auch auf ihre Fahrkompetenz auswirken. In **praktischen Fahrtrainings** sollten gezielt objektiv schwierige Verkehrssituationen geübt werden. Die Kombination mit theoretischen Schulungen ist sinnvoll. Vor der Förderung entsprechender Angebote ist jedoch eine Prüfung der Wirtschaftlichkeit angezeigt. Theorieunterricht allein ist nicht zu empfehlen. **Funktionstrainings für kognitive Fähigkeiten und körperliche Fitness** (u. a. Flexibilität von Kopf, Hals und Rumpf, Bewegungsgeschwindigkeit) können sich tendenziell positiv auf das Fahrverhalten auswirken, sie sind dem Training im Realverkehr aber unterzuordnen. Praktische Trainings sind auch für **Radfahrer und E-Bike-Fahrer** und für **Fussgänger** denkbar. Die Datenlage zur Wirksamkeit ist jedoch beschränkt. Vor einer breiten Förderung sollten entsprechende Studien, z. B. in Form eines Pilotprojekts mit anschliessender Evaluation, durchgeführt werden.

Ältere Verkehrsteilnehmende können entscheidend zu ihrer Sicherheit beitragen, wenn sie die gängigen Präventionsempfehlungen befolgen. Dazu gehören unter anderem die Erhöhung der eigenen Sichtbarkeit oder das Tragen eines Fahrradhelms. Mittels **edukativer Interventionen** wie Broschüren oder Kommunikationskampagnen sollten entsprechende **Handlungsempfehlungen** abgegeben werden. Dabei sind Anspracheformen und Bildmaterial sorgfältig auszuwählen. Beim Wechsel vom Auto auf andere Transportmittel muss ein Teil der Senioren unterstützt werden. Hierfür können generelle Informationen zum Gebrauch des öffentlichen Verkehrs abgegeben und **Beratungsangebote** und praxisorientierte Kurse angeboten werden.

In Tabelle 13 sind zusammenfassend die empfehlenswertesten Massnahmen dargestellt.

Tabelle 13
Empfehlenswerteste menschenbezogene Strategien/Massnahmen zur Erhöhung der Verkehrssicherheit von Senioren

Strategien/Massnahmen	Beurteilung
Evaluation der Umsetzung und Auswirkungen der neuen Verordnung (ab 1.7.2016) zur Fahreignungsabklärung (Präzisionsgrad der Abläufe, Ausbildung der Ärzte)	Sehr empfehlenswert
Schulung der zuständigen Personen in den Strassenverkehrsämtern, damit sie schweizweit nach den gleichen Kriterien über die Notwendigkeit und Art von Fahreignungsuntersuchung entscheiden	Empfehlenswert
Anbieten und Bewerben von kompakten Schulungsangeboten zum Thema Fahreignungsabklärung für Ärzte der Ausbildungsstufe 1	Empfehlenswert
Informationen an Ärzte und amtliche Kontrollbehörden vermitteln, damit die Möglichkeit, den Führerausweis örtlich, zeitlich, auf Strassentyp, Fahrzeugart oder individuell ausgestattete Fahrzeuge zu beschränken, ausgeschöpft wird	Empfehlenswert
Wissenschaftliche Evaluation von Angeboten zur freiwilligen individuellen Beurteilung der Fahrkompetenz im Realverkehr (Erfolgskontrolle, Selbstselektion usw.)	Empfehlenswert
Systematische Bedienung von älteren PW-Lenkenden mit Selbstbeurteilungsinstrumenten und Evaluation der Wirkung auf Selbstregulation und Unfallgeschehen	Empfehlenswert
Systematische Bedienung von älteren PW-Lenkenden (z. B. ab 60 Jahren) mit Informationsmaterial zu fahrrelevanten, alters- oder krankheitsbedingten Leistungsbeeinträchtigungen, inkl. Aufforderung für regelmässige augenärztliche Kontrollen (insbesondere grauer Star)	Empfehlenswert
Durch Information und Ausbildung der Ärzte sicherstellen, dass die Behandlungsmöglichkeiten, die nachweislich eine Verbesserung für die Sicherheit und Mobilität der Senioren darstellen (z. B. von Schlafapnoe und grauem Star), ausgeschöpft werden	Sehr empfehlenswert
Hausärzte für den Besuch von Fortbildungen im Bereich der Verkehrsmedizin (verkehrsrelevante Erkrankungen, Wirkung von Medikamenten auf die Fahrfähigkeit) motivieren	Empfehlenswert
Spezifische Ausbildungselemente für Studierende der Fachrichtungen Medizin, Pharmakologie, Psychologie erarbeiten	Empfehlenswert
Förderung von Forschungsstudien zur Erforschung der Wirksamkeit verschiedener medizinisch-therapeutischer Massnahmen auf das Unfallrisiko von älteren PW-Lenkenden	Empfehlenswert
Sensibilisieren über die Medikamentenproblematik im Verkehr – sowohl bei Fachpersonen (Ärzte, Psychiater, Apotheker, Patientenorganisationen) als auch bei Patienten und Angehörigen	Empfehlenswert
Piktogramme auf Medikamentenpackungen und differenzierte Hinweise auf Beipackzetteln	Sehr empfehlenswert
Schulung der Polizei zur Erhöhung der Erkennungswahrscheinlichkeit von Fahrten unter Einfluss von Medikamenten, evtl. in Form des «Diagnose-von-Auge-Verfahrens», mit wissenschaftlicher Begleitung	Empfehlenswert
Prüfen der Wirtschaftlichkeit von praktischen Fahrtrainings in Kombination mit theoretischer Schulung für ältere PW-Lenkende	Empfehlenswert
Durchführen von Forschungsstudien zur Entwicklung von kostengünstigen (z. B. video- bzw. webbasierten), wirksamen Funktionstrainings für kognitive Fähigkeiten und körperliche Fitness	Empfehlenswert
Edukative Interventionen (Broschüren, Kommunikationskampagnen, Schulungsprogramme) mit Informationen über alters- oder krankheitsbedingte Defizite und Handlungsempfehlungen zur Förderung von sicherheitsorientiertem Verhalten von älteren Verkehrsteilnehmern	Empfehlenswert
Verbreiten von Informationen und Förderung von Beratungsangeboten und praxisorientierten Kursen zum Umstieg vom PW auf anderer Verkehrsmittel bzw. generell zum Gebrauch des öffentlichen Verkehrs	Empfehlenswert

2. Fahrzeugbezogene Massnahmen (M. Cavegn)

2.1 Einleitung

Einer Steigerung der kognitiven und physischen Leistungsfähigkeit älterer Menschen sind enge Grenzen gesetzt. Auch die altersabhängigen Fahr-eignungsuntersuchungen mit dem Ziel, Personen mit entsprechenden Defiziten vom Autofahren fern-zuhalten, führen nach internationalen Studien nicht zu einer allgemeinen Verbesserung der Verkehrs-sicherheit [2]. Sensibilisierende und andere eduka-tive Massnahmen können einen gewissen Beitrag zur Steigerung der Sicherheit leisten, aber auch ihnen sind Grenzen gesetzt. Somit kommt den tech-nischen Massnahmen eine wichtige Rolle zu, um die Sicherheit älterer Menschen im Strassenverkehr zu verbessern. Insbesondere in modernen Fahr-sistenzsystemen (FAS) liegen grosse Hoffnungen. FAS, die bei den typischen Schwierigkeiten älterer Autofahrer Unterstützung bieten und die zugrunde liegenden funktionellen Einschränkungen gezielt berücksichtigen, können zu einer deutlichen Verrin-gerung der Unfallbeteiligung von Senioren führen. Moderne Technologien kommen den Senioren aber nicht nur als PW-Insassen zugute. Dank Systemen zum Partnerschutz profitieren sie auch, wenn sie zu Fuss oder mit dem Fahrrad unterwegs sind.

Neben diesen aktiven Sicherheitssystemen sind auch Massnahmen im Bereich der passiven Sicherheit zur Verhinderung von Verletzungen und Spätfolgen (Si-cherheitsgurt, Airbag) geeignet, um die Sicherheit älterer Verkehrsteilnehmer zu erhöhen. In Anbe-tracht der dominierenden Rolle von FAS zur künftigen Sicherheitssteigerung wird der Schwerpunkt nachfolgend aber auf die aktiven Sicherheitssysteme gelegt.

In Kapitel VI.2.2, S. 123, wird aufgezeigt, welche konkreten Systeme das grösste Potenzial aufweisen, um die funktionellen Einschränkungen älterer Fah- rer zu kompensieren und ihre Sicherheit zu erhöhen. Kapitel VI.2.3 befasst sich mit allfälligen Nutzungs- barrieren für den Kauf bzw. den Einsatz von FAS. Gerade bei den oftmals wenig technikaffinen Seni- oren werden grössere Hürden vermutet als bei Fah- rern anderen Alters. Bei aller Zuversicht über den ho- hen Sicherheitsnutzen von Assistenzsystemen dür- fen mögliche negative Effekte nicht ignoriert werden. In Kapitel VI.2.4 werden mögliche negative Verhaltensanpassungen (z. B. schnellere Nachtfahr- ten aufgrund von sichtverbessernden FAS) themati- siert. Allfällige Überforderungen und Ablenkungen durch die Bedienung der Systeme sowie Überlegun- gen zur ergonomischen Gestaltung von FAS sind Gegenstand von Kapitel VI.2.5. Massnahmen zur Er- höhung der passiven Sicherheit werden in Kapi- tel VI.2.6 dargestellt. Diese beziehen sich zum einen auf den Insassenschutz und zum anderen auf den Schutz von Fussgängern und anderen schwachen Verkehrsteilnehmern als potenzielle Kollisionsopfer von Motorfahrzeugen. Kapitel VI.2.7 fasst die Be- funde zusammen.

Im vorliegenden Kapitel werden nicht sämtliche fahrzeugtechnischen Sicherheitsmöglichkeiten aus- geführt, sondern nur die wichtigsten seniorenspe- zifischen Aspekte diskutiert. Einen allgemeinen Überblick über die Schutzmöglichkeiten für Perso- nenwageninsassen, Fussgänger und Radfahrer ge- ben die Sicherheitsdossiers Nr. 13 «Personenwa- gen-Lenkende und -Mitfahrende» [208, Kap. VI.2, S. 137], Nr. 11 «Fussverkehr» [209, Kap. VI.4, S. 135 ff.] bzw. Nr. 8 «Fahrradverkehr» [210, Kap. VII.6, S. 228 ff.].

2.2 Fahrassistenzsysteme (FAS)

2.2.1 Ausgangslage

Es ist seit je ein Anliegen, Fahrzeuge so zu konstruieren, dass sie den Eigenschaften und Möglichkeiten der Lenker Rechnung tragen. Auch Überlegungen zu seniorengerechten Fahrzeugen existieren bereits seit etlichen Jahren. Dabei lag der Fokus lange Zeit auf körperlichen Faktoren, v. a. auf der abnehmenden Muskelkraft und der Beweglichkeit. Beispiele für entsprechende fahrzeugtechnische Anpassungen sind grössere Türrahmen, niedrige Türschweller, erhöhte und drehbare Sitze oder auch Weitwinkelspiegel, um eingeschränkte Kopfbewegungen auszugleichen [211]. Weitere Erleichterungen bringen Systeme wie Servolenkung, Automatikgetriebe oder die Reduktion des erforderlichen Bremspedaldrucks [1]. So sinnvoll derartige Massnahmen auch sein mögen, sie erreichen nicht annähernd das Sicherheitspotenzial moderner FAS. Diese bieten völlig neue Möglichkeiten, Leistungseinschränkungen älterer Menschen auszugleichen und ihnen über eine längere Zeit eine sichere Verkehrsteilnahme zu ermöglichen [1].

Es existieren verschiedene Untersuchungen zur Abschätzung des allgemeinen Präventionspotenzials von FAS (zusammenfassend im Sicherheitsdossier Nr. 13 «Personenwagen-Lenkende und -Mitfahrende» dargestellt). Infolge der Besonderheiten älterer Fahrzeuglenker ergeben sich bei dieser Zielgruppe jedoch gewisse Verschiebungen im erwarteten Sicherheitsnutzen [212]. Um die Möglichkeiten und den Nutzen von Assistenzsystemen für ältere Lenkende eruieren zu können, bedarf es zunächst eines Blicks auf die typischen Schwierigkeiten von Senioren im Verkehr.

Unfallanalysen zeigen, dass ältere Fahrer überdurchschnittlich häufig Unfälle beim Ab- und Einbiegen an einer Kreuzung verursachen. Diese Art von Unfällen weist auf verschiedene Schwierigkeiten und funktionelle Einschränkungen hin. Eines der zentralen Probleme älterer Verkehrsteilnehmer ist ihr erhöhter Zeitbedarf. Dies zeigt sich insbesondere in komplexen Situationen. Grund dafür sind Veränderungen in der Informationsverarbeitung, der Handlungsentscheidung und der Handlungsausführung aber auch der Wahrnehmung [213,214]. Nebst den stark verlängerten Reaktionszeiten in komplexen Situationen ergeben sich folgende altersbedingte Wahrnehmungsprobleme [1,211]:

- Schwierigkeit, zu erkennen, ob andere Verkehrsteilnehmer in Bewegung sind und wie schnell sie sich einer Kreuzung nähern (schlechtere Wahrnehmung von Bewegungen)
- Übersehen anderer Verkehrsteilnehmer beim Einfädeln oder Fahrspurwechsel (begrenzt peripheres Sichtfeld und geringere Beweglichkeit des Kopfs)
- Übersehen von Verkehrsschildern und Ampeln (Probleme bei der Selektion relevanter Objekte)

Die Ursachen für diese Schwierigkeiten liegen weniger in Beeinträchtigungen der sensorischen Wahrnehmung, als vielmehr in Beeinträchtigungen der visuellen Aufmerksamkeitssteuerung (Aufmerksamkeitsverschiebung, Orientierung auf neue Reize und Allokation bzw. Zuteilung von Verarbeitungsressourcen) [215].

2.2.2 Zielsetzung

Zur Erhöhung der Sicherheit von PW-Lenkenden im Seniorenalter gilt es die neuen Möglichkeiten fortschrittlicher Technologien zu nutzen. Assistenzsysteme müssen ältere Autofahrer bei der Bewältigung

schwieriger Verkehrssituationen unterstützen und dabei die zugrunde liegenden funktionellen Einschränkungen gezielt berücksichtigen. Konkret sollten FAS vor allem folgende Funktionalitäten abdecken [1]:

- a) Lenkung der Aufmerksamkeit auf herannahende Fahrzeuge;
- b) Warnung bei Objekten im toten Winkel;
- c) Lenkung der Aufmerksamkeit auf relevante Informationen;
- d) Bereitstellen von Vorwissen über die nächste Verkehrssituation.

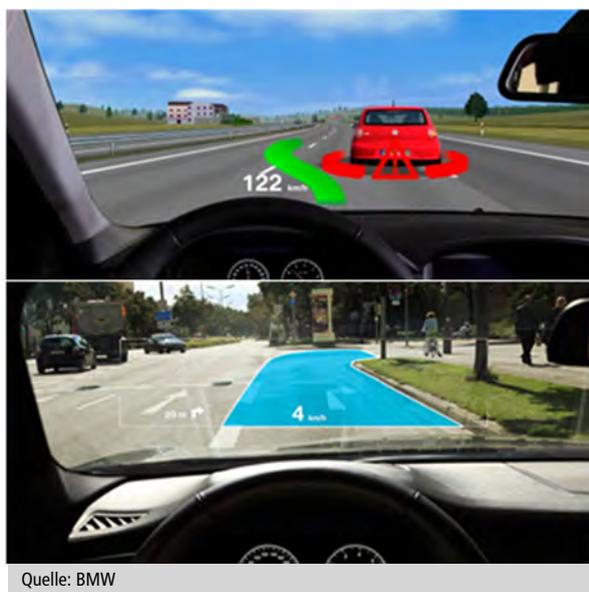
2.2.3 Umsetzung

Aktuelle, auf dem Markt erhältliche Assistenzsysteme decken zwar bereits einen Teil dieser Funktionalitäten ab. Die für ältere Fahrer nützlichste Funktion – die Unterstützung bei der **Aufmerksamkeitssteuerung und Informationsverarbeitung** – ist indessen noch nicht auf dem Markt verfügbar. Bewerkstelligen liesse sich diese Unterstützung, indem relevante periphere Reize im Verkehrsgeschehen durch technische Systeme detektiert und frühzeitig und deutlich wahrnehmbar angezeigt werden. Vorstellbar wäre z. B. ein Monitor, der sich noch im Sehfeld des Fahrers befindet, auf dem bevorzugt herannahende Fussgänger, Radfahrer und Personenwagen gut sichtbar abgebildet würden. Noch besser geeignet wären Head-up Displays (HUD) mit einer sogenannten «Augmented-Reality-Funktion». Das HUD ermöglicht es, relevante Informationen in der Frontscheibe einzublenden, sodass sie im direkten Sichtfeld des Lenkers liegen. Durch die Funktion Augmented Reality können reale Objekte in der Umwelt virtuell markiert und mit ergänzenden Informationen versehen werden. Warnhinweise verschmelzen so mit den sicherheitsrelevanten Objekten (Abbildung 27). In Anbetracht

der Leistungsdefizite älterer Autofahrer bei der Verarbeitungs- und Reaktionsgeschwindigkeit dürften zum einen nur die allerwichtigsten Informationen dargestellt werden, zum anderen müsste eine gewisse Zeitreserve für eine angemessene Reaktion zur Verfügung stehen [215].

Um ältere Autofahrer in komplexen Situationen zu entlasten, würde grundsätzlich die Möglichkeit bestehen, entsprechende Fahrmanöver autonom vom Fahrzeug ausführen zu lassen, so wie es heute bereits bei fortschrittlichen Parkassistenten der Fall ist. Hoffmann und Mitautoren [215] weisen aber darauf hin, dass derartige **Teilautomatisierungen** bei älteren PW-Lenkern nicht ganz unproblematisch sind. Bei teilautomatisierten Systemen muss der Lenker das System dauernd überwachen, im Fehlerfall übersteuern und nach einem Systemeingriff, d. h. in diesem Fall nach der Kreuzungssituation, die Fahrzeugführung wieder übernehmen. Ältere wären zwar bei der Durchführung ihrer aktiven Fahraufgabe zumindest zeitweise entlastet, könnten aber aufgrund ihrer Defizite in der visuellen Aufmerksamkeit und der Reaktionsfähigkeit Probleme bei der

Abbildung 27
Beispiele für Augmented Reality



Quelle: BMW

Fahrzeugübernahme und der allenfalls erforderlichen Übersteuerung aufweisen. Gasser [216] hält diesbezüglich fest, dass das teilautomatisierte System den Fahrzeugführer nur von der aktiven Handlungsausführung befreit, nicht aber von der Verantwortung. Zuweilen wäre es deshalb sinnvoller, FAS einzusetzen, die die aktive Ausführung der Fahraufgabe beim Lenker belassen und nur kleinere Funktionen zur Unterstützung übernehmen [215].

Zurzeit sind noch keine qualifizierten Aussagen möglich, ob es sinnvoll wäre, ältere PW-Lenker Fahrzeuge mit **Vollautomatisierung** fahren zu lassen. Die Entwicklung entsprechender Systeme ist noch nicht weit genug fortgeschritten. Auch die juristischen Voraussetzungen für die Einführung einer Vollautomatisierung sind aktuell noch nicht gegeben [215]. Was zumindest aus juristischer Sicht noch am ehesten vorstellbar wäre, sind Notfallassistenten, die erkennen, wann der Fahrer z. B. gesundheitsbedingt nicht mehr in der Lage ist, sein Fahrzeug zu führen, und es dann autonom unter Beachtung des Verkehrs an die Seite lenken und gleichzeitig einen Notruf absetzen.

Bereits heute sind Assistenzsysteme auf dem Markt verfügbar, von denen auch Senioren profitieren könnten. Nachfolgend werden die wichtigsten Systeme zur Unterstützung von älteren Fahrzeuglenkenden dargestellt.

Der **Kreuzungsassistent** ist ein weiteres Assistenzsystem, das den älteren Verkehrsteilnehmern sehr entgegenkommt. Es soll den Fahrer vor riskanten Situationen warnen, z. B., wenn er links abbiegen will und dabei ein entgegenkommendes Fahrzeug übersieht oder dessen Geschwindigkeit unterschätzt. Ferner soll das System helfen, Unfälle infolge von Vorfahrts- oder Rotlichtmissachtungen zu

vermeiden. Tests mit Prototypen zeigen, dass ein System, das angibt, wann ein sicheres Queren oder Abbiegen gefahrlos möglich ist, von vielen Senioren geschätzt wird. Allerdings müssen die Meldungen auf die Reaktionszeit des Fahrers abgestimmt sein [217]. Erste Kreuzungsassistenten sind bereits auf dem Markt erhältlich.

Notbremssysteme: Ein sehr hohes Unfallvermeidungspotenzial ist von Systemen zu erwarten, die im Fall einer drohenden Kollision eine (Voll)bremsung durchführen [212,213]. Bisher sind entsprechende Systeme vor allem für die Oberklasse erhältlich, zunehmend werden sie aber auch in der Mittelklasse verfügbar sein. Es existieren Systeme zur Verhinderung von drohenden Kollisionen im Stadtverkehr (auch mit Fussgängern und Radfahrern), andere Systeme wiederum sind auf die Vermeidung von Auffahrunfällen bei höheren Geschwindigkeiten ausgerichtet. Senioren erachten Notbremssysteme als sinnvoll, sofern sie nicht zu kompliziert zu bedienen sind; bevorzugt wird eine Technik, die ähnlich dem ABS, für den Fahrer völlig unauffällig funktioniert [177]. Die Weiterentwicklung dieser Systeme zielt abgesehen von der Erhöhung der Zuverlässigkeit auch darauf ab, neben der Notbremsung auch bei stehenden Hindernissen ein sicheres, automatisches Ausweichen zu ermöglichen [2].

Ein weiteres sinnvolles Fahrassistenzsystem für ältere PW-Lenker ist der **Spurwechselassistent** (LCA – Lane Change Assistance). Er warnt bei einem Spurwechsel, falls ein Auto auf der anderen Fahrspur übersehen wurde. Von diesem auch als «Tote-Winkel-Assistent» (BSD – Blind Spot Detection) bezeichneten System profitieren insbesondere Senioren, die beim Fahrstreifenwechsel infolge eingeschränkter Kopfbeweglichkeit nur unzureichende Schulterblicke ausführen [212]. Warnsysteme zur

Unterstützung beim Spurwechsel sind heute bereits in Fahrzeugen der Mittelklasse verfügbar. Fortschrittliche Systeme in Oberklassefahrzeugen gehen noch einen Schritt weiter und warnen nicht nur, sondern können sogar eine drohende Kollision vermeiden. Auch wenn derartige Unterstützungsfunktionen grundsätzlich sinnvoll erscheinen, fehlen aktuell noch dokumentierte Erfahrungen zur konkreten Nutzung durch ältere Fahrer. Dies erscheint insofern angebracht, als aktuelle Warnsysteme noch mit gewissen Nachteilen einhergehen, wie z. B. relativ häufigen Fehlalarmen oder späten Warnungen, die ein rasches Handeln erfordern [1].

Der **Spurverlassungswarner** (LDW – Lane Departure Warning) ist ein weiteres System zur Unterstützung der Querführung, das älteren Menschen dienlich sein könnte [212,213]. Dieses System erfasst mittels Sensoren die Fahrbahnmarkierungen und bestimmt die Position des Fahrzeugs in der Fahrspur. Bei Unterschreitung eines bestimmten Abstands zur Fahrbahnmarkierung wird der Lenker gewarnt. Für das Zurückführen des Fahrzeugs bleibt aber mitunter nur wenig Zeit, weshalb Senioren überfordert sein können. Vorteilhafter sind deshalb Systeme zur **Spurhalteunterstützung** (LKS – Lane Keeping Support). Sie führen das Fahrzeug bei einem unbeabsichtigten Verlassen der Fahrspur durch einen aktiven Lenkeingriff autonom zurück in die Spur.

Senioren leiden alters- und krankheitsbedingt häufiger unter Müdigkeit / Tagesschläfrigkeit als jüngere Personen. Müdigkeitsunfälle während der Nachmittagsstunden kommen bei älteren Autofahrern überdurchschnittlich häufig vor. **Müdigkeitswarner** stellen für ältere PW-Lenker deshalb eine sinnvolle Unterstützung dar [213]. Sie kontrollieren kontinuierlich die Schläfrigkeit des Fahrzeuglenkers.

Wenn kritische Müdigkeitswerte überschritten werden, erfolgt eine entsprechende Warnung mit dem Hinweis, eine Pause einzulegen. Bisher ist jedoch noch ungewiss, ob sich übermüdete Lenker bei ausbleibender Warnungen zum Weiterfahren animiert fühlen.

Parkassistenzsysteme sind in verschiedenen Varianten auf dem Markt erhältlich (z. B. mit Rückfahrkamera, mit Warntönen, mit halb- oder vollautomatischem Ein- und Ausparken). Primär sollen diese Systeme den Fahrer vor Kollisionen mit festen Hindernissen beim Parkieren warnen; sie dienen aber auch der Vermeidung von Kollisionen mit Fussgängern. Parkassistenzsysteme werden gerade von Senioren sehr geschätzt. Dementsprechend sind diese auch bereit, die entsprechenden Mehrkosten zu zahlen [1]. Im Rahmen einer Fokusgruppe hat sich gezeigt, dass rein akustische Warner von Senioren eher als verwirrend eingestuft und deshalb bildgebende Systeme bevorzugt werden [177]. Die grösste Entlastung bringen jedoch die vollautomatischen Systeme.

Systeme zur **Verkehrszeichenerkennung** detektieren mittels Kameras wichtige Verkehrszeichen (z. B. Geschwindigkeitslimiten oder Überholverbote) und zeigen diese im Fahrzeug an. Dadurch erlauben sie dem Lenker einen besseren und längeren Blick auf die Signale [1]. Systeme zur Verkehrszeichenerkennung sind bereits in der Mittelklasse verfügbar [2]. Der Gesamtnutzen der einzelnen Systeme muss jedoch kritisch geprüft werden, da die Aufmerksamkeit des Lenkers je nach Darstellungsart und -position der Information mehr oder weniger von der Fahrbahn abgelenkt wird [1]. Die beste Darstellungslösung scheint ein Head-up Display zu sein [218]. Die Warnung bei einer allfälligen Über-

schreitung der signalisierten Höchstgeschwindigkeiten kann akustisch oder visuell erfolgen. Möglich ist auch der Einsatz eines Feedback-Gaspedals, das gezielten Gegendruck gegen den Fahrerfuss ausübt (ISA – Intelligent Speed Adaption). In Bezug auf den seniorenspezifischen Nutzen solcher **intelligenter Geschwindigkeitsassistenten** gehen die Meinungen jedoch auseinander [177] versus [2]. Tatsache ist, dass Geschwindigkeitsübertretungen bei Senioren sehr selten vorkommen.

Kontrovers wird auch der **Abstandsregeltempomat** beurteilt (ACC – Adaptive Cruise Control). Während die einen diesem System auch für Senioren einen Nutzen attestieren [z. B. 213] gehen andere von keinem nennenswerten Sicherheitseffekt aus [z. B. 177].

Technische Fortschritte erlauben es, **Scheinwerfersysteme** zu konstruieren, die die Sichtbedingungen für den Fahrer verbessern, ohne andere Verkehrsteilnehmer zu blenden. Dies gilt sowohl für die adaptive Leuchtweitenregulierung als auch für das sogenannte blendfreie Fernlicht [219]. Ebenfalls bereits auf dem Markt erhältlich sind Gefahrenmarkierungslichter, die potenzielle Kollisionsobjekte (z. B. Fussgänger oder Tiere) mit einem Richtscheinwerfer anstrahlen. Dadurch können die Gefahrenquellen vom Lenker wesentlich früher erkannt und bewusst wahrgenommen werden, sodass eine rechtzeitige Anpassung des Fahrverhaltens möglich wird. Alle drei Lichtsysteme kommen Senioren mit alterstypischen Einbussen im Dämmerungssehen und erhöhter Blendempfindlichkeit entgegen. Da ältere Autofahrer jedoch Fahrten bei Dämmerung und Nacht in der Regel vermeiden und Nachtunfälle entsprechend selten zu verzeichnen sind, dürften die Auswirkungen auf das Gesamtunfallgeschehen eher bescheiden ausfallen. Mitunter könnten moderne

Lichtsysteme aufgrund der angenehmeren Beleuchtungssituation sogar zu einer Expositionserhöhung führen [177]. Diese Befürchtung wird auch in Bezug auf Nachtsichtgeräte mit Infrarot-Technologie geäußert [211]. Ob der Sicherheitszuwachs durch die bessere Beleuchtung schlussendlich grösser ausfällt als der Risikozuwachs infolge der höheren Exposition, ist gegenwärtig noch offen.

Zusammenfassend wird in Tabelle 14, S. 128, der Nutzen der wichtigsten, in diesem Kapitel diskutierten Fahrassistenzsystemen, dargestellt – vervollständigt durch weitere Sicherheitstechnologien.

Die Beurteilung des Nutzens bezieht sich auf die Verhinderung von schweren und tödlichen Verletzungen. Der allgemeine Nutzen entspricht weitgehend der Beurteilung im Sicherheitsdossier Nr. 13 «Personenwagen-Lenkende und -Mitfahrende» [208] und wird anhand einer 5-stufigen Skala dargestellt (* sehr gering / ***** sehr gross). Der erwartete, seniorenspezifische Nutzen basiert auf ergänzenden Expertenschätzungen. Abweichungen vom globalen Nutzen werden anhand von Pfeilen kenntlich gemacht (↗ erhöhter Nutzen, → gleicher Nutzen, ↘ geringerer Nutzen).

Wie Schätzungen zeigen, kann durch eine weitgehende Marktdurchdringung der heute schon verfügbaren Systeme die Gesamtzahl der PW-Unfälle

mit Personenschaden um etwa 40 % reduziert werden [2]. Ein so hohes Unfallvermeidungspotenzial – insbesondere auch für Senioren – wie es die intelligente Fahrzeugtechnik aufweist, bietet keine andere denkbare Massnahme. Und die Entwicklung neuer Sicherheitssysteme ist bei Weitem noch nicht abgeschlossen.

Tabelle 14
Wirksamkeit von Fahrassistenzsystemen hinsichtlich des Inassenschutzes

Sicherheitstechnologien in Fahrzeugen	Globaler Nutzen (Wirksamkeit zur Verhinderung schwer oder tödlich verletzter PW-Insassen)	Spezifischer Nutzen bei Senioren
Reifen		
Reifen mit Notlaufeigenschaften (Run-Flat-Reifen)	(*)	→
Reifendruckkontrollsystem TPMS	(*)	→
Wintertaugliche Bereifung	(*)	→
Sichtverbesserung		
Xenon-/LED-Scheinwerfer	*	↗
Dynamisches und statisches Kurvenlicht	**	↗
Adaptive Frontlichtsysteme und adaptive Leuchtweitenregulierung	*	↗
Nachtsichtgeräte	(*)	↗
Erkennbarkeitssteigerung		
Tagfahrleuchten (DRL)	*	↗
Adaptives Bremslicht	*	→
Reflektierende Materialien	(*)	→
Stabilisierung und Bremsung		
Antiblockiersystem (ABS)	*	→
Bremsassistentensystem (BAS)	**(*)	→
Elektronische Stabilitätskontrolle (ESC)	****	↘
Längsführung		
Geschwindigkeitsassistent (ISA) maximale Variante	***(*)	↘
Abstandsregeltempomat (ACC)	**	→
Kollisionswarnsystem (FCW)	***	↗
Kollisionsvermeidungssystem (ACA)	****	↗
Querführung		
Spurverlassungswarner (LDW)	*	↗
Spurhalteunterstützung (LKS)	***	→
Spurwechselassistent (LCA)	**	↗
Fahrerüberwachung		
Führerausweiskontrolle	*	→
Unfalldatenspeicher (UDS/EDR)	*	↘
Fahrdatenschreiber	**	↘
Müdigkeitswarner	**	↗
Alkoholwegfahrsperr flächendeckend	**(*)	→
Ablenkungswarner	*(*)	→
Kooperative Systeme		
Lokale Gefahrenwarnung	**	↗
Unfallwarnung	*	→
Kreuzungskollisionswarner	***	↗

Globaler Nutzen: * sehr gering / **** sehr gross

Seniorenspezifischer Nutzen: ↗ erhöht, → gleich, ↘ reduziert

¹⁾ Unfallzunahme durch vermehrte Exposition von Nachtfahrten befürchtet

Viele der dargestellten Technologien sind erst seit relativ wenigen Jahren auf dem Markt und zudem einer rasanten Weiterentwicklung unterworfen. Auch wenn von den meisten Systemen deutliche Sicherheitsgewinne erwartet werden dürfen, sind die konkreten Auswirkungen der einzelnen Systeme auf das Verkehrsverhalten noch zu wenig bekannt. Hier besteht dringender Forschungsbedarf – insbesondere auch was die Frage nach dem spezifischen Sicherheitsnutzen für ältere Autofahrer betrifft.

Die Hauptschwierigkeiten von älteren Lenkern können durch bisherige FAS nur bedingt abgefangen werden. Fortschrittliche Kreuzungsassistenten und Systeme zur Unterstützung der Aufmerksamkeitssteuerung versprechen hingegen einen grossen Nutzen. Deshalb muss die (Weiter)entwicklung entsprechender Systeme vorangetrieben werden.

In Tabelle 15 sind Strategien aufgeführt, wie das Schutzpotenzial von FAS für ältere Verkehrsteilnehmer ausgeschöpft werden kann.

Ältere Menschen profitieren nicht nur als PW-Insassen von elektronischen Systemen, sondern auch wenn sie als Fussgänger und Radfahrer unterwegs sind. Eine zentrale Rolle spielen dabei Kollisionswarnsysteme, die auch schwache Verkehrsteilnehmer detektieren können und den Lenkenden im Falle einer drohenden Kollision warnen oder sogar

eine automatische Bremsung durchführen. Vielversprechend sind zudem der Bremsassistent zur Verkürzung des Bremswegs bei Notbremsungen und Geschwindigkeitsassistenten, die den Lenkenden bei der Einhaltung der signalisierten Limiten unterstützt. Von Tagfahrleuchten profitieren ältere Fussgänger in besonderem Mass. Senioren verfügen nämlich bereits bei Tage über eine deutlich reduzierte Sehschärfe, ein reduziertes Kontrastsehen und benötigen deshalb mehr Licht, um ein Gefahrenobjekt rechtzeitig zu erkennen. Durch das Tagfahrlicht erkennen sie annähernde Fahrzeuge wesentlich früher. Dies schützt sie vor Verhaltensweisen mit geringen Sicherheitsreserven. Das Schutzpotenzial der genannten und ergänzender fahrzeugtechnischer Massnahmen ist in Tabelle 16 dargestellt.

In Anbetracht des hohen allgemeinen und seniorenbezogenen Sicherheitsnutzens von Kollisionswarnsystemen mit Personenerkennung ist eine rasche Implementierung dieser Systeme anzustreben. Mittelfristig muss eine Einbaupflicht, wie dies beim Bremsassistenten und den Tagfahrleuchten bereits der Fall ist, angestrebt werden. Zwischenzeitlich sind massenmediale Kommunikationsmittel zur Förderung einzusetzen (Tabelle 17).

Tabelle 15
Strategien zur Ausschöpfung des Sicherheitspotenzials von Fahrassistenzsystemen für ältere PW-Lenkende

Massnahme	Beurteilung
Erforschung des spezifischen Sicherheitsnutzens von FAS für ältere Autofahrer	Empfehlenswert
Vorantreiben der (Weiter)entwicklung von fortschrittlichen Assistenzsystemen im Allgemeinen und von Aufmerksamkeitsassistenten im Speziellen	Empfehlenswert

Tabelle 16
Wirksamkeit fahrzeugtechnischer Sicherheitssysteme zum Partnerschutz

Bezeichnung	Globaler Nutzen (Wirksamkeit zur Verhinderung schwer oder tödlich verletzter PW-Insassen)	Spezifischer Nutzen bei Senioren
Kollisionsvermeidungssysteme mit Personenerkennung	*****	↗
Bremsassistenten	****	↗
Geschwindigkeitsassistenten	***	↗
Tagfahrleuchten	**(*)	↗
Lenkerüberwachungssysteme (Alkohol, Müdigkeit, visuelle Ablenkung, Black Box)	**(*)	➔
Gefahrenmarkierungslicht (potenzielle Kollisionsgegner werden von Richtscheinwerfer kurz angeblinkt)	**	➔
Nachtsichtgeräte mit Personenerkennung	**	➔
Rückfahrhilfen mit Hinderniswarnung	*(*)	➔
Dynamisches und statisches Kurvenlicht	*	➔
Xenon-/LED-Scheinwerfer	*	➔

Globaler Nutzen: * sehr gering / ***** sehr gross
Seniorenspezifischer Nutzen: ↗ erhöht, ➔ gleich, ↘ reduziert

Tabelle 17
Strategie zur Implementierung fahrzeugtechnischer Sicherheitssysteme zum Partnerschutz

Massnahme	Beurteilung
Gesetzliche Ausrüstungsvorschrift für Kollisionsvermeidungssysteme mit Personenerkennung	Sehr empfehlenswert
Förderung von Sicherheitstechnologien durch massenmediale Kommunikationsmittel	Empfehlenswert

2.3 Akzeptanz und Nutzung von FAS

2.3.1 Ausgangslage

Zu wissen, welche Assistenzsysteme das grösste Schutzpotenzial aufweisen, ist nicht ausreichend, um die Sicherheit von älteren Lenkern zu verbessern [211,213]. Optionale FAS bleiben nämlich in Realität wirkungslos, wenn sie nicht akzeptiert, gekauft und verwendet werden [211]. Die Tatsache, dass die Bekanntheit von Systemen deutlich grösser ausfällt als das Kaufinteresse und die tatsächliche Nutzung, weist auf die Existenz von Nutzungsbarrieren hin [220].

Gerade bei Senioren werden oft grössere Hürden vermutet als bei jüngeren Fahrern [221]. Die gegenwärtigen Seniorengenerationen sind den Umgang mit bestimmten technischen Neuerungen nicht von Jugend an gewohnt. Zudem wird vermutet, dass sie den Systemen nicht genügend vertrauen. Ein gewisses Mass an Vertrauen stellt aber eine wichtige Bedingung für die Nutzung der Systeme dar [222].

Laut mehreren Studien ist die Akzeptanz von FAS bei älteren Fahrern im Durchschnitt deutlich geringer als bei jüngeren und mittleren Altersgruppen [223]. Selbst bei Berufsfahrern wird die Nutzung von Assistenzsystemen, die eine zusätzliche Bedienung erfordern, mit zunehmendem Alter eher ablehnt [213]. Zwar dürfte die Benutzerakzeptanz mit den kommenden Generationen steigen, dennoch darf der Aspekt einer mit dem Alter sinkenden Motivation im Umgang mit technischen Neuerungen nicht unterschätzt werden [213].

Auch wenn derzeit viele Senioren modernen Techniken etwas skeptisch oder unbeholfen gegenüberstehen [215], wäre es ein Klischee, zu glauben, dass

ältere Personen generell weder interessiert noch in der Lage sind, die Verwendung von neuen Technologien zu lernen [224]. So zeigte sich beispielsweise im Rahmen einer Befragung in der Schweiz, dass Senioren bezüglich FAS teilweise besser informiert waren als jüngere Verkehrsteilnehmer [218]. Adell [225] konnte in ihren Studien zur Anwendung von intelligenten Geschwindigkeitsassistenten zudem aufzeigen, dass ältere Autofahrer die Systeme als nützlicher einschätzten und damit zufriedener waren als jüngere Fahrer.

Verschiedene Studien zeigen, dass Fahrzeugtechnologien von älteren Lenkern dann akzeptiert werden, wenn die Systeme ihre Bedürfnisse in Hinblick auf die Sicherheit und Mobilität abdecken [177,211,217]. Wird kein ausreichender Vorteil in der Verwendung des Systems gesehen, fehlt die Bereitschaft, es zu nutzen. Dieser Befund stimmt mit dem Technology Acceptance Model (TAM) überein, wonach der wahrgenommene Nutzen eine der Hauptdeterminanten für die Einstellung gegenüber der Technologie und den Systemgebrauch darstellt [226]. Konkret wird der Nutzen von FAS vor allem dann angezweifelt, wenn man sich selber gute Fahrkünste zuschreibt oder wenn die Unterstützung nur seltene Ereignisse oder Situationen betrifft bzw. wenn befürchtet wird, dass die Systemfunktionalität in kritischen Situationen nicht ausreichend gut funktioniert. Wenn ein System offensichtliche persönliche Vorteile mit sich bringt, sind ältere Autofahrer grundsätzlich bereit, Geld und Lernaufwand zu investieren [224], Meldungen und Warnungen anzunehmen und gewisse Funktionen der Fahrzeugsteuerung den Assistenzsystemen zu überlassen (z. B. automatische Geschwindigkeits- oder Abstandsregelung) [211]. Entscheidend für die tatsächliche Nutzung ist jedoch, wie benutzerfreundlich

das System gestaltet ist (vgl. dazu auch Kap. VI.2.5, S. 135 ff.).

2.3.2 Zielsetzung

Durch geeignete Massnahmen sind folgende Ziele anzustreben: Ältere Autofahrer sind vom Sicherheitsvorteil der für sie wichtigsten, optionalen Assistenzsysteme überzeugt (Akzeptanz). Sie sind bereit, in wirksame FAS zu investieren (Kaufbereitschaft) und diese auf ihren Fahrten zu nutzen (Nutzungsbereitschaft).

2.3.3 Umsetzung

Um diese Zielsetzung zu erreichen und die Verbreitung von wirksamen FAS zu fördern, müssen vorhandene Nutzungsbarrieren durch gezielte Massnahmen überwunden werden.

In Anbetracht des relativ bescheidenen Kenntnisstands von (älteren) PW-Lenkenden über intelligente Fahrzeugtechnologien kommt zunächst einmal der aktiven **Verbreitung von Informationen** eine wichtige Rolle zu (vgl. z. B. www.sicheresauto.ch). Senioren müssen nicht nur über das generelle Sicherheitspotenzial von FAS informiert werden, sondern insbesondere über die persönlichen Vorteile von Systemen, die ihren Einschränkungen entgegenkommen [227]. Dies kann beispielsweise im Rahmen von Veranstaltungen, Kommunikationskampagnen und Informationsplattformen geschehen. Die Kommunikation soll auf erprobten und bewährten Werkzeugen beruhen, aber auch neue Ansätze und Pilotprojekte umfassen. Darüber hinaus existieren verschiedene Möglichkeiten für flankierende Massnahmen wie z. B. Anreizsysteme und Verbrauchertests, die ebenfalls zielgruppenspezifische Aspekte aufgreifen sollten. Der Entwicklung

von Informationsstrategien muss eine solide Situationsanalyse der Zielgruppe vorangehen, die auch die typischen Bedenken und Befürchtungen von älteren Lenkern aufgreift.

Gerade bei Senioren spielt der Direktkontakt eine wichtige Rolle. Insbesondere dem **Verkaufsgespräch** wird bisher noch zu wenig Beachtung geschenkt. Gemäss Befragungen stellen Autohändler bzw. die Beratungs- und Verkaufsgespräche eine Hauptquelle für allgemeine Informationen zum Autokauf dar. Offenbar gilt dies aber in viel geringerem Ausmass, wenn es um spezifische Fragen zu Assistenzsystemen geht. Nur rund 10 % der Befragten haben ihr Wissen zu Assistenzsystemen von Autohändlern erhalten [220]. Nebst allgemeinen Empfehlungen und Vorfürhungen wäre es für viele Senioren hilfreich, wenn ihnen auch eine praktische Einführung in neue Technologien angeboten würde. Auch die eigene Erprobung sowohl im Realverkehr als auch in Fahrsimulatoren könnte älteren PW-Lenkern den Zugang zu neuen FAS erleichtern [215].

Damit die Systeme im Falle eines Kaufs auch angemessen genutzt werden, ist eine ausführliche **Instruktion** zentral. Das EU-Projekt Humanist [228] fordert im Umgang mit modernen Fahrzeugtechnologien Lernmöglichkeiten, die auch auf ältere Fahrer abgestellt sind. Geschwindigkeit, Informationsdichte und Komplexität der Informationsvermittlung müssen den Fertigkeiten und kognitiven Besonderheiten der Senioren Rechnung tragen. Um Senioren beim Lernprozess zu unterstützen, sind als Ergänzung zu leicht verständlichen **Gebrauchsanweisungen** auch erklärende **Instruktionsvideos** hilfreich. Denkbar wäre zudem ein Training in verschiedenen Verkehrsszenarien, um die Orientierung auf bestimmte Reize sowie die Reaktionsaktivierung zu verbessern [215].

Für eine zielgruppenorientierte Konkretisierung der skizzierten Förderungsstrategien bedarf es weiterer **Forschungstätigkeit**. Bisher wurden Faktoren wie Einstellungen, Erwartungen, Befürchtungen und Bedenken als mögliche Barrieren zu wenig erforscht [220]. Wenn solche Forschung betrieben wird, liegt der Fokus oft auf jüngeren Fahrern. Ältere Menschen werden nur berücksichtigt, wenn spezifische Systeme für Senioren erforscht oder wenn grössere Probleme mit der Systembedienung befürchtet werden [1]. Nur durch ein fundiertes, zielgruppenspezifisches Wissen in diesem Bereich kann es gelingen, die Nutzungsbarrieren gezielt zu überwinden.

Zusammenfassend ist festzuhalten, dass die Konzeption und Umsetzung genereller Massnahmen zur Erhöhung der Marktdurchdringung intelligenter Fahrzeugsysteme, wie gesetzliche Vorgaben, Kommunikationskampagnen, Veranstaltungen, Informationsplattformen, Sicherheitsberatungen von Betrieben, Anreizsystemen und Verbrauchertests auch auf die Besonderheiten älterer Autofahrer auszurichten sind. Derzeit liegt der Fokus noch zu stark auf jüngeren Fahrern, wohl auch in der Annahme, dass sie aufgrund ihrer höheren Technikaffinität leichter zu erreichen seien.

In Tabelle 18 sind Strategien/Massnahmen aufgeführt, die den dargestellten Zielsetzungen dienen können.

2.4 Verhaltensanpassungen durch FAS

2.4.1 Ausgangslage

Diverse Experten äussern Bedenken, dass FAS sich nicht nur positiv auf die Verkehrssicherheit auswirken, sondern auch zu sicherheitsabträglichem Verhalten verleiten könnten. In diesem Zusammenhang

wird der von Evans [229] stammende Begriff der Verhaltensanpassung verwendet.

Das Konzept der Verhaltensanpassung bezeichnet den Sachverhalt, dass Lenker technisch herbeigeführte Veränderungen wahrnehmen und darauf reagieren. Diese Reaktionen können mitunter unerwartet sein und den Zielen der Intervention entgegenlaufen. Verhaltensanpassungen bei älteren PW-Lenkenden könnten beispielsweise darin bestehen, dass sie aufgrund des FAS ihr bisher gezeigtes kompensatorisches Verhalten zum Ausgleich von Defiziten reduzieren [1]. Ein typisches Beispiel dafür ist, dass viele ältere Menschen aufgrund ihres reduzierten Dämmerungssehvermögens und der erhöhten Blendempfindlichkeit nicht mehr bei Dunkelheit fahren. Dies führt zu einer relativ kleinen Anzahl von Nachtunfällen bei Senioren. Durch sichtverbessernde Systeme wie z. B. Xenon- und LED-Scheinwerfer, Kurvenlicht, blendfreies Fernlicht und Nachsichtsysteme werden derartige Vermeidungsstrategien womöglich ausgehebelt [211]. Möglich wäre auch, dass ältere Lenker infolge der Nutzung von

Tabelle 18
Strategien zur Förderung der Kauf- und Nutzenbereitschaft von Assistenzsystemen bei Senioren

Massnahme	Beurteilung
Berücksichtigung der Bedürfnisse und Eigenheiten von Senioren bei der Konzeption und Umsetzung von generellen Massnahmen zur Förderung von Fahrassistenzsystemen	Sehr empfehlenswert
Förderung von seniorenorientierten Informations- und Beratungsangeboten zu Fahrassistenzsystemen und Schaffung von Möglichkeiten für deren Erprobung	Empfehlenswert
Erstellen von ausführlichen Instruktionsmitteln und ergänzenden Hilfsmitteln zur Wissensvermittlung, welche den veränderten Lernmöglichkeiten älterer Menschen Rechnung tragen	Empfehlenswert
Bei der Erforschung von Akzeptanz, Kauf- und Nutzungsbereitschaft für Fahrassistenzsysteme sowie deren Einflussfaktoren (z. B. Meinungen, Befürchtungen, Erwartungen) ältere Autofahrer als spezifische Zielgruppe berücksichtigen	Empfehlenswert
Generelle Massnahmen zur Förderung der Marktdurchdringung von Fahrassistenzsystemen finden sich im Sicherheitsdossier Nr. 13 «Personenwagen-Lenkende und -Mitfahrende»	

FAS die selbstgewählte Beschränkung ihrer Fahrten auf die sichere und vertraute Umgebung aufgeben und mehr Kilometer ausserhalb der vertrauten Bereiche zurücklegen [221]. Nebst Expositionserhöhungen sind grundsätzlich auch riskantere Verhaltensweisen wie z. B. eine Reduzierung der Aufmerksamkeit denkbar. Höhere Fahrgeschwindigkeiten oder die Ausübung von Nebentätigkeiten als Reaktion auf unterstützende Sicherheitstechnologien sind bei Senioren wohl seltener zu befürchten, aber dennoch nicht ausgeschlossen.

Wie empirische Untersuchungen zeigen, können Verhaltensanpassungen ganz unterschiedliche Ausprägungen und Formen annehmen [217,230-232]: Manchmal treten sie auf, manchmal aber auch nicht. Manchmal sind sie vernachlässigbar, manchmal treten sie derart stark in Erscheinung, dass sie den technischen Sicherheitsgewinn komplett zunichtemachen. Zugrunde liegt ein komplexes Zusammenspiel einer Vielzahl von Einflussfaktoren [221].

Verhaltensanpassungen bei der Nutzung von Fahrerassistenzsystemen hängen massgeblich vom konkreten System bzw. von der Art der unterstützten Fahrfunktion ab [233]. Darüber hinaus scheint das Vertrauen in das technische System ein zentraler Faktor für das Auftreten und Ausmass von Verhaltensanpassungen zu sein [234]. Aber auch weitere Faktoren wie Situationsbewusstsein [235,236], Müdigkeit [237,238], mentale Arbeitsbelastung [239], wahrgenommenes Risiko [240] und kontextuelle Faktoren (Fahrsituation, Reisebedingungen, sozialer Kontext usw.) [221] spielen eine Rolle. Auch individuelle Eigenschaften des Lenkers sind bedeutsam, insbesondere Fahrpraxis, Alter, Geschlecht, Persönlichkeitsmerkmale, Einstellungen und Motive [241,242].

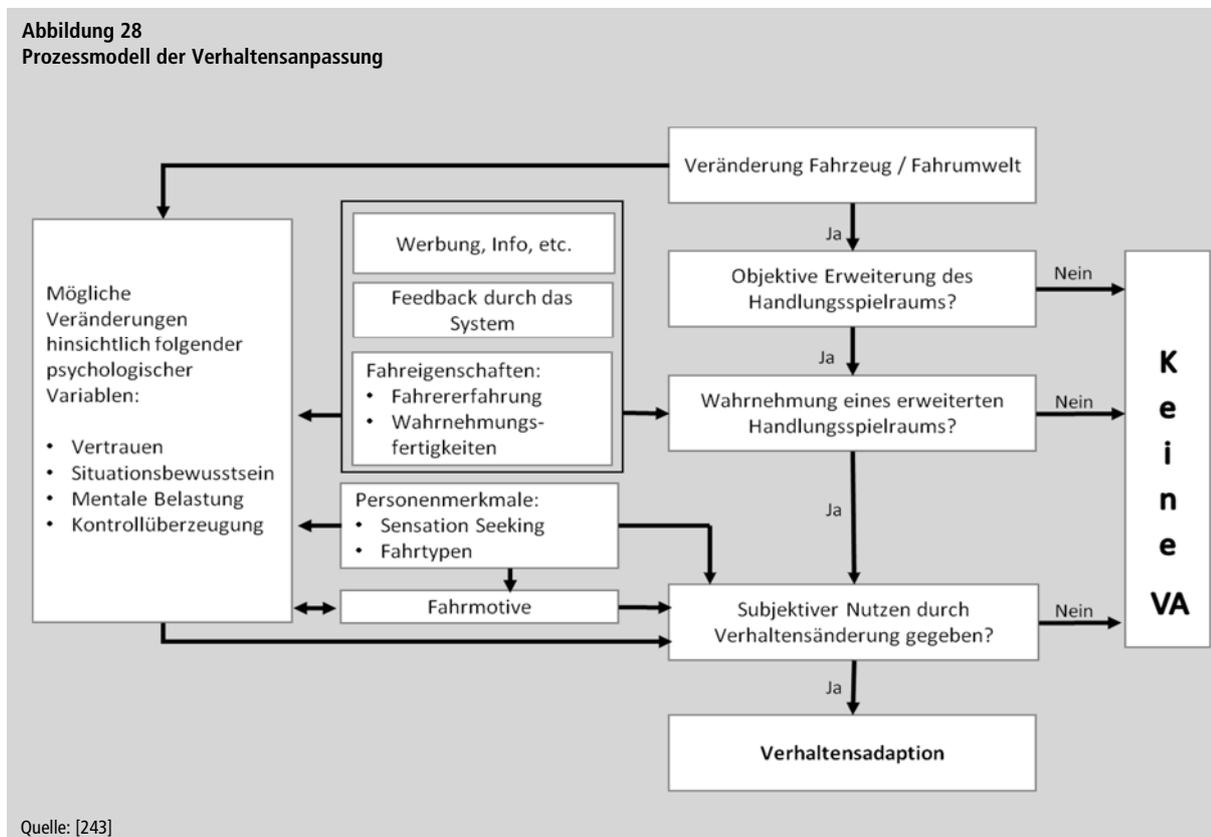
Weller und Schlag, 2004, haben in ihrem Prozessmodell der Verhaltensanpassung die wichtigsten Bedingungen und Einflussfaktoren zusammenfassend festgehalten (Abbildung 28, [243]).

Gemäss diesem Modell kommt es dann zu Verhaltensanpassungen, wenn folgende drei Bedingungen erfüllt sind: Der Fahrer muss a) die Möglichkeit haben, sein Verhalten zu ändern (objektive Erweiterung des Handlungsspielraums), b) diesen erweiterten Handlungsspielraum bemerken und c) erwarten, dass ihm die Verhaltensänderung einen Nutzen bringt. Letzteres ist u. a. abhängig von der Persönlichkeit des Fahrers, seiner subjektiven Kontrollüberzeugung und seinem Vertrauen in die Technik. Ob ein erweiterter Handlungsspielraum wahrgenommen wird, hängt unter anderem von der Werbung und den Informationen des Herstellers ab [243]. Gerade durch Werbung besteht aber die Gefahr, dass

die Möglichkeiten des Systems und dadurch auch der eigene Handlungsspielraum überschätzt werden.

2.4.2 Zielsetzung

Verhaltensanpassungen umfassen vereinfacht gesagt sowohl risikoe erhöhende Verhaltensweisen (z. B. schnelleres Fahren) als auch Steigerungen der Exposition (z. B. vermehrte Nachtfahrten). Letzteres geht mit einer Zunahme der Lebensqualität einher und ist somit gesellschaftlich erwünscht. Deshalb werden keine Massnahmen ergriffen, um die erweiterten Mobilitätsmöglichkeiten wieder einzuschränken. Indessen müssen Senioren für die Gefahren von risikoe erhöhenden Verhaltensweisen sensibilisiert werden. Folgendes Ziel wird angestrebt: Ältere Autolenkende sind sich bewusst, dass kontraproduktive Reaktionen auf Assistenzsysteme auftreten



können (auch unbewusst) und sind motiviert, risikokompensierende Verhaltensweisen konsequent zu unterbinden.

2.4.3 Umsetzung

Ob und in welchem Ausmass sich die beschriebenen Probleme zeigen werden, ist aktuell nur schwer abschätzbar. Erfahrungen aus dem realen Unfallgeschehen liegen bisher kaum vor. In Anbetracht der grossen Wissenslücken ist es notwendig, mögliche negative Erscheinungen in Zukunft genau zu beobachten und dabei auch altersspezifische Aspekte zu beachten [212,221]. Experten gehen davon aus, dass ältere Autofahrer risikoerhöhende Fahr- und Verhaltensweisen in geringerem Ausmass zeigen werden als jüngere. Ältere Lenker sind sehr sicherheitsorientiert, haben keinen Zeitdruck und weisen im Gegensatz zu jungen Lenkern kaum problematische Extramotive auf.

Deshalb ergibt es (zurzeit) keinen Sinn, eine gross angelegte Kampagne zur besagten Problematik zu lancieren. Vielmehr sollten entsprechende Inhalte in **bereits bestehende Kanäle und Einsatzmittel** integriert werden, sodass sich der finanzielle Aufwand in Grenzen hält.

Der Hauptfokus sollte dabei darauf gelegt werden, ein **übermässiges Vertrauen** in die neuen Technologien zu **korrigieren**. Der Lenker muss sich bewusst sein, dass er die Verantwortung nicht an das System abgeben kann. Auch falsche Vorstellungen über Assistenzsysteme gilt es zu korrigieren. Es muss ein Verständnis für die Wirkungsweisen und vor allem auch für die **Funktionsgrenzen** der Systeme geschaffen werden. Inwieweit es durch das Vermitteln von Informationen tatsächlich gelingt, den korrekten Einsatz von FAS zu fördern, wurde bisher

jedoch kaum untersucht [227]. Deshalb sind entsprechende Aktivitäten durch wissenschaftliche Evaluationen zu begleiten.

In Tabelle 19 sind Strategien/Massnahmen aufgeführt, um die Gefahr von unerwünschten Verhaltensanpassungen abzufangen.

2.5 Überforderungen durch FAS

2.5.1 Ausgangslage

Nebst Verhaltensanpassungen in Form von risikoreicheren Fahr- und Verhaltensweisen (z. B. Ausübung von Nebentätigkeiten) können bei der Nutzung von Assistenzsystemen durch die Mensch-Maschine-Interaktion auch weitere Probleme entstehen, die dazu führen, dass die erwarteten Sicherheitsvorteile geringer ausfallen als erwartet. Ein denkbarer Grund sind Überforderungen bei der Bedienung und Handhabung der Systeme. Rompe [212] nennt konkret folgende vier Problemfelder:

1. unbewusste Übersteuerung oder unbeabsichtigte Abschaltung der Systeme
2. Ablenkung, wenn die Warnungen der Systeme zu viel und zu häufig erfolgen
3. weiterer Verlust von Übung und Erfahrung, die dann fehlen, wenn ein System einen (seltenen) Fehler macht
4. Überforderung, wenn Systeme plötzlich bedient werden müssen (Übergabe)

Tabelle 19
Strategien/Massnahmen zur Reduktion unerwünschter Verhaltensanpassungen

Massnahme	Beurteilung
Erforschung möglicher altersabhängiger risikoerhöhender Fahr- und Verhaltensweisen	Empfehlenswert
Sensibilisierung von FAS-Nutzern für Verhaltensanpassungen (z. B. infolge übermässigen Vertrauens) und Informationsvermittlung über technische Systemgrenzen	Empfehlenswert

Ad 1.) Ältere Lenker sind anfälliger für die Folgen von schlecht gestalteten FAS als jüngere Fahrer [93], nicht zuletzt weil sie in der Regel mehr Zeit für die Durchführung von Nebenaufgaben während der Fahrt benötigen [244]. Bei Systemen, die nicht intuitiv bedienbar und wenig ergonomisch gestaltet sind, besteht die Gefahr, dass die Bedienung gerade ältere Lenkende überfordert. Komplexe Einstellmöglichkeiten sowie kleine Bedieneinheiten und Anzeigen erhöhen die Gefahr von Fehlbedienungen. Problematisch ist auch, wenn der Aktivitätszustand schlecht erkennbar ist.

Ad 2.) Wie sich in Befragungen zeigt, werden akustische Signale von Senioren teilweise als erheblich störend empfunden [177]. Gerade in Stresssituationen werden sie eher als verwirrend denn als hilfreich wahrgenommen. Besonders irritiert, wenn verschiedene akustische Signale im Auto unterschiedliche Bedeutungen haben. Zudem weisen ältere Autofahrer deutliche Defizite auf, sich z. B. bei Warnungen rasch zu orientieren.

Ad 3.) Auch durch die zeitweise Entlastung bei der Fahraufgabe können nachteilige Effekte entstehen. Aufgrund der technischen Unterstützungssysteme muss der Lenker spezifische Fahraufgaben nicht mehr regelmässig und eigenständig ausführen. Gerade für Senioren stellt die fortlaufende Übung aber eine wichtige Bedingung für sicheres Fahren dar. Da technische Systeme in der Regel nicht in allen Fahrsituationen bzw. während der gesamten Fahrt zur Verfügung stehen, wird der Fahrer immer wieder mit Situationen konfrontiert, in denen er selber die entsprechende Fahraufgabe bewältigen muss. Dadurch bleibt der Erhalt der Fahrfertigkeiten auch mit FAS wichtig. Leider liegen zu diesem Problemfeld noch kaum wissenschaftliche Erkenntnisse vor [213].

Ad 4.) Assistenzsysteme haben einen bestimmten Anwendungsbereich in dem sie in aller Regel gut funktionieren. Jedes System weist aber technische Grenzen auf. Sind diese erreicht, muss der Lenker die Steuerung wieder übernehmen. Paradoxerweise sind Situationen, die ein kurzfristiges Eingreifen des Lenkers erfordern oftmals sicherheitskritisch und anspruchsvoll. Wie bekannt ist, haben Senioren gerade hier Schwierigkeiten. Ihre Leistungseinbussen treten dann am stärksten zutage, wenn eine schnelle und gleichzeitig präzise/korrekte Reaktion gefragt ist. Auch bei der Neuorientierung der Aufmerksamkeit weisen Senioren Defizite auf [215].

Ob und in welchem Ausmass die beschriebenen Probleme auftreten und sich im Unfallgeschehen niederschlagen werden, ist aktuell kaum abzuschätzen. Dies gilt insbesondere für langfristige Auswirkungen auf die Fahrfertigkeiten [221]. Erfahrungen aus dem realen Verkehrs- und Unfallgeschehen liegen kaum vor. Dennoch sind sich Experten einig, dass in Anbetracht des demografischen Wandels die seniorengerechte Gestaltung von FAS noch zu wenig berücksichtigt wurde [215].

2.5.2 Zielsetzung

Senioren dürfen durch die Bedienung von Fahrassistenzsystemen nicht überfordert werden. Deshalb sollten die Bediensysteme bezüglich Konzeption, Auslegung, Gestaltung und Handhabung im Strassenverkehr den Erfordernissen höherer Altersgruppen genügen [245]. Von einer an die Leistungsmöglichkeiten der Senioren angepassten Gestaltung der Fahrzeugtechnik profitieren auch jüngere Lenker, sodass eine separate Technik für Ältere in aller Regel als unnötig erscheint [177].

Folgendes Ziel gilt es anzustreben: Assistenzsysteme sind nutzergerecht gestaltet und berücksichtigen die Defizite und Leistungsmöglichkeiten älterer Autofahrer.

2.5.3 Umsetzung

Nachfolgend werden einige Überlegungen zu einer seniorengerechten Gestaltung von Fahrassistenzsystemen dargelegt.

In der Literatur finden sich verschiedene Hinweise, dass bei der Entwicklung von FAS für ältere Lenker auf eine relativ **einfache Handhabbarkeit/Bedienbarkeit** geachtet werden muss [215]. Die Systeme müssen in ihrer Anwendung selbsterklärend sein [245] und intuitiv verstanden werden [221]. Rompe [212] betont, dass Systeme, die wenig Übung oder Bedienaufwand erfordern, besonders wirksam zur Reduzierung von Seniorenunfällen sind. Gemäss Aussagen von Senioren sollten Assistenzsysteme möglichst unauffällig arbeiten [177]. Darüber hinaus dürfen Anzeigen und Warnungen nicht zu Irritationen führen, da FAS sonst keine Entlastung darstellen.

Es stellt sich generell die Frage, ob technische **Systeme mit Warnfunktionen** für ältere Kraftfahrer geeignet sind oder ob sie nicht selbst auch zu einer kognitiven Überforderung führen, die letztlich wiederum zu einer Verkehrsgefährdung beiträgt. Da Senioren bei der zeitgerechten Aufmerksamkeitsverschiebung und Orientierung auf neue Reize Schwierigkeiten haben [215] und Warnhinweise genau dies verlangen, sollte die Entwicklung von FAS mit Warnfunktion für diese Personengruppe eher weniger in Betracht gezogen werden. Warnhinweise, die keine kurzfristige Aufmerksamkeitsumlenkung (beispielsweise Stau- oder Unfallmeldung)

erfordern, könnten gleichwohl den Bedürfnissen Älterer entsprechen [215]. Generell scheint es von grosser Bedeutung, dass eine **frühzeitige Benachrichtigung** erfolgt, um den Senioren genügend Zeit für eine angemessene Reaktion zur Verfügung zu stellen [221].

Es existieren verschiedene Richtlinien zur **Gestaltung von Systemsteuerungen** [244,246]. Nebst allgemeingültiger Vorgaben werden auch spezifische Designrichtlinien für ältere Lenker diskutiert, die den funktionellen Einschränkungen Rechnung tragen (Tabelle 20, [1]).

Um das Ziel einer seniorenrechtlichen Technikgestaltung zu erreichen, müssen die bestehenden Richtlinien und Überlegungen zu altersbezogenen Designprinzipien weiterentwickelt und verfeinert werden. Hierfür bedarf es aber weiterer Forschung [221].

Sind mehrere Systeme in einem Fahrzeug installiert, reicht die ergonomische Gestaltung jedes einzelnen Systems nicht aus. Es können weitere Probleme auftreten, die sich durch ein mangelndes Zusammenspiel der einzelnen Systeme ergeben. Beispielsweise können verschiedene Anzeigen und Warnungen um die Aufmerksamkeit des Fahrers konkurrieren [221]. Durch voneinander unabhängig arbeitende Systeme erhöht sich im Allgemeinen die mentale Belastung überproportional stark. Wenn darüber hinaus verschiedene Systeme gleichzeitig ihre eigene Botschaft senden, werden die Anforderungen an die Fahrer noch weiter erhöht. Gerade ältere Menschen

sind in derartigen Situationen schnell überfordert. Ihre ohnehin schon verlängerten Reaktionszeiten werden noch weiter verzögert [211]. Um derartige Probleme aufzufangen, müssen die Systeme und ihre Warnungen aufeinander abgestimmt sein. Dadurch kann vermieden werden, dass die Systeme widersprüchliche Meldungen senden oder gegensätzliche Aktionen durchführen. Die Koordination zwischen den Systemen kann auf zwei Arten erreicht werden. Zum einen kann eine Vermittlerinstanz auf Basis eines Algorithmus bestimmen, welche Informationen wann und wie gesendet werden. Zum anderen kann auch eine Systemfusion angestrebt werden, sodass schlussendlich nur ein umfassendes System agiert, das aber eine ganze Reihe von Funktionen abdeckt [1].

Zusammenfassend kann festgehalten werden, dass es zunächst einmal weiterer Forschung zur Aneignung und Nutzung bzw. zu den damit einhergehenden Schwierigkeiten von Senioren bei der Bedienung der unterschiedlichen Technologien bedarf. Die Befunde müssen in die (Weiter)entwicklung der Assistenzsysteme einfließen [1] mit dem Ziel, diese möglichst selbsterklärend und intuitiv bedienbar zu konstruieren [221].

Tabelle 20
Designprinzipien zum Ausgleich altersbedingter Einschränkungen

Funktionelle Einschränkungen	Relevante Designprinzipien
Allgemeine, sensorische Ausfälle	Redundante Signale verwenden (akustische, visuelle und taktile Rückmeldung)
Sehschärfe	Grössere Beschriftungen verwenden
Farbsehen	Weisse Farben auf schwarzem Hintergrund verwenden
Dämmerungssehen	Zusätzliche Beleuchtung für Geräte, die bei reduzierten Lichtverhältnissen genutzt werden
Blendempfindlichkeit	Matte Oberflächen für Bedienelemente und nicht reflektierende Displays verwenden
Hören	Akustische Signale im Bereich von 1500 bis 2500 Hz verwenden
Kontrast- und Tiefenwahrnehmung	Information in nicht physikalische Signale umwandeln (z. B. Veränderung der Grösse, Position und Textur einer Anzeige)
Selektive Aufmerksamkeit	Auffälligkeit kritischer Reize durch Veränderungen von Grösse, Kontrast, Farbe oder Bewegung erhöhen
Reaktionszeit	Genügend Zeit zur Verfügung stellen, um auf eine Systemanfrage zu reagieren. Frühzeitige Warnungen generieren, damit genügend Zeit zur Verfügung steht, um auf Verkehrssituationen zu reagieren
Geschicklichkeit und Stärke	Grosse Bedienknöpfe mit strukturierter Oberflächen und Regler mit niedrigem Widerstand verwenden

Quelle: [1]

In Tabelle 21 sind Strategien aufgeführt, um die Gefahr von Überforderung bei der Nutzung von Assistenzsystemen zu minimieren.

2.6 Schutz vor Verletzungen und Spätfolgen

2.6.1 Ausgangslage

Ist ein Unfall trotz den aktiven Sicherheitssystemen nicht zu vermeiden, kommen im Auto passive Schutzsysteme zum Einsatz. Sie sollen die Belastungen und somit die Verletzungsgefahr für die PW-Insassen reduzieren. Ältere Personen weisen eine erhöhte Vulnerabilität auf, d. h., sie sind anfälliger für Verletzungen als jüngere. Bei gleichem Unfall sind die Auswirkungen für Senioren somit schwerwiegender. Damit steigt auch die Wahrscheinlichkeit, an den Folgen einer Verletzung zu sterben (Letalität). Aus diesen Gründen ist es wichtig, die Kollisionstauglichkeit von Fahrzeugen dahingehend zu verbessern, dass sie älteren Lenkern und Insassen im Falle eines Unfalls einen besseren Schutz bieten.

Zu den passiven Schutzsystemen zählen u. a. die Gestaltung der Fahrzeugstruktur, Sicherheitsgurte, Airbags, Kopfstützen und Systeme zur Kollisionsvorbereitung. Ein detaillierter Überblick über die Systeme

und ihre generelle Wirksamkeit findet sich im Sicherheitsdossier Nr. 13 «Personenwagen-Lenkende und -Mitfahrende» [7]. Im vorliegenden Kapitel werden nur Systeme thematisiert, die für Senioren besonders wichtig sind oder die spezifisch für Senioren angepasst werden sollten. Letzterer ist ein wichtiger Punkt, denn es macht den Anschein, dass viele Systeme und bei der Entwicklung verwendete Prüfverfahren auf jüngere Autolenker und -insassen ausgerichtet sind.

2.6.2 Zielsetzung

Angesichts der künftigen Verschiebung der Alterspyramide ist es dringend angezeigt, den passiven Fahrzeugschutz, insbesondere Sicherheitsgurt und Airbag, der geringeren Belastbarkeit der Senioren anzupassen [212].

Folgendes Ziel wird anvisiert: Fahrzeugtechnische Systeme der passiven Sicherheit sind so gestaltet, dass sie der erhöhten Vulnerabilität und Letalität von älteren Insassen Rechnung tragen.

2.6.3 Umsetzung

Durch **intelligente Rückhaltesysteme** kann die Kraftbegrenzung im Gurt, die die maximale Rückhaltekraft steuert, den Eigenschaften des Lenkers wie Körpergrösse, Gewicht und Lebensalter angepasst werden [212]. Durch **mehrstufige Airbags** können die Grösse und Geschwindigkeit der Airbags variabel gesteuert werden. Bei Unfällen mit moderateren Kollisionsgeschwindigkeiten können so unnötig starke Kontakte mit dem Airbag vermindert werden. Darüber hinaus können neue Entwicklungen wie der **Gurtairbag** zusätzlichen Schutz bieten und so das Auftreten von Brustverletzungen reduzieren.

Tabelle 21
Strategien um die Gefahr von Überforderung bei der Nutzung von Assistenzsystemen zu minimieren

Massnahme	Beurteilung
Erforschung der Aneignung und Nutzung von Assistenzsystemen und den damit einhergehenden Problemen wie Überforderung, Ablenkung oder Bedienungsfehler sowie Ableitung von Anforderungen an die Systemgestaltung, die die Besonderheiten älterer Autofahrer berücksichtigt	Empfehlenswert
Weiterentwicklung von ergonomischen Richtlinien und altersbezogener Designprinzipien	Empfehlenswert

Weitere Technologien, die für den Schutz der älteren Insassen besonders relevant sind, sind zum einen **aktive Kopfstützen**, um Hals-Wirbelsäulen-Verletzungen (Schleudertrauma) zu reduzieren und zum anderen **Seitenairbags**, um den Oberkörper in Seitenkollisionen zu schützen [211]. Letztere sind von hoher Bedeutung, weil ältere Autofahrer in Kollisionen beim Linksabbiegen überrepräsentiert sind. Auch scheinen Senioren von Massnahmen zur **Steigerung der Fahrzeugkompatibilität** stärker zu profitieren [247]. Unter Kompatibilität versteht man den Versuch, auch bei ungleichen Unfallgegnern das Verletzungsrisiko für alle Beteiligten möglichst niedrig zu halten.

Um das Crashverhalten von Fahrzeugen hinsichtlich der besonderen Eigenschaften älterer Insassen zu

optimieren, ist es unerlässlich, entsprechende Anpassungen an den **Crashtest-Dummys und Simulationsmodellen** vorzunehmen [211,248]. Die Auslegung der technischen Schutzsysteme und ihrer zugehörigen Prüfmethode oder Simulationsmodelle orientiert sich an der Verteilung eines Merkmals (z. B. Körpergrösse) in der Durchschnittsbevölkerung. Dabei bleiben die Ränder dieser Verteilung (z. B. sehr grosse oder kleine Menschen) unberücksichtigt. Doch mit der Verschiebung der Alterspyramide wird beispielsweise auch der Anteil kleiner PW-Lenkerinnen ansteigen, eine Seniorengruppe, die schon heute aufgrund ihrer höheren Gebrechlichkeit mit grösserer Wahrscheinlichkeit tödlich verunglückt [213].

Falls sich schwere Verletzungen nicht verhindern lassen, ist die Zeitspanne bis zum Eintreffen der Rettungskräfte oftmals von entscheidender Bedeutung. Mit dem sogenannten **eCall-System** lässt sich nicht nur besagte Zeitspanne reduzieren, sondern gleichzeitig auch eine besser qualifizierte Arbeit am Unfallort ermöglichen. Im Falle eines Aufpralls werden Daten über Standort und Schwere des Aufpralls automatisch an die Notrufzentrale übermittelt. Aufgrund der erhöhten Letalität von älteren Menschen kann davon ausgegangen werden, dass sie von solchen Systemen verstärkt profitieren. Notrufsysteme werden in zunehmendem Masse bereits heute für Neufahrzeuge angeboten [2]. Ab 2018 wird das automatische Notrufsystem eCall in allen neuen PW-Modellen in der EU zur Pflicht. Auch Schweizer Neuzulassungen sollen mit eCall ausgerüstet werden.

In Tabelle 22 wird der Nutzen der oben diskutierten sowie weiterer Schutzsysteme dargestellt. Die Beurteilung des Nutzens bezieht sich auf die Verhinderung schwerer und tödlicher Verletzungen. Der

Tabelle 22
Wirksamkeit von Sicherheitstechnologien des Insassenschutzes

Sicherheitstechnologien in Fahrzeugen	Globaler Nutzen (Wirksamkeit zur Verhinderung schwerer oder tödlich verletzter PW-Insassen)	Spezifischer Nutzen bei Senioren
Gurtbezogene Rückhaltesysteme		
Sicherheitsgurt	***	➔
Gurtstraffer	**	➔
Gurtkraftbegrenzer	**	➔
Gurtwarner (persistenter Warnton)	***	➔
Airbagsysteme		
Frontairbags	***	➔
Seitenairbags	**	➔
Knieairbags	(*)	➔
Sitz		
Sitzkonstruktion	**(*)	➔
Aktive Kopfstützen	**(*)	➔
Fahrzeugstruktur		
Knautschzone und Fahrgastzelle	***	➔
Abgleitstrukturen	*(*)	➔
Seitenanprallschutz	**	➔
Erhöhung der Fahrzeugkompatibilität	**(*)	➔
Notrufsysteme		
eCall-System	*	➔

Globaler Nutzen: * sehr gering / ***** sehr gross
Seniorenspezifischer Nutzen: ➔ erhöht, ➔ gleich, ➔ reduziert

globale Nutzen entspricht der Beurteilung im Sicherheitsdossier Nr. 13, der erwartete, seniorenspezifische Nutzen basiert auf ergänzenden Expertenschätzungen.

Um den passiven Schutz von Fahrzeugen hinsichtlich der erhöhten Gebrechlichkeit der Senioren zu optimieren, müssen folgende Massnahmen umgesetzt werden (Tabelle 23).

Hinsichtlich des **Schutzes von älteren Fussgängern und Radfahrenden** gilt es insbesondere ihre erhöhte Vulnerabilität bei der **Gestaltung der Fahrzeugfronten** zu berücksichtigen. Gemäss Art. 104a VTS müssen Fahrzeuge der Klasse M1 (Fahrzeuge mit höchstens 9 Sitzplätzen einschliesslich Führer) und N1 (Fahrzeuge mit einem Garantiegewicht von höchstens 3,5 t) in Übereinstimmung mit den EG-Vorschriften gewisse Anforderungen zum Schutz von Fussgängern und anderen unge-

schützten Verkehrsteilnehmern erfüllen, um eine Typengenehmigung zu erhalten (Verordnung [EG] Nr. 78/2009/EG). Diese Richtlinie verfolgt das Ziel, die Schwere der Verletzungen zu mindern, die Fussgänger und andere ungeschützte Verkehrsteilnehmende beim Aufprall auf die Frontflächen erleiden. Um die Sicherheit in diesem Bereich zu fördern, bedarf es internationaler Zusammenarbeit (z. B. Einsitz in den Arbeitsgruppen der UN/ECE). Dabei besteht das Ziel, die Anforderungen an die Fahrzeuge aufgrund der neusten Erkenntnisse fortlaufend zu erweitern. Nebst der deutlichen Verschärfung der Regelungen zu biomechanischen Belastungsgrenzen müssen die zu testenden Aufprallbereiche auf die Frontscheibe und den Bereich der A-Säulen ausgedehnt werden. Dadurch wird die Implementierung neuer Technologien, wie die aktive Anhebung der Motorhaube und Aussenairbags, vorangetrieben (Tabelle 24).

Für detailliertere Informationen zu den fahrzeugtechnischen Möglichkeiten zum **Schutz von Fussgängern und Radfahrenden** sei auf die Sicherheitsdossiers Nr. 11 «Fussverkehr» [209, Kap. VI.4, S. 135 ff.] bzw. Nr. 10 «Fahrradverkehr» [210, Kap. VII.6, S. 228 ff.] verwiesen.

In Tabelle 25 ist die Strategie zur Implementierung sicherheitsoptimierter Frontkonstruktionen festgehalten.

Tabelle 23
Strategien zur Förderung eines seniorengerechten Insassenschutzes

Massnahme	Beurteilung
Anpassung von Crashtest-Dummys und Testverfahren, um ältere Fahrzeuginsassen besser zu adressieren	Empfehlenswert
Weiterentwicklung intelligenter Rückhaltesysteme mit adaptiven Reaktionen	Empfehlenswert

Tabelle 24
Wirksamkeit von Sicherheitstechnologien des Partnerschutzes

Sicherheitstechnologien	Globaler Nutzen (Wirksamkeit zur Verhinderung schwer oder tödlich verletzter PW-Insassen)	Spezifischer Nutzen bei Senioren
Sicherheitsoptimierte Frontkonstruktionen (Formoptimierung, Steifigkeitsreduktion, aktive Motorhaube, Aussenairbags)	****	↗
Globaler Nutzen: * sehr gering / ***** sehr gross		
Seniorenspezifischer Nutzen: ↗ erhöht, → gleich, ↘ reduziert		

Tabelle 25
Strategie zur Förderung des Partnerschutzes von Fahrzeugen

Massnahme	Beurteilung
In internationalen Arbeitsgruppen (z. B. UN/ECE) die fahrzeugtechnischen Anforderungen zum Schutz von Fussgängern und anderen ungeschützten Verkehrsteilnehmern verschärfen (Verschärfung bestehender Belastungsgrenzen und Erweiterung der Aufprallbereiche)	Empfehlenswert

2.7 Fazit

Moderne Assistenzsysteme bieten völlig neue Möglichkeiten, um älteren Menschen über eine längere Zeit eine sichere Verkehrsteilnahme zu erlauben [1]. Dabei könnten bestimmte Systeme auch als Auflagen für Senioren mit besonderen Auffälligkeiten vorgesehen werden [2].

Systeme mit dem grössten **Unterstützungspotenzial für ältere Autofahrer** befinden sich aber erst in Entwicklung. Besonders vielversprechend sind Systeme zur Unterstützung der Aufmerksamkeitssteuerung. Denkbar ist z. B., dass durch die sogenannte Augmented-Reality-Technologie reale Objekte in der Umwelt virtuell markiert und mit ergänzenden Informationen versehen werden. Aber auch bereits auf dem Markt erhältliche Systeme können einen Beitrag zum Schutz älterer Menschen als PW-Insassen leisten. Kreuzungsassistent, Notbremssystem, Spurwechselassistent, Spurverlassungswarner, Müdigkeitswarner und Verkehrszeichenerkennung haben das Potenzial, typische Schwierigkeiten älterer Autofahrer ein Stück weit zu kompensieren. Auch die von Senioren gerne genutzten Parkassistenzsysteme bringen eine Entlastung für den Lenker, wenn auch mit geringem präventivem Nutzen. Intelligente Lichtsysteme reduzieren zwar das individuelle Unfallrisiko, womöglich führen sie aber auch zu einer Expositionserhöhung, sodass die Gesamtauswirkungen auf das Unfallgeschehen ungewiss sind.

Wegen der grossen Vielfalt der angebotenen Sicherheitssysteme wird eine klare und sachgerechte **Information über Nutzen und Vorteil der einzelnen Systeme** immer wichtiger [2]. Gezielte Aufklärung über eine sichere Fahrzeugausstattung kann z. B. im Rahmen von Veranstaltungen, Kommunika-

tionskampagnen und Informationsplattformen geschehen. In der Kommunikation sind die typischen Bedenken und Befürchtungen von älteren Lenkern zu berücksichtigen.

Bei aller Zuversicht über den hohen Sicherheitsnutzen von Assistenzsystemen dürfen mögliche negative Effekte nicht ignoriert werden. Zwar werden bei Senioren risikokompensatorische Effekte wie z. B. schnelleres Fahren oder das Ausüben von Nebentätigkeiten weniger befürchtet als bei anderen Altersklassen, dennoch können sie nicht gänzlich ausgeschlossen werden. Ein denkbares Problem könnte ein **übermässiges Vertrauen in die neuen Technologien** sein. Der Lenker muss sich bewusst sein, dass er die Verantwortung an das System nicht abgeben kann. Auch **falsche Vorstellungen über Assistenzsysteme** gilt es zu korrigieren. Es muss ein Verständnis für die Wirkungsweisen und vor allem auch für die Funktionsgrenzen der Systeme geschaffen werden.

Ein weiteres Problemfeld, das gerade bei älteren Autofahrern deutlich in Erscheinung treten kann, sind **Überforderungen und Ablenkungen durch die Bedienung der Systeme**. Als besonders problematisch gelten akustische Warnungen, insbesondere wenn sie mit unterschiedlichen Bedeutungen einhergehen. Mitunter ergibt sich daraus mehr Verwirrung als Unterstützung. Des Weiteren ist für ältere Autofahrer problematisch, wenn ein kurzfristiges Eingreifen oder Übernehmen der Steuerung erforderlich ist. Zu Problemen bei der Mensch-Maschine-Interaktion im realen Strassenverkehr ist bisher aber noch zu wenig bekannt. Es besteht ein **Bedarf an Forschung**. Die Befunde müssen genutzt werden, um bestehende Richtlinien zur **ergonomischen Gestaltung von Assistenzsystemen** weiterzuentwickeln. Die Beachtung der Besonderheiten und

Einschränkungen von Senioren ist dabei unerlässlich. Das Ziel sind möglichst selbsterklärende Systeme mit einer einfachen und intuitiven Bedienung. Indem FAS die Bedürfnisse der Nutzer unterstützen und kompatibel mit den menschlichen Fähigkeiten und Leistungsgrenzen sind, optimiert sich auch ihr Sicherheitsnutzen. Darüber hinaus wird die **Akzeptanz und Kaufbereitschaft** auch bei weniger technikaffinen Lenkern gesteigert.

Bei noch nicht optimal gestalteten Assistenzsystemen ist es wichtig, dass im Rahmen des Autokaufs eine fundierte Instruktion erfolgt und Senioren dabei die Möglichkeit erhalten, unter Anweisung den Umgang mit den Systemen möglichst in einem Schonraum einzuüben. Dabei ist den veränderten Lernmöglichkeiten älterer Menschen Rechnung zu tragen.

Nebst der sicherheitstechnischen Ausstattung der von Senioren geführten Fahrzeuge gilt es auch Personenwagen aller anderen Altersgruppen mit technischen Funktionen v. a. zum Partnerschutz auszustatten. Denn insgesamt verunfallen Senioren häufiger als schwache Verkehrsteilnehmer. Besonders vielversprechend sind **Kollisionswarn- und Kollisionsvermeidungssysteme mit Fussgänger- und Radfahrererkennung**, aber auch Bremsassistenten zur Verkürzung des Bremswegs bei Notbremsungen sowie aktive Motorhauben und Ausserairbags zur Reduktion der biomechanischen Belastungen.

Zusammenfassend kann festhalten werden, dass Fahrassistenzsysteme und andere intelligente Sicherheitssysteme in den Fahrzeugen bestimmte Altersdefizite kompensieren können und dadurch ein sehr grosses Sicherheitspotenzial bieten. In einer Strassen- und Verkehrsumwelt, die nicht immer den

Möglichkeiten und Grenzen der älteren Fahrer Rechnung trägt, ermöglichen Assistenzsysteme, dass ältere Verkehrsteilnehmer länger sichere Autofahrer bleiben. Das Sicherheitspotenzial kann aber nur dann ausgeschöpft werden, wenn die Systeme den Besonderheiten älterer Autofahrer Rechnung tragen. Sie müssen ergonomisch und bedienungsfreundlich gestaltet sein, ansonsten drohen gerade bei älteren Autofahrern kontraproduktive Effekte durch Überforderung und Ablenkung.

Um das Kollisionsrisiko von zu Fuss gehenden und Rad fahrenden Senioren zu reduzieren, muss die breite Implementierung von Fahrassistenzsystemen zur Verhinderung drohender Personenkollisionen gefördert und mittelfristig eine Einbaupflicht angestrebt werden.

3. Infrastrukturbezogene Massnahmen (G. Scaramuzza)

3.1 Einleitung

Die Teilnahme am Strassenverkehr lässt sich aus Sicht des Fachgebietes der Human Factors (Ergonomie) als Kreislauf darstellen. Der Verkehrsteilnehmer befindet sich (mit dem Fahrzeug oder als Fussgänger) in einem bestimmten Ausgangszustand in einem gegebenen Umfeld. Über die Sinnesorgane nimmt der Verkehrsteilnehmer die relevanten Informationen unter anderem von der Umwelt auf. Danach verarbeitet der Verkehrsteilnehmer die aufgenommenen Informationen und entscheidet, welche Handlung auszuführen ist (kognitiver Prozess). Nach Ausführen der Handlung (motorische Umsetzung) gelangt der Verkehrsteilnehmer in einen neuen Ausgangszustand mit entsprechend neuen, zu verarbeitenden Informationen [249].

Aus infrastruktureller Sicht erweist es sich somit als zentral, dem Verkehrsteilnehmer die zur Umsetzung seiner Handlungen notwendigen Informationen adäquat und zeitgerecht bereitzustellen. Auf ältere Verkehrsteilnehmer übertragen bedeutet dies, dass bei Planung, Bau und Betrieb von Verkehrsanlagen die kognitiven, sensorischen, motorischen und körperlichen Defizite von Senioren zu berücksichtigen sind (vgl. Kap. V, S. 63). In Tabelle 26 sind konkrete Beispiele für die Relevanz seniorenspezifischer Beeinträchtigungen für die Verkehrsinfrastruktur aufgezeigt.

Seniorenspezifische infrastrukturelle Massnahmen sind dabei aus der Perspektive verschiedener Verkehrsteilnehmer zu beurteilen. So verunfallen Senioren am häufigsten und am schwersten als **Fussgänger**, und zwar in den allermeisten Fällen beim

Überqueren einer Strasse. Deshalb drängt sich vorrangig eine Fokussierung auf Fussgänger-Querungsstellen auf.

Am zweithäufigsten verunfallen Senioren als **PW-Insassen** schwer, in rund drei Vierteln der Fälle als Lenker. Deshalb ist auch eine Beurteilung der Infrastruktur hinsichtlich dieser Verkehrsteilnehmergruppe erforderlich.

Am dritthäufigsten verunfallen Senioren als **Radfahrer**. Diese Verkehrsteilnehmerkategorie verzeichnet 5 % der Getöteten und 18,8 % der Schwerverletzten. Die Unfallanalyse zeigt, dass insbesondere Schleuder-/Selbstunfälle bei älteren Radfahrern sehr häufig sind. Frontalkollisionen treten

Tabelle 26
Beispiele seniorenspezifischer Beeinträchtigungen und mögliche Zusammenhänge mit der Verkehrsinfrastruktur

Beeinträchtigung	Problematische Situation	Mögliche Intervention
Beeinträchtigte Kapazität des Arbeitsgedächtnisses	Komplexität einer Verkehrssituation	Minimierung der Informationsmenge
Verzögerung der Informationsverarbeitung	Zu hohe Informationsdichte, zu hohe Fahrgeschwindigkeiten	Reduktion der Signaldichte
Reduktion der vorbewussten und unbewussten Aufmerksamkeitsprozesse	erhöhte Ablenkbarkeit durch Werbung	Keine unnötige Informationen im Strassenraum (z. B. abstrakte Gelblinker)
Verschlechterung der Exekutivfunktionen	Überreaktion bei kurzer Grünphase bei einer Fussgänger-Lichtsignalanlage	Kleiner Fussgängersignalgeber auf näherer Fahrbahnseite platzieren
Reduktion der räumlich-visuellen Fähigkeiten	Abschätzen von Geschwindigkeiten und Entfernungen als Fussgänger	Fussgängerschutzinsel
Langsamere Gehgeschwindigkeit	Fussgänger beim Queren	Genügend lange Rotphase für den motorisierten Individualverkehr
Erhöhte Wahrscheinlichkeit, bei einem Unfall Verletzungen zu erleiden oder zu sterben (Vulnerabilität)	Kollisionen mit festen Objekten	Objekte am Fahrbahnrand feingliedrig gestalten
Eingeschränkte Rotationsfähigkeit des Nackens	Spitzwinklige Knotenzufahrt	Rechtwinklige Knotenzufahrt

selten auf, haben aber sehr gravierende Folgen. Seniorenspezifische infrastrukturelle Massnahmen mit Fokus Fahrradverkehr lassen sich kaum herleiten, insbesondere nicht zur Vermeidung der genannten Unfalltypen. Deshalb wird an dieser Stelle auf die Erkenntnisse im Sicherheitsdossier Nr. 8 Fahrradverkehr [210] verwiesen. Es kann davon ausgegangen werden, dass die dort dargestellten Interventionen allen Altersklassen zugutekommen.

In Kapitel VI.3.2. wird das übergeordnete Prinzip der selbsterklärenden und fehlertoleranten Verkehrsanlagen behandelt. Aufgrund der Unfallrelevanz wird in den folgenden Kapiteln (VI.3.3 bis VI.3.5) die Konkretisierung für spezifische Verkehrsanlagen und Verkehrsteilnehmer gemäss Tabelle 27 dargestellt. Schliesslich werden in Kapitel VI.3.6 Massnahmen zur Implementierung der behandelten infrastrukturellen Lösungen vorgeschlagen.

3.2 Selbsterklärende und fehlertolerante Verkehrsanlagen

3.2.1 Ausgangslage

Das Handlungsprogramm Via sicura [250] hält fest, Verkehrsteilnehmer seien verstärkt zu sicherem Verhalten zu befähigen und zu veranlassen. Aus den Grundsätzen der Ergonomie lässt sich ableiten, dass es dazu – unter anderem – einer Strasseninfrastruktur bedarf, die die Verkehrsteilnehmer intuitiv zu korrektem Verhalten veranlasst. Sie muss gewissermassen **selbsterklärend** sein. Weiter räumt Via sicura ein, es sei eine unabänderliche Tatsache, dass Menschen Fehler begehen. Das Strassenverkehrssystem sei folglich derart auszugestalten und zu betreiben, dass nicht vermiedene Fehler möglichst keine schwerwiegenden Folgen haben. Die Strasseninfrastruktur muss auch **fehlertolerant** sein.

Die Forderung nach einem selbsterklärenden und fehlertoleranten Verkehrssystem führt nicht immer für alle Verkehrsteilnehmergruppen und für alle Altersklassen zur selben Lösung. So kann eine Verkehrsanlage zwar für junge Personenwagen-Lenker oder Fussgänger selbsterklärend und fehlertolerant sein, für ältere jedoch nicht. Ein Verkehrssystem, das allen Verkehrsteilnehmergruppen ein sicheres Fortbewegen ermöglichen soll, muss deshalb – unter anderem – seniorenspezifische Anforderungen miteinbeziehen.

Ein wichtiger Grundsatz der **selbsterklärenden Verkehrsanlage** besagt, infrastrukturelle Informationen seien einfach und eindeutig zu halten. Dies gilt selbstredend insbesondere für ältere Verkehrsteilnehmer. Denn dadurch kann den Informationsverarbeitungsdefiziten von Senioren begegnet werden. Prägnant formulieren Schlag und Beckmann [251] diese Forderung: Verkehrsanlagen seien «simplex statt komplex» auszugestalten. Daraus lässt sich indirekt ein weiterer Grundsatz ableiten: Verkehrsteilnehmer müssen relevante infrastrukturelle Informationen deutlich an der **baulichen Gestaltung** einer Verkehrsanlage ablesen können. Signalisationen (Verkehrssignale und Markierungen) zur Behebung von Planungs- und Projektierungsdefiziten sind nur im Ausnahmefall zulässig. Dieses – insbesondere unter Berücksichtigung der seniorenspezifischen Anforderungen wesentliche – Prinzip wird implizit vom Gesetzgeber gestützt. So hält Art. 3.2 der Schweizerischen Signalisationsverordnung (SSV) fest, Gefahrensignale dürften nur dort

Tabelle 27
Seniorengeeignete Infrastruktur: Handlungsfelder

Verkehrsteilnehmer	Verkehrsanlagen-Teil
Fussgänger	Querungsstellen
PW-Insassen	Freie Strecke innerorts/ausserorts Knoten

angeordnet werden, wo der ortsunkundige Führer eine Gefahr nicht oder zu spät erkennen kann. Die Projektierung einer Verkehrsanlage mithilfe von Gefahrensignalen kommt deshalb gewissermassen dem Zugeständnis gleich, eine Gefahrensituation zu entwerfen. Des Weiteren sind gemäss Art. 108 abweichende Höchstgeschwindigkeiten nur dann zulässig, wenn eine Gefahr nur schwer oder nicht rechtzeitig erkennbar und – notabene – anders nicht zu beheben ist.

Der Kerngedanke der selbsterklärenden Verkehrsanlage darf dabei nicht nur für die Thematik der korrekten Geschwindigkeitswahl von Fahrzeuglenkern auf freier Strecke verstanden werden (wie der Literatur immer wieder zu entnehmen ist). Aspekte wie beispielsweise das intuitiv richtige Blickverhalten gehören genauso dazu. Daraus folgt, dass die Grundsätze der selbsterklärenden Verkehrsanlage sowohl auf der **freien Strecke** als auch in **Knoten** erfüllt sein müssen.

Eine **fehlertolerante Verkehrsanlage** seinerseits zeichnet sich dadurch aus, dass Fehler, die von Verkehrsteilnehmern begangen werden, möglichst geringe Folgen verursachen. Löst ein Verhaltensfehler eines Verkehrsteilnehmers den **Prozess eines Unfallablaufs** aus, so sollen fehlertolerante Verkehrsanlagen diesen an der erstmöglichen Stufe der Schadensentstehung **unterbrechen**.

Der Grundsatz der fehlertoleranten Strasse gilt dabei nicht nur für die Thematik von freien Sturzbäumen am Fahrbahnrand auf offener Strecke (in der Literatur oft auf diesen Aspekt reduziert). So muss eine fehlertolerante Verkehrsanlage beispielsweise auch Fehler von Fussgängern beim Einschätzen von Zeitlücken in Fahrzeugströmen beim Überqueren einer Strasse ausmerzen können.

3.2.2 Zielsetzung

Oberstes Ziel einer seniorengerechten Verkehrsinfrastruktur ist es, sicherzustellen, dass die Prinzipien der selbsterklärenden und fehlertoleranten Verkehrsanlage den **altersbedingten Beeinträchtigungen der Senioren** im Strassenverkehr Rechnung tragen. Es genügt demnach nicht, wenn Verkehrsanlagen lediglich auf den durchschnittlichen Verkehrsteilnehmer ausgelegt sind; sie müssen auch ausgeprägte Beeinträchtigungen von Verkehrsteilnehmern berücksichtigen. Zudem sind die selbsterklärenden und fehlertoleranten Prinzipien für **alle Verkehrsteilnehmerkategorien** zu berücksichtigen. Schliesslich sind die selbsterklärenden und fehlertoleranten Prinzipien seniorengerecht auf **alle Verkehrsanlagentypen** anzuwenden.

3.2.3 Umsetzung

Nebst konkreten infrastrukturellen Vorgaben zu Planung, Projektierung und Betrieb von seniorengerechten Verkehrsanlagen ist es auch von zentraler Relevanz, **Wissen** und **Sensibilisierung** bei den zuständigen **Verkehrsplanern** sowie den verantwortlichen Bau- und Signalisationsbehörden sicherzustellen. Evidenzbasierte Erkenntnisse zur Ergonomie im Strassenverkehr sind zahlreich. Sie sollten in den **Projektierungsvorgaben** konsequent berücksichtigt werden. Verkehrsplaner sollten sich somit weniger auf ihre persönlichen (subjektiven) Erfahrungen verlassen müssen, sondern vermehrt objektives Wissen heranziehen können, wenn sie infrastrukturelle Lösungen hinsichtlich Ihrer selbsterklärenden bzw. fehlertoleranten Qualitäten zu beurteilen haben.

3.3 Querungsstellen für den Fussverkehr

3.3.1 Ausgangslage

Das Überqueren einer Verkehrsfläche des motorisierten Individualverkehrs, namentlich einer zweistreifigen Strasse, zu Fuss ist per se ein sehr komplexer Vorgang. Es gilt, innerhalb von Verkehrsströmen, die sich in entgegengesetzten Richtungen fortbewegen, adäquate Zeitlücken einzuschätzen, die ein Überqueren der Fahrbahn ermöglichen. Dabei müssen Länge, Distanz, Lage und Geschwindigkeit dieser Zeitlücken gleichzeitig auf zwei Fahrstreifen beurteilt werden. Dass solche Einschätzungen fehleranfällig sind, versteht sich von selbst. Dies gilt insbesondere für Senioren mit ihren genannten Beeinträchtigungen.

Grundsätzlich kann der Fussverkehr auf verschiedenste Art und Weise über eine Fläche des motorisierten Individualverkehrs geführt werden. Querungsnachfrage und Topografie beeinflussen dabei die Wahl geeigneter Infrastrukturelemente. Diese lassen sich nach folgender Systematik gliedern (Abbildung 29).

Punktuelle Querungsstellen mit Vortritt (Fussgängerstreifen, Fussgänger-Lichtsignalanlagen, durchgezogene Trottoirs) sowie ohne Vortritt (Fussgängerschutzinsel) gelangen zum Einsatz, wenn Fussgängerströme gebündelt auftreten. Ist die Querungsnachfrage hingegen über eine gewisse Strassenlänge verteilt, so spricht man von flächiger Nachfrage. Als Angebot kann eine Lösung mit Vortritt (Begegnungszone) oder ohne Vortritt (Mehrzweckstreifen in Fahrbahnmitte) angeboten werden.

Zu Einsatzkriterien und Sicherheitswirksamkeit der einzelnen Massnahmen sei auf das entsprechende Sicherheitsdossier «Fussverkehr» verwiesen [209].

3.3.2 Zielsetzung

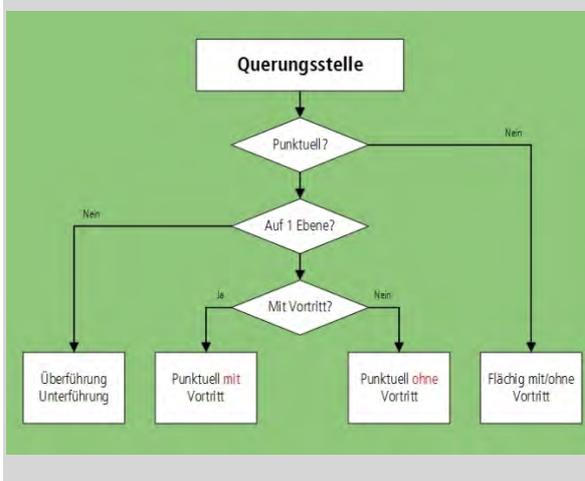
Sichere, seniorengerechte Querungsstellen sind derart zu konzipieren, dass sie die Einbussen der älteren Fussgänger berücksichtigen. Insbesondere müssen sie bequem zugänglich sein, die reduzierte Gehgeschwindigkeit und die kognitiven Einbussen einbeziehen.

3.3.3 Umsetzung

Über- und Unterführungen

Die Benutzung solcher Anlagen ermöglicht es theoretisch, Strassen in absoluter Sicherheit zu überqueren. Doch Fussgänger wägen stets den Aufwand der doppelten Überwindung einer Höhendifferenz gegen den daraus gewonnenen Nutzen (Sicherheit, Zeitgewinn) ab. Resultiert subjektiv kein Gewinn, so sinkt die Akzeptanz von Über- oder Unterführungen erheblich. Sie werden entsprechend nicht benutzt und die Fahrbahn wird à niveau überquert. Dieses Verhalten kann sich fatal

Abbildung 29
Systematik von Fussverkehrs-Querungsstellen



auswirken, wenn man berücksichtigt, dass Fahrzeuglenkende an Orten mit Über- oder Unterführungen kaum mit querenden Fussgängern auf der Fahrbahn rechnen dürften. Für Senioren mit ihren motorischen und physischen Beeinträchtigungen wirkt sich die genannte Problematik verstärkt aus. Zentrale selbsterklärende Eigenschaft von Fussgängerüber- und -unterführungen hinsichtlich Senioren ist zweifelsohne die Benutzerfreundlichkeit (minimale Höhendifferenzen, bequemer Zugang). Wenn solche Anlagen optimal angelegt sind, werden sie auch intuitiv benutzt. Über- oder Unterführungen sind deshalb vornehmlich in Hanglagen zu legen (Abbildung 30), wo ohnehin auf der einen Strassenseite eine Höhendifferenz zu überwinden ist. Noch geeigneter sind Querungen, wo die Fahrbahn in einem Einschnitt oder auf einem Damm geführt wird und somit für den Fussverkehr Höhendifferenzen entfallen (Abbildung 31).

Sind niveaufreie Querungen von sehr stark befahrenen Strassen unumgänglich, so sind die Bedürfnisse von älteren Fussgängern zu berücksichtigen (flache Rampen, Lifte).

Abbildung 30
Attraktive Führung des Fussverkehrs auf zwei Ebenen – Überführung an Hanglage



Fussgängerstreifen

Zweck von Fussgängerstreifen ist es, den Vortritt zwischen Fussverkehr und rollendem Verkehr zugunsten der Fussgänger zu regeln. Demgegenüber dominiert in der Öffentlichkeit die Meinung, Fussgängerstreifen seien eine für Fussgänger sicherheitsfördernde Massnahme bei Querungsstellen. Diese beiden Darlegungen zeigen eine Diskrepanz zwischen Bedeutung (Vortrittsregelung) und Erwartung (Sicherheit) dieser betrieblichen Intervention.

Der **sicherheitstechnische** Nutzen von Fussgängerstreifen ist in der Tat umstritten. Die Unfallstatistik zeigt, dass das Unfallgeschehen auf Fussgängerstreifen mit jährlich rund 300 Schwerverletzten oder Getöteten erheblich ist. Zudem zeigten Belopitov et al. [252], dass sich 44 % aller Fussgängerstreifenunfälle auf der zweiten Fahrbahnhälfte ereignen. Die Fussgänger waren demnach schon lange im Blickfeld des nahenden Fahrzeuglenkers und wurden trotzdem angefahren. Walter et al. [209] gelangen denn auch in einer Literaturanalyse zum Schluss, dass der Sicherheitsgewinn von Fussgängerstreifen kontrovers ist. Fallweise finden sich Befunde für ein erhöhtes, für ein gleiches sowie für ein geringeres Risiko, auf dem Fussgängerstreifen zu verunfallen,

Abbildung 31
Attraktive Führung des Fussverkehrs auf zwei Ebenen – Unterführung in Einschnitt



im Vergleich zu Querungsstellen ohne Fussgängerstreifen. Wenn überhaupt, dann sei eher eine minimale sicherheitsabträgliche Tendenz zu finden.

Hinsichtlich **Vortrittsbeachtung** seitens der Fahrzeuglenker zeigt sich ebenfalls ein zumindest fragwürdiges Bild. Walter et al. [209] zitieren in- und ausländische Studien, in denen Anhaltequoten zwischen 8 und 98 % ausgewiesen werden, je nach Ausgestaltung und Betrieb der Fussgängerstreifen.

Offensichtlich sind Fussgängerstreifen per se weder selbsterklärend noch fehlertolerant, weder für Fussgänger noch für Fahrzeuglenker. Fussgänger deuten sie als Sicherheitsmassnahme, Fahrzeuglenker sind sich zu wenig bewusst, dass ihnen bei Fussgängerstreifen der Vortritt entzogen wird. Diese Kombination kann sich insbesondere für ältere Fussgänger verhängnisvoll auswirken, wenn man sich ihre Beeinträchtigungen in der Gehgeschwindigkeit sowie in der Einschätzung von Distanzen und Geschwindigkeit von Fahrzeugen vergegenwärtigt. Befindet sich ein älterer Fussgänger nach einer Fehleinschätzung erst einmal auf der Fahrbahn, so ist die Fehlertoleranz in der Regel ungenügend.

Walter et al. [209] haben aufgezeigt, unter welchen baulichen und betrieblichen Bedingungen ein Fussgängerstreifen nicht nur subjektiv, sondern auch objektiv als sicher gilt. Insbesondere mit Rücksicht auf Senioren als Fussgänger sind alle Bedingungen einzuhalten. Als Element, das sich für Senioren als besonders fehlertolerant erweisen dürfte, sei die **Fussgängerschutzinsel** hervorgehoben. Nur auf eine Fahrtrichtung aufs Mal fokussieren zu müssen, kommt den Senioren entgegen. Begeht der Fussgänger eine Fehleinschätzung, kann er zudem auf der Fussgängerschutzinsel einen Sicherheitshalt einlegen. Der

Sicherheitsgewinn von Fussgängerschutzinseln ist denn auch in diversen Studien belegt [253-257].

Interventionen zur Erhöhung der Anhaltequote können sich ebenfalls positiv auf die Sicherheit der querenden Fussgänger, namentlich der Senioren, auswirken. In diesem Zusammenhang sei auf Befunde im spezifischen Sicherheitsdossier Fussverkehr [209] hingewiesen. Durchwegs positive Ergebnisse zeigen in dieser Hinsicht Interventionen, die dem MFZ-Lenker vor dem Fussgängerstreifen mittels üblicher Signalisation den Vortrittsverlust visualisieren. Namentlich mit der Markierung einer **Wartelinie** (Kein Vortritt) bzw. eines **Querbalkens** und/oder mit der Platzierung des **Signals «Kein Vortritt»** unmittelbar vor dem Fussgängerstreifen. Das Wirkmodell ist überzeugend: In Anlehnung an die bekannte Markierung bei der Vortrittsregelung «Kein Vortritt» sollen geläufige Elemente dieses Regime beim Fussgängerstreifen besser visualisieren. Durch Zurückgreifen auf eine offizielle und somit bekannte Signalisation (Kein Vortritt) wird die Anhaltepflicht psychologisch untermauert und somit selbsterklärend (Abbildung 32).

Abbildung 32
Wartelinie vor Fussgängerstreifen – Wirkung belegt



Fussgänger-Lichtsignalanlage

An Fussgänger-Lichtsignalanlagen, aber auch an konventionellen Lichtsignalanlagen gesteuerten Kreuzungen wird die Grünphase oft als zu kurz empfunden. Dieser Effekt verstärkt sich unbestreitbar bei Senioren, da ihre Gehgeschwindigkeit reduziert ist. Die gesichtete Literatur zeigt jedoch keine Sicherheitsrelevanz dieses verständlicherweise als unangenehm empfundenen Umstands. An dieser Stelle sei auf das Gesetz verwiesen: Die Gelbphase zeigt dem Fussgänger lediglich an, er solle die Strassenüberquerung nicht mehr in Angriff nehmen. Für die Sicherheit ist hingegen relevant, dass eine in der letzten Grünsekunde begonnene Strassenüberquerung konfliktfrei verläuft. Relevant ist also nicht die Dauer der **Grünphase**, sondern die Summe der Dauer der **Gelbphase** für Fussgänger zuzüglich der **Allesrotphase**. Diese Summe entspricht der Dauer der Rotphase für den motorisierten Individualverkehr und diese muss genügend lang sein. Dieselbe Problematik lässt sich notabene genauso bei Lichtsignal gesteuerten Kreuzungen für den motorisierten Individualverkehr beobachten. Ein Lenker, der in der letzten Grünsekunde die Konfliktfläche einer Kreuzung befährt, wird diese ebenfalls bei Gelb befahren. Nur irritiert ihn dies nicht, weil in der Regel die gelb zeigende Ampel in seinem Rücken, also ausserhalb seines Gesichtsfeldes, liegt. Dieses «Problem» könnte für den Fussverkehr gelöst werden, indem das Lichtsignal – in Analogie zum rollenden Verkehr – auf der näheren Strassenseite platziert wird, sodass der Fussgänger beim Überqueren die angezeigte Phase nicht sehen kann. Dies kann in Form eines kleinen Signalgebers bewerkstelligt werden. Solche Signalgeber werden heutzutage schon oft für den Fahrradverkehr verwendet (vgl. Abbildung 33). Akzeptanz und Umsetzbarkeit dieser Lösung müssten allerdings noch geprüft werden.

Abbildung 33
Verkleinerter Signalgeber für den Fahrradverkehr



Reduktion der Querungsdistanz

Generell kann die **Minimierung der Überquerungsdistanz** ebenfalls den reduzierten Gehgeschwindigkeiten von Senioren entgegenkommen, da dadurch die Expositionszeit verringert werden kann [vgl. dazu auch 258]. Dazu eignen sich namentlich Einengungen auf freien Strecken und die Minimierung von Abbiegeradien in Knotenbereichen.

3.4 Knoten

3.4.1 Ausganglage

Knoten können hinsichtlich vertikaler Lage der Zufahrten (konfliktfrei bzw. auf einer Ebene) differenziert werden. Knoten auf einer Ebene lassen sich wiederum in Kreisverkehrsplätze und «konventionelle» Knoten sowie je nach Betrieb (Rechtsvortritt, vortrittsgeregelt mit Signalen, vortrittsgeregelt mit Lichtsignalanlagen) gliedern. Die Systematik in Abbildung 34 lehnt sich an Boss et al., 2014, [259], und fungiert als Basis für die grundlegend zu überarbeitende VSS-Normengruppe «Knoten». Je nach Art und Betrieb werden Knoten von Fahrzeuglenkern als mehr oder weniger komplex wahrgenommen.

Abbildung 34
Systematikknotten

Knoten mit Rechtsvortritt	Kreuzungsfreie Knoten	Minikreisel
Knoten mit signalisierter Vortrittsregelung		Kleinkreisel
Geregelte Knoten		Grosse Kreisel

Quelle: [260], Darstellung bfu

3.4.2 Zielsetzung

Knoten müssen im Sinne einer selbsterklärenden und fehlertoleranten Verkehrsanlage **erkennbar, übersichtlich, begreifbar und befahrbar** sein. Dieser bekannte Grundsatz ist bei der Planung und Projektierung immer zwingend einzuhalten [vgl. dazu 260].

In diesem Sinne müsste eine Planung und Projektierung von Knoten, die die Beeinträchtigungen der älteren Fahrzeuglenker berücksichtigt, in erster Linie auf eine Minimierung der Komplexität von Knoten abzielen. Dazu gehören insbesondere die **Beschränkung der Konfliktsituationen** (zeitlich und örtlich) und eine **eindeutige Regelung der Vortrittssituationen**.

3.4.3 Umsetzung

Aus diesen Grundsätzen lässt sich ableiten, dass Lichtsignalanlagen-Regelungen möglichst ohne Konflikte (kein Vollgrün, kein Pfeilgrün mit gelbblinkendem Zusatzsignal) und Kreisverkehrsplätze (weniger Konfliktpunkte als herkömmliche Knoten) zu bevorzugen wären. Solche Forderungen finden sich auch in der Literatur [z. B. 251,261]. Eine erste Abschätzung der Richtigkeit dieser Forderung wurde anhand einer Analyse der schweizerischen Verkehrsunfallstatistik durchgeführt. Interessanterweise konnte damit keine Bestätigung der Wirkung dieser Forderung gefunden werden. Im Gegenteil: Als Hauptverursacher schwerer Unfälle in Kreisverkehrsplätzen sind Senioren im Vergleich zu den übrigen Lenkern (aber auch im Vergleich zu Knoten ohne Lichtsignalanlage) übervertreten und auch als Opfer schwerer Unfälle zumindest nicht untervertreten. Die These, Kreisverkehrsplätze seien für Senioren besonders geeignet, muss zumindest hinterfragt werden.

Einen interessanten Ansatz zeigte die niederländische Verkehrssicherheitsfachstelle SWOV in einer Studie aus dem Jahre 2010 [258]. Ältere Personenwagen-Lenker seien insbesondere beim Linksabbiegen an Knoten ohne Lichtsignalanlage einem grösseren Unfallrisiko ausgesetzt. Als Gegenmassnahme verspricht man sich von Linksabbiegespuren mit sogenanntem positivem Offset eine sicherheitsfördernde Wirkung (vgl. dazu Abbildung 35, [262]). Bislang fehlt allerdings der Nachweis von Wirksamkeit und Effizienz dieser Lösung.

Selbstverständlich muss bei der Signalisation der Knoten (Vortrittssignale, Lichtsignalanlagen, Wegweisung, Strassennamen usw.) die beeinträchtigte Sehleistung berücksichtigt werden. Aus dem Fachbereich des Human Factor sind die Anforderungen an Schriftgrösse, Schriftart, Blendung usw. bekannt. Inwieweit diese Vorgaben in den entsprechenden VSS-Normen einbezogen sind, müsste im Detail erforscht werden. Allerdings ist die Sicherheitsrelevanz dieser Problematik infrage zu stellen. Es darf bezweifelt werden, ob beispielsweise zu klein geschriebene Strassennamen einen Risikofaktor für häufige und schwere Unfälle darstellen.

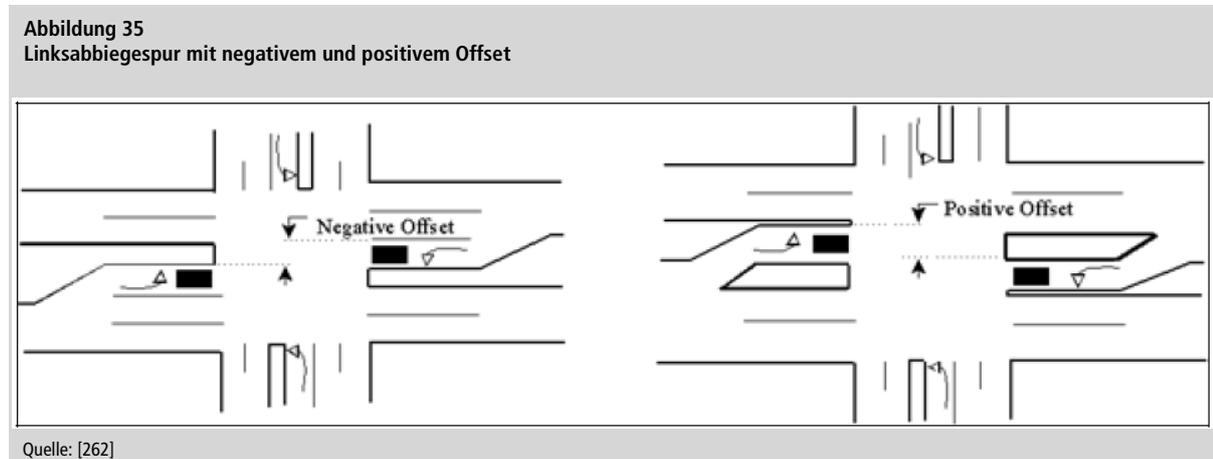
In **Knoten** muss der Grundsatz der **fehlertoleranten** Verkehrsanlage dahingehend verstanden werden, dass bauliche bzw. betriebliche Massnahmen

eine **Kompensation von begangenen Fehleinschätzungen** einer Verkehrssituation ermöglichen können.

Aufgrund der bekannten **kognitiven** Beeinträchtigungen von Senioren (vgl. Kap. V.2.7) ist davon auszugehen, dass sie als Fahrzeuglenker an Knoten vorwiegend Fehler hinsichtlich Geschwindigkeits-, Distanz- und Zeitlückeneinschätzung begehen [263]. Je komplexer ein Knoten gestaltet ist, desto grösser ist auch die Wahrscheinlichkeit von Fehlbeurteilungen.

Die Literatursuche zeigt, dass die Ansätze für fehler-tolerante Knotengestaltung beschränkt sind. Anhand einfacher Beispiele kann dies verdeutlicht werden:

- Ist erst einmal der Entscheid gefällt worden, einen lichtsignalanlagengesteuerten Knoten mit Konfliktgrün zu betreiben, so gibt es keine infrastrukturellen Möglichkeiten mehr, allfällige Fahrfehler zu minimieren.
- Analoge Überlegungen gelten auch für Knoten im Rechtsvortritt oder für sehr komplex gestaltete Kreuzungen.



Vorrangiges Ziel muss deshalb bleiben, Knoten selbsterklärend zu planen und zu projektieren. Im Folgenden werden Möglichkeiten fehlertoleranter Massnahmen aufgezeigt.

Führung von Knotenzufahrten

Eine bedeutsame **physische** Beeinträchtigung, die in Zusammenhang mit seniorengerechter Fehlertoleranz von Knoten mitberücksichtigt werden muss, ist die eingeschränkte Rotationsfähigkeit des Nackens. Letztere ist bei Knotenpunkten aller Art von Bedeutung, denn nur wer in der Lage ist, den Kopf genügend zu drehen, kann eine Verkehrssituation

an einem Knoten ausreichend beurteilen. **Vortrittsbelastete Knotenzufahrten** sind deshalb **rechtwinklig** (Abbildung 36) und nicht spitzwinklig zu führen (Abbildung 37). Dadurch kann der eingeschränkten Rotationsfähigkeit des Nackens von Senioren Rechnung getragen werden. Fildes et al., 2000, konnte in einer Studie nachweisen, dass insbesondere ältere Lenker bei spitzwinkligen Einmündungen ein erhöhtes Unfallrisiko aufweisen [263].

Gestaltung von Einmündungen

Eine weitere Möglichkeit fehlertoleranter Knotengestaltung besteht im Angebot eines ausgeweiteten Mittelbereiches bei Einmündungen (vgl. Abbildung 38). In Anlehnung an die Grundidee der Fussgängerschutzinsel kann damit einmündenden oder querenden Fahrzeugen ein gesicherter Mittelbereich angeboten werden, der es ermöglicht, die Fahrbahn in zwei Etappen zu queren. Diese Lösung dürfte in der Schweiz insbesondere innerorts vielfach an den kleinräumigen Platzverhältnissen scheitern.

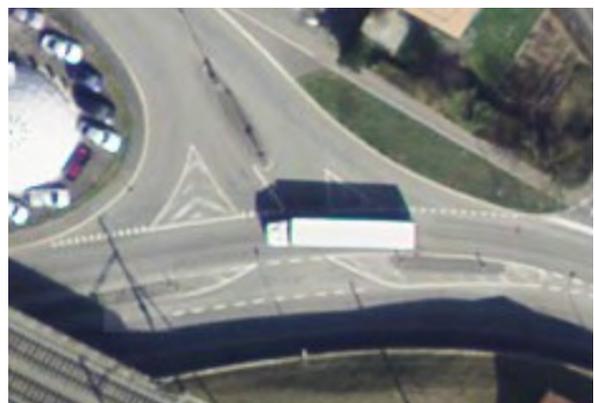
Abbildung 36
Rechtwinklig geführte, vortrittsbelastete Knotenzufahrt



Abbildung 37
Spitzwinklig geführte vortrittsbelastete Knotenzufahrt



Abbildung 38
Einmündung mit ausgeweitetem Mittelbereich



3.5 Freie Strecke

3.5.1 Ausgangslage

Hinsichtlich Anforderungen an eine **selbsterklärende** Gestaltung der freien Strecke muss zwischen den Ortslagen «innerorts» und «ausserorts» differenziert werden, denn die Anforderung an den Strassenraum sind für diese beiden Ortslagen grundverschieden. Was die **Fehlertoleranz** auf der freien Strecke betrifft, so richtet sich das Hauptaugenmerk an die Problematik der Kollisionen mit festen Objekten auf und neben der Fahrbahn, und zwar für beide Ortslagen.

3.5.2 Zielsetzung

Ausserorts muss eine korrekte **Trassierung** dem Fahrzeuglenker ermöglichen, die **Linienführung** intuitiv richtig einzuschätzen. **Innerorts** gestattet eine adäquate **Strassenraumgestaltung**, intuitiv die **seitlichen Gefahren** wahrzunehmen. Diese zentralen Massnahmen beabsichtigen, Fahrzeuglenker zu angemessener Geschwindigkeitswahl und adäquatem Blickverhalten anzuhalten.

Abbildung 39
Randlinien



¹⁵ VSS: Forschung und Normierung im Strassen- und Verkehrswesen.

Sowohl innerorts als auch ausserorts gilt es zu vermeiden, dass Schleuder-/Selbstunfälle mit einer Kollision mit einem festen Objekt auf oder neben der Fahrbahn enden. Denn Häufigkeit und Schwere dieses Unfalltyps sind vergleichsweise sehr hoch [7,264].

3.5.3 Umsetzung

Ausserorts selbsterklärend

Eine homogene Linienführung, die intuitiv ein adäquates Verhalten der Fahrzeuglenker bewirkt, wird durch eine **Trassierung** gemäss den Normvorgaben des VSS¹⁵ [265] erzielt. Bei der Projektierung von Ausserortsstrassen müssen diese Vorgaben zwingend berücksichtigt werden. Dies gilt insbesondere für die geometrischen Bedingungen hinsichtlich Elementenfolge (Kurven, Geraden). So sind die maximal geltenden Differenzen der Projektierungsgeschwindigkeiten benachbarter Elemente, namentlich Kurven, einzuhalten. Zudem müssen geometrische Bedingungen für die Übergänge zwischen Kurven und Geraden berücksichtigt werden. In der Praxis lassen es die Randbedingungen (z. B. Topografie, Eigentumsverhältnisse) oft nicht zu, die geschilderten Projektierungsvorgaben einzuhalten. Führt dies zu Sicherheitsproblemen, so kann versucht werden, Kurven mit optischen Führungshilfen zu entschärfen.

Als optische Führungshilfen zur Verdeutlichung des Kurvenverlaufs werden in der Praxis eine ganze Reihe von Massnahmen eingesetzt, insbesondere:

- Randlinien (Abbildung 39)
- dichte Abfolge von Leitpfosten oder flexiblen Kunststoffpollern zur Verdeutlichung des Kurvenverlaufs

- Leitpfeile
- abgestufte Leitpfeile (Abbildung 41)
- Verknüpfungen dieser Massnahmen: Zwahlen erarbeitete dazu ein Verfahren, um je nach geometrischen Bedingungen, die ideale Kombination festzulegen [266]

Gefahrensignale zur allfälligen Korrektur missachteter Projektierungsgrundsätze sollten angesichts der bestehenden Signalisationsdichte und der zu berücksichtigenden nachlassenden Informationsverarbeitungsgeschwindigkeit von Senioren höchstens als Ausnahme toleriert werden.

Selbstverständlich muss der Strassenverlauf auch **nachts** einsehbar sein. Gerade unter Berücksichtigung des verminderten Sehvermögens von Senioren bei Dunkelheit ist diese Forderung von besonderer Bedeutung. In diesem Zusammenhang erarbeiteten Schnell und Zwahlen [266] das Konzept der Preview Time. Demgemäss müssen Markierungen eine Retroflexion aufweisen, die es dem Fahrzeuglenker ermöglicht, 3,65 Sekunden im Voraus den Strassenverlauf zu erkennen.

Abbildung 40
Torwirkung einer Mittelinsel bei einer Ortseinfahrt



Abbildung 41
Abgestufte Leitpfeile



Innerorts selbsterklärend

Ein adäquates Geschwindigkeitsmodell innerorts wird seit Jahren unter dem Begriff «Geschwindigkeitsregime 50/30 innerorts» propagiert. Eine konsequente Umsetzung dieses Geschwindigkeitsregimes innerorts führt zu einem angemessenem Geschwindigkeitsniveau. Als Folge der geringeren Geschwindigkeit könnte ein grosser Anteil der relevanten Unfalltypen reduziert werden.

Dieses Modell sieht nicht nur vor, innerorts alle siedlungsorientierten Strassen mit einer Höchstgeschwindigkeit von 30 km/h zu belegen und das verkehrsorientierte Basisnetz mit 50 km/h zu betreiben. Ein

Abbildung 42
Kammerung des Strassenraums



Abbildung 43
Verzahnung der Seitenräume



ebenso wichtiger Bestandteil des Geschwindigkeitsregimes 50/30 innerorts ist eine den Nutzungsansprüchen der Strasse entsprechende Gestaltung der Strassenräume auf verkehrsorientierten Strassen.

So sollen auf **verkehrsorientierten** Strassen zwar Erkennungselemente wie Lichtsignalanlagen, Mittelmarkierungen, Fussgängerstreifen, Fussgänger-schutzinseln und/oder das Vortrittsrecht gegenüber Querstrassen zur Anwendung gelangen. Um allerdings ein hohes Verkehrssicherheitsniveau zu gewährleisten, die Querbeziehungen zu verbessern und die Trennwirkung der Fahrbahn zu minimieren, ist es unerlässlich, den Strassenraum gestalterisch aufzuwerten. Dabei sind folgende übergeordneten Strassenraumgestaltungsprinzipien und -elemente anzuwenden [267]:

- **Torwirkung** (optische Abgrenzung zwischen Strassenräumen unterschiedlicher Charakteristik, die eine Anpassung des Fahrverhaltens anstrebt; Abbildung 40, S. 155)
- **Kammerung des Strassenraums** (optische Längsunterteilung des Strassenraums in Raumkammern, um für Lenker die Durchsicht in die Tiefe des Strassenraums zu beschränken und damit einen geschwindigkeitssenkenden Effekt zu erzielen; Abbildung 42)
- **Verzahnung der Seitenräume** (Milderung der Bandwirkung der Fahrbahnränder durch Verwendung verschiedener Beläge; Abbildung 43).

Bei der Umsetzung dieser Prinzipien sind nachfolgende Aspekte mit einzubeziehen:

- städtebauliche Vorgaben und Ziele
- Struktur des Strassenraums
- Funktion und Lage der Strasse

Von zentraler Bedeutung ist, dass das übergeordnete Strassennetz innerorts eine hohe Leistungsfähigkeit aufweist. Dadurch soll vermieden werden, dass sich Schleichverkehr auf die siedlungsorientierten Strassen verlagert. Da gleichzeitig städtebauliche Aspekte, Strassenraumstruktur sowie Funktion und Lage der Strasse zu berücksichtigen sind, stellen

Abbildung 44
Torelement bei der Einfahrt in eine Tempo-30-Zone



Abbildung 45
Versetzte Parkfelder in einer Tempo-30-Zone



Abbildung 46
Verdeutlichung einer Kreuzung mit Rechtsvortritt in einer Tempo-30-Zone



verkehrsorientierte Innerortsstrassen für Planer und Behörden hinsichtlich Projektierung, Gestaltung und Betrieb äusserst anspruchsvolle und komplexe Herausforderungen dar. Wie diese Aufgaben mit dem Aspekt der Verkehrssicherheit zu verbinden sind, beschreiben Eberling et al. [268].

Eine Auswahl an Gestaltungselementen wird in den folgenden Kapiteln behandelt. Dabei wird nicht nur die Zweckdienlichkeit zur konkreten Umsetzung von Gestaltungsprinzipien erläutert, sondern auch ihre präventive Wirkung auf bestimmte Unfalltypen beurteilt. Dabei zeigt sich, dass das Gestaltungselement Trennung in Fahrbahnmitte eine zentrale Rolle einnimmt (VI.3.3.1).

Auf **siedlungsorientierten** Strassen sind primär Erkennungsmaßnahmen einzusetzen, damit sich Lenker jederzeit vergegenwärtigen können, dass eine Höchstgeschwindigkeit von 30 km/h gilt:

- auffälliges Eingangstor (Abbildung 44)
- versetzte Parkfelder (Abbildung 45)
- Markierungstechnische Akzentuierung von Rechtsvortrittkreuzungen gemäss entsprechender VSS-Norm [267] (Abbildung 46)
- Tempo-30-Signete (Abbildung 47)

Abbildung 47
Tempo-30-Signet



Bauliche Massnahmen zur Verkehrsberuhigung (z. B. Vertikal- und Horizontalversätze) gemäss entsprechender VSS-Norm [267] sollen nur dann angewendet werden, wenn aufgrund des Erscheinungsbildes ein schlechter Einhaltegrad der Geschwindigkeitsbeschränkung zu erwarten ist oder besteht.

In der Praxis wird der Fokus fälschlicherweise oft auf die Realisierung von Tempo-30-Zonen auf siedlungsorientierten Strassen gerichtet. Hinsichtlich Unfallrelevanz ist dieses Vorgehen deshalb nicht zielführend, weil eine Abschätzung aufgrund der offiziellen Unfallstatistik zeigt, dass mindestens 75 % aller schwer verletzten und getöteten PW-Insassen auf **verkehrsorientierten Strassen** zu verzeichnen sind (Annahme, dass alle Hauptstrassen und mindestens die Hälfte der mit 50 bzw. 60 km/h betriebenen Nebenstrassen verkehrsorientiert sind; Tabelle 28). Deshalb besteht primär auf diesen Strassen **Handlungsbedarf**.

Tabelle 28
Schwere Personenschäden bei PW-Insassen, innerorts nach Strassenart, Σ 2009–2013

Strassenkategorie	Autostrasse	Hauptstrasse	Nebenstrasse	Andere	Total
	1	1 261	773	86	2 111

Quelle: ASTRA, Auswertung bfu

Ausserorts und innerorts fehlertolerant

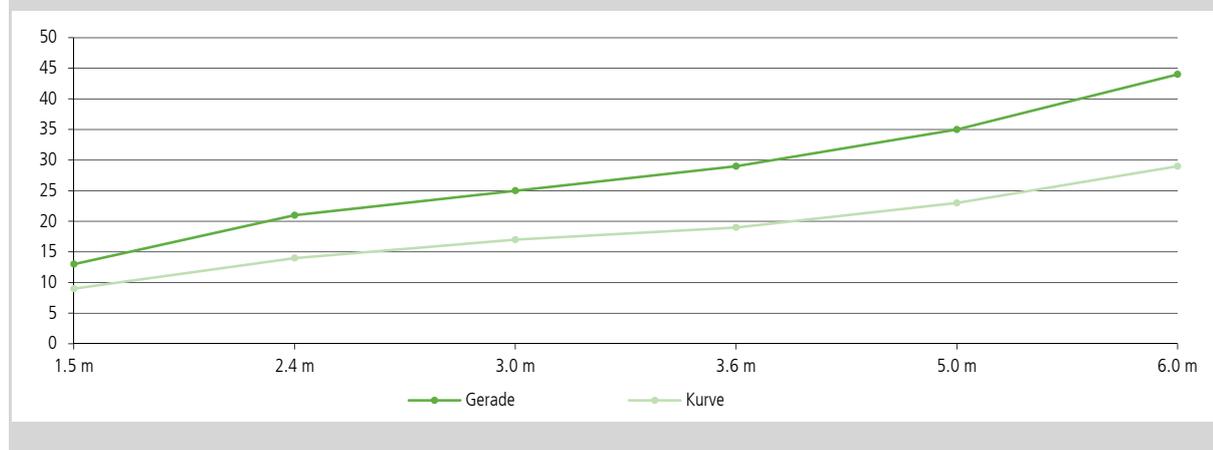
Auf der **freien Strecken** gilt es, aus verkehrssicherheitstechnischer Betrachtung das Hauptaugenmerk auf feste Objekten auf bzw. ausserhalb der Fahrbahn zu richten. Kollisionen mit festen Objekten (Mauern, Zäune, Bäume u. a.) weisen per se eine sehr hohe Letalität auf [269]). Die erhöhte Vulnerabilität von Senioren als PW-Insassen oder Motorradfahrern verstärkt diese Problematik zusätzlich.

Prioritär gilt es, feste Objekte insbesondere an **Kurvenausseiten**, gänzlich zu **vermeiden**. Die blosserhöhung der Abstände fester Objekte zum Strassenrand reduziert zwar die Unfallwahrscheinlichkeit in Kurven [270], jedoch bedeutend weniger stark als auf Geraden (Abbildung 48).

Die in Ewert et al. [271] eingehend beleuchtete Problematik wird im Folgenden zusammengefasst.

Ausserorts kann ein genügender Abstand der festen Objekte vom Fahrbahnrand zur Reduktion der Kollisionsgeschwindigkeit und damit der Unfallfolgen beitragen. Ogden [270] benutzt in diesem Zusammenhang den Begriff der sogenannten «Freihaltezonen» neben einer Strasse. Mehrere Studien versuchten, die

Abbildung 48
Ausmass der Unfallreduktion (in Prozent) bei Kollisionen mit festen Hindernissen ausserhalb der Fahrbahn in Abhängigkeit vom Abstand des Hindernisses vom Fahrbahnrand



optimale Grösse solcher Freihaltezonen aus Sicht der Verkehrssicherheit zu bestimmen [272,273]. Diese Studien kommen zum Schluss, dass eine Freihaltezone von 9 m angemessen ist. Dieser Wert gilt jedoch für Abirrgeschwindigkeiten wie sie auf Autobahnen und Autostrassen gefahren werden. In Deutschland, wo auf Überlandstrassen (Ausserortsstrassen) die Höchstgeschwindigkeit von 100 km/h gilt, wird von Meewes et al. [274] ein Abstand von 10 m gefordert. Zegeer [275] ermittelte Unfallwahrscheinlichkeiten in Abhängigkeit der Breite der Freihaltezonen. Der grösste Nutzen ergab sich dabei bei einer Verbreiterung dieser Freihaltezonen bis zu 6 m. Aufgrund der obigen Erkenntnisse gelangen Ewert et al. [271] zum Schluss, einen Abstand von festen Hindernissen zum Strassenrand an Haupt- und Nebenstrassen im Ausserortsbereich von 6 m zu fordern. Entlang von Autostrassen soll dieser Abstand hingegen 10 m betragen.

Nur ausserorts und nur wenn in Ausnahmefällen die Abstände nicht eingehalten werden können, sollen die Fahrzeuginsassen vor einer Kollision mit einem festen Hindernis mit einem **Leitschranksystem** geschützt werden. An der Kurvenaussenseite angebrachte Leitplanken bezwecken, von der Fahrbahn abirrende Fahrzeuge zurückzuhalten (Abbildung 49).

Abbildung 49
Beispiel einer Leitschranke an der Kurvenaussenseite mit doppelter Schutzfunktion (Absturz und Kollision mit einem Mast)



Dies impliziert jedoch das Risiko von Sekundärkollisionen, sodass in jedem Einzelfall die Vor- und Nachteile eines Leitschranksystems abzuwägen sind. Diesen Grundsätzen trägt auch die VSS-Norm Rechnung [276].

Innerorts ist der Handlungsspielraum bezüglich Abstand zum Fahrbahnrand und Realisierung von Leitschranksystemen wegen der kleinräumigen Verhältnisse sehr beschränkt, sodass nebst dem grundsätzlichen Weglassen von festen Objekten nur noch die nachfolgend aufgezählten Massnahmen realistisch infrage kommen können.

Die wohl geringfügigste Umsetzung besteht in einer **kontrastreichen Kennzeichnung** der Objekte am Fahrbahnrand (z. B. schwarz-weiss schraffierte Schilder, Abbildung 50). Diese Massnahme könnte mutmasslich zu einer vorsichtigeren Fahrweise der Lenker im Bereich dieser Objekte führen.

Randbedingungen lassen es nicht immer zu, Verkehrssystemelemente (Wegweiser, Kandelaber usw.) oder Gestaltungselemente (Begrünungen, Kunstobjekte usw.) derart zu gestalten, dass Kollisionen mit ihnen ausgeschlossen werden können. In solchen Fällen sind letztere derart auszuführen, dass

Abbildung 50
Schwarz-weiss schraffierte Schilder



wenigstens die **Folgen** allfälliger Kollisionen **gemildert** werden können.

Der Handlungsspielraum ist in dieser Hinsicht jedoch klein, da die relevantesten Kollisionsobjekte Bäume sind. Immerhin halten Ewert et al. [271] und die entsprechende VSS-Norm [277] fest, dass Baumstämme einen Durchmesser von 8 cm nicht übersteigen sollten, damit der **Widerstand** bei einer **Kollision** für PW-Insassen nicht zu schweren Folgen führt. Allerdings ist diese Forderung in der Praxis kaum umsetzbar. Analoge Forderungen richten sich selbstredend auch an die Konstruktion von Zäunen, Mauern und Geländern.

Schliesslich kann auch auf Ausserortsstrassen als Notlösung versucht werden, durch eine **adäquate Detailgestaltung der Kollisionsteile**, die eindringende Wirkung der Kollisionsobjekte zu minimieren. Als veranschaulichende Beispiele dafür sei auch an dieser Stelle das Abschrägen einer Mauerkante oder das Anbringen von Rohrbogen als Abschluss von Geländern (Abbildung 51) zitiert.

Autobahn: Geisterfahrer

Sowohl die Analyse der Strassenverkehrsunfälle auf Schweizer Strassen als auch die gesichtete Literatur

Abbildung 51
Rohrbogen als Geländerabschluss



weisen einen erhöhten Anteil Senioren als Verursacher von Geisterfahrerunfällen aus. Dabei darf aber nicht ausser Acht gelassen werden, dass im Vergleich zum gesamtschweizerischen Unfallgeschehen (jährlich rund 250 Getötete und rund 4000 Schwerverletzte) Unfälle mit Geisterfahrern einen äusserst kleinen Anteil ausmachen (jährlich rund 1 Getöteter und 3 bis 4 Schwerverletzte).

Die Frage nach effizienten Lösungen gegen Geisterfahrer ist ziemlich komplex, denn es gilt, folgende Tatsachen zu berücksichtigen:

- Geisterfahrerunfälle sind nicht nur vergleichsweise extrem selten, sie ereignen sich ausserdem dispers über das gesamte Schweizer Autobahnnetz.
- Nur rund die Hälfte aller Geisterfahrten hat ihren Ursprung an einer Autobahnausfahrt. Die anderen entstehen durch Wenden nach dem Einfahren.

Wollte man dem Geisterfahrerproblem mit baulichen Sanierungen an den Autobahnanschlüssen begegnen, müsste man flächendeckend sämtliche (knapp 500) Anschlüsse zumindest analysieren, wenn nicht gar umbauen. Dennoch könnten damit nicht alle Falscheinfahrten vermieden werden und die Gesamtwirkung einer solchen Massnahme wäre gering. Dasselbe gilt für signalisationstechnische Massnahmen, wobei deren Wirkung noch geringer ausfallen dürfte. Eine Fokussierung auf Geisterfahrerunfälle im Zusammenhang mit Senioren ist deshalb eine sehr ineffiziente Strategie.

3.6 Implementierung

3.6.1 Grundbemerkung

Ein seniorengerechtes, selbsterklärendes und fehler-tolerantes Verkehrssystem berücksichtigt die kogni-tiven (z. B. Informationsverarbeitung), physischen (Vulnerabilität) und motorischen (reduzierte Nackenrotation) Defizite. Inwiefern das Schweizer Ver-kehrssystem die seniorenspezifischen Anliegen be-rücksichtigt, konnte im Rahmen des vorliegenden Sicherheitsdossiers nicht abgeschätzt werden. Die Praxis zeigt jedoch sehr deutlich, dass insbesondere dem Aspekt der fehlertoleranten Strasse (aus wel-chen Gründen auch immer) nur in sehr geringem Masse Rechnung getragen wird. Die Praxis zeigt weiter dass gewisse VSS-Normen (vor allem aus Gründen der Umsetzbarkeit) den neuesten Stand des Wissens nicht durchweg berücksichtigen. Am verhängnisvollsten erweisen sich schliesslich diejeni-gen Verkehrsanlagen, bei denen nicht einmal die (unzureichenden) Normvorgaben eingehalten werden. Nachfolgend werden Implementierungs-möglichkeiten der zuvor behandelten Defizite vor-geschlagen. Sie beruhen auf Einschätzungen von Experten und zeigen mögliche Lösungswege auf.

3.6.2 Möglichkeiten bei aktuellen Normvorhaben

Zurzeit behandelt der VSS (Forschung und Normie-rung im Strassen- und Verkehrswesen) diverse Normvorhaben, die Auswirkungen auf Senioren-anliegen haben.

Voranalyse Self Explaining and Forgiving Roads (SERFOR)

Mit der geplanten Voranalyse werden Begriffe defi-niert, der Handlungsbedarf aufgezeigt und ein For-schungspaket konzipiert. Dabei werden insbeson-dere Inhalte für einzelne Folgeforschungen (Teilpro-jekte) abgegrenzt und strukturiert. Die Voranalyse zeigt zudem auf, wie die einzelnen Forschungsvorhaben koordiniert werden können.

Fussgängerstreifen

Die Aktualisierung der VSS-Norm beabsichtigt, ins-besondere die neuesten sicherheitstechnischen Er-kenntnisse dieser speziellen Querungsform zu be-rücksichtigen.

Knoten

Nach Erstellung einer sogenannten Initialforschung, die eine neue, gesamtheitlichen Herangehensweise bei der Knotenprojektierung definiert hat, plant der VSS in nächster Zukunft alle Knotennormen ent-sprechend zu aktualisieren.

Es ist sicherzustellen, dass für die Seniorenthematik sensibilisierte Verkehrssicherheitsspezialisten in den relevanten Gremien aller erwähnten Projekte Einsitz finden (Begleitkommissionen, Norm- und For-schungskommissionen). Dadurch kann sichergestellt werden, dass die entsprechenden Anliegen frühzei-tig in die Normierung einfließen.

3.6.3 Anwendung der ISSI-Instrumente

Im Rahmen des Handlungsprogrammes des Bundes Via sicura, trat am 1.7.2013 u. a. Art. 6a, Abs. 1,3,4 SVG in Kraft. Dieser verpflichtet die zuständigen

Behörden, ihr Strassennetz auf Unfallschwerpunkte und Gefahrenstellen systematisch zu analysieren und diese zu beheben. Zudem muss bei Planung, Bau und Betrieb der Strasseninfrastruktur den Anliegen der Verkehrssicherheit angemessen Rechnung getragen werden.

Um eine systematische Umsetzung dieser Ziele zu gewährleisten, hat das ASTRA sechs sogenannte Infrastruktur-Sicherheitsinstrumente (ISSI) erarbeitet. Diese basieren insbesondere auf den Verfahren zur systematischen Sicherheitsüberprüfung der Strasseninfrastruktur, die im Rahmen des sechsten Rahmenprogramms der EU ausgearbeitet wurden (Projekt RIPCORDER-ISEREST [278]). Es sind dies:

- RIA (Road Safety Impact Assessment) zur Bestimmung der sichersten Projektvariante
- RSA (Road Safety Audit) zur Überprüfung von Projekten hinsichtlich sicherheitstechnischer Mängel
- RSI (Road Safety Inspection) zur Identifikation und Sanierung von Gefahrenstellen
- BSM (Black Spot Management) zur Identifikation und Sanierung von Unfallhäufungsstellen
- NSM (Network Safety Management) zur Bewertung der Verkehrssicherheit auf Netzebene
- EUM (Einzelunfallstellen-Management) zur fallbezogenen Analyse der Strasseninfrastruktur

Diese Instrumente hat das ASTRA in 6 entsprechenden Broschüren erläutert [279-284]. Diesen 6 Instrumenten wurde eine Vollzugshilfe überlagert, die die systematische Institutionalisierung der ISSI-Instrumente sicherstellen soll [285].

Die technischen Methoden von 5 dieser 6 ISSI-Instrumente sind wiederum in diversen VSS-Normen – und zwar SN (Schweizer Norm) oder SNR (Schweizer Regel) – festgehalten:

- Strassenverkehrssicherheit – Folgeabschätzung: Road Safety Impact Assessment – RIA, SNR 641 721
- Strassenverkehrssicherheit – Audit: Road Safety Audit – RSA, SN 641 722
- Strassenverkehrssicherheit – Inspektion: Road Safty Inspection RSI, SNR 641 723
- Strassenverkehrssicherheit – Unfallschwerpunkt-Management: Black Spot Management – BSM, SN 641 724
- Strassenverkehrssicherheit – Netzeinstufung: Network Safety Mangement – NSM, SNR 641 275

Zur Sicherstellung einer flächendeckenden senioren-gerechten Infrastruktur eignen sich die folgenden zwei ISSI-Instrumente:

Road Safety Audit (RSA)

Ein Road Safety Audit ist ein standardisiertes Verfahren zur Prüfung von Projekten (Neubau, Umbau, Sanierung) in den verschiedenen Planungs- und Projektierungsphasen. Durch eine unabhängige Sicherheitsverträglichkeitsprüfung können potenzielle Verkehrssicherheitsprobleme bereits während der Planungs- und Projektierungsphase vermieden werden. In einigen Ländern gehört dieses Verfahren bereits seit Längerem zum üblichen Ablauf bei Neuprojekten.

Road Safety Inspection (RSI)

Die Road Safety Inspection ist ein standardisiertes Verfahren zur Überprüfung bestehender Verkehrsanlagen im Sinn einer Betriebssicherheitsprüfung. Im Gegensatz zum Road Safety Audit, bei dem Neu- und Umbauprojekte geprüft werden, basiert die Road Safety Inspection auf der Idee einer

periodischen Kontrolle der bestehenden Infrastruktur durch die zuständigen Behörden.

Inwiefern die infrastrukturspezifischen Normen, aufgrund derer RSI und RSA durchgeführt werden, auf Bedürfnisse der Senioren ausgelegt sind, müsste im Einzelfall untersucht werden. Dies ist jedoch nur im Rahmen einer grösseren Forschungsarbeit möglich. Erwähnenswert ist immerhin, dass die RSI-Norm eine behindertengerechte Ausgestaltung von Verkehrsanlagen erwähnt. In Analogie dazu müsste die Anliegen von Senioren in einer RSI-Norm zumindest auch erwähnt werden. Genauso müssten die Anliegen beider erwähnten Verkehrsteilnehmergruppen auch in der RSA-Norm angesprochen werden.

Die in den meisten Kantonen der Schweiz seit 2011 gestarteten RSI von Fussgängerstreifen sollten periodisch wiederholt werden. Eine Ausdehnung auf alle Querungsstellen und eine Berücksichtigung seniorenspezifischer Anliegen.

Ebenso sollten Ausserortsstrecken spezifisch auf potenzielle feste Kollisionsobjekte und hinsichtlich korrekter Trassierung systematisch mittels RSI überprüft werden.

3.6.4 Anpassung ausgewählter VSS-Normen bezüglich passiver Sicherheit

Eine VSS-Norm berücksichtigt bisweilen auch den Faktor **Umsetzbarkeit**. Diese wird von Fachexperten beurteilt. Somit gibt es VSS-Normen, die einen Kompromiss zwischen dem theoretisch Anzustrebenden und dem praktisch Umsetzbaren darstellen. Schliesslich muss berücksichtigt werden, dass zwar VSS-Normen systematisch aktualisiert werden, eine gewisse Verzögerung zum aktuellen Wissensstand

jedoch in der Natur der Sache liegt. Diese Mischung aus empirischer Forschung, Expertenrating und zeitlicher Verzögerung kann dazu führen, dass einzelne VSS-Normen nicht ganz der wissenschaftlichen Evidenz entsprechen. Dies äussert sich insbesondere bei der Problematik der festen Objekte. Ewert et al. [271] gelangten nach ausführlichen Analysen bereits 2009 zum Schluss, dass folgende, diesbezüglich relevanten VSS-Normen anzupassen sind.

SN 640 201: Geometrisches Normalprofil – Grundabmessungen und Lichtraumprofil der Verkehrsteilnehmer [286]

In dieser Norm wird ein sogenannter seitlicher Sicherheitszuschlag vorgeschrieben. Dieser ist geschwindigkeitsabhängig und beträgt zwischen 0,1 m und 0,4 m. Im Weiteren sieht die Norm für Leiteinrichtungen, Signale oder Abschränkungen eine zusätzliche lichte Breite von 0,20 m im Lichtraumprofil der Strasse vor. Diese Werte unterschreiten die Erkenntnisse aus Kapitel VI.3.5 bei Weitem. Die Norm ist deshalb entsprechend anzupassen. Angemessene Abstände sind in Abhängigkeit des Strassentyps aufzunehmen.

SN 640 560: Passive Sicherheit im Strassenraum – Grundnorm [276]

In dieser Norm wird der Begriff des sogenannten kritischen Abstands benützt. Dieser wird als seitlicher Abstand zum Fahrbahnrand, innerhalb dem bei Gefahrenstellen Massnahmen der passiven Sicherheit zu prüfen sind, definiert. Die Masse sind in SN 640 561 [287] festgelegt. Gemäss Kapitel VI.3.5 und [271] ist der Begriff der Freihaltezone eher angezeigt, denn er beinhaltet eine klarere Aufforderung, keine Hindernisse in dieser Zone zu tolerieren.

SN 640 561: Passive Sicherheit im Strassenraum – Fahrzeugrückhaltesysteme [287]

Diese Norm legt u. a. kritische Abstände von potenziellen Kollisionsobjekten in Abhängigkeit des Strassentyps und der Verkehrsstärke fest, oberhalb derer ein Rückhaltesystem vorzusehen ist. Aufgrund der Vorgaben ist in den meisten Fällen ein Rückhaltesystem ab einem durchschnittlichen täglichen Verkehr von 12 000 gefordert. Zudem wird festgelegt, dass Böschungen erst ab einer Neigung von 1 : 3 abzusichern sind. Aus unfallpräventiver Sicht sind diese Werte – in Abhängigkeit des Strassentyps – anzupassen. Ewert, 2009, fordert beispielsweise, auf Ausserortsstrassen bereits ab einem durchschnittlichen täglichen Verkehr von 4000 Fahrzeugen Rückhaltesysteme vorzusehen [271]. Überdies muss der Wert der maximalen Böschungsneigung, bei dem keine Fahrzeugrückhaltesysteme verlangt werden, nach unten korrigiert werden (maximal 1 : 4).

SN 640 569: Passive Sicherheit von Tragkonstruktionen der Strassenausrüstung [277]

Diese Norm hält fest, dass umfahrbare Tragkonstruktionen der Strassenausrüstung unter Einhaltung der zusätzlichen lichten Breite nach der VSS-Norm SN 640 201 angeordnet werden können. Zu fordern ist gemäss Ewert et al. [271], dass hindernisfreie Zonen in Abhängigkeit des Strassentyps festgelegt werden sowie dass der Einsatz von umfahrbaren Tragkonstruktionen für verbindlich erklärt wird.

SN 640 677: Alleebäume – Grundlagen [288]

In dieser Norm wird u. a. der Abstand von Alleebäumen in Abhängigkeit des Vegetationstyps festgelegt. Die Werte liegen dabei unter den von Ewert,

2009, geforderten Abständen. Selbst an Hochleistungsstrassen (Autobahnen) sind für einzelne Bäume Abstände von lediglich 6 bis 7 m gefordert. An dieser Stelle seien die von Ewert, 2009, geforderten Abstände zitiert: entlang von Strassen innerorts mindestens 0,5 m, entlang von Strassen ausserorts mindestens 6 m [271].

3.6.5 Geschwindigkeitsregime 50/30

Scaramuzza konnte 2008 zeigen, dass hinsichtlich der Verbreitung des Geschwindigkeitsregimes 50/30 innerorts ein riesiges Potenzial besteht [289]. Auf der Mehrheit der überbauten Bauzonen gilt derzeit noch die Höchstgeschwindigkeit 50 km/h. Gravierender ist jedoch insbesondere die aktuelle Lage der Umsetzung dieses Geschwindigkeitsmodells auf den unfallträchtigeren verkehrsorientierten Strassen, sind doch schätzungsweise 98–99 % davon nicht nach den Empfehlungen in Kapitel VI.3.5.3 umgesetzt worden.

Um eine breitere Umsetzung des Geschwindigkeitsregimes 50/30 innerorts zu verwirklichen, sind Massnahmen auf verschiedenen Ebenen angezeigt: In erster Linie gilt es, die Baubehörden weiterhin systematisch von den sicherheitstechnischen Vorteilen **umgestalteter verkehrsorientierter Strassen** zu überzeugen. Bekanntlich werden bauliche Eingriffe primär dann geplant, wenn bei Strassen Unterhaltsarbeiten anstehen. Deshalb ist es wichtig, den Baubehörden nahezulegen, bei diesen Gelegenheiten die Planung von Umgestaltungen nach der entsprechenden VSS-Norm [290] zu berücksichtigen.

Hinsichtlich der Umsetzung von **Tempo-30-Zonen auf siedlungsorientierten Strassen** (Quartierstrassen) bestehen zurzeit diverse Hemmnisse:

- Die aktuelle Rechtslage stellt ein grosses Hindernis dar. Solange Tempo-30-Zonen als abweichende Tempolimite zur geltenden allgemeinen Höchstgeschwindigkeit von 50 km/h innerorts gelten und somit gemäss Art. 108 SSV begründet werden müssen, ist eine zügige Verbreitung von Tempo-30-Zonen kaum möglich. Art. 4a VRV sowie Art. 22 SSV müssten dahingehend angepasst werden, dass innerorts 2 Höchstgeschwindigkeitsregimes festgelegt werden: 50 km/h auf dem übergeordneten Strassennetz und 30 km/h auf dem siedlungsorientierten Strassennetz.
- Der Befund, dass besonders kleinere, finanzschwächere Gemeinden seltener Tempo-30-Zonen und umgestaltete verkehrsorientierte Strassen aufweisen [289], zeigt ein Informationsdefizit auf. Inhalt des Geschwindigkeitsregimes 50/30 innerorts ist u. a., Tempo-30-Zonen mit einem akzeptablen Aufwand realisieren zu können. Andererseits betrifft die Umgestaltung von verkehrsorientierten Strassen primär Kantonsstrassen, sodass auf diesen Strassen die Kosten nicht voll zulasten der Gemeinden gehen. Aus diesem Grund ist es wichtig, gerade solche Gemeinden z. B. über die Sicherheitsdelegierten anzugehen und sie vertiefter über die sicherheitstechnischen Vorteile zu informieren.
- In der Zwischenzeit müssen die zuständigen Behörden weiter für die sicherheitstechnischen Vorteile des Geschwindigkeitsregimes 50/30 innerorts sensibilisiert werden.
- Die Umsetzung der erwähnten Punkte bedarf einer zielgruppengerechten Kommunikationsstrategie mit direktem Kontakt. Dazu gehören das gezielte Beliefern der zuständigen kantonalen oder kommunalen Behörden mit Fachbroschüren sowie die jährlichen Zusammenkünfte der kantonalen Signalisationsbehörden. In diesem Sinn wäre auch eine jährliche Zusammenkunft der zuständigen kantonalen Baubehörden vielversprechend. Als Alternative bietet sich an, dafür zu sorgen, dass bei der bereits bestehenden jährlichen Zusammenkunft der Kantonsingenieure ein festes Fenster zum Thema Verkehrssicherheit vorgesehen wird. Dies ermöglicht, entsprechende Anliegen direkt bei den Amtsvorstehern anzubringen.
- Die reine Umsetzung zweier Geschwindigkeitsregimes auf Innerortsstrassen (also ohne bauliche Massnahmen) könnte mit einer relativ einfachen Abänderung von Art. 4a der Verkehrsverordnung sowie Art. 22 der Signalisationsverordnung bewerkstelligt werden, und zwar indem 2 Innerortshöchstgeschwindigkeiten deklariert werden: 50 km/h auf übergeordneten Strassen und 30 km/h auf Strassen in Quartieren oder Siedlungsbereichen.

3.6.6 Forschung

Die Behandlung seniorenspezifischer Sicherheitsbedürfnisse in den VSS-Normen sowie die in der Literatur vorgeschlagenen Lösungen werfen einige Fragen auf. Diese konnten im Rahmen des vorliegenden Sicherheitsdossiers nicht fundiert analysiert werden. Vertiefte Forschung drängt sich für folgende offenen Fragestellungen auf:

- Das VSS-Normenwerk müsste hinsichtlich der Berücksichtigung von seniorenspezifischen Anforderungen an die Strasseninfrastruktur vollständig analysiert werden.
- Das Unfallgeschehen mit Fussgängern sollte unter besonderer Berücksichtigung der beteiligten Senioren vertieft analysiert werden (In-Depth-Analysen), um daraus mögliche, seniorenspezifische infrastrukturelle Interventionen an

Knoten und Querungsstellen (insbesondere an Fussgängerstreifen) auszuarbeiten.

obligatorische Weiter-/Fortbildung abgestimmt werden kann.

3.6.7 Ausbildung der Ingenieure und Planer

Die in der Praxis festgestellten infrastrukturellen Defizite zeigen, dass bei Planung, Projektierung, Ausführung und Unterhalt von Verkehrsanlagen die Sicherheitsaspekte oft ungenügend berücksichtigt sind. Offenbar sind die Kenntnisse und/oder die Sensibilisierung zum Thema Sicherheit bei Ingenieuren und Planern zu wenig vorhanden. Dasselbe gilt für Kenntnisse zur gesamten Thematik der Ergonomie (Human Factors), insbesondere hinsichtlich seniorengerechter Aspekte.

Erstausbildung: Während der Erstausbildung an Hochschulen und Fachhochschulen ist bereits eine Sensibilisierung für das Thema der Verkehrssicherheit und Ergonomie (Human Factors) gesamtschweizerisch zu gewährleisten. Insbesondere ist sicherzustellen, dass den Studierenden nebst dem Grundwissen zu diesem Thema spezifisch die entsprechenden Normen, Gesetze und Forschungsergebnisse zu dieser Thematik vermittelt werden.

Fort-/Weiterbildung: Viele Berufsstände sehen eine obligatorische Weiterbildung vor (Piloten, Fachpsychologen, Lehrkräfte usw.). Analog dazu ist eine obligatorische Weiterbildung für Verkehrsingenieure und -planer wünschenswert. Kongresse und Tagungen zu Verkehrssicherheitsthemen werden in der Schweiz schon heute regelmässig organisiert. Die Organisation solcher Tagungen/Kongresse – insbesondere hinsichtlich der Thematik «seniorengerechte Infrastruktur» – könnte unterstützt werden. Weiter ist zu prüfen, wie das gesamte Angebot an Tagungen/Kongressen koordiniert und auf eine allfällige

Coaching Sicherheitsbeauftragte der Kantone:

Dem Sicherheitsbeauftragten fällt im Zusammenhang mit den ISSI-Instrumente eine besonders wichtige Rolle zu [291]. Eine enge Zusammenarbeit von Verkehrssicherheitsfachstellen mit den Sicherheitsbeauftragten ist deshalb eine wichtige flankierende Massnahme zur Qualitätssicherung. Die Sicherheitsfachperson könnte fachlich insbesondere hinsichtlich der Thematik «seniorengerechte Infrastruktur» unterstützt werden.

3.6.8 Sensibilisierung der Behörden

Die Behörden sind für die Aspekte der Verkehrssicherheit anhaltend zu sensibilisieren. Mit den zuständigen Behörden ist eine enge Zusammenarbeit und regelmässiger Kontakt seitens der Fachstellen zu pflegen. Dabei gilt es, die Behörden über die gesetzlichen Pflichten hinaus für die Bedeutung der Infrastruktur hinsichtlich der Verkehrssicherheit – auch spezifisch für ältere Verkehrsteilnehmer – zu sensibilisieren. Im Vordergrund steht Folgendes:

- fachtechnische Beratungen zu sicherheitsrelevanten Themen
- fachtechnische Unterstützung von Projekten
- regelmässige Veranstaltung von Kolloquien/Weiterbildungskursen/Foren
- Publikationen in Fachzeitschriften

3.6.9 Massnahmen: Übersicht und Beurteilung

In Tabelle 29 (auf S. 168) werden die in diesem Kapitel diskutierten infrastrukturbezogenen Massnahmen im Überblick dargestellt und beurteilt.

3.7 Fazit

Ein selbsterklärendes und fehlertolerantes Verkehrssystem ist für die Verkehrssicherheit von zentraler Bedeutung. Ein solches Verkehrssystem muss dabei auch die kognitiven und motorischen Beeinträchtigungen der älteren Verkehrsteilnehmer berücksichtigen.

Infrastrukturmassnahmen, von denen Senioren besonders profitieren, sind beispielsweise einfache Knotengeometrien oder Fussgängerschutzinseln.

Da die Infrastruktur nicht für jede Verkehrsteilnehmergruppe (z. B. Kinder vs. Senioren) spezifisch bereitgestellt werden kann, gilt es – in Planung, Projektierung, Bau und Betrieb der Strassen – die Anliegen der einzelnen Verkehrsteilnehmergruppen zu berücksichtigen. Evidenzbasierte Erkenntnisse zur Ergonomie im Strassenverkehr sind zahlreich und sollten in den Projektierungsvorgaben konsequent berücksichtigt werden. Dazu gilt es auch, die zuständigen Verkehrsplaner sowie die verantwortlichen Bau- und Signalisationsbehörden zu sensibilisieren und auszubilden.

Kurzfristig ist es sinnvoll, seniorenspezifische Anliegen bei aktuellen Normvorhaben einzubringen und die Anwendung der ISSI (Infrastruktur-Sicherheitsinstrumente) voranzutreiben. Vor allem **periodische RSI (Road Safety Inspection) aller Querungsstellen** mit besonderer Berücksichtigung der seniorenspezifischen Anliegen sind vielversprechend. Mittelfristig sind auch andere Normen (z. B. passive Sicherheit im Strassenraum, Alleebäume) anzupassen und eine konsequente Umsetzung des **Geschwindigkeitsregimes 50/30** ist voranzutreiben. Unbestritten ist, dass nach wie vor seniorenspezifische Fragestellungen bei der Infrastruktur

bestehen, die erforscht werden müssten (z. B. In-Depth-Analysen von Knotenunfällen). Langfristig ist zudem eine Aufwertung der VSS-Normen anzustreben und die rechtlichen Möglichkeiten zur Umsetzung einer adäquaten Infrastruktur sind zu prüfen und allenfalls zu verschärfen.

Tabelle 29
Infrastrukturbezogene Massnahmen: Übersicht und Beurteilung

	Massnahmen	Beurteilung
Kurzfristig	Einsatz von für die Seniothematik sensibilisierten Verkehrssicherheitsspezialisten, in diejenigen VSS-Gremien, die mit der Erarbeitung der selbsterklärenden und fehlertoleranten Grundlagen für die Strasseninfrastruktur sowie der Normengruppe Querungsstellen bzw. Knoten beauftragt sind.	Sehr empfehlenswert
	Berücksichtigung seniorenspezifischer Anliegen in den ISSI-Instrumenten	Empfehlenswert (aber aktuell kaum umsetzbar, da die Instrumente erst kürzlich fertiggestellt wurden).
	Periodische RSI aller Querungsstellen mit besonderer Berücksichtigung der seniorenspezifischen Anliegen	Sehr empfehlenswert
	Periodische RSI aller Ausserortsstrecken mit besonderer Berücksichtigung der potenziellen festen Kollisionsobjekte	Sehr empfehlenswert
	Periodische RSI aller Ausserortsstrecken mit besonderer Berücksichtigung der korrekten Trassierung	Bedingt empfehlenswert
Mittelfristig	Förderung der Umsetzung eines Geschwindigkeitsregimes 50/30 innerorts bei den zuständigen Behörden und Sensibilisierung der Bevölkerung.	Sehr empfehlenswert
	Lobbying zur Abänderung der Artikel Art. 4a VRV sowie Art. 22 Signalisationsverordnung. Diese Artikel wären in dem Sinne abzuändern, dass innerorts 2 Höchstgeschwindigkeiten gelten: auf verkehrorientierten Strassen 50 km/h und auf siedlungsorientierten Strassen 30 km/h).	Sehr empfehlenswert
	Analyse der VSS-Normen hinsichtlich seniorenspezifischer infrastruktureller Defizite	Empfehlenswert
	Anpassung von VSS-Normen mit Relevanz hinsichtlich Kollisionen mit festen Objekten	Sehr empfehlenswert
	In-Depth-Analyse von Knotenunfällen mit Fokus Seniorenbeteiligung	Empfehlenswert
	In-Depth-Analyse von Fussgängerunfällen (insbesondere an Querungsstellen) mit Fokus Seniorenbeteiligung	Empfehlenswert
Sockel-massnahmen	Ingenieure und Planer bezüglich Verkehrssicherheit während der Masterausbildung zum Verkehrsingenieur und der Fort-/Weiterbildung sensibilisieren und informieren, insbesondere hinsichtlich der Bedürfnisse spezifischer Verkehrsteilnehmergruppen (Senioren) und Ergonomie (Human Factors).	Empfehlenswert
	Unterstützung der Organisation von Tagungen/Kongressen zum Thema Verkehrssicherheit, Ergonomie und seniorenspezifische Aspekte bei der Verkehrsplanung.	Empfehlenswert
	Einbezug seniorenspezifischer Aspekte beim Coaching der Sicherheitsbeauftragten der Kantone	Sehr empfehlenswert
	Sensibilisieren der zuständigen Behörden für die sicherheitstechnische Bedeutung der Infrastruktur insbesondere für ältere Verkehrsteilnehmer (fachtechnische Beratungen, regelmässige Veranstaltungen, Publikationen in Fachzeitschriften)	Empfehlenswert

VII. Schlussfolgerungen

Wie in allen europäischen Ländern unterliegt auch die Altersstruktur der Schweiz einer erheblichen Veränderung. Die steigende Lebenserwartung und die niedrige Geburtenrate führen längerfristig zu einem Anstieg der absoluten Anzahl wie auch des Anteils älterer Menschen an der Gesamtbevölkerung. Nach einer Schätzung des Bundesamts für Statistik (Referenzszenario) **wird die Anzahl 65-Jähriger und Älterer in den nächsten 20 Jahren von 1,5 auf 2,4 Millionen ansteigen**. Der Anteil der Senioren an der Gesamtbevölkerung erhöht sich dadurch **von 18 auf 24 %** [3]. Somit wird im Jahr 2035 beinahe jede vierte Person im Pensionsalter sein. Im Vergleich zu früheren Seniorenkohorten sind die zukünftigen Senioren gesünder, aktiver und somit mobiler, legen grössere Tagesdistanzen zurück [4] und besitzen häufiger einen Führerschein (v. a. Frauen) [5]. Es ist daher davon auszugehen, dass im Strassenverkehr **mit immer mehr älteren Autofahrern, Fussgängern oder Radfahrern zu rechnen** ist.

Mit zunehmendem Alter bzw. mit dem altersbedingten Abbau von sensorischen, motorischen und kognitiven Fähigkeiten sowie der Zunahme der körperlichen Verletzlichkeit wird die Teilnahme am Strassenverkehr jedoch immer anspruchsvoller und gefährlicher. Das **Risiko, bei einem Unfall zu sterben** (Letalität), ist **bei älteren Verkehrsteilnehmern deutlich höher** als bei jüngeren. Besonders hoch fällt es für die Altersklasse 85+, die Fussgänger und die Radfahrer aus. Bei den Fussgängern ereignen sich denn auch die meisten schweren Personenschäden von Senioren, gefolgt von PW-Insassen und Radfahrern. Im Durchschnitt wurden auf Schweizer

Strassen in den Jahren 2009 bis 2013 pro 1 Mio. älterer Einwohner (65+) 75 Senioren getötet.

In Bezug auf die Letalität ist das Auto für Senioren die sicherste Art der Verkehrsteilnahme. Für viele von ihnen dürfte es auch ein wichtiges Verkehrsmittel sein, da es ein Gefühl der Unabhängigkeit verschafft und insbesondere in ländlichen Gebieten die Erreichbarkeit von Familie, Grundversorgung und medizinischer Versorgung garantiert. Und nicht zuletzt werden altersbedingte körperliche Beeinträchtigungen beim Gehen oder beim Gebrauch des ÖV stärker als behindernd wahrgenommen als beim Autofahren. In der öffentlichen Wahrnehmung sind Senioren als Autofahrende aber ein heikles Thema. Oft geht die Wahrnehmung ein Stück weit an der Realität vorbei. Gerade im Hinblick auf den demografischen Wandel erscheint es wichtig, eine sachliche, auf wissenschaftlicher Basis abgestützte Diskussion zu führen. Dazu gehört die Anerkennung der Tatsache, dass das **Alter kein guter Prädiktor für sicheres oder unsicheres Autofahren** darstellt. Der altersbedingte Abbau der körperlichen und psychischen Leistungsfähigkeit verläuft sehr individuell und variabel. Ebenfalls anerkannt werden muss, dass viele ältere PW-Lenkende imstande sind, ihre Beeinträchtigungen zu kompensieren und dass sie eher vorsichtig fahren (z. B. weniger selbstverschuldete geschwindigkeitsbedingte Unfälle als Jüngere). Nicht in Abrede gestellt werden darf aber auch, dass es mit zunehmendem Alter tendenziell zu verschiedenen Beeinträchtigungen kommt, die zu **Schwierigkeiten in spezifischen Verkehrssituationen** (komplexe Situationen, Knoten usw.) führen und mit einem höheren Unfallrisiko assoziiert

sind. Bedeutsam sind vor allem **kognitive Veränderungen**, insbesondere in den räumlich-visuellen Fähigkeiten und in der Geschwindigkeit der Informationsverarbeitung aber auch in den Exekutivfunktionen, der geteilten Aufmerksamkeit und dem Arbeitsgedächtnis, sowie Probleme bei der **Abschätzung von Entfernungen und Geschwindigkeit**. Darüber hinaus können auch mit dem Alter häufiger auftretende **Krankheiten** (v. a. Herz-Kreislauf-Erkrankungen, Diabetes mellitus, Demenzerkrankungen und Schlafapnoe) wie auch die Einnahme von **Medikamenten** (v. a. Beruhigungsmittel, die Einnahme mehrerer Medikamente und Medikamente in Kombination mit Alkohol) die Fahreignung beeinträchtigen. Werden die Mindestvoraussetzungen für ein sicheres Lenken eines Motorfahrzeugs nicht erfüllt, muss die Fahrerlaubnis eingeschränkt oder entzogen werden. Altersbedingte Veränderungen wirken sich aber nicht nur auf die Sicherheit von älteren PW-Lenkenden aus. Auch ältere **Fussgänger und Radfahrer** sind dadurch gefährdet. Neben den kognitiven Veränderungen und den Problemen bei der Abschätzung von Entfernung und Geschwindigkeit sind bei ihnen auch Beeinträchtigungen des **Gleichgewichts** relevant. Die zunehmende **körperliche Verletzlichkeit** ist im Falle eines Unfalls ein gravierendes Problem.

Mobilität ist ein elementares menschliches Bedürfnis, das auch im hohen Alter bestehen bleibt. Sie ist eine wichtige Voraussetzung für eine selbstständige Lebensgestaltung, die soziale Teilhabe und das individuelle Wohlbefinden. Die Gesellschaft muss daran interessiert sein, dass Senioren möglichst lange mobil bleiben. Dabei ist deren erhöhtem Risiko für unfallbedingte Verletzungen Rechnung zu tragen. In den letzten 35 Jahren wurden hinsichtlich der Verkehrssicherheit in der Schweiz sehr grosse Fortschritte erzielt. Die ältesten Verkehrsteilnehmer

konnten davon allerdings nicht in gleichem Ausmass profitieren wie die jüngeren Altersgruppen. Ihre hohe körperliche Verletzlichkeit dürfte hierbei eine wichtige Rolle spielen.

Der **Schwerpunkt** der Unfallprävention für Senioren muss bei den **Fussgängern** (v. a. Querungsunfälle) gesetzt werden, **gefolgt von PW-Lenkern** (v. a. Vortrittsmissachtungen bzw. Abbiege-/Einbiegeunfälle) **und Radfahrern/E-Bike-Fahrern** (v. a. Vortrittsmissachtungen und Schleuder-/Selbstunfälle). Aufgrund der hohen Letalität älterer Menschen muss die **Vermeidung von Unfällen** im Vordergrund stehen. Ergänzend sollten aber auch Massnahmen zur Verminderung der Verletzungsschwere ergriffen werden.

Für ältere **Fussgänger und Radfahrer** sind Trainingsmassnahmen vermutlich nur beschränkt wirksam. Entsprechende Studien existieren jedoch noch kaum. Edukative Massnahmen mit gängigen Präventionsempfehlungen (Erhöhung der Sichtbarkeit, Schutzausrüstung) sind empfehlenswerter. Die Informationsmittel sollten jedoch spezifisch für Senioren gestaltet werden (sorgfältige Auswahl von Anspracheformen und Bildmaterial). Am **wirksamsten für die Vermeidung von Unfällen älterer Fussgänger und Radfahrer/E-Bike-Fahrer** sind jedoch technische Massnahmen im Bereich der **Infrastruktur** (z. B. Fussgängerschutzinseln) und des **Fahrzeugschutzes** (z. B. elektronische Kollisionswarner). Diese dürften auch hinsichtlich der Vermeidung von Unfällen älterer **PW-Lenkender** am wirkungsvollsten sein. Für diese Verkehrsteilnehmergruppe existiert aber auch eine Reihe sinnvoller Massnahmen, die direkt bei den Senioren selber ansetzen bzw. ihre Teilnahme am Strassenverkehr regeln. In Bezug auf Letzteres gilt es, die **Umsetzung und die Auswirkungen der neuen Verordnung zur**

Fahreignungsabklärung (ab 1.7.2016) fundiert zu **evaluieren**. Zudem sind Schulungen für das Personal der Strassenverkehrsämter sowie die Ärzte der Ausbildungsstufe 1 zu empfehlen. Indem die **Behandlungsmöglichkeiten** für altersbedingte Einschränkungen oder Krankheiten **ausgeschöpft** und Ärzte sowie ältere PW-Lenkende diesbezüglich sensibilisiert werden, kann das sichere Autofahren über längere Zeit aufrechterhalten werden. Dabei muss jedoch auch die Problematik der fahrfähigkeitsbeeinträchtigenden Wirkung gewisser **Medikamente** beachtet und durch Sensibilisierungsmassnahmen bei Patienten und Angehörigen, Schulung der Polizei und allenfalls Piktogrammen auf den Medikamentenpackungen reduziert werden. Zur Stärkung der Fahrkompetenz älterer PW-Lenkender sind **praktische Fahrtrainings in Kombination mit theoretischer Schulung** vielversprechend. Vor der Förderung entsprechender Angebote ist jedoch eine Prüfung der Wirtschaftlichkeit angezeigt. Zur Unterstützung von selbstregulativem Verhalten (freiwillige Anpassung des Fahrverhaltens) können **Selbstbeurteilungsinstrumente** dienen.

Im Bereich der Fahrzeugtechnik bieten moderne **Assistenzsysteme** völlig neue Möglichkeiten, älteren PW-Lenkenden eine sichere Verkehrsteilnahme zu erlauben. Besonders vielversprechend, jedoch noch in Entwicklung, sind **Systeme zur Unterstützung der Aufmerksamkeitssteuerung**. Von den bereits erhältlichen Systemen haben insbesondere Kreuzungsassistent und Notbremssystem, aber auch Spurwechselassistent, Spurverlassungswarner, Müdigkeitswarner und Verkehrszeichenerkennung das Potenzial, typische Schwierigkeiten älterer Autofahrer ein Stück weit zu kompensieren und sich positiv auf das Unfallgeschehen auszuwirken. Das Sicherheitspotenzial kann aber nur dann ausgeschöpft werden, wenn die Systeme den Besonderheiten der

Senioren Rechnung tragen. Sie müssen **ergonomisch und bedienungsfreundlich** gestaltet sein, ansonsten drohen gerade bei älteren Autofahrern kontraproduktive Effekte durch Überforderung und Ablenkung. Des Weiteren sind Massnahmen erforderlich, um die **Akzeptanz** der Systeme bei den Senioren zu fördern und **übermässiges Vertrauen zu vermeiden**. Eine ausführliche, verständliche **Instruktion** ist ebenfalls notwendig, damit die Systeme angemessen genutzt werden. Neben der seniorenspezifischen Entwicklung und Förderung von FAS zum Schutz von Senioren als PW-Insassen, sollten bei allen PW-Lenkenden **kollisionsvermeidende Systeme** gefördert und mittelfristig eine Einbaupflicht angestrebt werden. Dadurch kann die Sicherheit der älteren Fussgänger und Radfahrer deutlich gesteigert werden.

Für den Fall, dass es trotz Assistenzsystemen zu einem Unfall kommt, können fahrzeugtechnische Massnahmen auch **Schutz vor Verletzungen** bieten. Systeme der passiven Sicherheit sind so zu gestalten, dass sie der erhöhten Vulnerabilität und Letalität von älteren PW-Insassen Rechnung tragen. Zu diesem Zweck müssen **intelligente Rückhaltesysteme mit adaptiven Reaktionen** weiterentwickelt und **Anpassungen an Crashtest-Dummies und Testverfahren** vorgenommen werden. Um das Verletzungsrisiko für Fussgänger und Radfahrer bei einer Kollision zu reduzieren, sind an den potenziellen Kollisionsfahrzeugen Massnahmen im Bereich des **Partnerschutzes** sinnvoll. Die erhöhte Vulnerabilität von älteren Menschen muss bei der **Gestaltung der Fahrzeugfronten** berücksichtigt werden. Hierfür sind die technischen Anforderungen zu verschärfen, sodass die Implementierung neuer Technologien (z. B. aktive Anhebung der Motorhaube und Aussenairbags) vorangetrieben werden kann.

Bei der Gestaltung der Infrastruktur muss auf ein **selbsterklärendes und fehlertolerantes Verkehrssystem** hingearbeitet werden, das auch **seniorenspezifische Anforderungen** miteinbezieht und die kognitiven und motorischen Beeinträchtigungen der älteren Verkehrsteilnehmer berücksichtigt. Diese Anforderungen gilt es in Planung, Projektierung, Bau und Betrieb der Strassen zu beachten. Dafür müssen evidenzbasierte Erkenntnisse zur Ergonomie im Strassenverkehr konsequent berücksichtigt und zuständige Behörden und Sicherheitsbeauftragte der Kantone sensibilisiert und ausgebildet werden.

Kurzfristig ist es sinnvoll, seniorenspezifische Anliegen bei **aktuellen Normvorhaben** einzubringen (z. B. Einsitz sensibilisierter Fachleute in VSS-Gremien) und die **Anwendung der ISSI** (Infrastruktur-Sicherheitsinstrumente) voranzutreiben. Bezüglich ISSI sind vor allem periodische RSI aller Querungsstellen hinsichtlich seniorenspezifischer Anliegen und aller Ausserortsstrecken hinsichtlich fester Kollisionsobjekte hervorzuheben. Mittelfristig sind auch **andere Normen** (z. B. passive Sicherheit im Strassenraum, Alleebäume) **anzupassen** und eine **konsequente Umsetzung des Geschwindigkeitsregimes 50/30** voranzutreiben. Unbestritten ist, dass nach wie vor seniorenspezifische Fragestellungen bei der Infrastruktur bestehen, die erforscht werden müssten. Insbesondere **In-Depth-Analysen** von Knotenunfällen und Fussgängerunfällen (v. a. an Querungsstellen) mit Fokus Seniorenbeteiligung sind sehr zu empfehlen. Langfristig sollten zudem eine **Aufwertung der VSS-Normen** angestrebt und die rechtlichen Möglichkeiten zur Umsetzung einer adäquaten Infrastruktur geprüft und allenfalls verschärft werden.

Folgende Strategien / Massnahmen sind **besonders vielversprechend:**

- Hinarbeiten auf eine gesetzliche Ausrüstungsvorschrift für Kollisionsvermeidungssysteme mit Personenerkennung
- periodische RSI (Road Safety Inspection) aller Querungsstellen mit besonderer Berücksichtigung der seniorenspezifischen Anliegen
- Förderung der Umsetzung eines Geschwindigkeitsregimes 50/30 innerorts bei den zuständigen Behörden und Sensibilisierung der Bevölkerung
- Ausschöpfen der Behandlungsmöglichkeiten für altersbedingte Einschränkungen oder Krankheiten durch Information und Ausbildung der Ärzte und Sensibilisierung der älteren PW-Lenkenden
- Evaluation der Umsetzung und Auswirkungen der neuen Verordnung (ab 1.7.2016) zur Fahr-eignungsabklärung (Präzisionsgrad der Abläufe, Ausbildung der Ärzte)

Eine Gesamtübersicht über alle in diesem Dossier identifizierten Massnahmen zur Steigerung der Sicherheit von älteren Verkehrsteilnehmern im Strassenverkehr findet sich in Tabelle 30 (S. 174) im Anhang.

VIII. Anhang

Abkürzungen

ASTRA	Bundesamt für Strassen
BSM	Black Spot Management
CPAP	Continuous Positive Airway Pressure
CSS	Canadian Cardiovascular Society
ETSC	European Transport Safety Council
EUM	Einzelunfallstellen-Management
FAS	Fahrerassistenzsysteme
GDV	Gesamtverband der Deutschen Versicherungswirtschaft
HUD	Head up Display
IRTAD	International Road Traffic and Accident Database
ISSI	Infrastruktur-Sicherheitsinstrumente
NHTSA	National Highway Traffic Safety Administration
NSM	Network Safety Management
OEDC	Organisation for Economic Co-operation and Development
OR	Odds Ratio
OSAS	Obstruktives Schlafapnoe-Syndrom
PW	Personenwagen
RIA	Road Safety Impact Assessment
RSA	Road Safety Audit
RSI	Road Safety Inspection
SN	Schweizer Norm
SNR	Schweizer Regel
SWOV	Stichting Wetenschappelijk Onderzoek Verkeersveiligheid (Verkeersicherheitsfachstelle in NL)
TAM	Technology Acceptance Model
TMT	Trail Making Test
UAP	Unfallaufnahmeprotokoll
UFOV	Useful Field of View
UNECE	United Nations Economic Commission for Europe
VRV	Verkehrsregelverordnung
VSS	Schweizerischer Verband der Strassen- und Verkehrsfachleute
VZV	Verkehrszulassungsverordnung
WHO	World Health Organization
ZNS	Zentralnervensystem

Tabelle 30 Gesamtübersicht aller Massnahmen	
Strategien/Massnahmen	Beurteilung
Menschbezogene Massnahmen	
Fahreignungsabklärung	
Evaluation der Umsetzung und Auswirkungen der neuen Verordnung (ab 1.7.2016) zur Fahreignungsabklärung (Präzisierungsgrad der Abläufe, Ausbildung der Ärzte)	Sehr empfehlenswert
Schulung der zuständigen Personen in den Strassenverkehrsämtern, damit sie schweizweit nach den gleichen Kriterien über die Notwendigkeit und Art von Fahreignungsuntersuchung entscheiden	Empfehlenswert
Anbieten und Bewerben von kompakten Schulungsangeboten zum Thema Fahreignungsabklärung für Ärzte der Ausbildungsstufe 1	Empfehlenswert
Informationen an Ärzte und amtliche Kontrollbehörden vermitteln, damit die Möglichkeit, den Führerausweis örtlich, zeitlich, auf Strassentyp, Fahrzeugart oder individuell ausgestattete Fahrzeuge zu beschränken, ausgeschöpft wird	Empfehlenswert
Förderung von Angeboten zur freiwilligen individuellen Beurteilung der Fahrkompetenz im Realverkehr	Bedingt empfehlenswert (vorgängige Evaluation)
Wissenschaftliche Evaluation von Angeboten zur freiwilligen individuellen Beurteilung der Fahrkompetenz im Realverkehr (Erfolgskontrolle, Selbstselektion usw.)	Empfehlenswert
Systematische Bedienung von älteren PW-Lenkenden mit Selbstbeurteilungsinstrumenten und Evaluation der Wirkung auf Selbstregulation und Unfallgeschehen	Empfehlenswert
Medizinisch-therapeutische Massnahmen	
Systematische Bedienung von älteren PW-Lenkenden (z. B. ab 60 Jahren) mit Informationsmaterial zu fahrrelevanten, alters- oder krankheitsbedingten Leistungsbeeinträchtigungen, inkl. Aufforderung für regelmässige augenärztliche Kontrollen (insbesondere grauer Star)	Empfehlenswert
Durch Information und Ausbildung der Ärzte sicherstellen, dass die Behandlungsmöglichkeiten, die nachweislich eine Verbesserung für die Sicherheit und Mobilität der Senioren darstellen (z. B. von Schlafapnoe und grauem Star), ausgeschöpft werden	Sehr empfehlenswert
Hausärzte für den Besuch von Fortbildungen im Bereich der Verkehrsmedizin (verkehrsrelevante Erkrankungen, Wirkung von Medikamenten auf die Fahrfähigkeit) motivieren	Empfehlenswert
Spezifische Ausbildungselemente für Studierende der Fachrichtungen Medizin, Pharmakologie, Psychologie erarbeiten	Empfehlenswert
Förderung von Forschungsstudien zur Erforschung der Wirksamkeit verschiedener medizinisch-therapeutischer Massnahmen auf das Unfallrisiko von älteren PW-Lenkenden	Empfehlenswert
Sensibilisierung Medikation	
Sensibilisieren über die Medikamentenproblematik im Verkehr – sowohl bei Fachpersonen (Ärzte, Psychiater, Apotheker, Patientenorganisationen) als auch bei Patienten und Angehörigen	Empfehlenswert
Piktogramme auf Medikamentenpackungen und differenzierte Hinweise auf Beipackzetteln	Sehr empfehlenswert
Intensivierung von Polizeikontrollen bezüglich Medikamentengebrauch	Bedingt empfehlenswert (spezifisch für Senioren zu wenig wirksam und wirtschaftlich. Für alle Verkehrsteilnehmer jedoch empfehlenswert)
Schulung der Polizei zur Erhöhung der Erkennungswahrscheinlichkeit von Fahrten unter Einfluss von Medikamenten, evtl. in Form des «Diagnose-von-Auge-Verfahrens», mit wissenschaftlicher Begleitung	Empfehlenswert

Tabelle 30 – Fortsetzung
Gesamtübersicht aller Massnahmen

Strategien/Massnahmen	Beurteilung
Menschbezogene Massnahmen	
Trainingsmassnahmen	
Förderung von praktischen Fahrtrainings in Kombination mit theoretischer Schulung für ältere PW-Lenker	Bedingt empfehlenswert (vorgängige Evaluation)
Prüfen der Wirtschaftlichkeit von praktischen Fahrtrainings in Kombination mit theoretischer Schulung für ältere PW-Lenker	Empfehlenswert
Ausschliesslich theoretische Schulungen für ältere PW-Lenkende	Nicht empfehlenswert
Fahrtrainings im Fahrsimulator	Nicht empfehlenswert
Auf wissenschaftlicher Basis konzipierte Funktionstrainings für kognitive Fähigkeiten und körperliche Fitness (z. B. kompensatorische Kopf-/Augenbewegungen, visuelle Suchstrategien, Kraft und Flexibilität) bei Senioren	Bedingt empfehlenswert (bei geringen Kosten)
Durchführen von Forschungsstudien zur Entwicklung von kostengünstigen (z. B. video- bzw. webbasierten), wirksamen Funktionstrainings für kognitive Fähigkeiten und körperliche Fitness	Empfehlenswert
Spezielle fahrtechnische Trainingsmöglichkeiten für ältere Radfahrer und E-Bike-Fahrer; für ungeübte Senioren im Schonraum und für fortgeschrittene im Verkehr	Bedingt empfehlenswert
Auf wissenschaftlicher Basis konzipierte praktische Trainings für ältere Fussgänger zur Verbesserung des Querungsverhaltens	Bedingt empfehlenswert
Auf wissenschaftlicher Basis konzipierte Sturzpräventionsprogramme zur Erhaltung der Sensomotorik im Seniorenalter	Bedingt empfehlenswert (bei geringen Kosten)
Auf wissenschaftlicher Basis konzipierte Trainings zur Verminderung der körperlichen Verletzlichkeit von Senioren	Bedingt empfehlenswert
Edukative Massnahmen	
Edukative Interventionen (Broschüren, Kommunikationskampagnen, Schulungsprogramme) mit Informationen über alters- oder krankheitsbedingte Defizite und Handlungsempfehlungen zur Förderung von sicherheitsorientiertem Verhalten von älteren Verkehrsteilnehmern	Empfehlenswert
Verbreiten von Informationen und Förderung von Beratungsangeboten und praxisorientierten Kursen zum Umstieg vom PW auf anderer Verkehrsmittel bzw. generell zum Gebrauch des öffentlichen Verkehrs	Empfehlenswert

Tabelle 30 – Fortsetzung
Gesamtübersicht aller Massnahmen

Strategien/Massnahmen	Beurteilung
Fahrzeugbezogene Massnahmen	
Fahrassistenzsysteme	
Gesetzliche Ausrüstungsvorschrift für Kollisionsvermeidungssysteme mit Personenerkennung	Sehr empfehlenswert
Förderung von Sicherheitstechnologien durch massenmediale Kommunikationsmittel	Empfehlenswert
Erforschung des spezifischen Sicherheitsnutzens von FAS für ältere Autofahrer	Empfehlenswert
Vorantreiben der (Weiter)entwicklung von fortschrittlichen Assistenzsystemen im Allgemeinen und von Aufmerksamkeitsassistenten im Speziellen	Empfehlenswert
Akzeptanz und Nutzung von FAS	
Berücksichtigung der Bedürfnisse und Eigenheiten von Senioren bei der Konzeption und Umsetzung von generellen Massnahmen zur Förderung von Fahrassistenzsystemen	Sehr empfehlenswert
Förderung von seniorenorientierten Informations- und Beratungsangeboten zu Fahrassistenzsystemen und Schaffung von Möglichkeiten für deren Erprobung	Empfehlenswert
Erstellen von ausführlichen Instruktionmitteln und ergänzenden Hilfsmitteln zur Wissensvermittlung, die den veränderten Lernmöglichkeiten älterer Menschen Rechnung tragen	Empfehlenswert
Bei der Erforschung von Akzeptanz, Kauf- und Nutzungsbereitschaft für Fahrassistenzsysteme sowie deren Einflussfaktoren (z. B. Meinungen, Befürchtungen, Erwartungen) ältere Autofahrer als spezifische Zielgruppe berücksichtigen	Empfehlenswert
Verhaltensanpassungen durch FAS	
Erforschung möglicher altersabhängiger risikoerhöhender Fahr- und Verhaltensweisen	Empfehlenswert
Sensibilisierung von FAS-Nutzern für Verhaltensanpassungen (z. B. infolge übermässigen Vertrauens) und Informationsvermittlung über technische Systemgrenzen	Empfehlenswert
Überforderung durch FAS	
Erforschung der Aneignung und Nutzung von Assistenzsystemen und den damit einhergehenden Problemen wie Überforderung, Ablenkung oder Bedienungsfehler sowie Ableitung von Anforderungen an die Systemgestaltung, die die Besonderheiten älterer Autofahrer berücksichtigt	Empfehlenswert
Weiterentwicklung ergonomischer Richtlinien und altersbezogener Designprinzipien	Empfehlenswert
Schutz vor Verletzungen und Spätfolgen	
Anpassung von Crashtest-Dummys und Testverfahren, um ältere Fahrzeuginsassen besser zu adressieren	Empfehlenswert
Weiterentwicklung intelligenter Rückhaltesysteme mit adaptiven Reaktionen	Empfehlenswert
In internationalen Arbeitsgruppen (z. B. UN/ECE) die fahrzeugtechnischen Anforderungen zum Schutz von Fussgängern und anderen ungeschützten Verkehrsteilnehmern verschärfen (Verschärfung bestehender Belastungsgrenzen und Erweiterung der Aufprallbereiche)	empfehlenswert

**Tabelle 30 – Fortsetzung
Gesamtübersicht aller Massnahmen**

Strategien/Massnahmen	Beurteilung
Infrastrukturbezogene Massnahmen	
Einsatz von für die Seniorenthematik sensibilisierten Verkehrssicherheitsspezialisten, in diejenigen VSS-Gremien, die mit der Erarbeitung der selbsterklärenden und fehlertoleranten Grundlagen für die Strasseninfrastruktur sowie der Normengruppe Querungsstellen bzw. Knoten beauftragt sind	Sehr empfehlenswert
Berücksichtigung seniorenspezifischer Anliegen in den ISSI-Instrumenten	Empfehlenswert (aber aktuell kaum umsetzbar, da die Instrumente erst kürzlich fertiggestellt wurden)
Periodische RSI aller Querungsstellen mit besonderer Berücksichtigung der seniorenspezifischen Anliegen	Sehr empfehlenswert
Periodische RSI aller Ausserortsstrecken mit besonderer Berücksichtigung der potenziellen festen Kollisionsobjekte	Sehr empfehlenswert
Periodische RSI aller Ausserortsstrecken mit besonderer Berücksichtigung der korrekten Trassierung	Bedingt empfehlenswert
Förderung der Umsetzung eines Geschwindigkeitsregimes 50/30 innerorts bei den zuständigen Behörden und Sensibilisierung der Bevölkerung.	Sehr empfehlenswert
Lobbying zur Abänderung von Art. 4a VRV sowie Art. 22 Signalisationsverordnung. Diese Artikel wären in dem Sinne abzuändern, dass innerorts 2 Höchstgeschwindigkeiten gelten: auf verkehrsorientierten Strassen 50 km/h und auf siedlungsorientierten Strassen 30 km/h)	Sehr empfehlenswert
Analyse der VSS-Normen hinsichtlich seniorenspezifischer infrastruktureller Defizite	Empfehlenswert
Anpassung von VSS-Normen mit Relevanz hinsichtlich Kollisionen mit festen Objekten	Sehr empfehlenswert
In-Depth-Analyse von Knotenunfällen mit Fokus Seniorenbeteiligung	Empfehlenswert
In-Depth-Analyse von Fussgängerunfällen (insbesondere an Querungsstellen) mit Fokus Seniorenbeteiligung	Empfehlenswert
Ingenieure und Planer bezüglich Verkehrssicherheit während der Masterausbildung zum Verkehringenieur und der Fort-/Weiterbildung sensibilisieren und informieren, insbesondere hinsichtlich der Bedürfnisse spezifischer Verkehrsteilnehmergruppen (Senioren) und Ergonomie (Human Factors)	Empfehlenswert
Unterstützung der Organisation von Tagungen/Kongressen zum Thema Verkehrssicherheit, Ergonomie und seniorenspezifische Aspekte bei der Verkehrsplanung	Empfehlenswert
Einbezug seniorenspezifischer Aspekte beim Coaching der Sicherheitsbeauftragten der Kantone	Sehr empfehlenswert
Sensibilisieren der zuständigen Behörden für die sicherheitstechnische Bedeutung der Infrastruktur insbesondere für ältere Verkehrsteilnehmer (fachtechnische Beratungen, regelmässige Veranstaltungen, Publikationen in Fachzeitschriften)	Empfehlenswert

Tabelle 31
Anteil Senioren an Schwerverletzten und Getöteten nach Ver-
kehrsteilnahme, 2011–2014

Verletzungsschwere		Anteil	Anzahl Total
Schwerverletzte	Personenwagen	18 %	4 371
	Motorrad	6 %	4 992
	Mofa	18 %	389
	E-Bike	30 %	404
	Fahrrad	18 %	3 320
	Fussgänger	31 %	2 728
	Andere	21 %	607
	Insgesamt	17 %	16 811
Getötete	Personenwagen	29 %	423
	Motorrad	12 %	250
	Mofa	56 %	16
	E-Bike	84 %	19
	Fahrrad	40 %	111
	Fussgänger	59 %	256
	Andere	24 %	96
	Insgesamt	34 %	1 171
Total	Personenwagen	19 %	4 794
	Motorrad	6 %	5 242
	Mofa	20 %	405
	E-Bike	33 %	423
	Fahrrad	18 %	3 431
	Fussgänger	34 %	2 984
	Andere	21 %	703
	Insgesamt	18 %	17 982

Quellen

- [1] Institut for Road Safety Research SWOV. *The elderly and Intelligent Transport Systems (ITS)*. Leidschendam: SWOV; 2010. SWOV Fact sheet.
- [2] Rompe K. Unfallrisiken der Senioren am Steuer und Möglichkeiten zur Reduzierung durch intelligente Fahrzeugtechnik. *Zeitschrift für Verkehrssicherheit*. 2012;58(3): 129-34.
- [3] Bundesamt für Statistik BFS. *Zukünftige Bevölkerungsentwicklung – Daten, Indikatoren – Schweiz Szenarien. Geschlechts- und Altersstruktur* http://www.bfs.admin.ch/bfs/portal/de/index/themen/01/03/blank/key/ind_erw.html. Zugriff am 05.08.2015.
- [4] Widmer P, Buhl T, Perrig-Chiello P, Hutchison S. *Mobilitätsmuster zukünftiger Rentnerinnen und Rentner: eine Herausforderung für das Verkehrssystem 2030?* Bern: Eidgenössisches Departement für Umwelt, Verkehr, Energie und Kommunikation (UVEK), Bundesamt für Strassen (ASTRA); 2008.
- [5] Ewert U. *Senioren als Personenwagen-Lenkende*. Bern: bfu - Beratungsstelle für Unfallverhütung; 2012. bfu-Faktenblatt Nr. 09.
- [6] Jost G, Popolizio M, Allsop R, Eksler V. *Countdown to 2010. Only two more years to act!* Brüssel: ETSC; 2008.
- [7] Walter E, Achermann Stürmer Y, Ewert U, Scaramuzza G, Niemann S, Cavegn M. *Personenwagen-Lenkende und -Mitfahrende*. Bern: bfu - Beratungsstelle für Unfallverhütung; 2015. bfu-Sicherheitsdossier Nr. 13.
- [8] Gordis L. *Epidemiologie*. Marburg: Kilian; 2001.
- [9] Organisation for Economic Co-Operation and Development OECD. *International Road Traffic and Accident Database (IRTAD)*. OECD.
- [10] Egger M, Razum O, Hg. *Public Health: Sozial- und Präventivmedizin kompakt*. Berlin: De Gruyter; 2012.
- [11] Kirkwood B, Sterne J. *Essential Medical Statistics*. 2. Auflage. Massachusetts: Blackwell Science; 2006.
- [12] Brand A. Medizinisch-epidemiologische Arbeitsweisen der Gesundheitswissenschaften. In: Hurrelmann K, Hg. *Gesundheitswissenschaften*. Berlin: Springer; 1999: 65-98.
- [13] Eberhard EA. *Von «gefühl» zu «gemessen»*. Einführung in Grundtechniken des Projektmanagements und der Qualitätsentwicklung in Gesundheitsförderung und Prävention. Bremen: Landesvereinigung für Gesundheit Bremen e.V.; 2011.
- [14] *Polizeilich registrierte Strassenverkehrsunfälle in der Schweiz* [Unveröffentlichte Datenbank]. Bern: ASTRA; 2013.
- [15] Bundesamt für Statistik BFS, Bundesamt für Raumentwicklung ARE. *Mobilität in der Schweiz. Ergebnisse des Mikrozensus Mobilität und Verkehr 2010*. Neuchâtel: BFS; 2012.
- [16] Bundesamt für Statistik BFS. *Statistik der Verkehrsleistungen im privaten Strassenverkehr*. BFS. http://www.bfs.admin.ch/bfs/portal/de/index/infothek/erhebungen_quellen/blank/blank/svps/01.html. Zugriff am 25.04.2012.
- [17] Hakamies-Blomqvist L, Sirén A, Davidse R. *Older drivers: A review*. Linköping: Swedish National Road and Transport Research Institute; 2004.
- [18] Langford J, Methorst R, Hakamies-Blomqvist L. Older drivers do not have a high crash risk – A replication of low mileage bias. *Accident Analyses and Prevention*. 2006;38(3): 574-8.
- [19] Fastenmeier W, Gstalter H, Rompe K, Risser R. Selektion oder Befähigung: Wie kann die Mobilität älterer Fahrer aufrechterhalten werden? Stellungnahme namens des Vorstandes der Deutschen Gesellschaft für Verkehrspsychologie e.V. (DGVP). *Zeitschrift für Verkehrssicherheit*. 2015;61(1): 33-42.
- [20] Staplin L, Lococo KH, Martell C, Stutts J. *Taxonomy of Older Driver Behaviors and Crash Risk*. Washington: National Highway Traffic Safety Administration NHTSA; 2012. DOT HS 811 468A.
- [21] Vaa T. Impairments, diseases, age and their relative risks of accident involvement: Results from meta-analysis. Oslo: Institute of Transport Economics; 2005.

- [22] Klaver C, Wolfs R, Vingerling J, Hofman A, de Jong P. Age-specific prevalence and causes of blindness and visual impairment in an older population: the Rotterdam Study. *Archives of Ophthalmology*. 1998;116(5): 653-8.
- [23] Keeffe JE, Jin CF, Weih LM, McCarty CA, Taylor HR. Vision impairment and older drivers: who's driving? *The British journal of ophthalmology*. 2002;86(10): 1118-21. <http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/12234890>. PMID: 1771306.
- [24] Van Rijn LJ, Nischler C, Michael R, Heine C, Coeckelbergh T et al. Prevalence of impairment of visual function in European drivers. *Acta Ophthalmol*. 2011;89(2): 124-31. PM:19832733.
- [25] Owsley C, McGwin G, Jr. Vision and driving. *Vision Res*. 2010;50(23): 2348-61. PM:20580907.
- [26] Higgins KE, Wood J, Tait A. Vision and driving: selective effect of optical blur on different driving tasks. *Hum Factors*. 1998;40(2): 224-32. <http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/9720458>.
- [27] Freeman EE, Munoz B, Turano KA, West SK. Measures of visual function and their association with driving modification in older adults. *Investigative ophthalmology & visual science*. 2006;47(2): 514-20.
- [28] Vital D, Hegemann SC, Straumann D, Bergamin O, Bockisch CJ et al. A new dynamic visual acuity test to assess peripheral vestibular function. *Archives of Otolaryngology – Head & Neck Surgery*. 2010;136(7): 686-91.
- [29] Wood JM. Age and visual impairment decrease driving performance as measured on a closed-road circuit. *Human Factors*. 2002;44(3): 482-94.
- [30] Brabyn J, Haegerström-Portnoy G, Lott L, Schneck M. Visual impairments in elderly people under everyday viewing conditions. *Journal of Visual Impairment & Blindness (JVIB)*. 2000;94(12): 741-55.
- [31] Baldock MRJ, Mathias J, McLean J, Berndt A. Visual attention as a predictor of on-road driving performance of older drivers. *Australian Journal of Psychology*. 2007;59(3): 159-68.
- [32] Rubin GS, Ng ES, Bandeen-Roche K, Keyl PM, Freeman EE, West SK. A prospective, population-based study of the role of visual impairment in motor vehicle crashes among older drivers: the SEE study. *Investigative Ophthalmology and Visual Science*. 2007;48(4): 1483.
- [33] Owsley C, Stalvey BT, Wells J, Sloane ME, McGwin G, Jr. Visual risk factors for crash involvement in older drivers with cataract. *Archives of ophthalmology*. 2001;119(6): 881-7. <http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/11405840>.
- [34] Owsley C, McGwin G, Jr., Ball K. Vision impairment, eye disease, and injurious motor vehicle crashes in the elderly. *Ophthalmic Epidemiol*. 1998;5(2): 101-13. <http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/9672910>.
- [35] Zhang L, Baldwin K, Munoz B, Munro C, Turano K et al. Visual and cognitive predictors of performance on brake reaction test: Salisbury eye evaluation driving study. *Ophthalmic Epidemiol*. 2007;14(4): 216-22. <http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/17896300>. DOI: 10.1080/09286580701502988. PMID: 2481409.
- [36] Tarawneh MS, McCoy PT, Bishu RR, Ballard JL. Factors associated with driving performance of older drivers. *Transportation Research Record*. 1993(1405): 64-71.
- [37] Johnson CA, Keltner JL. Incidence of visual field loss in 20,000 eyes and its relationship to driving performance. *Archives of ophthalmology*. 1983;101(3): 371-5. <http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/6830485>.
- [38] Szlyk JP, Brigell M, Seiple W. Effects of age and hemianopic visual field loss on driving. *Optometry and vision science : official publication of the American Academy of Optometry*. Dec 1993;70(12): 1031-7. <http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/8115126>.
- [39] Staplin L, Lococo K, Sim J. *Traffic control design elements for accommodating drivers with diminished capacity*. Washington DC: Federal Highway Administration; 1990. Report FHWA-RD-90-055.
- [40] Raedt R, Ponjaert-Kristoffersen I. The relationship between cognitive/neuropsychological factors and car driving performance in older adults. *Journal of the American Geriatrics Society*. 2000;48(12): 1664-8.
- [41] Scialfa CT, Guzy LT, Leibowitz HW, Garvey PM, Tyrrell RA. Age differences in estimating vehicle velocity. *Psychol Aging*. 1991;6(1): 60-6. <http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/2029369>.

- [42] Yan X, Radwan E, Guo D. Effects of major-road vehicle speed and driver age and gender on left-turn gap acceptance. *Accid Anal Prev.* 2007;39(4): 843-52. <http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/17239808>. DOI: 10.1016/j.aap.2006.12.006.
- [43] Pelli DG, Robson JG, Wilkins AJ. The design of a new letter chart for measuring contrast sensitivity. *Clinical Vision Sciences.* 1988;2(3): 187-99.
- [44] Owsley C, Ball K, McGwin Jr G, Sloane ME, Roenker DL, White MF, Overley ET. Visual processing impairment and risk of motor vehicle crash among older adults. *Jama.* 1998;279(14): 1083-8.
- [45] Burg A. Vision and driving: a report on research. *Hum Factors.* 1971;13(1): 79-87. <http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/5100517>.
- [46] Shinar D, McDowell ED, Rockwell TH. Eye movements in curve negotiation. *Hum Factors.* Feb 1977;19(1): 63-71. <http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/844881>.
- [47] Wolbarsht ML. Tests for glare sensitivity and peripheral vision in driver applicants. *Journal of safety research.* 1977;9(3): 128-39.
- [48] Owsley C, Ball K, Sloane ME, Roenker DL, Bruni JR. Visual/cognitive correlates of vehicle accidents in older drivers. *Psychol Aging.* 1991;6(3): 403-15. <http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/1930757>.
- [49] Burg A. *The relationship between vision test scores and driving record: General findings.* Los Angeles Institute of Transportation and Traffic Engineering, Dept. of Engineering, University of California; 1967.
- [50] McGwin G, Chapman V, Owsley C. Visual risk factors for driving difficulty among older drivers. *Accident Analysis and Prevention.* 2000;32(6): 735-44.
- [51] von Gablenz P, Holube I. Prävalenz von Schwerhörigkeit im Nordwesten Deutschlands. *HNO.* 2015;63(3): 195-214.
- [52] McCarthy DP, Mann WC. Sensitivity and Specificity of the Assessment of Driving-related Skills Older Driver Screening Tool. *Topics in Geriatric Rehabilitation.* 2006;22(2): 139-52.
- [53] Bundesamt für Statistik. Schweizerische Gesundheitsbefragung 2012: Die funktionale Gesundheit von älteren Menschen in Privathaushalten. *BFS Aktuell.* 2014: 4.
- [54] Hu PS, Trumble DA, Foley DJ, Eberhard JW, Wallace RB. Crash risks of older drivers: a panel data analysis. *Accident Analysis & Prevention.* 1998;30(5): 569-81.
- [55] Marottoli RA, Cooney LM, Wagner DR, Doucette J, Tinetti ME. Predictors of automobile crashes and moving violations among elderly drivers. *Annals of internal medicine.* 1994;121(11): 842-6.
- [56] Staplin L, Gish KW, Wagner EK. MaryPODS revisited: updated crash analysis and implications for screening program implementation. *J Safety Res.* 2003;34(4): 389-97. PM:14636661.
- [57] Isler RB, Parsonson BS, Hansson GJ. Age related effects of restricted head movements on the useful field of view of drivers. *Accident Analysis & Prevention.* 1997;29(6): 793-801.
- [58] Staplin L, Harkey D, Lococo K, Tarawneh M. *Intersection Geometric Design and Operational Guidelines for Older Drivers and Pedestrians, Volume I: Final Report.* Washington: Federal Highway Administration; 1997.
- [59] Lin HW, Bhattacharyya N. Balance disorders in the elderly: epidemiology and functional impact. *The Laryngoscope.* 2012;122(8): 1858-61. DOI: 10.1002/lary.23376.
- [60] Staplin L, Lococo K, Gish K, Decina L. *Model Driver Screening and Evaluation Program. Final Technical Report. Volume II: Maryland Pilot Older Driver Study.* Washington, DC: National Highway Traffic Safety Administration NHTSA; 2003. DOT HS 809 583.
- [61] Foley DJ, Wallace RB, Eberhard J. Risk factors for motor vehicle crashes among older drivers in a rural community. *Journal of the American Geriatrics Society.* 1995;43(7): 776-81.
- [62] McKnight AJ, McKnight AS. Multivariate analysis of age-related driver ability and performance deficits. *Accid Anal Prev.* 1999;31(5): 445-54. <http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/10440541>.
- [63] Lesikar SE, Gallo JJ, Rebok GW, Keyl PM. Prospective study of brief neuropsychological measures to assess crash risk in older primary care patients. *J Am Board Fam Pract.* 2002;15(1): 11-9. <http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/11841134>.
- [64] Goode KT, Ball KK, Sloane M, Roenker DL, Roth DL, Myers RS, Owsley C. Useful field of view and other neurocognitive indicators of crash risk in older adults. *Journal of Clinical Psychology in Medical Settings.* 1998;5(4): 425-40.

- [65] Hennessy DF. *Vision testing of renewal applicants: Crashes predicted when compensation for impairment is inadequate*. Sacramento, CA: California Department of Motor Vehicles, Research and Development Section; 1995. Report RSS-95-152.
- [66] Ketcham CJ, Stelmach GE. Movement control in the older adult. In: National Research Council (US) Steering Committee for the Workshop on Technology for Adaptive Aging, Pew RW, Van Hemel SB, Hg. *Technology for adaptive aging*. Washington, DC: National Academies Press 2004: 64-92.
- [67] Ewert U. *Reaktionszeit im Strassenverkehr*. Bern: bfu - Beratungsstelle für Unfallverhütung; 2011.
- [68] Clay OJ, Wadley VG, Edwards JD, Roth DL, Roenker DL, Ball KK. Cumulative meta-analysis of the relationship between useful field of view and driving performance in older adults: current and future implications. *OptomVisSci*. 2005;82(8): 724-31. PM:16127338.
- [69] Myers RS, Ball KK, Kalina TD, Roth DL, Goode KT. Relation of useful field of view and other screening tests to on-road driving performance. *Percept Mot Skills*. 2000;91(1): 279-90. <http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/11011899>. DOI: 10.2466/pms.2000.91.1.279.
- [70] Pietras TA, Shi Q, Lee JD, Rizzo M. Traffic-entry behavior and crash risk for older drivers with impairment of selective attention. *Percept Mot Skills*. 2006;102(3): 632-44. <http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/16916143>. DOI: 10.2466/pms.102.3.632-644.
- [71] Fildes B, Charlton J, Muir C, Koppel S. Driving responses of older and younger drivers in a driving simulator. *Annual Proceedings / Association for the Advancement of Automotive Medicine*. 2007;51: 559-72.
- [72] DeRamus RA. *The effect of driver age on scanning behaviors in risky situations*. In: Transportation Research Board, Hg. TRB 85th Annual Meeting; 2006; Washington DC.
- [73] Craik FI, Bialystok E. Cognition through the lifespan: mechanisms of change. *Trends in cognitive sciences*. 2006;10(3): 131-8.
- [74] Zelazo PD, Craik FI, Booth L. Executive function across the life span. *Acta Psychol (Amst)*. 2004;115(2-3): 167-83. <http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/14962399>. DOI: 10.1016/j.actpsy.2003.12.005.
- [75] Stutts JC, Stewart JR, Martell C. Cognitive test performance and crash risk in an older driver population. *Accident Analyses and Prevention*. 1998;30(3): 337-46. <http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/9663293>.
- [76] Daigneault G, Joly P, Frigon JY. Executive functions in the evaluation of accident risk of older drivers. *J Clin Exp Neuropsychol*. Apr 2002;24(2): 221-38. DOI: 10.1076/jcen.24.2.221.993.
- [77] Rizzo M, Reinach S, McGehee D, Dawson J. Simulated car crashes and crash predictors in drivers with Alzheimer disease. *Archives of neurology*. 1997;54(5): 545-51.
- [78] Szlyk JP, Myers L, Zhang Y, Wetzel L, Shapiro R. Development and assessment of a neuropsychological battery to aid in predicting driving performance. *Journal of rehabilitation research and development*. 2002;39(4): 483-96.
- [79] Iachini T, Iavarone A, Senese VP, Ruotolo F, Ruggiero G. Visuospatial memory in healthy elderly, AD and MCI: a review. *Current Aging Science*. 2009;2(1): 43-59.
- [80] Gallo JJ, Rebok GW, Lesikar SE. The driving habits of adults aged 60 years and older. *Journal of the American Geriatrics Society*. 1999;47(3): 335-41.
- [81] De Raedt R, Ponjaert-Kristoffersen I. Predicting at-fault car accidents of older drivers. *Accident Analysis & Prevention*. 2001;33(6): 809-19.
- [82] Li G, Braver ER, Chen L-H. Fragility versus excessive crash involvement as determinants of high death rates per vehicle-mile of travel among older drivers. *Accident Analysis & Prevention*. 2003;35(2): 227-35.
- [83] Kent R, Trowbridge M, Lopez-Valdes FJ, Ordoyo RH, Segui-Gomez M. How many people are injured and killed as a result of aging? Frailty, fragility, and the elderly risk-exposure tradeoff assessed via a risk saturation model. *Annals of Advances in Automotive Medicine / Annual Scientific Conference 2009*;53: 41-50.
- [84] Peek-Asa C, Dean BB, Halbert R. Traffic-related injury hospitalizations among California elderly, 1994. *Accident Analysis & Prevention*. 1998;30(3): 389-95.
- [85] Charlton JL, Koppel S, Odell M, Devlin A, Langford J et al. *Influence of chronic illness on crash involvement of motor vehicle drivers*. Victoria: Monash University Accident Research Centre; 2010. Report 0732623707.

- [86] Heinzer R, Aubert J-D. Das obstruktive Schlafapnoesyndrom. *Schweiz Med Forum*. 2007;7: 686-91.
- [87] Heinzer R, Vat S, Marques-Vidal P, Marti-Soler H, Andries D et al. Prevalence of sleep-disordered breathing in the general population: the HypnoLaus study. *The Lancet Respiratory medicine*. 2015;3(4): 310-8. <http://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S2213260015000430>. DOI: 10.1016/s2213-2600(15)00043-0. PMCID: PMC4404207.
- [88] Group EDPR. Prevalence of cataract and pseudophakia/aphakia among adults in the United States. *Archives of Ophthalmology*. 2004;122(4): 487.
- [89] Hunt L, Morris JC, Edwards D, Wilson BS. Driving performance in persons with mild senile dementia of the Alzheimer type. *J Am Geriatr Soc*. Jul 1993;41(7): 747-52. <http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/8315186>.
- [90] Hunt LA, Murphy CF, Carr D, Duchek JM, Buckles V, Morris JC. Reliability of the Washington University Road Test: A performance-based assessment for drivers with dementia of the Alzheimer type. *Archives of neurology*. 1997;54(6): 707-12.
- [91] Lobo A, Launer LJ, Fratiglioni L, Andersen K, Di Carlo A et al. Prevalence of dementia and major subtypes in Europe: A collaborative study of population-based cohorts. Neurologic Diseases in the Elderly Research Group. *Neurology*. 1999;54(11 Suppl 5): S4-9.
- [92] Höpflinger F, Hugentobler V. *Pflegebedürftigkeit in der Schweiz: Prognosen und Szenarien für das 21. Jahrhundert*. Bern: Hans Huber; 2003.
- [93] Larson EB, Yaffe K, Langa KM. New insights into the dementia epidemic. *New England Journal of Medicine*. 2013;369(24): 2275-7.
- [94] Arbeitsgruppe Verkehrsmedizin der Schweizerischen Gesellschaft für Rechtsmedizin, Hg *Handbuch der verkehrsmedizinischen Begutachtung*. Bern: Huber; 2005.
- [95] Simpson C, Ross D, Dorian P, Essebag V, Gupta A et al. CCS Consensus Conference 2003: Assessment of the cardiac patient for fitness to drive and fly – Executive summary. *Canadian journal of cardiology*. 2004;20(13): 1313-20.
- [96] Bopp M, Zellweger U, Faeh D. Routine data sources challenge international diabetes Federation extrapolations of national diabetes prevalence in Switzerland. *Diabetes care*. 2011;34(11): 2387-9. DOI: 10.2337/dc11-0157. PMCID: 3198273.
- [97] LeRoy AA, Morse ML. *Multiple medications and vehicle crashes: analysis of databases*. Washington: NHTSA; 2008.
- [98] Charlton J, Koppel S, Odell M, Devlin A, Langford J et al. *Influence of chronic illness on crash involvement of motor vehicle drivers*. Clayton, Australia: Monash University Accident Research Center (MUARC); 2010.
- [99] Kuendig H. Alcohol dependence figures in the Swiss general population: a Sisyphean challenge for epidemiologists. *European addiction research*. 2010;16(4): 185-92.
- [100] Lang B, Parkes A, Fernandez Medina D. *Driving choices for the older motorist. The role of self-assessment tools*. London: RAC Foundation; 2013.
- [101] Charlton JL, Oxley J, Fildes B, Newstead S, Oxley P, O'Hare M, Koppel S. *An investigation of self-regulatory behaviours of older drivers*. Monash University, Accident Research Centre; 2003.
- [102] Molnar LJ, Charlton JL, Eby DW, Langford J, Koppel S, Kolenic GE, Marshall S. Factors affecting self-regulatory driving practices among older adults. *Traffic Inj Prev*. 2014;15(3): 262-72.
- [103] Siren A, Meng A. Older drivers' self-assessed driving skills, driving-related stress and self-regulation in traffic. *Transportation research part F: traffic psychology and behaviour*. 2013;17: 88-97.
- [104] Baldock MRJ, Mathias J, McLean A, Berndt A. Self-regulation of driving and its relationship to driving ability among older adults. *Accident Analysis & Prevention*. 2006;38(5): 1038-45.
- [105] Kaiser HJ, Oswald WD. *Autofahren im Alter – eine Literaturanalyse*. Nürnberg: Inst. für Psychogerontologie; 2000.
- [106] Weller G. Ergebnisse von Fahrversuchen mit älteren Pkw-Fahrern. In: Schlag B, Beckmann KJ, Hg. *Mobilität und demografische Entwicklung*. Köln: TÜV Media GmbH; 2013: 145-79.
- [107] Schlag B, Weller G. *Wie verhalten sich Ältere im Verkehr und warum?* Referat gehalten am Kongress 2013. «Ältere Verkehrsteilnehmer – gefährdet oder gefährlich?» Gesamtverband der Deutschen Versicherungswirtschaft e.V.; 2013; Bonn.
- [108] Berry C. *Can older drivers be nudged*. London: RAC Foundation; 2011.

- [109] Rabbitt P, Carmichael A, Jones S, Holland C. *When and why older drivers give up driving*. Manchester: Age and Cognitive Performance Research Centre; 1996.
- [110] Amado S, Arian E, Kaca G, Koyuncu M, Turkan BN. How accurately do drivers evaluate their own driving behavior? An on-road observational study. *Accident Analysis and Prevention*. 2014;63: 65-73. DOI: 10.1016/j.aap.2013.10.022.
- [111] Richter J, Schlag B, Weller G. Selbstbild und Fremdbild älterer Autofahrer. *Zeitschrift für Verkehrssicherheit*. 2011;57(1): 13-20.
- [112] Weiss D, Lang FR. «They» are old but «I» feel younger: Age-group dissociation as a self-protective strategy in old age. *Psychology and aging*. 2012;27(1): 153.
- [113] Taylor P, Morin R, Parker K, Cohn DV, Wang W. *Growing old in America: expectations vs. reality*. Washington: PewResearch Center; 2009.
- [114] Kleinspehn-Ammerlahn A, Kotter-Grühn D, Smith J. Self-perceptions of aging: Do subjective age and satisfaction with aging change during old age? *The Journals of Gerontology Series B: Psychological Sciences and Social Sciences*. 2008;63(6): 377-85.
- [115] Markanteile von Medikamenten nach Indikationsgebiet. Verband der forschenden pharmazeutischen Firmen der Schweiz; 2015. <http://www.interpharma.ch/fakten-statistiken/2055-medikamente-gegen-erkrankungen-des-zentralnervensystems-am-meisten-verkauft>. Zugriff am 23.07.2015.
- [116] Augsburger M, Vaucher P, Latino A, Mangin P, Cornuz J et al. *Alcool, drogues et médicaments parmi des conducteurs contrôlés au hasard en Suisse romande*. Genève, Lausanne: Centre universitaire romand de médecine légale; 2011.
- [117] Houwing S, Hagenzieker M, Mathijssen R, Bernhoft IM, Hels T et al. *Prevalence of alcohol and other psychoactive substances in drivers in general traffic. Part I: General results*. Leidschendam: SWOV; 2011.
- [118] Orriols L, Delorme B, Gadegbeku B, Tricotel A, Conrand B et al. Prescription medicines and the risk of road traffic crashes: a French registry-based study. *PLoS medicine*. 2010;7(11): 1420.
- [119] Serra A-L, Favrat B, Von Gunten A, Mosimann U. Aptitude à la conduite, pathologies psychiatriques et psychotropes chez la personne âgée. *Revue Médicale Suisse*. 2014;428(10): 981-5.
- [120] Arbeitsgruppe Verkehrsmedizin der Schweizerischen Gesellschaft für Rechtsmedizin. *Handbuch der verkehrsmedizinischen Begutachtung*. Bern: Huber; 2005.
- [121] Gmel G, Notari L, Gmel C. *Vertiefende Analysen zur Einnahme von Schlafmitteln, Beruhigungsmitteln sowie Psychostimulanzien im Jahr 2014*. Lausanne: Sucht Schweiz; 2015. http://www.suchtmonitoring.ch/docs/library/gmel_y9anjukthblq.pdf.
- [122] Gauthier S, Reisch T, Ajdacic-Gross V, Bartsch C. Road traffic suicide in Switzerland. *Traffic injury prevention*. 2015;16(8): 768-72.
- [123] Ramaekers JG, Uiterwijk MM, O'Hanlon JF. Effects of loratadine and cetirizine on actual driving and psychometric test performance, and EEG during driving. *European journal of clinical pharmacology*. 1992;42(4): 363-9.
- [124] Dischinger PC, Li J, Smith GS, Ho S, Auman K, Shojai D. *Prescription medication usage and crash culpability in a population of injured drivers*. In: 55th AAAM Annual Conference; 2011; Paris.
- [125] Suchtmonitoring Schweiz. Tabellen und Abbildung. Tabellen: Alkohol. 2013. <http://www.suchtmonitoring.ch/de/page/6-2.html>.
- [126] Société Suisse de Médecine Légale SSML. *Médicaments et drogues au volant en Suisse*. Société Suisse de Médecine Légale SSML; 2011.
- [127] Preusser DF. *BAC and fatal crash rate*. 16th International Conference on Alcohol, Drugs and Traffic Safety; 2002; Montreal.
- [128] Engin T, Kocherscheid K, Feldmann M, Rudinger G. *Entwicklung und Evaluation eines Screening-Tests zur Erfassung der Fahrkompetenz älterer Kraftfahrer (SCREEMO)*. Bergisch Gladbach: Bundesanstalt für Strassenwesen BASt; 2010.
- [129] SWOV - Institut for Road Safety Research. *The elderly in traffic*. Den Haag: SWOV; 2015. SWOV Fact sheet http://www.swov.nl/rapport/Factsheets/UK/FS_Elderly.pdf.
- [130] Whelan M, Langford J, Oxley J, Koppel S, Charlton J. *The elderly and mobility: a review of the literature*. Clayton: Monash University. Accident Research Center; 2006. Report Nr. 255.

- [131] Seeger R, Czerwenka W. Richtlinien zur Beurteilung der Fahreignung von Seniorinnen und Senioren. *PrimaryCare*. 2007;7(22): 361-5.
- [132] Mediendienst Bundesamt für Strassen. Bundesrat verbessert Fahreignungsabklärungen. 2015. <https://www.news.admin.ch/message/index.html?lang=de&msg-id=57935>. Zugriff am 02.07.2015.
- [133] Eidgenössisches Departement für Umwelt V, Energie und Kommunikation (UVEK),. Qualitative Verbesserung der Fahreignungsabklärungen. 2015. <http://www.news.admin.ch/NSBSubscriber/message/attachments/40154.pdf>. Zugriff am 02.07.2015.
- [134] Siren A, Haustein S. Driving licences and medical screening in old age: Review of literature and European licensing policies. *Journal of Transport & Health*. 2015;2(1): 68-78. DOI: <http://dx.doi.org/10.1016/j.jth.2014.09.003>.
- [135] Hakamies-Blomqvist L, Johansson K, Lundberg C. Medical screening of older drivers as a traffic safety measure – a comparative Finnish-Swedish evaluation study. *Journal of the American Geriatrics Society*. 1996;44: 650-3.
- [136] Siren A, Meng A. Cognitive screening of older drivers does not produce safety benefits. *Accid Anal Prev*. Mar 2012;45: 634-8. DOI: 10.1016/j.aap.2011.09.032.
- [137] Martensen H, Diependale K. *Comparison of European Countries with and without age based screening of older drivers*. Brüssel: Belgian Road Safety Institute (BRSI); 2014.
- [138] Desapriya E, Harjee R, Brubacher J, Chan H, Hewapathirane DS, Subzwari S, Pike I. Vision screening of older drivers for preventing road traffic injuries and fatalities. *The Cochrane Library*. 2014(2): 1-19.
- [139] Gstalter H, W. F. Ältere Fahrer und Verkehrssicherheit – Bestandesaufnahme und mögliche Massnahmen. *Zeitschrift für Verkehrssicherheit*. 2013;1: 5-13.
- [140] Hakamies-Blomqvist L. *Ageing Europe: The challenges and opportunities for transport safety*. European Transport Safety Council; 2003. European Transport Safety Lecture.
- [141] *Stellungnahme des Bundesrates vom 13.08.2014 zur Motion «Keine Diskriminierung von schweizerischen gegenüber ausländischen PKW-Lenkern ab Alter 70 durch die neue Verkehrszulassungsverordnung»*. Curia Vista – Geschäftsdatenbank. http://www.parlament.ch/d/suche/seiten/geschaefte.aspx?gesch_id=20143534.
- [142] Kocherscheid K. Konzeption und Evaluation einer ärztlichen Fortbildung zur Mobilitätsberatung älterer Kraftfahrer. In: Rudinger G, Kocherscheid K, Hg. *Ältere Verkehrsteilnehmer – gefährdet oder gefährlich? Defizite, Kompensationsmechanismen und Präventionsmöglichkeiten*. Göttingen: V&R unipress; 2011: 151-64.
- [143] Mitchell C. The licensing of older drivers in Europe – a case study. *Traffic injury prevention*. 2008;9(4): 360-6.
- [144] Grabowski DC, Campbell CM, Morrissey MA. Elderly licensure laws and motor vehicle fatalities. *Jama*. 2004;291(23): 2840-6.
- [145] Poschadel S, Falkenstein M, Rinkenauer G, Mendzheritskiy G, Fimm B et al. *Verkehrssicherheitsrelevante Leistungspotenziale, Defizite und Kompensationsmöglichkeiten älterer Autofahrer*. Bergisch Gladbach: Wirtschaftsverlag NW; 2012.
- [146] Ewert U. *Senioren als motorisierte Verkehrsteilnehmer*. Bern: bfu – Beratungsstelle für Unfallverhütung; 2006. bfu-Pilotstudie R 0607.
- [147] Fastenmeier W, Gstalter H, Gehlert T. *Older drivers: Possibilities and limits of testing and screening*. In: Ageing and Safe Mobility; 27./28.11.2014, 2014; Bergisch-Gladbach.
- [148] Bächli-Biétry J. Inhalt des Gutachtens, Würdigung, Folgefragen aus verkehrspsychologischer Sicht. In: Schaffhauser R, Hg. *Jahrbuch zum Verkehrsrecht 2009*. St. Gallen: Universität St. Gallen; 2009: 55-67.
- [149] Langford J, Koppel S. Licence restrictions as an under-used strategy in managing older driver safety. *Accident Analysis & Prevention*. 2011;43(1): 487-93.
- [150] Nasvadi GC, Wister A. Do restricted driver's licenses lower crash risk among older drivers? A survival analysis of insurance data from British Columbia. *The Gerontologist*. 2009;49(4): 474-84.
- [151] Siren A, Hakamies-Blomqvist L, Lindeman M. Driving cessation and health in older women. *Journal of Applied Gerontology*. 2004;23(1): 58-69.

- [152] Charlton JL, Oxley J, Scully J, Koppel S, Congiu M, Muir C, Fildes B. *Self-regulatory driving practices of older drivers in the Australian Capital Territory and New South Wales*. Monash University Accident Research Centre Clayton, VIC; 2006.
- [153] Davidse RJ, Hoekstra ATG. *Evaluatie van de BROEM-cursus nieuwe stijl. Een vragenlijststudie onder oudere automobilisten*. Leidschendam: SWOV; 2010. <http://www.swov.eu/rapport/R-2010-06.pdf>.
- [154] Hedinger MO. Freiwillige Fahrtauglichkeit ermitteln. *L/Drive*. 2006;3: 5.
- [155] Uhr A. *Selbstbeurteilungsinstrumente für ältere Personenwagen-Lenkende: Überblick und Empfehlungen*. Bern: bfu – Beratungsstelle für Unfallverhütung; 2015. bfu-Grundlagen.
- [156] Eby DW, Kostyniuk LP. *Driver distraction and crashes: An assessment of crash databases and review of the literature*. Michigan: University of Michigan; 2003.2003-12.
- [157] Molnar LJ, Eby DW, St. Louis RM, Neumeyer AL. *Promising approaches for promoting lifelong community mobility*. Michigan: University of Michigan, Transportation Research Institute; 2007.
- [158] Eby DW, Molnar LJ, Shope JT, Vivoda JM, Fordyce TA. Improving older driver knowledge and self-awareness through self-assessment: The driving decisions workbook. *Journal of Safety Research*. 2003;34(4): 371-81. DOI: 10.1016/j.jsr.2003.09.006.
- [159] Dunn V. *Evaluating the effectiveness of Devon County Council's «Driving Safer For Longer» schemes*. Plymouth: University of Plymouth; 2012.
- [160] Smolensky MH, Di Milia L, Ohayon MM, Philip P. Sleep disorders, medical conditions, and road accident risk. *Accident Analysis & Prevention*. 2011;43(2): 533-48.
- [161] George C. Reduction in motor vehicle collisions following treatment of sleep apnoea with nasal CPAP. *Thorax*. 2001;56(7): 508-12.
- [162] Krieger J, Meslier N, Lebrun T, Levy P, Phillip-Joet F, Saily JC, Racineux JL. Accidents in obstructive sleep apnea patients treated with nasal continuous positive airway pressure: a prospective study. *CHEST Journal*. 1997;112(6): 1561-6.
- [163] Sassani A, Findley LJ, Kryger M. Reducing motor-vehicle collisions, costs, and fatalities by treating obstructive sleep apnea syndrome. *Sleep*. 2004;27(3): 453-8.
- [164] Subzwari S, Desapriya E, Scime G, Babul S, Jivani K, Pike I. Effectiveness of cataract surgery in reducing driving-related difficulties: a systematic review and meta-analysis. *Injury prevention*. 2008;14(5): 324-8.
- [165] Owsley C, McGwin Jr G, Sloane M, Wells J, Stalvey BT, Gauthreaux S. Impact of cataract surgery on motor vehicle crash involvement by older adults. *Jama*. 2002;288(7): 841-9.
- [166] Meuleners LB, Hendrie D, Lee AH, Ng JQ, Morlet N. The effectiveness of cataract surgery in reducing motor vehicle crashes: a whole population study using linked data. *Ophthalmic epidemiology*. 2012;19(1): 23-8.
- [167] Fraser ML, Meuleners LB, Lee AH, Ng JQ, Morlet N. Which visual measures affect change in driving difficulty after first eye cataract surgery? *Accident Analysis & Prevention*. 2013;58: 10-4.
- [168] Deutsche Ophthalmologische Gesellschaft DOG. *Viele Verkehrsunfälle durch schlechtes Sehen. Augenärzte fordern Gesundheits-TÜV für Autofahrer*. 110. DOG-Kongress, 20.–23. September 2012; 2012; Berlin.
- [169] Haverkamp N, Mehliis K, Rudinger G. *Key data concerning traffic and health data relevant for transportation safety of older traffic participants*. Ageing and Safe Mobility; 27./28.11.2014; 2014; Bergisch Gladbach.
- [170] Deutscher Verkehrssicherheitsrat DVR. forsa-Umfrage: Zwei Drittel aller älteren Autofahrer nehmen regelmäßig Medikamente ein. 2013. <http://www.dvr.de/presse/informationen/3626.htm>. Zugriff am 03.07.2015.
- [171] Rudinger G, Haverkamp N, Mehliis K, Falkenstein M, Hahn M, Willemsen R. *Verkehrsbezogene Eckdaten und verkehrssicherheitsrelevante Gesundheitsdaten älterer Verkehrsteilnehmer*. Bergisch Gladbach: Fachverlag NW; 2015.
- [172] Pottgiesser S, Kleinemas U, Dohmes K, Spiegel L, Schädlich M, Rudinger G. *Profile von Senioren mit Autounfällen (PROSA)*. Bergisch Gladbach: Bundesanstalt für Strassenwesen; 2012.0943-9315.
- [173] Schulze H, Schumacher M, Urmeew R, Auerbach K. *DRUID – Final Report: Work performed, main results and recommendations*. Europäische Kommission. <http://www.druid->

- project.eu/Druid/EN/Dissemination/downloads_and_links/Final_Report.pdf?_blob=publicationFile&v=1. Zugriff am 06.07.2015.
- [174] Europäische Beobachtungsstelle für Drogen und Drogensucht. *Drogen und Strassenverkehr*. http://www.dhs.de/fileadmin/user_upload/pdf/EBDD_Ausgewaehlte_Themen/Zusammenfassung_2007_Drogen_und_Strassenverkehr.pdf. Zugriff am 10.07.2015.
- [175] Achermann Stürmer Y. *Drogen und Medikamente im Strassenverkehr*. Bern: bfu - Beratungsstelle für Unfallverhütung; 2013. bfu-Faktenblatt Nr. 10.
- [176] Ladner-Merz S. Die fünf Säulen des kognitiven Trainings zur Therapie und Rehabilitation von Hirnleistungsstörungen *BAGSO-Nachrichten*. 2002. <http://www.bagso.de/publikationen/bagsonachrichten/archiv/2002-01/02-01-18.html>. Zugriff am 06.07.2002.
- [177] Falkenstein M, Poschadel S, Joiko S. *Erkenntnisstand zu Verkehrssicherheitsmassnahmen für ältere Verkehrsteilnehmer*. Bremen: Fachverlag NW; 2014.
- [178] Poschadel S, Boenke D, Blöbaum A, Rabczinski S. *Ältere Autofahrer: Erhalt, Verbesserung und Verlängerung der Fahrkompetenz durch Training*. Köln: TÜV Media GmbH, TÜV Rheinland; 2012.
- [179] Korner-Bitensky N, Kua A, von Zweck C, Van Benthem K. Older driver retraining: An updated systematic review of evidence of effectiveness. *Journal of Safety Research*. 2009;40(2): 105-11. DOI: 10.1016/j.jsr.2009.02.002.
- [180] Kua A, Korner-Bitensky N, Desrosiers J, Man-Son-Hing M, Marshall S. Older driver retraining: A systematic review of evidence of effectiveness. *Journal of Safety Research*. 2007;38(1): 81-90.
- [181] Elvik R, Høy A, Vaa T, Sørensen M. *The Handbook of Road Safety Measures*. 2. Auflage. Oslo: Emerald; 2009.
- [182] Romoser MR. The Long-Term Effects of Active Training Strategies on Improving Older Drivers' Scanning in Intersections A Two-Year Follow-Up to Romoser and Fisher (2009). *Human Factors: The Journal of the Human Factors and Ergonomics Society*. 2013;55(2): 278-84.
- [183] Lavallière M, Simoneau M, Tremblay M, Laurendeau D, Teasdale N. Active training and driving-specific feedback improve older drivers' visual search prior to lane changes. *BMC geriatrics*. 2012;12(1): 5.
- [184] Gajewski P, Falkenstein M, Gehlert T. *Dortmunder Altersstudie: Studie zur Förderung der Hirnleistungsfähigkeit bei Älteren*. Berlin: GDV; 2010.
- [185] Ball K, Edwards JD, Ross LA, McGwin Jr G. Cognitive training decreases motor vehicle collision involvement of older drivers. *Journal of the American Geriatrics Society*. 2010;58(11): 2107-13.
- [186] Marmeleira JF, Godinho MB, Fernandes OM. The effects of an exercise program on several abilities associated with driving performance in older adults. *Accident Analysis & Prevention*. 2009;41(1): 90-7.
- [187] Scaramuzza G, Uhr A, Niemann S. *E-Bikes im Strassenverkehr – Sicherheitsanalyse*. Bern: bfu - Beratungsstelle für Unfallverhütung; 2015. bfu-Report 72.
- [188] Freiburger E, Hendrich S. *Trainingsprogramm für sicheres Rad fahren im Alter. Moderatorenhandbuch*. Berlin: Gesamtverband der Deutschen Versicherungswirtschaft e. V. Unfallforschung der Versicherer; 2010.
- [189] Ewert U. *Senioren als Fussgänger*. Bern: bfu - Beratungsstelle für Unfallverhütung; 2012. bfu-Faktenblatt Nr. 08.
- [190] Dommès A, Cavallo V, Vienne F, Aillerie I. Age-related differences in street-crossing safety before and after training of older pedestrians. *Accident Analysis & Prevention*. 2012;44(1): 42-7.
- [191] Hunt M, Harper D, Lie C. Mind the gap: Training road users to use speed and distance when making gap-acceptance decisions. *Accident Analysis & Prevention*. 2011;43(6): 2015-23.
- [192] Lacroix A, Kressig RW, Mühlbauer T, Brügger O, Granacher U. Effekte eines Sturzpräventionstrainings. 2014.
- [193] Gomez-Cabello A, Ara I, González-Agüero A, Casajus J, Vicente-Rodriguez G. Effects of training on bone mass in older adults. *Sports Medicine*. 2012;42(4): 301-25.
- [194] Candow DG, Forbes SC, Little JP, Cornish SM, Pinkoski C, Chilibeck PD. Effect of nutritional interventions and resistance exercise on aging muscle mass and strength. *Biogerontology*. 2012;13(4): 345-58.
- [195] Johnell O, Kanis JA, Oden A, Johansson H, De Laet C et al. Predictive value of BMD for hip and other fractures. *Journal of bone and mineral research*. 2005;20(7): 1185-94.

- [196] Ory M, Kinney Hoffman M, Hawkins M, Sanner B, Mockenhaupt R. Challenging aging stereotypes: strategies for creating a more active society. *American journal of preventive medicine*. 2003;25(3): 164-71.
- [197] Wissensportal für Marketing & Trendinformationen. *Zielgruppe Senioren: 9 Tipps für Ihr Marketing*. <http://www.marketing-trendinformationen.de/marketing/zielgruppe-senioren-9-tipps-fuer-ihr-marketing-6769.html>. Zugriff am 28.07.2014.
- [198] Tyrrell RA, Wood JM, Chaparro A, Carberry TP, Chu BS, Marszalek RP. Seeing pedestrians at night: visual clutter does not mask biological motion. *Accid Anal Prev*. 2009;41(3): 506-12. PMID:19393800.
- [199] Kuratorium für Verkehrssicherheit (KfV). *Sicherheit für Senioren. Sichere Mobilität 60+*. Kuratorium für Verkehrssicherheit (KfV),. http://www.hoehnhart.ooe.gv.at/gemeindeamt/html/KfV_Sicherheit_Verkehr_Senioren.pdf.
- [200] Elvik R. Publication bias and time-trend bias in meta-analysis of bicycle helmet efficacy: A re-analysis of Attewell, Glase and McFadden, 2001. *Accident Analysis and Prevention*. 2011;43: 1245-51.
- [201] Walter E, Achermann Stürmer Y, Niemann S. *Kurzanalyse Fahrradhelm*. Bern: bfu – Beratungsstelle für Unfallverhütung; 2015. bfu-Faktenblatt Nr. 14.
- [202] Walter E. *Finanzielle Anreize zur Erhöhung der Verkehrssicherheit: Möglichkeiten und Grenzen*. Bern: bfu – Beratungsstelle für Unfallverhütung; 2015. bfu-Grundlagen.
- [203] Hempel W. *Verunfallte Radfahrende der Generation 65+ im Strassenverkehr – eine Subgruppenanalyse bezüglich der Entwicklung und Veränderung der Verletztanzahlen und der Traumatologie*. Münster: Deutsche Hochschule der Polizei; 2010.
- [204] Deutscher Verkehrssicherheitsrat DVR. Sicher mobil im Alter. Tipps für Angehörige und Freunde. In: Deutscher Verkehrssicherheitsrat DVR, Hg. Bonn: Deutscher Verkehrssicherheitsrat DVR,; 2012.
- [205] Kaiser HJ. Sicheres Autofahren im Alter. Vom Umgang mit Problemen der Fahreignung im Rahmen einer Mobilitätsberatung. In: Rudinger G, Kocherscheid K, Hg. *Ältere Verkehrsteilnehmer – Gefährdet oder gefährlich?* Göttingen: V&R unipress; 2011: 131-49.
- [206] Musselwhite C. Successfully giving up driving for older people. 2011: 1-42.
- [207] Rundum mobil GmbH. *mobil sein & bleiben*. <http://mobilesein-mobilbleiben.ch/web/de>.
- [208] Walter E, Cavegn M, Scaramuzza G, Achermann Stürmer Y, Niemann S. *Personenwagen-Lenkende und -Mitfahrende*. Bern: bfu - Beratungsstelle für Unfallverhütung; 2011. bfu-Sicherheitsdossier Nr. 07.
- [209] Walter E, Achermann Stürmer Y, Scaramuzza G, Niemann S, Cavegn M. *Fussverkehr*. Bern: bfu - Beratungsstelle für Unfallverhütung; 2013. bfu-Sicherheitsdossier Nr. 11.
- [210] Walter E, Achermann Stürmer Y, Scaramuzza G, Niemann S, Cavegn M. *Fahrradverkehr*. Bern: bfu - Beratungsstelle für Unfallverhütung; 2012. bfu-Sicherheitsdossier Nr. 08.
- [211] European Road Safety Observatory. *Older Drivers*. In: SafetyNet, Hg.; 15.07.2015, 2006.
- [212] Rompe K. *Was kann die Technik – was nicht? Möglichkeiten zur Reduzierung der Unfallrisiken älterer Autofahrer durch intelligente Fahrzeugtechnik*. DVR-Presseseminar Jung und Alt am Steuer in Dipez, 6. und 7. Juni 2013; 2013; Dresden.
- [213] Kubitzki J, Janitzek T. *Sicherheit und Mobilität älterer Verkehrsteilnehmer*. Ismaning, Brüssel: Allianz Deutschland AG,; Allianz Deutschland AG; 2009.
- [214] Kubitzki J, Janitzek T. Zum Unfallgeschehen älterer Verkehrsteilnehmer. *Zeitschrift für Verkehrssicherheit*. 2011;57(2): 65-73.
- [215] Hoffmann H, Wipking C, Blanke L, Falkenstein M. *Experimentelle Untersuchung zur Unterstützung der Entwicklung von Fahrerassistenzsystemen für ältere Kraftfahrer*. Bergisch Gladbach: Bundesanstalt für Strassenwesen,; 2013.
- [216] Gasser TM. Ergebnisse der Projektgruppe Automatisierung: Rechtsfolgen zunehmender Fahrzeugautomatisierung. 2012. http://www.ftm.mw.tum.de/uploads/media/05_Gasser.pdf. Zugriff am 15.07.2015.
- [217] Davidse RJ. *Older drivers and ADAS: Which Systems Improve Road Safety?* Leidschendam: SWOV Institute for Road Safety Research; 2006.0386-1112. DOI: 10.1016/S0386-1112(14)60151-5.
- [218] Schmitt KU, Jordan B, Gerster B. Pilotprojekt: Ältere FahrzeuglenkerInnen und Fahrerassistenzsysteme. 2013: 1-76.

- [219] Kleinkes M, Locher J, Stroop P. Licht und Sicht mit Fahrerassistenzsystemen. *Verkehrsunfall und Fahrzeugtechnik*. 2013;10: 358-64.
- [220] Trübswetter N, Bengler K. *Why should I use adas? Advanced driver assistance systems and the elderly: knowledge, experience and usage barriers*. Driving Assessment 2013: Proceedings of the 7th International Driving Symposium on Human Factors in Driver Assessment, Training, and Vehicle Design; 2013; Bolton Landing, New York.
- [221] Simões A., Pereira M. *Older Drivers and New In-Vehicle Technologies: Adaptation and Long-Term Effects*. Lisbon: High Institute for Education and Science (ISEC); 2009.
- [222] Ghazizadeh M, Peng Y, Lee JD, Boyle LN. *Augmenting the technology acceptance model with trust: Commercial drivers' attitudes towards monitoring and feedback*. In: Proceedings of the Human Factors and Ergonomics Society Annual Meeting; 2012; Boston, Massachusetts.
- [223] Czaja SJ, Sharit J. Age differences in the performance of computer-based work. *Psychology and aging*. 1993;8(1): 59.
- [224] Pak R, McLaughlin A. *Designing displays for older adults*. Atlanta: CRC Press; 2011.
- [225] Adell E. *Driver experience and acceptance of driver support systems-a case of speed adaptation* [Doktorarbeit]. Lund: Department of Technology and Science, Lund Institute of Technology; 2009.
- [226] Davis F. Perceived Usefulness, Percived Ease of Use, ans User Acceptance of Information Technology. *MIS Quarterly*. 1989;13(3): 318-40.
- [227] Schmitt KU, Keller A, Gerster B, Weber T, Baumgartner L et al. *Fahrerassistenzsysteme – Wirkungsanalyse und Informationskonzept*. Zürich: AGU Zürich (Arbeitsgruppe für Unfallmechanik); Zürich A; 2014.
- [228] Penttinen M. Analysis of context of use and definition of critical scenarios. 2006.
- [229] Evans L. *Traffic Safety and the Driver*. New York: Van Nostrand Reinhold; 1991.
- [230] Dragutinovic N, Brookhuis KA, Hagenzieker MP, Marchau VA. Behavioural effects of advanced cruise control use: A meta-analytic approach. *European journal of transport and infrastructure research EJTR*. 2005;5(4): 267-80.
- [231] Saad F, Hjälm Dahl M, Cañas J, Alonso M, Garayo P et al. Literature review of behavioural effects. Deliverable D1_2_1. 2005: 1-124. http://www.aide-eu.org/pdf/sp1_deliv_new/aide_d1_2_1.pdf. Zugriff am 10.06.2014.
- [232] Eick E-M, Debus G. Adaptation effects in an automated car following scenario. In: Underwood G, Hg. *Traffic and Transport Psychology. Theory and Application. Proceedings of the ICTTP 2004*. Amsterdam: Elsevier; 2005: 243-55.
- [233] Engström J, Hollnagel E. A general conceptual framework for modelling behavioral effects of driver support functions. In: Cacciabue PC, Hg. *Modelling driver behavior in automotive environments. Critical issues in driver interactions with Intelligent Transport Systems*. London: Springer; 2007: 61-84.
- [234] Stanton NA, Young MS. Driver behaviour with adaptive cruise control. *Ergonomics*. 2005;48(10): 1294-313. DOI: 10.1080/00140130500252990.
- [235] Baumann M, Krems JF. Situation awareness and driving: A cognitive model. In: Cacciabue C, Hg. *Modelling driver behaviour in automotive environments. Critical Issues in Driver Interactions with Intelligent Transport Systems*. London: Springer; 2007: 253-65.
- [236] Walker GH, Stanton NA, Young MS. The ironies of vehicle feedback in car design. *Ergonomics*. 2006;49(2): 161-79.
- [237] Fairclough SH. Mental effort regulation and the functional impairment of the driver. In: Hancock PA, Desmond PA, Hg. *Stress, workload and fatigue*. Mahwah, New Jersey: Laurence Erlbaum; 2001: 479-502.
- [238] Matthews G, Desmond PA. Task-induced fatigue states and simulated driving performance. *The Quarterly Journal of Experimental Psychology: Section A*. 2002;55(2): 659-86.
- [239] Ward NJ, Shankwitz C, Gorgestani A, Donath M, De Waard D, Boer ER. An evaluation of a lane support system for bus rapid transit on narrow shoulders and the relation to us driver mental workload. *Ergonomics*. 2006;49(9): 832-59.
- [240] Rajaonah B, Tricot N, Anceaux F, Millot P. The role of intervening variables in driver-ACC cooperation. *International Journal of Human-Computer Studies*. 2008;66(3): 185-97.
- [241] Machin MA, Sankey KS. Relationships between young drivers' personality characteristics, risk perceptions, and driving behaviour. *Accident Analysis and Prevention*. 2008;40: 541-7.

- [242] Summala H. Towards understanding motivational and emotional factors in driver behaviour: comfort through satisficing. *Modelling driver behaviour in automotive environments*. London: Springer; 2007: 189-207.
- [243] Weller G, Schlag B. Verhaltensadaption nach Einführung von Fahrerassistenzsystemen: Vorstellung eines Modells und Ergebnisse einer Expertenbefragung. In: Schlag B, Hg. *Verkehrspsychologie. Mobilität – Sicherheit – Fahrerassistenz*. Berlin: Pabst Science; 2004: 351-70.
- [244] Green P. *Variations in task performance between younger and older drivers: UMTRI research on telematics*. In: University of Michigan Transportation Research Institute, Hg. Conference on Aging and Driving; 2001; Southfield, Michigan,.
- [245] Baum H, Grawenhoff S. INVENT Intelligenter Verkehr und nutzergerechte Technik – Schlussbericht FAS. *Internationales Verkehrswesen*. 2006;55(9): 234. DOI: 10.2314/GBV:519616561
- [246] Stevens A, Quimby A, Board A, Kersloot T, Burns P. *Design guidelines for safety of in-vehicle informations systems*. Berkshire: Transport Research Laboratory TRL,; 2002.
- [247] Karush S. Decline in crash risk spurs better outlook for older drivers. *Status Report*. 2015;50(2): 5-6. <http://www.iihs.org/iihs/sr/statusreport/article/50/2/2>.
- [248] Eggers A, Adolph T. *Bewertung des Verletzungsrisikos älterer Fahrzeuginsassen mit verbesserten Crashtest-Dummies und Testprozeduren*. Symposium Traumabiomechanik des älteren Verkehrsteilnehmers; 2014; Bergisch Gladbach.
- [249] Sanders MS, McCormick EJ. *Human factors in engineering and design*. New York: McGraw-Hill; 1993.
- [250] Bundesamt für Strassen ASTRA. *Via sicura. Handlungsprogramm des Bundes für mehr Sicherheit im Strassenverkehr*. Bern: ASTRA; 2005.
- [251] Schlag B, Beckmann J. *Mobilität und demografische Entwicklung*. Köln: TÜV Media GmbH; 2013.
- [252] Belopitov I, Ostermayr L, Scaramuzza G, Niemann S, Laube M. *Fussgängerstreifen (Grundlagen)*. Zürich: Schweizerischer Verband der Strassen- und Verkehrsfachleute VSS; 2011.1352.
- [253] Retting RA, Ferguson SA, McCartt AT. A review of evidence-based traffic engineering measures designed to reduce pedestrian-motor vehicle crashes. *Am J Public Health*. 2003;93(9): 1456-63. PM:12948963.
- [254] Herrstedt L. *Vulnerable Road Users: Safety Measures and Their Effectiveness. Danish Experience*. In: Kuratorium für Verkehrssicherheit KfV, Hg. Sicherheitsmassnahmen im Vergleichstest – ungeschützte Verkehrsteilnehmer. Verkehrssicherheitskongress; 1999; Wien.
- [255] Thompson S, Heydon S, Charnley C. Pedestrian refuge schemes in Nottingham. *Traffic Engineering & Control*. 1990;31(3): 118-23.
- [256] Scaramuzza G, Ewert U. *Sicherheitstechnische Analyse von Fussgängerstreifen. Empfehlungen zu Bau und Betrieb*. Bern: bfu - Beratungsstelle für Unfallverhütung; 1997. bfu-Report 33.
- [257] Zegeer CV, Steward RJ, Huang HH, Lagerwey PA, Feaganes J, Campbell C. *Safety Effects of Marked Versus Unmarked Crosswalks at Uncontrolled Locations*. Georgetown: Federal Highway Administration; 2005.
- [258] Institute for Road Traffic Research SWOV. *The elderly and infrastructure*. Leidschendam,,: SWOV; 2010.
- [259] Boss C, Boss N, Rodriguez S. *Projet initial pour la conception multi-usagers des carrefours*. Zürich: Eidgenössisches Departement für Umwelt, Verkehr, Energie und Kommunikation UVEK, Bundesamt für Strassen ASTRA: Verkehrswesen VFuNiS-u; 2014.
- [260] Spacek P. *Entwurf von Strassen – Grundzüge*. Zürich: ETH Zürich; Institut für Verkehrsplanung und Transportsysteme; 2006.
- [261] La Torre F. *Safe mobility of elderly road users from the infrastructure perspective*. Ageing and Safe Mobility Conference; 2014; Bergisch Gladbach.
- [262] Staplin L, Lococo K, Byington S, Harkey D. *Highway design handbook for older drivers and pedestrians*. Georgetown: Federal Highway Administration: Administration FH; 2001.FHWA-RD-01-103.
- [263] Fildes B, Corben B, Morris A, Oxley J, Pronk N, Brown L, Fitzharris M. *Road Safety Environment and Design for Older Drivers*. Haymarket, Australia: Austroads; 2000.

- [264] Walter E, Cavegn M, Ewert U, Scaramuzza G, Achermann-Stürmer Y, Niemann S, Uhr A. *Motorradverkehr*. Bern: bfu - Beratungsstelle für Unfallverhütung; 2014. bfu-Sicherheitsdossier Nr. 12.
- [265] Schweizerischer Verband der Strassen- und Verkehrsfachleute VSS. *Projekt, Grundlagen; Geschwindigkeit als Projektierungselement*. Zürich: VSS; 1991. Schweizer Norm SN 640 080b.
- [266] Zwahlen H, Schnell T. *Curve warning systems and the delineation of curves with curve delineation devices*. Athens OH: Human Factors and Ergonomics Laboratory – Ohio University; 1995.
- [267] Schweizerischer Verband der Strassen- und Verkehrsfachleute VSS. *Entwurf des Strassenraumes; Verkehrsberuhigungselemente*. Zürich: VSS; 2000. Schweizer Norm SN 640 213.
- [268] Eberling P, Haubold S. *Strassenraumgestaltung*. Bern: bfu - Beratungsstelle für Unfallverhütung; 2009. bfu-Fachdokumentation 2.048.
- [269] bfu - Beratungsstelle für Unfallverhütung. *SINUS-Report 2014: Sicherheitsniveau und Unfallgeschehen im Strassenverkehr 2013*. Bern: bfu; 2014.
- [270] Ogden KW. *Safer Roads: A Guide to Road Safety Engineering*. Aldershot: Avebury Technical; 1997.
- [271] Ewert U, Eberling P. *Sicherheit auf Ausserortsstrassen*. Bern: bfu – Beratungsstelle für Unfallverhütung; 2009. bfu-Report 61.
- [272] Federal Highway Administration FHWA. *Synthesis of safety research related to traffic control and roadway elements (Volumes 1 and 2)*. Washington D.C., USA: U.S. Department of Transportation, FHWA; 1982. Report No. FHWA-TS-82-233.
- [273] Troutbeck RJ. *Background to proposed NAASRA guidelines for the provision of safety barriers*. Melbourne 1983. Internal Report 833-1. <http://www.arrb.com.au>. Zugriff am 19.03.2009.
- [274] Meewes V, Eckstein K. *Baum-Unfälle*. Köln: Gesamtverband der Deutschen Versicherungswirtschaft e.V.GDV; 1999.
- [275] Zegeer CV, Council FM. Safety Relationships Associated with Cross-Sectional Roadway Elements. *Safety effects of roadway design decisions*. Washington, D.C.: Transportations Research Board,; 1995: 29-36.
- [276] Schweizerischer Verband der Strassen- und Verkehrsfachleute VSS. *Passive Sicherheit im Strassenraum; Grundnorm*. Zürich: VSS; 2005. Schweizer Norm SN 640 560.
- [277] Schweizerischer Verband der Strassen- und Verkehrsfachleute VSS. *Passive Sicherheit von Tragkonstruktionen der Strassenausrüstung*. Zürich: VSS; 2002. Schweizer Norm SN 640 569.
- [278] Consortium RIPCORDER-ISEREST. *Road Infrastructure Safety Management*. Brussels: European Commission; 2008.
- [279] Bundesamt für Strassen ASTRA. *RIA – Road Safety Impact Assessment*. Bern: ASTRA; 2013.
- [280] Bundesamt für Strassen ASTRA. *RSA – Road Safety Audit*. Bern: ASTRA; 2013.
- [281] Bundesamt für Strassen ASTRA. *RSI – Road Safety Inspection*. Bern: ASTRA; 2013.
- [282] Bundesamt für Strassen ASTRA. *BSM – Black Spot Management*. Bern: ASTRA; 2013.
- [283] Bundesamt für Strassen ASTRA. *NSM – Network Safety Management*. Bern: ASTRA; 2013.
- [284] Bundesamt für Strassen ASTRA. *EUM – Einzelunfall-Management*. Bern: ASTRA; 2013.
- [285] Bundesamt für Strassen ASTRA. *ISSI – Infrastruktur-Sicherheitsinstrumente: Vollzugshilfe*. ASTRA BfS; 2013.
- [286] Schweizerischer Verband der Strassen- und Verkehrsfachleute VSS. *Geometrisches Normalprofil; Grundabmessungen*. Zürich: VSS; 1992. Schweizer Norm SN 640 201.
- [287] Schweizerischer Verband der Strassen- und Verkehrsfachleute VSS. *Passive Sicherheit im Strassenraum; Fahrzeug-Rückhaltesysteme*. Zürich: VSS; 2005. Schweizer Norm SN 640 561.
- [288] Schweizerischer Verband der Strassen- und Verkehrsfachleute VSS. *Alleebäume; Baumartenwahl, inkl. Anhänge*. Zürich: VSS; 2003. Schweizer Norm SN 640 678a.
- [289] Scaramuzza G. *Prozess-Evaluation des bfu-Modells Tempo 50/30 innerorts*. Bern: bfu - Beratungsstelle für Unfallverhütung; 2008. bfu-Report 60.
- [290] Schweizerischer Verband der Strassen- und Verkehrsfachleute VSS. *Entwurf des Strassenraumes; Gestaltungselemente*. Zürich: VSS; 2000. Schweizer Norm SN 640 212.
- [291] Bundesamt für Strassen ASTRA. *Umsetzung des zweiten Via sicura-Pakets. Ergebnisse des Anhörungsverfahrens 2013*. http://www.admin.ch/ch/d/gg/pc/documents/2276/Via-sicura2_Ergebnisbericht_de.pdf. Zugriff am 03.07.2014.

Sicher leben: Ihre bfu.

Die bfu setzt sich im öffentlichen Auftrag für die Sicherheit ein. Als Schweizer Kompetenzzentrum für Unfallprävention forscht sie in den Bereichen Strassenverkehr, Sport sowie Haus und Freizeit und gibt ihr Wissen durch Beratungen, Ausbildungen und Kommunikation an Privatpersonen und Fachkreise weiter. Mehr über Unfallprävention auf www.bfu.ch.

Im Auftrag von:

Fonds für Verkehrssicherheit
Fonds de sécurité routière
Fondo di sicurezza stradale



© bfu 2016. Alle Rechte vorbehalten; Reproduktion (z. B. Fotokopie), Speicherung, Verarbeitung und Verbreitung sind mit Quellenangabe (s. Zitationsvorschlag) gestattet.