



SAFE-R

Ein neues Verfahren zur Einschätzung der Fahrsicherheit von älteren Menschen mit und ohne leichte kognitive Beeinträchtigung

Max Toepper^{1,2,3,a}, Stefan Spannhorst⁴, Thomas Beblo¹, Martin Driessen^{1,2,3} und Philipp Schulz^{1,a}

- ¹ Forschungsabteilung, Klinik für Psychiatrie und Psychotherapie, Evangelisches Klinikum Bethel, Universitätsklinikum OWL der Universität Bielefeld
- ² Abteilung für Gerontopsychiatrie, Klinik für Psychiatrie und Psychotherapie, Evangelisches Klinikum Bethel, Universitätsklinikum OWL der Universität Bielefeld
- ³ Psychiatrische Institutsambulanz, Klinik für Psychiatrie und Psychotherapie, Evangelisches Klinikum Bethel, Universitätsklinikum OWL der Universität Bielefeld
- ⁴ Klinik für Psychiatrie und Psychotherapie für Ältere, Zentrum für Seelische Gesundheit, Klinikum Stuttgart
- ^a Beide Autoren waren gleichermaßen an der Publikation beteiligt und teilen sich somit die Erstautorenschaft.

Zusammenfassung: Altern geht mit kognitiven und nicht-kognitiven Veränderungen einher, die bei einem relevanten Anteil älterer Menschen Risikofaktoren für eine Reduktion der Fahrsicherheit darstellen. Da praktische Fahrverhaltensbeobachtungen aufwendig und kostenintensiv sind, besteht ein zunehmender Bedarf an validen Screeningverfahren, die eine Erfassung dieser Risikofaktoren ermöglichen und eine diagnostisch genaue sowie zeitökonomische Einschätzung der Fahrsicherheit älterer Kraftfahrerinnen und Kraftfahrer gewährleisten. Unsere Arbeitsgruppe hat sich daher in den letzten Jahren mit der Entwicklung und Validierung eines multifaktoriellen Screeningverfahrens beschäftigt. In diesem Beitrag werden Konstruktion, eine erste Validierung sowie Angaben zur praktischen Anwendung des neuen Verfahrens „Seniorenberatung aufgrund Fahreignungsrelevanter Einschränkungen – revidierte Fassung“ (engl.: Safety Advice For Elderly drivers – revised version) (SAFE-R) vorgestellt. Der SAFE-R ermöglicht die Überprüfung von 11 evidenzbasierten fahrsicherheitsrelevanten Risikofaktoren bei älteren Kraftfahrer_innen mit und ohne leichte kognitive Beeinträchtigung. In einer On-Road-Studie an 74 älteren Menschen mit und ohne leichte kognitive Beeinträchtigung konnte der SAFE-R mit einer Sensitivität von 95 % und einer Spezifität von 75 % zwischen fahrsicheren und fahrunsicheren Kraftfahrer_innen differenzieren. Der SAFE-R stellt somit ein valides und zugleich ökonomisches Instrument zur Einschätzung der Fahrsicherheit von Senior_innen mit und ohne leichte kognitive Beeinträchtigung dar.

Schlüsselwörter: Fahreignung, Fahrsicherheit, SAFE-R, Risikofaktoren, ältere Kraftfahrer

SAFE-R: Construction and Validation of a New Economical Instrument for Assessing Driving Safety in Seniors With and Without Mild Cognitive Impairment

Abstract: Aging is associated with both cognitive and noncognitive changes that may lead to reduced driving safety in a relevant proportion of the elderly population. Since practical on-road assessments are time-consuming and cost-intensive, there is an increasing need for valid screening tools to assess driving-related risk factors and to provide an accurate and time-efficient evaluation of the driving abilities of older drivers. In the past decade, our research group has been working on the development and validation of a multifactorial screening tool, entitled “Safety Advice for Elderly Drivers - Revised Version” (SAFE-R), which is presented in this paper. This tool allows the assessment of eleven evidence-based cognitive and noncognitive risk factors in older drivers with and without mild cognitive impairment. In an on-road study, we showed that the SAFE-R differentiates between safe and unsafe older drivers with a sensitivity of 95% and a specificity of 75%. The SAFE-R thus represents a valid and economical instrument for assessing the driving safety in seniors with and without mild cognitive impairment.

Keywords: driving fitness, driving safety, SAFE-R, risk factors, older drivers

In dieser Arbeit wurde auf eine genderneutrale Schreibweise geachtet. In jenen Passagen, wo aus Gründen der besseren Lesbarkeit entweder die weibliche oder männliche Form verwendet wurde, sind dabei jeweils die andere Geschlechtsform sowie anderweitige Geschlechteridentitäten ausdrücklich mitgemeint, soweit es für die Aussage erforderlich ist.

Theoretischer Hintergrund des Verfahrens

Definition von Fahrsicherheit

Grundsätzlich muss zwischen drei Gruppen von Begriffen differenziert werden. *Fahreignung* bezeichnet die generelle, zeitlich unbefristete und stabile Fähigkeit zum Führen eines Fahrzeugs einschließlich der dafür notwendigen körperlichen, charakterlichen und geistigen Voraussetzungen (Laux, Brunbauer & Graw, 2019). Die *Fahreignung* gilt als unabhängig von situationellen Einflüssen und gegenwärtigen Befindlichkeiten.

Von der *Fahreignung* abzugrenzen sind die Begriffe der *Fahrsicherheit*, *Fahrtüchtigkeit* und *Fahrtauglichkeit*. Diese meist synonym verwendeten Begriffe bezeichnen die situations- und zeitbezogene Fähigkeit zum sicheren Führen eines Kraftfahrzeugs, die sich schnell ändern kann (Laux et al., 2019). So kann beispielsweise die *Fahrsicherheit* eines grundsätzlich noch fahreigneten Menschen unter bestimmten Umständen temporär reduziert sein (z. B. Infekt, Alkoholeinfluss etc.)

Die ebenfalls eigenständigen Begriffe der *Fahrkompetenz* und *Fahrfähigkeit* beschreiben, ob eine Person über die notwendigen theoretischen Kenntnisse zum sicheren Führen eines Fahrzeugs verfügt und zur praktischen Anwendung dieser Kenntnisse in der Lage ist (Laux et al., 2019).

Fahrsicherheit älterer Menschen mit und ohne kognitive Beeinträchtigung

Altern geht mit funktionellen und strukturellen zerebralen Veränderungen einher, die zu zunehmenden kognitiven, motorischen und sensorischen Leistungseinbußen führen (Hedden & Gabrieli, 2004; Yordanova, Kolev, Hohnsbein & Falkenstein, 2004). Diese Einbußen können verschiedene Funktionsbereiche betreffen, von denen manche eng mit der *Fahrsicherheit* assoziiert sind (Falkenstein & Sommer, 2008; Salthouse, 1996). Als Folge nimmt die *Fahrsicherheit* im Querschnitt mit zunehmendem Alter ab (An-

stey & Wood, 2011; Kroll et al., 2003), was sich in einem erhöhten Unfallrisiko niederschlägt: Betrachtet man beispielsweise die selbst verursachten Unfälle mit Personenschaden, so zeigen Senioren und Fahranfänger die höchsten Zahlen (Statistisches Bundesamt, 2020). Fuermaier et al. (2019) berichten, dass 11% gesunder älterer Kraftfahrer eine praktische Fahrverhaltensbeobachtung nicht bestehen. Andere aktuelle Studien (Bakhtiari et al., 2020; Urlings, Cuenen, Brijs, Lutin & Jongen, 2018) sowie eigene On-road-Daten (Schulz et al., 2021) geben Hinweise auf einen möglicherweise noch höheren Anteil nicht bestandener Fahrverhaltensbeobachtungen unter älteren Kraftfahrern (ca. 20–35%). Insgesamt scheinen die Bestehensquoten in Studien stark abhängig vom Durchschnittsalter der Stichprobe, der Schwierigkeit der Fahrstrecke, der Definition des Kriteriums und der Expertise der Beurteiler zu sein. Zudem zeigen Studienergebnisse, dass das Risiko einer Selbstüberschätzung der *Fahrsicherheit* im Alter zunimmt (Ruckriegel, 2020; Schulz, Spannhorst, Iffland & Toepper, 2017). Dies erscheint insbesondere vor dem Hintergrund des demografischen Wandels und der in Deutschland unbegrenzt gültigen Fahrerlaubnis ohne altersabhängige Routineuntersuchungen problematisch.

Die oben beschriebene Problematik gilt in verschärfter Weise für Menschen mit kognitiven Beeinträchtigungen wie z. B. Demenzerkrankte oder Personen mit leichter kognitiver Beeinträchtigung (MCI; engl. für Mild Cognitive Impairment; Toepper & Falkenstein, 2019). Das MCI-Konzept beschreibt dabei die Prodromalphase einer Demenz, in welcher kognitive Beeinträchtigungen testpsychologisch nachweisbar sind, aber nicht zu einer übergreifenden Einschränkung der Alltagskompetenz führen (Albert et al., 2011). In den Begutachtungsleitlinien zur Kraftfahreignung gibt es für dieses prodromale Erkrankungsstadium keine konkreten Empfehlungen, was bei Behandelnden immer wieder zu Unsicherheiten führt. Neuere Studien zeigen, dass MCI-Betroffene insgesamt schlechtere Leistungen in praktischen Fahrverhaltensbeobachtungen zeigen (Anstey, Eramudugolla, Chopra, Price & Wood, 2017) und etwa doppelt so viele Fahrfehler in Fahrsimulatorfahrten begehen wie gesunde Senioren (Hird et al., 2017). Viele der Betroffenen geben das Autofahren innerhalb von 3 Jahren nach Diagnosestellung auf (Connors, Ames, Woodward & Brodaty, 2017). Mögliche Gründe für ein suboptimales Fahrverhalten von MCI-Patienten scheinen insbesondere ein unangemessenes Verhalten an Verkehrskreuzungen (z. B. Brems- bzw. Stoppverhalten) sowie Schwierigkeiten beim Spurhalten und Linksabbiegen zu sein (Hird, Egeto, Fischer, Naglie & Schweizer, 2016; Hird et al., 2017). Laut einer Metaanalyse bestehen 13,6% der MCI-Betroffenen eine praktische Fahrverhaltensbeobachtung nicht (Hird et al., 2016). Fuermaier et al. (2017) berichten eine Durchfallquote von

33.3%, während die Ergebnisse unserer On-Road-Studie (Toepper, Schulz, Beblo & Driessen, 2021) sogar auf einen noch größeren Anteil beeinträchtigter Fahrer mit MCI hindeuten (58%). Die Gründe für diese inkonsistenten Zahlen sind vermutlich dieselben wie bei gesunden älteren Kraftfahrern (s.o.).

Modelle der Fahreignung im Alter

Im Rahmen einer empirischen Übersichtsarbeit konnten Anstey, Wood, Lord und Walker (2005) 13 Studien identifizieren, in denen Zusammenhänge von kognitiv-sensorischen und motorisch-physischen Faktoren mit dem Unfallgeschehen und den praktischen Fahrfähigkeiten älterer Menschen untersucht wurden. Die Autoren leiteten daraus ein Modell ab, in dem kognitive, visuelle und physische Funktionen die Determinanten der Fähigkeit zum sicheren Führen eines Kraftfahrzeugs darstellen. Kognitive Funktionen umfassen in diesem Modell das Reaktionsvermögen, die Verarbeitungsgeschwindigkeit, die visuelle Aufmerksamkeit, das Kurzzeitgedächtnis und exekutive Funktionen. Visuelle Funktionen umfassen die Sehschärfe sowie die Kontrastsensitivität, während physische Funktionen die Halswirbelsäulenbeweglichkeit, das Sturzrisiko sowie das Vorliegen von Arthritis oder Herzerkrankungen beinhalten. Dem Modell gemäß wird das tatsächliche Fahrverhalten, einschließlich der Anwendung von kompensatorischen Verhaltensweisen, durch die Fahrsicherheit sowie durch die Selbsteinschätzung der Fahrsicherheit beeinflusst. Den kognitiven Funktionen kommt in dem Modell eine zentrale Rolle zu, da sich diese sowohl auf die tatsächliche Fahrsicherheit als auch auf die Selbsteinschätzung der Fahrsicherheit auswirken. Eine Erweiterung des Modells von Anstey et al. (2005) stellt das ebenfalls speziell auf ältere Menschen zugeschnittene „Driving as an Everyday Competence (DEC) model“ von Lindstrom-Forneri, Tuokko, Garrett und Molnar (2010) dar. Diese kanadische Gruppe postuliert, dass ein vollständiges Modell die komplexen Beziehungen zwischen der Fahreignung, der tatsächlichen Fahrsicherheit und bestimmten Umweltfaktoren darstellen und erklären sollte, was in bisherigen Modellen noch nicht gelungen sei. Insbesondere betonen die Autoren, dass der Einfluss sozialer Faktoren auf gesellschaftlicher und individueller Ebene nicht hinreichend adressiert wurde. So wird im DEC-Modell erstmalig explizit dargestellt, dass neben globalen individuellen (Krankheiten) auch globale gesellschaftliche (z.B. vorherrschende Sozialpolitik, geltende Gesetze) Faktoren auf spezifische Personenfaktoren (physische Konstitution, kognitive Funktionen, Affekt, Sensorik, Fahrerfahrung/Fahrpraxis) einwirken und damit die Fahrsicherheit

mit beeinflussen. Zusammenfassend geht aus den dargestellten Modellen eindeutig hervor, dass die sensorische, kognitive und motorische Funktionalität, aber auch Fahrerfahrung, Fahrpraxis und Umweltvariablen einen wichtigen Einfluss auf die Fahrsicherheit älterer Verkehrsteilnehmer haben.

Diagnostische Methoden zur Einschätzung der Fahrsicherheit älterer Kraftfahrer

Aus methodischer Perspektive bieten sich unterschiedliche Möglichkeiten, die Fahrsicherheit zu messen: Eine anerkannte Methode ist in diesem Zusammenhang die praktische Fahrverhaltensbeobachtung (FVB), bei der ein ausgebildeter Verkehrspsychologe die praktische Fahrsicherheit im Realverkehr beurteilt. Aufgrund der sehr hohen Inhaltsvalidität wird die praktische FVB auch als „Goldstandard“ bezeichnet. Allerdings setzt dieses Prozedere eine geeignete Ausstattung, fachliche Kompetenz und ausreichende personelle, finanzielle und zeitliche Ressourcen voraus und verlangt somit ein äußerst zeit- und kostenintensives Vorgehen, das in den meisten klinischen Versorgungseinrichtungen nicht geleistet werden kann. Kritisiert wird auch, dass in FVBs Einschätzungen zur beobachteten Fahrsicherheit durch einen Experten vorgenommen werden und somit subjektiv gefärbt sein können. Der Einsatz standardisierter Strecken mit spezifischen Anforderungen sowie standardisierter Protokollbögen kann die Objektivität der Beobachtungen allerdings deutlich erhöhen. Alternativ können Fahrsimulatoren zur Diagnostik der Fahrsicherheit herangezogen werden. Ein Vorteil von Fahrsimulatoren ist die Möglichkeit der Standardisierung der Fahraufgaben einschließlich der Simulation kritischer Verkehrssituationen. Nachteile sind die geringere Inhaltsvalidität, weil nicht im realen Straßenverkehr gefahren wird, die sogenannte Simulator-Sickness sowie eine mangelnde Testfairness für diejenigen älteren Menschen, die besondere Berührungsängste mit moderner Technik haben. In den meisten klinischen Einrichtungen wird daher auf standardisierte neuropsychologische Testverfahren (z.B. Testbatterie zur Aufmerksamkeitsprüfung [Zimmermann & Fimm, 2017]; Papier-Bleistift-Verfahren wie z.B. der Trail-Making-Test [Reitan, 1992]) zurückgegriffen, um verkehrsrelevante kognitive Funktionen zu untersuchen. Für die formale kognitive Testdiagnostik im Rahmen medizinisch-psychologischer Untersuchungen werden spezielle Verfahren empfohlen. Für die Leistungen in den Untertests dieser Verfahren sind gemäß Begutachtungsleitlinien zur Kraftfahreignung Prozentranggrenzen (Prozentrang 16 oder 33 je nach Fahrerlaubnisklasse) vorgegeben, deren Unterschreitung zu einem Nichtbestehen der Leistungs-

untersuchung führen kann (Gräcmann & Albrecht, 2019). Diese Prozentranggrenzen wurden und werden jedoch aufgrund ihrer willkürlichen Setzung häufig kritisiert (Schmidt-Atzert, Strohbeck-Kühner & Schubert, 2018). In der Tat beschäftigen sich Wissenschaftler seit mehreren Dekaden mit der Frage, welche neuropsychologischen Einzeltests oder welche Testkombinationen die praktischen Fahrfähigkeiten von älteren Personen am besten vorhersagen können. Bereits mehrere Übersichtsartikel und Metaanalysen haben gezeigt, dass bestimmte Testverfahren zwar robust mit Fahrverhaltensmaßen korrelieren, allerdings nicht trennscharf genug zwischen fahrsicheren und fahrunsicheren Kraftfahrern differenzieren können. Einen wichtigen Grund für die Ungenauigkeit neuropsychologischer Diagnostik stellt vermutlich die Vielzahl anderer – nicht-kognitiver – Faktoren dar (z.B. Beweglichkeitseinschränkungen, Visusminderungen oder Vermeidungsverhalten), die ebenfalls einen wichtigen Einfluss auf die Fahrsicherheit haben. Es besteht daher kein Zweifel mehr daran, dass die Untersuchung der Fahrsicherheit älterer Menschen eine multifaktorielle Herangehensweise erfordert (Iverson et al., 2010; Ott et al., 2013; Piersma et al., 2016; Wood, Anstey, Kerr, Lacherez & Lord, 2008).

Kognitive Prädiktoren der Fahrsicherheit

Kognitive Prädiktoren der Fahrsicherheit umfassen insbesondere Testverfahren zur Untersuchung spezifischer Aufmerksamkeits- und Exekutivfunktionen sowie visuell-räumlicher Fähigkeiten (Anstey et al., 2005; Brieler, 2017; Karthaus & Falkenstein, 2016; Mathias & Lucas, 2009; Moser et al., 2012). Im Bereich der Aufmerksamkeit sind insbesondere die psychomotorische Verarbeitungsgeschwindigkeit, die visuell-räumliche Aufmerksamkeit sowie die Fähigkeiten zur Aufmerksamkeitsfokussierung und -teilung mit dem praktischen Fahrverhalten assoziiert (Ball et al., 2006; Hird et al., 2016; Mathias & Lucas, 2009; Papandonatos, Ott, Davis, Barco & Carr, 2015). Im Bereich der Exekutivfunktionen sind vor allem die kognitive Flexibilität, Planungsfähigkeiten und die Fähigkeit zu vorausschauendem Fahren von besonderer Bedeutung für die Fahrsicherheit (Ball et al., 2006; Hird et al., 2016; Mathias & Lucas, 2009; Ott et al., 2008; Snellgrove, 2005). Metaanalytische Daten zu den wichtigsten Kriteriumsvariablen praktischen Fahrverhaltens (praktische Fahrkompetenz, binäre Einschätzung der Fahrtauglichkeit, Unfallgeschehen) bei gesunden älteren Kraftfahrern mit MCI oder Demenz vom Alzheimer-Typ (DAT) zeigen, dass neuropsychologische Testverfahren, die zuvor genannte Funktionsbereiche messen, am besten zwischen beeinträchtigten und unbeeinträchtigten Fahrern in den

genannten Zielgruppen differenzieren können (Hird et al., 2016; Mathias & Lucas, 2009; Reger et al., 2004). So wiesen der Trail-Making-Test A und B (TMT-A/B; Reitan, 1992) sowie Labyrinthaufgaben (z.B. Snellgrove, 2005) in der Metaanalyse von Hird et al. (2016) die höchsten Effektstärken auf (alle $d > 0.6$). Ein weiteres etwas komplexeres Testverfahren mit hoher diagnostischer Güte ist der Useful Field of View Test (UFOV), der computergestützt unterschiedliche fahrrelevante Aufmerksamkeitsfunktionen erfasst (Ball & Owsley, 1991; Clay et al., 2005).

Nicht-kognitive Prädiktoren der Fahrsicherheit

Neben den beschriebenen kognitiven Prädiktoren gibt es in der Literatur zudem robuste Hinweise auf bestimmte nicht-kognitive Prädiktoren der Fahrsicherheit wie ein höheres Lebensalter (Anstey et al., 2005; Kosuge, Okamura, Kihira, Nakano & Fujita, 2017; Pottgiesser et al., 2012), selbstberichtetes Vermeidungsverhalten (Baldock, Mathias, McLean & Berndt, 2006; Iverson et al., 2010; Schulz et al., 2020), Angehörigenberichte über unsicheres Fahren (Brown et al., 2005; Hemmy, Rottunda & Adler, 2016; Iverson et al., 2010), die Anzahl der Unfälle in den letzten Jahren (Emerson et al., 2012; Iverson et al., 2010; Kosuge et al., 2017) und eine geringe Fahrpraxis (Iverson et al., 2010; Langford, Methorst & Hakamies-Blomqvist, 2006; Piersma et al., 2016) sowie visuelle Beeinträchtigungen (Ball et al., 1998; Bowers et al., 2013; Owsley et al., 1998; Owsley, Stalvey, Wells & Sloane, 1999), Einschränkungen der Halswirbelsäulenbeweglichkeit (Anstey et al., 2005; Marottoli et al., 1998; Mosimann et al., 2012; Toepper et al., 2021) und weitere Indikatoren eines schlechten somatischen Zustandes (Anstey et al., 2005; Poschadel et al., 2012; Pottgiesser et al., 2012). Diese nicht-kognitiven Risikofaktoren finden in Praxis und Forschung bislang weniger Beachtung als kognitive Faktoren, könnten die Vorhersage der praktischen Fahrsicherheit aber sehr wahrscheinlich deutlich verbessern (Toepper et al., 2021).

Entstehungsgeschichte des SAFE-R und Itemgenerierung

Vor einigen Jahren konstruierten wir den SAFE (Seniorberatung Aufgrund Fahreignungsrelevanter Einschränkungen) zur Einschätzung fahrsicherheitsrelevanter Risiken bei älteren Kraftfahrern und implementierten diesen in unserer Gedächtnisambulanz. Der SAFE sollte

dazu dienen, die Aufklärung und Beratung der Patienten über etwaige Einschränkungen ihrer Fahrsicherheit zu verbessern und zu vereinheitlichen. Die Konstruktionsbasis des SAFE waren Konsensusempfehlungen einer Schweizer Expertengruppe (Mosimann et al., 2012), die in eine Risikofaktoren-Checkliste überführt wurden. Nach Rücksprache mit dem Erstautor wurde die Risikofaktorenliste von unserer Arbeitsgruppe auf der Basis eigener Erfahrungen und Daten leicht modifiziert. Praktische Erfahrungen in der Folgezeit zeigten, dass der SAFE die Aufklärung und Dokumentation der Fahrsicherheitsberatung im klinischen Alltag deutlich erleichterte und sowohl bei Patienten als auch bei Ärzten auf eine hohe Akzeptanz stieß (Spannhorst et al., 2016). 2016 zeigte der SAFE in einer vorläufigen Validierungsstudie an einem Quasi-Kriterium erste vielversprechende Ergebnisse (hohe Sensitivitäts- und Spezifitätswerte; Schulz et al., 2016). Neben der Pilotvalidierung des SAFE wurden umfangreiche Literaturrecherchen zu weiteren evidenzbasierten und zugleich ökonomisch messbaren kognitiven und nicht-kognitiven Prädiktoren der Fahrsicherheit älterer Kraftfahrer durchgeführt. Zwischen 2017 und 2020 führten wir dann eigene On-Road-Untersuchungen durch, deren Ergebnisse zeigten, dass der SAFE eine hohe Sensitivität bei der Erkennung unsicherer Fahrer aufweist – das allerdings bei deutlich eingeschränkter Spezifität (Schulz et al., 2021). Außerdem zeigte sich, dass eine Kombination aus 11 kognitiven und nicht-kognitiven Risikofaktoren, die a priori auf der Basis der höchsten wissenschaftlichen Evidenz definiert wurden, mit hoher diagnostischer Genauigkeit sowohl Fahrsicherheit (81%) als auch das Risiko zukünftiger Bagatellunfälle (88%) vorhersagen kann (Toepper et al., 2021). Auf Basis dieser Daten wird in dem vorliegenden Manuskript die Konstruktion und Validierung des SAFE-R (Seniorenberatung Aufgrund Fahreignungsrelevanter Einschränkungen – revidierte Fassung) vorgestellt. Die berichteten empirischen Ergebnisse stellen dabei Re-Analysen der On-Road-Daten von Toepper et al. (2021) dar und dienen dem Zweck, die dort publizierten 11 Prädiktoren der Fahrsicherheit in anwenderfreundliche und eindeutig interpretierbare Items für die klinische Praxis zu überführen. Zusätzliche Änderungen gegenüber der ursprünglichen Version des SAFE betreffen die Optimierung des grafischen Designs, die Entfernung inhaltlich oder empirisch unpassender bzw. weniger relevanter Risikofaktoren sowie die Abschaffung eines subjektiven Gesamturteils. Mit dem SAFE-R soll einem möglichst breiten Publikum ein valides, ökonomisches und zugleich einfach zu handhabendes Screeningverfahren für die Einschätzung der Fahrsicherheit älterer Kraftfahrer mit und ohne kognitive Beeinträchtigung kostenfrei zur Verfügung gestellt werden.

Methoden

Ausführliche Details zur Rekrutierung, Ein- und Ausschlusskriterien der Eichstichprobe, zum Studienablauf einschließlich der Erhebung der kognitiven und nicht-kognitiven Prädiktoren und der Hauptkriteriumsvariable sowie zu den Unterschieden zwischen älteren Fahrern mit und ohne MCI sind der Publikation von Toepper et al. (2021) zu entnehmen.

SAFE-R

Der SAFE-R ist eine Risikofaktoren-Checkliste, die 11 Items umfasst (Abbildung 1). Auf der Basis kumulierter Risiken wird eine erste Einschätzung der Fahrsicherheit bei gesunden älteren Fahrern sowie bei älteren Personen mit MCI gewährleistet, ohne dabei eine ausführliche Fahreignungsbegutachtung ersetzen zu wollen und zu können.

Die Items umfassen das Alter (in Jahren), den somatischen Gesundheitszustand (operationalisiert durch die aktuelle Anzahl *verschreibungspflichtiger* Medikamente), die Fahrpraxis (Kilometerleistung in den letzten 12 Monaten), kritische Verkehrssituationen in den letzten 2 Jahren, externe Bedenken über unsicheres Fahren, Hinweise auf eine unkompenzierte Visuseinschränkung (reduzierte Tagesschärfe, Gesichtsfeldauffälligkeit), eine Einschränkung der Halswirbelsäulen(HWS)-Beweglichkeit, die Vermeidung bestimmter Fahrsituationen sowie kognitive Risikofaktoren wie eine eingeschränkte Verarbeitungsgeschwindigkeit (operationalisiert durch die Bearbeitungszeit im TMT-A; Reitan, 1992), eine eingeschränkte kognitive Flexibilität (operationalisiert durch die Bearbeitungszeit im TMT-B; Reitan, 1992) und eingeschränkte Fähigkeiten im Bereich des planerischen und räumlichen Denkens (operationalisiert durch die Bearbeitungszeit im Snellgrove Maze Test; Snellgrove, 2005). Beim SAFE-R handelt es sich *nicht* um einen Fragebogen, der von Patienten selbst ausgefüllt werden soll und kann. Die Überprüfung der Risikofaktoren dauert etwa 15 Minuten und soll stets vom klinischen Fachpersonal vorgenommen werden. Das Vorliegen oder Nichtvorliegen der Risikofaktoren wird im Wesentlichen auf der Basis eines Interviews mit der zu untersuchenden Person ermittelt sowie mithilfe medizinischer und neuropsychologischer Testverfahren. Teilweise kann zudem auf vorhandene Daten aus der Behandlungsakte zurückgegriffen werden.

© PD Dr. Max Töpper, Dr. Stefan Spannhorst, Dr. Philipp Schulz
 ✉ SAFE-R@gmx.de



Seniorenberatung Aufgrund Fahreignungsrelevanter Einschränkungen – revidierte Fassung –

Name: _____ Geb.-Dat.: _____ Geschlecht: w m

Motorisierte Teilnahme am Straßenverkehr? ja nein Testdatum: _____

BITTE BEACHTEN SIE: Der SAFE-R kann eine erste Einschätzung der **Fahrsicherheit** von Seniorinnen und Senioren mit oder ohne leichte kognitive Beeinträchtigung (MCI nach Petersen 2004) gewährleisten, ist aber KEIN Ersatz für eine ausführliche Fahreignungsdiagnostik. Bitte beachten Sie bei Ihrer Beurteilung auch die derzeit gültigen Begutachtungsleitlinien zur Kraftfahreignung. Auswahl und Gewichtung der Risikofaktoren wurden auf der Basis wissenschaftlicher Evidenz und eigener Fahrverhaltensdaten vorgenommen (Toepper et al. 2021; Schulz et al. 2021). Bei einem Trennwert von 0-9 versus 10+ (Gesamtpunktwert) weist der SAFE-R in unserer Stichprobe eine diagnostische Genauigkeit von 81% auf mit einer Sensitivität von 95% bei einer Spezifität von 75% (AUC = 0,903).

| | Antwort/ Rohwert | Bewertung | |
|--|----------------------|---|---------|
| | | bis 76 J. | ≥ 77 J. |
| 1. Alter (in Jahren) | <input type="text"/> | 0 | 3 |
| 2. Gesundheit: Anzahl verschreibungspflichtiger Medikamente | <input type="text"/> | 0 | 3 |
| 3. Fahrpraxis: Fahrleistung in den letzten 12 Monaten (in km) | <input type="text"/> | 0 | 4 |
| 4. Unfallgeschichte: Gab es in den letzten zwei Jahren Polizeikontrollen aufgrund auffälliger Fahrweise, Verkehrsdelikte oder selbstverschuldet (Bagatell, Unfälle)? | <input type="text"/> | 0 | 1 |
| 5. Externe Bedenken: Beifahrer fühlt sich unsicher Berichte über unsicheres Fahren | <input type="text"/> | 0 | 1 |
| 6. Visus: Hinweise auf unkompenzierte Visuseinschränkung (reduzierte binokulare Tagesschärfe: Sehtafel/Pockentest; Gesichtsfeldauffälligkeit: Fingerperimetrie) | <input type="text"/> | 0 | 2 |
| 7. Motorik: HWS-Beweglichkeit mit eingeschränkt? (< 65° nach rechts oder links) | <input type="text"/> | 0 | 3 |
| 8. Vermeidung: Vermeiden Sie aufgrund von Unsicherheit von Fahrten bei schlechtem Wetter UND Fahrten bei Dunkelheit UND komplizierte Einparkmanöver? | <input type="text"/> | 0 | 5 |
| 9. Verarbeitungsgeschwindigkeit: Bearbeitungszeit Trail Making Test A ¹ (in Sek.) | <input type="text"/> | 0 | 2 |
| 10. Kognitive Flexibilität: Bearbeitungszeit Trail Making Test B ¹ (in Sek.) | <input type="text"/> | 0 | 2 |
| 11. Planung/Räumliches Denken: Bearbeitungszeit Snellgrove Maze Task ² (in Sek.) | <input type="text"/> | 0 | 3 |
| | | 0 | 3 |
| | | Summe | |
| | | <input style="width: 40px; height: 20px;" type="text"/> | |

**0 – 9
GESAMTPUNKTE**

Aktuell keine Bedenken
bezüglich **Fahrsicherheit**

**10 – 17
GESAMTPUNKTE**

Fahrsicherheit aktuell
zweifelhaft
Weitere Abklärung
empfohlen

**18 – 29
GESAMTPUNKTE**

Aktuell erhebliche
Bedenken bezüglich
Fahrsicherheit
Abklärung erforderlich

**GESAMT
PUNKTE**

¹Reitan, R. M. (1992). Trail Making Test. Tucson: Reitan Neuropsychology Laboratory
²Snellgrove, C. A. (2005). Cognitive screening for the safe driving competence of older people with mild cognitive impairment or early dementia. Australian Safety Bureau.

Abbildung 1. SAFE-R-Risikoinschätzungsbogen.

https://content.hogrefe.com/doi/pdf/10.1024/1016-264X.a000331 - Monday, September 27, 2021 7:48:52 AM - IP Address: 129.70.43.12

Datenanalyse

Mit Binomial-Tests wurde überprüft, ob sich die beobachtete relative Häufigkeit eines Merkmals der Eichstichprobe von der in der Population zu erwartenden relativen Häufigkeit signifikant unterscheidet. Zur Ermittlung der Korrelationen der 11 Risikofaktoren mit dem dichotomen Hauptkriterium (Urteil des Verkehrspsychologen nach praktischer Fahrverhaltensbeobachtung: 0 = *unsicher*, 1 = *sicher*) wurden für intervallskalierte Variablen punkt-biseriale Korrelationen berechnet, für dichotome Variablen χ^2 -Tests, deren χ^2 -Werte anhand eines Online-Tools in den Pearson-Korrelationskoeffizienten r umgewandelt wurden (Lenhard & Lenhard, 2016). Die Risikofaktoren wurden dann auf Basis ihrer Korrelationshöhe gewichtet. Dazu wurde der Betrag jedes Korrelationskoeffizienten auf eine Stelle nach dem Komma gerundet und mit 10 multipliziert. So betrug z. B. die Korrelation zwischen Alter und Fahrsicherheit $r = -.28$, woraufhin der Risikofaktor „Alter“ mit dem Wert 3 gewichtet wurde (Korrelation von $-.28$ gerundet auf $-.30$, multipliziert mit 10 und davon der Betrag = 3). Damit Risikofaktoren eindeutig als vorhanden oder nicht vorhanden eingestuft werden können, wurde in einem zweiten Schritt für jeden intervallskalierten Faktor mithilfe von ROC-Kurvenanalysen und dem jeweils höchsten Youden-Indexwert (Sensitivität + Spezifität - 1) der Cut-Off-Wert mit dem optimalen Verhältnis zwischen Sensitivität und Spezifität bezüglich des dichotomen Hauptkriteriums definiert. Die Gewichtung der Faktoren und die Höhe der Cut-Off-Werte der intervallskalierten Faktoren beruhen folglich auf statistischen Berechnungen innerhalb unserer Stichprobe. Aus der Literatur lassen sich teilweise andere Cut-Off-Werte ableiten, die aber überwiegend nicht weit von den Cut-Off-Werten des SAFE-R entfernt liegen. Durch Aufsummieren der gewichteten Risikofaktoren wurde für jeden Probanden die Gesamtpunktzahl des SAFE-R berechnet. In einem dritten Schritt wurde dann für die Gesamtpunktzahl des SAFE-R ebenfalls mithilfe einer ROC-Kurvenanalyse und dem höchsten Youden-Indexwert der Cut-Off-Wert mit dem optimalen Verhältnis zwischen Sensitivität und Spezifität definiert. Entsprechend dem Ergebnis der ROC-Kurvenanalyse und einer deskriptiven Analyse der diagnostischen Kennwerte des SAFE-R-Gesamtpunktwerts wurde dann ein trichotomes Ampelschema entwickelt, welches von den Anwendenden leicht interpretiert werden kann und spezifische Handlungsanweisungen nach sich zieht. Zusätzlich wurden Korrelationen des SAFE-R-Gesamtpunktwerts mit Nebenzielkriterien berechnet. Nebenzielkriterien umfassten die relative Häufigkeit aufgetretener Fahrfehler an 140 Beobachtungspunkten der Fahrstrecke, eine Gesamteinschätzung der Fahrsicherheit durch den Fahrlehrer auf einer dreistufigen Ska-

la (*sicher – zweifelhaft – unzureichend*) sowie das Auftreten mindestens eines Bagatellunfalls innerhalb eines Jahres nach Studienteilnahme (erfasst durch ein Telefoninterview). Die Datenanalysen wurden mithilfe des Statistical Package for the Social Sciences (SPSS Version 25) durchgeführt.

Ergebnisse

In diesem Ergebnisabschnitt werden sowohl erhobene Originaldaten als auch Daten bestehender Evidenz hinsichtlich der Testgütekriterien (Objektivität, Reliabilität, Validität) der im SAFE-R enthaltenen Items berichtet.

Eichstichprobe

Die Stichprobe von Toepper et al. (2021) mit 72 älteren Kraftfahrerinnen und Kraftfahrern ($M = 77$ Jahre; darunter $n = 12$ mit MCI) bildet die Grundlage für die Validierung und Normierung des SAFE-R. Tabelle 1 zeigt deskriptive Daten der Eichstichprobe (weitere Details zur Stichprobe siehe Toepper et al., 2021) und Schätzungen zur Repräsentativität der jeweiligen demografischen sowie fahranamnestischen Stichprobenmerkmale im Vergleich zur Population älterer Kraftfahrer sowie im Vergleich zur Population älterer Menschen insgesamt (Details zu den Datenquellen zum Repräsentativitäts-Check sind den Fußnoten von Tabelle 1 zu entnehmen). Hinsichtlich Geschlecht, MCI-Prävalenz und Fahrhäufigkeit ist die Eichstichprobe als repräsentativ zu bewerten, hinsichtlich Alter, Bildung und Jahreskilometerleistung als teilweise repräsentativ.

Objektivität des SAFE-R

Durchführungs-, Auswertungs- und Interpretationsobjektivität eines diagnostischen Instruments können als gegeben angesehen werden, wenn die anhand des Testverfahrens ermittelten Testergebnisse nicht von der testdurchführenden Person abhängen (Eid & Schmidt, 2014). Bei Berücksichtigung der später ausgeführten Durchführungs- und Auswertungshinweise (Abschnitte „Durchführung und Auswertung“, „Interpretation“ und Tabelle 4) kann die Objektivität des SAFE-R als hoch eingeschätzt werden. Die Interpretationsobjektivität ist durch die festgelegten Cut-Off-Werte der intervallskalierten Risikofaktoren sowie das trichotome Ampelschema zur Interpretation der ermittelten Gesamtpunktzahl sichergestellt.

Tabelle 1. Repräsentativität der Eichstichprobe ($n = 74$).

| Variablen | Eichstichprobe | | Population ¹ | Statistik |
|-------------------------|----------------|--------|-------------------------|---|
| | n | % | % | Binomialtest: Exakter p -Wert (einseitig) |
| Alter | | | | |
| 65–69 | 6 | 8.1 % | 32.5 % | < .001 |
| 70–74 | 17 | 23.0 % | 32.7 % | .05 |
| ≥ 75 | 51 | 68.9 % | 34.8 % | < .001 |
| Geschlecht (= weiblich) | 27 | 36.5 % | 30.1 % | .11 |
| Bildung | | | | |
| Hauptschule | 27 | 36.5 % | 39 % | .38 |
| Mittlere Reife | 35 | 47.3 % | 25 % | < .001 |
| Fachabitur | 2 | 2.7 % | 4 % | .43 |
| Abitur | 10 | 13.5 % | 26 % | .01 |
| MCI-Prävalenz | 12 | 16.2 % | 19 % | .33 |
| Jahreskilometerleistung | | | | |
| ≤ 1000 | 1 | 1.4 % | 12.5 % | .001 |
| 1001–3000 | 8 | 10.8 % | 16.4 % | .12 |
| 3001–5000 | 11 | 14.9 % | 13.6 % | .43 |
| 5001–10000 | 27 | 36.5 % | 28.2 % | .08 |
| 10001–20 000 | 21 | 28.4 % | 26.1 % | .37 |
| > 20 000 | 6 | 8.1 % | 3.1 % | .03 |
| Tägliches Fahren (= ja) | 31 | 42 % | 44 % | .44 |

Anmerkungen. MCI = Mild Cognitive Impairment. ¹Datenquellen zum Abgleich mit der relativen Häufigkeit in der Population: Alter: Relative Altersverteilung von Senioren 65+ mit Führerschein aus Rudinger et al. (2015); Geschlecht: Über 65-jährige Frauen mit PKW-Fahrerlaubnis laut zentralem Fahrerlaubnisregister am 1. Januar 2020 (Kraftfahrt-Bundesamt, 2020); Bildung: Relative Verteilung der Bildungsabschlüsse von Senioren 75+ aus Rudinger et al. (2015); MCI-Prävalenz: Mittelwert aus in Petersen et al. (2014) dargestellten MCI-Prävalenzen; Jahreskilometerleistung und Fahrhäufigkeit: Aktiv fahrende Senioren 75+ aus Rudinger et al. (2015).

Reliabilität des SAFE-R

Die Reliabilität eines diagnostischen Instruments bezeichnet die Eigenschaft, dass ein Test ein Konstrukt zuverlässig und genau misst, unabhängig von dem zu erfassenden Konstrukt (Eid & Schmidt, 2014). Die anhand von Cronbachs Alpha berechnete interne Konsistenz der 11 Items des SAFE-R (dichotomisierte Item-Kodierungen in 1 = Risikofaktor liegt vor vs. 0 = Risikofaktor liegt nicht vor) beträgt .61. Bei schwer zu messenden und multidimensionalen Konstrukten wie dem der Fahrsicherheit ist die Höhe der ermittelten internen Konsistenz eines Messinstruments jedoch nur eingeschränkt interpretierbar (Schmitt, 1996). So haben beispielsweise die kognitive Flexibilität – gemessen mit der Leistung im Trail Making Test Teil B – und die Beweglichkeit der Halswirbelsäule keinen direkten inhaltlichen Bezug zueinander, können aber dennoch gleichermaßen auf eine eingeschränkte Fahrsicherheit hinweisen. Die Höhe des ermittelten Cronbachs Alpha-Werts kann hier folglich nicht angemessen interpretiert werden. Weitere Angaben zur Reliabilität beziehen sich daher auf die im SAFE-R enthaltenen Einzelitems.

Die Reliabilität der Ermittlung des Alters ist als gegeben anzusehen. Bezüglich der Anzahl eingenommener ver-

schreibungspflichtiger Medikamente gibt es eine Studie von Drieling et al. (2016), die in einer Kohorte von 223 älteren Frauen zeigen konnte, dass die selbstberichteten Angaben zur Medikamenteneinnahme nahezu perfekt mit den bei Apotheken gespeicherten Daten zur Medikamenteneinnahme übereinstimmten. Bezüglich der Ermittlung der Jahreskilometerleistung wurden im Rahmen einer von unserer Arbeitsgruppe durchgeführten Studie (Toepper et al., 2021) ältere Kraftfahrer mit und ohne kognitive Beeinträchtigung in einem Abstand von 1 Jahr zu der Anzahl der gefahrenen Kilometer in den letzten 12 Monaten befragt. Die Retest-Reliabilität zur Angabe der Jahreskilometerleistung beträgt $r_{tt} = .82$ ($p < .001$) und ist folglich als gut einzuschätzen. Was die Erfassung zurückliegender Unfälle/Verkehrsdelikte angeht, befragten ein Facharzt und ein Neuropsychologe im Rahmen unserer Untersuchungen unabhängig voneinander 12 ältere Kraftfahrer, ob sich in den letzten 2 Jahren Unfälle, Verkehrsdelikte und Polizeikontrollen aufgrund einer auffälligen Fahrweise ereignet hätten. Beide Untersucher ermittelten bei den Befragten identische Angaben, was einer perfekten Inter-Rater-Reliabilität entspricht (Cohens Kappa = 1). Ebenso erfragten der Facharzt und der Neuropsychologe, ob ein Beifahrer äußerte, sich unsicher zu fühlen, oder ob jemand schon einmal Bedenken wegen

der Fahrweise geäußert habe. Bei 10 von 12 Befragten (83.3%) ermittelten beide Untersucher übereinstimmend, dass der Risikofaktor nicht vorlag. Bei zwei Befragten schätzte der Neuropsychologe den Risikofaktor als vorliegend ein, der Facharzt hingegen bei einer Person als unklar und bei der anderen als nicht vorliegend (aufgrund zu geringer Zellhäufigkeiten konnte eine inferenzstatistische Prüfung der Reliabilität nicht erfolgen). Darüber hinaus prüften der Facharzt und der Neuropsychologe orientierend die HWS-Beweglichkeit (Rotationsbewegung) der älteren Kraftfahrer (der Neuropsychologe wurde vorab vom Facharzt in der Prüfung der HWS-Rotation geschult). Bei 11 von 12 (91.7%) Studienteilnehmenden kamen die Untersucher übereinstimmend zu dem Ergebnis, dass die HWS-Beweglichkeit als nicht eingeschränkt einzustufen sei. Bei einem Studienteilnehmer schätzte der Facharzt die HWS-Beweglichkeit als leicht eingeschränkt ein, der Neuropsychologe hingegen als nicht eingeschränkt (aufgrund zu geringer Zellhäufigkeiten konnte eine inferenzstatistische Prüfung der Reliabilität nicht erfolgen). Für eine weit verbreitete Standardmethode zum Screening der zentralen Tagesschärfe (Snellen-Sehtafel in mobiler Kitteltaschen-Variante) gibt es eine Studie, die eine hohe Übereinstimmung zwischen den Sehtestergebnissen der Kitteltaschen-Variante mit der herkömmlichen Variante zeigte ($\geq 80\%$ Übereinstimmung der ermittelten Sehschärfewerte für beide Augen; Emmanuel & Chen, 2017). Bezüglich der Fingerperimetrie als neurologische Standardmethode zum Screening des Gesichtsfeldes liegen nach bestem Wissen keine Angaben zur Reliabilität vor. In einer weiteren Studie unserer Arbeitsgruppe (Schulz et al., 2020) wurde ein aus 11 Items bestehender Fragebogen zur Erfassung selbstberichteten Vermeidungsverhaltens eingesetzt, der eine hohe interne Konsistenz (Cronbachs Alpha = .87) sowie eine noch akzeptable Retest-Reliabilität aufwies ($r_{tt} = .65, p < .001$). Für die weit verbreiteten und in der Praxis der klinischen Neuropsychologie etablierten Trail-Making-Test-Versionen Teil A und B gibt es Studien, die überwiegend zufriedenstellende bis sehr gute Interrater- (0.90-0.94; Fals-Stewart, 1992) und Paralleltest-Reliabilitäten berichten (0.76-0.94; Wagner, Helmreich, Dahmen, Lieb & Tadic, 2011). Für das Labyrinth-Testverfahren nach Porteus (welches die Konstruktionsgrundlage der Snellgrove Maze Task darstellt) gibt es Hinweise auf eine gute interne Konsistenz (Cronbachs Alpha = .81) des Verfahrens (Krikorian & Bartok, 1998).

Validität des SAFE-R

Angaben zur Kriteriumsvalidität auf Basis wissenschaftlicher Evidenz

Bezüglich der im SAFE-R abgebildeten kognitiven und nicht-kognitiven Risikofaktoren gibt es (wie bereits oben

beschrieben) zahlreiche Einzelstudien sowie Übersichtsarbeiten und Metaanalysen, die meist unabhängige Zusammenhänge zwischen den einzelnen Indikatoren und verschiedenen Outcome-Kriterien der Fahrsicherheit (Fahrverhaltensbeobachtung, Fahr Simulator, Unfallgeschichte/Verkehrsverstöße) bei älteren Kraftfahrern mit und ohne kognitive Beeinträchtigung zeigen konnten (Tabelle 2).

Angaben zur Kriteriumsvalidität auf Basis eigener empirischer Daten

Tabelle 3 zeigt die auf Basis unserer Stichprobe ermittelten deskriptiven Statistiken der erhobenen Risikofaktoren und Korrelationen der Risikofaktoren mit dem dichotomen Hauptkriterium (Expertenurteil des Verkehrspsychologen nach Fahrverhaltensbeobachtung, 0 = *unsicher*, 1 = *sicher*) sowie die Ergebnisse der ROC-Kurvenanalysen und die aus den Youden-Indizes abgeleiteten optimalen Cut-Off-Werte. 25 der 74 älteren Fahrer (33.8%) wurden vom Verkehrspsychologen als unsicher eingestuft.

Der aus den gewichteten Einzelfaktoren gebildete SAFE-R-Gesamtpunktwert ($M = 9.54, SD = 6.15, Min = 0, Max = 22$) korreliert hoch mit dem dichotomen Hauptkriterium ($r = -.66, p < .001$). Eine ROC-Analyse ergab für den SAFE-R-Gesamtpunktwert einen AUC-Wert von 0.90 ($p < 0.001$), was auf eine hohe diagnostische Genauigkeit in der Differenzierung zwischen fahrsicheren und fahrunsicheren Fahrern hinweist. Die Analyse der Youden-Indizes verweist auf einen optimalen Cut-Off-Wert bei einem SAFE-R-Gesamtpunktwert von ≥ 10 (Sensitivität = 95.2%, Spezifität = 74.5%). Deskriptive Analysen der SAFE-R-Gesamtpunktwerte in Abhängigkeit vom Urteil des Verkehrspsychologen zeigen, dass 97% der Fahrer (35 von 36) mit einer Gesamtpunktzahl von 0 bis 9 nach der Fahrverhaltensbeobachtung vom Verkehrspsychologen als sicher eingestuft wurden. Bei einer Punktzahl von 10 bis 17 wurden 44% (11 von 25) der Fahrer nach der Fahrverhaltensbeobachtung als sicher eingestuft und 56% (14 von 25) als unsicher. Im Bereich von 18 bis 29 Punkten wurden 86% der Fahrer (6 von 7) als nicht fahrsicher bewertet. Der SAFE-R-Gesamtpunktwert korreliert ebenfalls hoch mit den Nebenzielkriterien. So ist eine höhere SAFE-R-Gesamtpunktzahl mit einer höheren Quote an Fahrfehlern ($r = .48, p < .001$), einer schlechteren Gesamtbeurteilung der Fahrsicherheit durch den Fahrlehrer ($r_s = .47, p < .001$) sowie mit dem Auftreten von Bagatellunfällen innerhalb eines Jahres nach Studienteilnahme ($r_{pb} = .31, p = .02$) assoziiert.

Konstruktvalidität

Die bereits im Einleitungsteil (Abschnitt „Modelle der Fahreignung im Alter“) beschriebenen empirischen Modelle zeigen, dass die im SAFE-R abgebildeten Konstruk-

Tabelle 2. Wissenschaftliche Evidenz für die SAFE-R-Risikofaktoren.

| Kognitive Risikofaktoren | Testverfahren | Empirische Befunde |
|--|---|--|
| Verarbeitungsgeschwindigkeit Visuelles Scanning | TMT-A | Hird et al., 2016 Papandonatos et al., 2015 Mathias & Lucas, 2009 |
| Kognitive Flexibilität Visuelles Scanning | TMT-B | Hird et al., 2016 Mathias & Lucas, 2009 Ball et al., 2006 |
| Planung Räumliches Denken | Snellgrove Maze Task (SMT) | Hird et al., 2016 Carr et al., 2011 Ott et al., 2008 Snellgrove, 2005 |
| Nicht-kognitive Risikofaktoren | Indikatoren | Empirische Befunde |
| Unfallgeschichte | Unfälle in den letzten 2 Jahren | Kosuge et al., 2017 Emerson et al., 2012 Iverson et al., 2010 |
| Externe Bedenken | Beifahrer fühlt sich unsicher Angehörigenberichte von unsicherem Fahrverhalten | Hemmy et al., 2016 Iverson et al., 2010 Brown et al., 2005 |
| Vermeidungsverhalten | v.a. Vermeidung von Fahrten bei Dunkelheit, schlechter Witterung | Iverson et al., 2010 Baldock et al., 2006 |
| Motorik | v.a. eingeschränkte HWS-Beweglichkeit | Mosimann et al., 2012 Anstey et al., 2005 Marottoli et al., 1998 |
| Gesundheit | v.a. Anzahl verschriebener pflichtiger Medikamente | Hill et al., 2020 Rudinger et al., 2015 Pottgiesser et al., 2012 Poschadel et al., 2012 Holte & Albrecht, 2004 |
| Visus | v.a. eingeschränkte/s Sehschärfe/Gesichtsfeld | Rudinger et al., 2015 Bowers et al., 2013 Owsley et al., 1998, 1999 Ball et al., 1998 |
| Alter | Alter in Jahren | Kosuge et al., 2017 Pottgiesser et al., 2012 Anstey et al., 2005 |
| Fahrpraxis | Anzahl der Jahreskilometer | Piersma et al., 2016 Langford et al., 2013 Iverson et al., 2010 Langford et al., 2006 |

Anmerkungen: TMT = Trail Making Test; SMT = Snellgrove Maze Task; HWS = Halswirbelsäule.

te mit kognitiven (Verarbeitungsgeschwindigkeit, Kognitive Flexibilität, Planung/Räumliches Denken) und nicht-kognitiven (Alter, Gesundheit, Visus, Motorik, Fahrpraxis, Unfallgeschichte, Externe Bedenken, Vermeidungsverhalten) Faktoren bedeutsamen Einfluss auf die Fähigkeit zum sicheren Führen eines Kraftfahrzeugs haben (Anstey et al., 2005; Lindstrom-Forneri et al., 2010).

Externe Validität

Die ermittelten Gewichtungen der Risikofaktoren sowie das Cut-Off-Wert-Schema basieren auf der von uns erhobenen Stichprobe. Inwiefern die Gewichtungen und das Cut-Off-Wert-Schema in der Gesamtpopulation älterer Kraftfahrer mit und ohne leichte kognitive Beeinträchtigung Bestand haben, lässt sich zum gegenwärtigen Zeitpunkt nicht abschließend beurteilen. Eine DFG-geförderte Studie zur Validierung der ermittelten Gewichtungen sowie des abgeleiteten Cut-Off-Wert-Schemas in einer unabhängigen Stichprobe ist in Vorbereitung und wird voraussichtlich im Sommer 2021 starten.

Durchführung, Auswertung und Interpretation des SAFE-R

Zielgruppen und Anwendungsbereiche

Angewendet werden kann der SAFE-R bei älteren aktiven Fahrern ab einem Alter von 65 Jahren mit oder ohne leichte kognitive Beeinträchtigung (definiert nach den klinischen Kriterien für ein Mild Cognitive Impairment [MCI] nach Petersen, 2004), die keine mit dem Verlust der Fahreignung assoziierten Erkrankungen aufweisen (Gräcmann & Albrecht, 2019) und/oder Medikamente mit schwerem Einfluss auf die Fahrsicherheit einnehmen (Kategorie-III-Medikamente gemäß DRUID-Checkliste; Gómez-Talegón, Fierro, Del Río & Alvarez, 2011). Darüber hinaus kann der SAFE-R unseres Erachtens nach auch bei Fahrern mit beginnender bzw. leichtgradiger Demenz eingesetzt werden, wenngleich noch keine ausreichenden Validierungsdaten für diese Zielgruppe vorliegen. Die Getesteten sollten über ausreichende Deutschkenntnisse verfügen, um valide anamnestiche Angaben vornehmen und die im SAFE-R enthaltenen neuropsychologischen Testverfahren bearbeiten zu können. Bei der definierten Zielgruppe kann der SAFE-R eine erste ökonomische, valide und reliable Einschätzung der Fahrsicherheit ermöglichen. *Wichtig ist*, dass der SAFE-R eine ausführliche Fahreignungsdiagnostik weder ersetzen soll noch kann.

Tabelle 3. Deskriptive Statistiken und Ergebnisse von Korrelations- sowie ROC-Analysen hinsichtlich der 11 SAFE-R-Risikofaktoren

| Risikofaktor | Anzahl Missings | M/n | SD/% | r ¹ | AUC | Youden-Indizes | Cut-Off-Werte |
|--|-----------------|--------|-------|-------------------|-------------------|----------------|---------------|
| 1. Alter in Jahren | 0 | 77.43 | 5.84 | -.28* | 0.69** | 0.33 | 77 |
| 2. Anzahl verschreibungspflichtiger Medikamente | 0 | 2.70 | 2.02 | -.26* | 0.65* | 0.21 | 2 |
| 3. Jahreskilometerleistung | 0 | 10.377 | 6.860 | .43** | 0.79*** | 0.50 | 6750 |
| 4. Unfälle, Verkehrsdelikte, Polizeikontrollen aufgrund auffälliger Fahrweise letzte 2 Jahre = ja ² | 0 | 11 | 14.9% | .06 | n.a. | n.a. | n.a. |
| 5. Beifahrer fühlt sich unsicher/Angehörigenberichte von unsicherem Fahrverhalten = ja ² | 0 | 2 | 2.7% | .12 | n.a. | n.a. | n.a. |
| 6. Eingeschränkte/s Sehschärfe/Gesichtsfeld = ja ² | 0 | 2 | 2.7% | -.23 | n.a. | n.a. | n.a. |
| 7. Eingeschränkte HWS-Beweglichkeit = ja ² | 0 | 5 | 6.8% | -.26* | n.a. | n.a. | n.a. |
| 8. Vermeidung von Fahrten bei Dunkelheit, schlechter Witterung und komplizierten Parkvorgängen = ja ² | 6 | 32 | 47.1% | -.45*** | n.a. | n.a. | n.a. |
| 9. Verarbeitungsgeschwindigkeit (TMT-A in Sekunden) | 0 | 41.99 | 14.89 | -.21 ⁺ | 0.62 ⁺ | 0.24 | 47 |
| 10. Kognitive Flexibilität (TMT-B in Sekunden) | 0 | 113.18 | 58.31 | -.20 ⁺ | 0.68* | 0.38 | 115 |
| 11. Räumliches Denken/Planung (SMT in Sekunden) | 0 | 30.14 | 10.16 | -.30* | 0.65* | 0.36 | 37 |

Anmerkungen: AUC = Area under the curve; TMT = Trail Making Test; SMT = Snellgrove Maze Task; HWS = Halswirbelsäule. ¹Korrelation mit dichotomem Urteil des Verkehrspsychologen (0 = *unsicher*, 1 = *sicher*). ²Kodierung der dichotomen Risikofaktoren: 0 = *nicht vorhanden*, 1 = *vorhanden*. ⁺p < .10. *p < .05. **p < .01. ***p < .001.

Durchführung und Auswertung

Der SAFE-R sollte von ärztlichem und psychologischem Fachpersonal durchgeführt, ausgewertet und interpretiert werden. Die Erhebung der Risikofaktoren „Gesundheit“, „Visus“ und „Motorik“ sollte durch ärztliches Personal erfolgen, die Durchführung der neuropsychologischen Testverfahren (TMT A und B sowie SMT) durch (neuro)psychologisches Personal, alternativ auch durch geschultes medizinisches Fachpersonal. Die Erhebung der übrigen Risikofaktoren kann sowohl durch medizinisches als auch psychologisches Fachpersonal erfolgen. Dazu wird das Vorhandensein bzw. Nichtvorhandensein der bereits dargestellten 11 fahrsicherheitsrelevanten Faktoren erfragt bzw. getestet. Die jeweiligen Instruktionen zur Erfassung der Risikofaktoren finden sich in Tabelle 4.

Die Ergebnisse werden jeweils auf einer dichotomen Antwortskala angekreuzt. Auf Basis der Cut-Off-Werte der intervallskalierten Risikofaktoren (siehe auch Abschnitt „Methoden“) bzw. des Vorhandenseins eines dichotomen Risikofaktors wird beim Vorliegen eines Risikofaktors eine festgelegte Punktzahl vergeben oder beim Nichtvorliegen der Wert Null (vgl. Abbildung 1). Ist der

Befragte beispielsweise 70 Jahre alt, wird unter Punkt 1. in das linke hellgraue Kästchen der Wert 70 eingetragen, der mittlere grüne Kasten angekreuzt und der Befragte erhält bezüglich dieses Risikofaktors 0 Punkte. Ist der Befragte hingegen 80 Jahre alt, wird unter Punkt 1. der rechte rote Kasten angekreuzt und der Befragte erhält drei Punkte. Die Gesamtpunktzahl ergibt sich aus der Addition der einzelnen Punkte und wird auf dem Bogen rechts unten neben dem roten Pfeil eingetragen. Der Wertebereich der Gesamtpunktzahl beträgt 0 bis 29 Punkte.

Interpretation

Zur Interpretation der Ergebnisse dient das unten im SAFE-R-Bogen abgebildete Ampelschema. Für eine korrekte Einordnung der Gesamtpunktzahl in das Ampelschema ist es notwendig, dass alle Risikofaktoren erhoben werden. So zieht eine Gesamtpunktzahl von 0 bis 9 (grüner Bereich) unter Berücksichtigung der ermittelten Risikofaktoren aktuell keine Bedenken bezüglich der Fahrsicherheit nach sich. Bei einer Gesamtpunktzahl von 10 bis 17 (gelber Bereich) ist die Fahrsicherheit als aktuell zweifelhaft

Tabelle 4. Durchführungs- und Auswertungshinweise zu den im SAFE-R enthaltenen Risikofaktoren.

| Risikofaktor | Instruktionen/Hinweise zur Erhebung | Grenzwerte für das Vorliegen des Risikofaktors (Punktzahl) |
|-----------------------|---|---|
| Alter | Erfragen/Ermitteln Sie das Lebensalter in Jahren. | Beträgt das Alter 77 oder älter, liegt der Risikofaktor vor (= 3 Punkte) |
| Gesundheit | Erfragen/Ermitteln Sie die Anzahl der zum Zeitpunkt der Erhebung eingenommenen verschreibungspflichtigen Medikamente. Es soll nur die reine Anzahl der Medikamente berücksichtigt werden. Beachten Sie aber immer die arzneimittelspezifischen Hinweise zum Risiko für die Verkehrsteilnahme. Personen, die ein Medikament mit schwerem Einfluss auf die Fahr-sicherheit einnehmen, können ggf. grundsätzlich nicht fahrgerecht sein. | Sobald zwei oder mehr verschreibungspflichtige Medikamente eingenommen werden, liegt der Risikofaktor vor (= 3 Punkte) |
| Fahrpraxis | Erfragen Sie, wie viele Kilometer die Person in den letzten 12 Monaten als Fahrer eines Kraftfahrzeugs gefahren ist. Versuchen Sie ggf. über die Schätzung der durchschnittlichen wöchentlichen Kilometerleistung die Jahreskilometerleistung hochzurechnen. | Sobald 6500 Kilometer oder <i>weniger</i> in den letzten 12 Monaten gefahren wurden, liegt der Risikofaktor vor (= 4 Punkte) |
| Unfallgeschichte | Erfragen Sie, ob es in den letzten 2 Jahren zu Polizeikontrollen aufgrund einer auffälligen Fahrweise, Verkehrsdelikten oder selbstverschuldeten Unfällen gekommen ist (einschließlich Bagatellunfälle). | Wenn diese Frage bejaht wird, liegt der Risikofaktor vor (= 1 Punkt) |
| Externe Bedenken | Erfragen Sie (im Optimalfall von einem Angehörigen, aber nicht notwendigerweise), ob eine beifahrende Person schon einmal angegeben hat, sich bei Fahrten mit der betreffenden Person unsicher gefühlt zu haben und/oder ob jemand unsicheres/gefährliches Fahrverhalten beobachtet hat. | Wenn diese Frage bejaht wird, liegt der Risikofaktor vor (= 1 Punkt) |
| Visus | Überprüfen Sie beispielsweise anhand geeigneter Screeningverfahren (Sehtafel, Fingerperimetrie), ob es Hinweise auf eine unkompen-sierte Visuseinschränkung gibt (reduzierte binokulare Tagessehschärfe, Gesichtsfeldauffälligkeit). Bitte achten Sie darauf, dass Brillenträger die Brille, mit der Auto gefahren wird, während der Überprüfung tragen. Bei auffälligen/grenzwertigen Screeningergebnissen oder anderweitigen Hinweisen sollte eine augenärztliche Untersuchung veranlasst werden. | Wenn es Hinweise auf eine unkompen-sierte Visuseinschränkung gibt, liegt der Risikofaktor vor (= 2 Punkte) |
| Motorik | Prüfen Sie (orientierend) die Halswirbelsäulenbeweglichkeit, z. B. indem Sie die aufrecht sitzende Person bitten, den Kopf aus der Neutralstellung heraus (Blickrichtung nach vorne) so weit wie möglich nach links und so weit wie möglich nach rechts zu rotieren, ohne die Schultern mitzubewegen (Brustwirbelsäulenrotation soll nicht stattfinden). Erfasst wird die jeweils geschätzte Gradzahl der von der Neutralstellung ausgehenden maximal möglichen Rotation des Kopfes nach links und nach rechts. | Beträgt die maximal mögliche Rotation des Kopfes weniger als 65° in eine oder beide Richtungen, liegt der Risikofaktor vor (= 3 Punkte) |
| Risikofaktor | Instruktion zur Erhebung | Grenzwerte für das Vorliegen des Risikofaktors (Punktzahl) |
| Vermeidungs-verhalten | Es soll erfasst werden, ob spezifische Fahrsituationen vermieden werden, da sich die betreffende Person mit der Situation überfordert fühlt und diese folglich aus Unsicherheit vermeidet. Stellen Sie folgende drei Fragen: 1) Vermeiden Sie aufgrund von Unsicherheit Fahrten bei schlechten Sicht-verhältnissen (z. B. Fahrten bei Dämmerung/Dunkelheit)? 2) Vermeiden Sie aufgrund von Unsicherheit Fahrten bei schlechter Witte-rung (z. B. Regen/Schnee)? 3) Vermeiden Sie aufgrund von Unsicherheit komplizierte Einparkvorgänge (Parken Sie also z. B. nur vorwärts in eine große Lücken ein)? <i>Antwortkodierung</i> – Die Antworten „ <i>nie</i> “, „ <i>eigentlich nicht/nein</i> “, „ <i>so gut wie nie</i> “ gelten als „ <i>nein</i> “. – Die Antworten „ <i>selten</i> “, „ <i>manchmal</i> “, „ <i>gelegentlich</i> “, „ <i>oft</i> “, „ <i>sehr oft</i> “, „ <i>häufig</i> “ usw. gelten als „ <i>ja</i> “. – Falls z. B. geantwortet wird, dass Fahrten vermieden werden, wenn es nachts regnet, sollte differenzierter nachgefragt werden. – Wenn Personen auf sehr seltene Wetterextreme/Umwstände verweisen, die zur Vermeidung einer oder mehrerer der drei Situationen führt (z. B. un-wetterartige Regenfälle), dann fragen Sie die Person, ob es auch außerhalb dieser extrem seltenen Umstände zur Vermeidung der Situation kommt. | Nur wenn <i>alle</i> drei Fragen mit „ <i>ja</i> “ beantwortet/kodiert werden, liegt der Risikofaktor vor (= 5 Punkte) |

| Risikofaktor | Instruktionen/Hinweise zur Erhebung | Grenzwerte für das Vorliegen des Risikofaktors (Punktzahl) |
|--------------------------------------|---|--|
| Verarbeitungsgeschwindigkeit (TMT-A) | Führen Sie den Trail Making Test Teil A <i>immer vor dem Teil B</i> durch. Die Übungsaufgabe muss durchgeführt und verstanden werden, bevor der eigentliche Test beginnt. Berücksichtigen Sie die im Manual angegebenen Durchführungshinweise. Es ist die TMT-Version von Reitan (1992) zu verwenden (Reitan Neuropsychology Laboratory). | Wurden 47 Sekunden oder länger benötigt, um den Test zu bearbeiten, liegt der Risikofaktor vor (= 2 Punkte) |
| Kognitive Flexibilität (TMT-B) | Führen Sie den Trail Making Test Teil B <i>immer direkt nach dem Teil A</i> durch. Die Übungsaufgabe muss durchgeführt und verstanden werden, bevor der eigentliche Test beginnt. Berücksichtigen Sie die im Manual angegebenen Durchführungshinweise. Es ist die TMT-Version von Reitan (1992) zu verwenden (Reitan Neuropsychology Laboratory). | Wurden 115 Sekunden oder länger benötigt, um den Test zu bearbeiten, liegt der Risikofaktor vor (= 2 Punkte) |
| Planung und räumliches Denken (SMT) | Die Übungsaufgabe muss durchgeführt und verstanden werden, bevor der eigentliche Test beginnt. Berücksichtigen Sie die im Manual angegebenen Durchführungshinweise. | Wurden 37 Sekunden oder länger benötigt, um den Test zu bearbeiten, liegt der Risikofaktor vor (= 3 Punkte) |

einzuschätzen, sodass eine weiterführende Abklärung, beispielsweise in Form einer praktischen Fahrverhaltensbeobachtung, empfehlenswert erscheint. Bei einer Gesamtpunktzahl von 18 bis 29 (roter Bereich) bestehen erhebliche Bedenken bezüglich der Fahrsicherheit und es sollte ausnahmslos eine weiterführende Abklärung inklusive einer praktischen Fahrverhaltensbeobachtung erfolgen.

Neben dem Ampelsystem besteht auch die Möglichkeit einer dichotomen Einstufung in fahrsicher (grüner Bereich) und fahrunsicher (gelber und roter Bereich).

Fazit

Die Fahrsicherheitsberatung von älteren Kraftfahrern gestaltet sich im klinischen Alltag häufig sehr schwierig, insbesondere bei Fahrern mit leichter kognitiver Beeinträchtigung. Mit dem SAFE-R präsentieren wir ein Instrument, dass bei älteren Fahrern mit und ohne leichte kognitive Beeinträchtigung eine zeitökonomische Einschätzung der Fahrsicherheit mit zufriedenstellender Objektivität, Reliabilität und Validität erlaubt, ohne dabei eine ausführliche Fahreignungsdiagnostik ersetzen zu wollen oder zu können. Der Einsatz des Verfahrens bei beginnender bzw. leichtgradiger Demenz erscheint ebenfalls möglich.

Der SAFE-R basiert auf evidenzbasierten kognitiven und nicht-kognitiven Risikofaktoren für die Fahrsicherheit und konnte in einer von uns untersuchten Stichprobe mit einer hohen Genauigkeit zwischen fahrsicheren und fahrunsicheren Fahrern differenzieren. Auf Basis eigener On-Road-Daten schätzen wir die diagnostische Genauigkeit des SAFE-R auf über 80 % mit einer Sensitivität von 95 % bei einer Spezifität von 75 %. Der SAFE-R ist einfach durchzuführen und das Ampelschema ist leicht interpretierbar, erlaubt eine diagnostische Einordnung und zieht spezifische Handlungsanweisungen nach sich. Eine wei-

tere, voraussichtlich im Sommer 2021 anlaufende Studie unserer Arbeitsgruppe wird prüfen, ob die hohe diagnostische Güte in einer unabhängigen Stichprobe Bestand hat.

Literatur

- Albert, M.S., DeKosky, S.T., Dickson, D., Dubois, B., Feldman, H.H., Fox, N.C. et al. (2011). The diagnosis of mild cognitive impairment due to Alzheimer's disease: Recommendations from the National Institute on Aging-Alzheimer's Association workgroups on diagnostic guidelines for Alzheimer's disease. *Alzheimer's & Dementia*, 7, 270–279. doi:10.1016/j.jalz.2011.03.008
- Anstey, K.J., Eramudugolla, R., Chopra, S., Price, J. & Wood, J.M. (2017). Assessment of driving safety in older adults with mild cognitive impairment. *Journal of Alzheimer's Disease*, 57, 1197–1205. doi:10.3233/JAD-161209
- Anstey, K.J. & Wood, J. (2011). Chronological age and age-related cognitive deficits are associated with an increase in multiple types of driving errors in late life. *Neuropsychology*, 25, 613–621. doi:10.1037/a0023835
- Anstey, K.J., Wood, J., Lord, S. & Walker, J.G. (2005). Cognitive, sensory and physical factors enabling driving safety in older adults. *Clinical Psychology Review*, 25, 45–65. doi:10.1016/j.cpr.2004.07.008
- Bakhtiari, R., Tomczak, M.V., Langor, S., Scanlon, J.E.M., Granley, A. & Singhal, A. (2020). Application of tablet-based cognitive tasks to predict unsafe drivers in older adults. *Transportation Research Interdisciplinary Perspectives*, 4, 100105. doi:10.1016/j.trip.2020.100105
- Baldock, M.R., Mathias, J.L., McLean, A.J. & Berndt, A. (2006). Self-regulation of driving and its relationship to driving ability among older adults. *Accident Analysis & Prevention*, 38, 1038–1045. doi:10.1016/j.aap.2006.04.016
- Ball, K. & Owsley, C. (1991). Identifying correlates of accident involvement for the older driver. *Human Factors*, 33, 583–595. doi:10.1177/001872089103300509
- Ball, K., Owsley, C., Stalvey, B., Roenker, D.L., Sloane, M.E. & Graves, M. (1998). Driving avoidance and functional impairment in older drivers. *Accident Analysis & Prevention*, 30, 313–322. doi:10.1016/s0001-4575(97)00102-4

- Ball, K., Roenker, D.L., Wadley, V.G., Edwards, J.D., Roth, D.L., McGwin, G. et al. (2006). Can high-risk older drivers be identified through performance-based measures in a Department of Motor Vehicles setting? *Journal of the American Geriatric Society*, 54, 77–84. doi:10.1111/j.1532-5415.2005.00568.x
- Bowers, A.R., Anastasio, R.J., Sheldon, S.S., O'Connor, M.G., Hollis, A.M., Howe, P.D. et al. (2013). Can we improve clinical prediction of at-risk older drivers? *Accident Analysis of Prevention*, 59, 537–547. doi:10.1016/j.aap.2013.06.037
- Brieler, P. (2017). Fahrtauglichkeit von Menschen mit kognitiven Einschränkungen. In W. von Renteln-Kruse (Hrsg.), *Mobilität und Verkehrssicherheit im Alter*. Berlin: de Gruyter.
- Brown, L.B., Ott, B.R., Papandonatos, G.D., Sui, Y., Ready, R.E. & Morris, J.C. (2005). Prediction of On-Road Driving Performance in Patients with Early Alzheimer's Disease. *Journal of the American Geriatric Society*, 53, 94–98. doi:10.1111/j.1532-5415.2005.53017.x
- Carr, D.B., Barco, P.P., Wallendorf, M.J., Snellgrove, C.A. & Ott, B.R. (2011). Predicting road test performance in drivers with dementia. *Journal of the American Geriatrics Society*, 59, 2112–2117. doi:10.1111/j.1532-5415.2011.03657.x
- Clay, O.J., Wadley, V.G., Edwards, J.D., Roth, D.L., Roenker, D.L. & Ball, K.K. (2005). Cumulative meta-analysis of the relationship between useful field of view and driving performance in older adults: current and future implications. *Optometry and Vision Science*, 82, 724–731. doi:10.1097/01.opx.0000175009.08626.65
- Connors, M.H., Ames, D., Woodward, M. & Brodaty, H. (2017). Mild cognitive impairment and driving cessation: A 3-Year Longitudinal Study. *Dementia and Geriatric Cognitive Disorders*, 44, 63–70. doi:10.1159/000478740
- Drieling, R.L., LaCroix, A.Z., Beresford, S.A., Boudreau, D.M., Koperberg, C. & Heckbert, S.R. (2016). Validity of self-reported medication use compared with pharmacy records in a cohort of older women: Findings from the Women's Health Initiative. *American Journal of Epidemiology*, 184, 233–238. doi:10.1093/aje/kwv446
- Eid, M. & Schmidt, K. (2014). *Testtheorie und Testkonstruktion*. Göttingen: Hogrefe.
- Emerson, J.L., Johnson, A.M., Dawson, J.D., Uc, E.Y., Anderson, S.W. & Rizzo, M. (2012). Predictors of driving outcomes in advancing age. *Psychology and Aging*, 27, 550–559. doi:10.1037/a0026359
- Emmanuel, M.O. & Chen, Y.H. (2017). Reliability of Snellen's hand-held near acuity chart on presbyopic and non-presbyopic subjects. *EC Ophthalmology*, 6, 40–45.
- Falkenstein, M. & Sommer, S.M. (2008). Altersbegleitende Veränderungen kognitiver und neuronaler Prozesse mit Bedeutung für das Autofahren. In B. Schlag (Hrsg.), *Leistungsfähigkeit und Mobilität im Alter* (S. 113–141). Köln: TÜV Media GmbH.
- Fals-Stewart, W. (1992). An interrater reliability study of the Trail Making Test (Parts A and B). *Perceptual and Motor Skills*, 74, 39–42.
- Fuermaier, A.B., Piersma, D., de Waard, D., Davidse, R.J., de Groot, J., Doumen, M.J.A. et al. (2017). Assessing fitness to drive—A validation study on patients with mild cognitive impairment. *Traffic Injury Prevention*, 18, 145–149. doi:10.1080/15389588.2016.1232809
- Fuermaier, A.B., Piersma, D., de Waard, D., Davidse, R.J., de Groot, J., Doumen, M.J.A. et al. (2019). Driving difficulties among patients with Alzheimer's disease and other neurodegenerative disorders. *Journal of Alzheimer's Disease*, 69, 1019–1030. doi:10.3233/jad-181095
- Gómez-Talegón, T., Fierro, I., Del Río, M.C. & Álvarez, F.J. (2011). Classification of medicinal drugs and driving: Co-ordination and synthesis report. Available from https://www.bast.de/Druid/EN/deliverables-list/downloads/Deliverable_4_4_1.html
- Gräcmann, N. & Albrecht, M. (2019). Begutachtungsleitlinien zur Kraftfahreignung, Bundesanstalt für Straßenwesen, Bergisch Gladbach, Stand 31.12.2019. Verfügbar unter https://www.bast.de/BAST_2017/DE/Verkehrssicherheit/Fachthemen/U1-BLL/Begutachtungsleitlinien.pdf?_blob=publicationFile&v=20
- Hedden, T. & Gabrieli, J.D.E. (2004). Insights into the ageing mind: a view from cognitive neuroscience. *Nature Reviews Neuroscience*, 5, 87–96. doi:10.1038/nrn1323
- Hemmy, L., Rottunda, S. & Adler, G. (2016). The older driver with cognitive impairment: perceptions of driving ability and results of a behind the wheel test. *Geriatrics*, 1, 6. doi:10.3390/geriatrics1010006
- Hill, L.L., Andrews, H., Li, G., DiGuseppi, C.G., Betz, M.E., Strogatz, D. et al. (2020). Medication use and driving patterns in older drivers: Preliminary findings from the LongROAD study. *Injury Epidemiology*, 7, 38. doi:10.1186/s40621-020-00265-y
- Hird, M.A., Egeto, P., Fischer, C.E., Naglie, G. & Schweizer, T.A. (2016). A systematic review and meta-analysis of on-road simulator and cognitive driving assessment in Alzheimer's disease and mild cognitive impairment. *Journal of Alzheimer's Disease*, 53, 713–729. doi:10.3233/jad-160276
- Hird, M.A., Vesely, K.A., Fischer, C.E., Graham, S.J., Naglie, G. & Schweizer, T.A. (2017). Investigating simulated driving errors in amnesic single- and multiple-domain mild cognitive impairment. *Journal of Alzheimer's Disease*, 56, 447–452. doi:10.3233/JAD-160995
- Holte, H. & Albrecht, M. (2004). *Verkehrsteilnahme und -erleben im Straßenverkehr bei Krankheit und Medikamenteneinnahme* (Band 256). Bremen: Wirtschaftsverlag NW, Verlag für neue Wissenschaft.
- Iverson, D.J., Gronseth, G.S., Reger, M.A., Classen, S., Dubinsky, R.M. & Rizzo, M. (2010). Practice parameter update: evaluation and management of driving risk in dementia: Report of the Quality Standards Subcommittee of the American Academy of Neurology. *Neurology*, 74, 1316–1324. doi:10.1212/WNL.0b013e3181da3b0f
- Karthus, M. & Falkenstein, M. (2016). Functional changes and driving performance in older drivers: Assessment and interventions. *Geriatrics*, 1, 12. doi:10.3390/geriatrics1020012
- Kosuge, R., Okamura, K., Kihira, M., Nakano, Y. & Fujita, G. (2017). Predictors of driving outcomes including both crash involvement and driving cessation in a prospective study of Japanese older drivers. *Accident Analysis & Prevention*, 106, 131–140. doi:10.1016/j.aap.2017.05.019
- Kraftfahrt-Bundesamt. (2020). Bestand an allgemeinen Fahrerlaubnissen im ZFER nach 1. Januar 2020 nach Geschlecht, Lebensalter und Fahrerlaubnisklassen. Verfügbar unter https://www.kba.de/DE/Statistik/Kraftfahrer/Fahrerlaubnisse/Fahrerlaubnisbestand/feBestand_archiv/2020/2020_fe_b_geschlecht_alter_fahrerlaubniskl.html;jsessionid=EDD52A4CBF57FBA389AB5C766EFF4800.live21304?nn=2522176
- Krikorian, R. & Bartok, J.A. (1998). Developmental data for the Porteus maze test. *Clinical Neuropsychology*, 12, 305–310.
- Kroll, G., Kaiser, A., Krone, M., Mönning, M., Griese, H., Macek, C. et al. (2003). Die praktische Fahrprobe im mittleren und höheren Lebensalter. *Zeitschrift für Neuropsychologie*, 14, 81–87. doi:10.1024//1016-264X.14.2.81
- Langford, J., Charlton, J.L., Koppel, S., Myers, A., Tuokko, H., Marshall, S. et al. (2013). Findings from the Candrive/Ozdrive study: Low mileage older drivers, crash risk and reduced fitness to drive. *Accident Analysis & Prevention*, 61, 304–310. doi:10.1016/j.aap.2013.02.006
- Langford, J., Methorst, R. & Hakamies-Blomqvist, L. (2006). Older drivers do not have a high crash risk – a replication of low mi-

- leage bias. *Accident Analysis & Prevention*, 38, 574–578. doi:10.1016/j.aap.2005.12.002
- Laux, G., Brunnauer, A. & Graw, M. (Hrsg.). (2019). *Fahreignung bei psychischen Erkrankungen: Verkehrsmedizin und Verkehrspsychologie*. Berlin: Medizinisch Wissenschaftliche Verlagsgesellschaft.
- Lenhard, W. & Lenhard, A. (2016). Berechnung von Effektstärken [Abgerufen unter <https://www.psychometrica.de/effektstaerke.html>]. Dettelbach: Psychometrica. doi:10.13140/RG.2.2.17823.92329
- Lindstrom-Forneri, W., Tuokko, H.A., Garrett, D. & Molnar, F. (2010). Driving as an everyday competence: A model of driving competence and behavior. *Clinical Gerontologist*, 33, 283–297. doi:10.1080/07317115.2010.502106
- Marottoli, R.A., Richardson, E.D., Stowe, M.H., Miller, E.G., Brass, L.M., Cooney, L.M., Jr. et al. (1998). Development of a test battery to identify older drivers at risk for self-reported adverse driving events. *Journal of the American Geriatric Society*, 46, 562–568. doi:10.1111/j.1532-5415.1998.tb01071.x
- Mathias, J.L. & Lucas, L.K. (2009). Cognitive predictors of unsafe driving in older drivers: A meta-analysis. *International Psychogeriatrics*, 21, 637–653. doi:10.1017/s1041610209009119
- Moser, B., Kurzthaler, I., Kopp, M., Deisenhammer, E.A., Hinterhuber, H. & Weiss, E. (2012). Fahrtauglichkeit im Alter – Welchen Einfluss hat die Kognition? *Zeitschrift für Verkehrssicherheit*, 58, 24–28.
- Mosimann, U.P., Bächli-Biétry, J., Boll, J., Bopp-Kistler, I., Donati, F., Kressig, R.W. et al. (2012). Konsensusempfehlungen zur Beurteilung der medizinischen Mindestanforderungen für Fahreignung bei kognitiver Beeinträchtigung. *Praxis*, 101, 451–464. doi:10.1024/1661-8157/a000893
- Ott, B.R., Davis, J.D., Papandonatos, G.D., Hewitt, S., Festa, E.K., Heindel, W.C. et al. (2013). Assessment of driving-related skills prediction of unsafe driving in older adults in the office setting. *Journal of the American Geriatric Society*, 61, 1164–1169. doi:10.1111/jgs.12306
- Ott, B.R., Festa, E.K., Amick, M.M., Grace, J., Davis, J.D. & Heindel, W.C. (2008). Computerized maze navigation and on-road performance by drivers with dementia. *Journal of Geriatric Psychiatry and Neurology*, 21, 18–25. doi:10.1177/0891988707311031
- Owsley, C., Ball, K., McGwin, G., Jr., Sloane, M.E., Roenker, D.L., White, M.F. et al. (1998). Visual processing impairment and risk of motor vehicle crash among older adults. *JAMA*, 279, 1083–1088. doi:10.1001/jama.279.14.1083
- Owsley, C., Stalvey, B., Wells, J. & Sloane, M.E. (1999). Older drivers and cataract: driving habits and crash risk. *Journal of Gerontology. Series A, Biological Sciences and Medical Sciences*, 54, M203–211. doi:10.1093/gerona/54.4.m203
- Papandonatos, G.D., Ott, B.R., Davis, J.D., Barco, P.P. & Carr, D.B. (2015). Clinical utility of the Trail-Making Test as a predictor of driving performance in older adults. *Journal of the American Geriatric Society*, 63, 2358–2364. doi:10.1111/jgs.13776
- Petersen, R.C. (2004). Mild cognitive impairment as a diagnostic entity. *Journal of Internal Medicine*, 256, 183–194. doi:10.1111/j.1365-2796.2004.01388.x
- Petersen, R.C., Caracciolo, B., Brayne, C., Gauthier, S., Jelic, V. & Fratiglioni, L. (2014). Mild cognitive impairment: A concept in evolution. *Journal of Internal Medicine*, 275, 214–228. doi:10.1111/joim.12190
- Piersma, D., Fuermaier, A.B., de Waard, D., Davidse, R.J., de Groot, J., Doumen, M.J. et al. (2016). Prediction of fitness to drive in patients with Alzheimer's dementia. *PLoS One*, 11, e0149566. doi:10.1371/journal.pone.0149566
- Poschadel, S., Falkenstein, M., Rinkenauer, G., Mendzheritskiy, Fimm, B., Worringer, B. et al. (2012). *Verkehrssicherheitsrelevante Leistungspotenziale, Defizite und Kompensationsmöglichkeiten älterer Autofahrer* (Band 231). Bremerhaven: Wirtschaftsverlag NW, Verlag für neue Wissenschaft.
- Pottgiesser, S., Kleinemas, U., Dohmes, K., Spiegel, L., Schädlich, M. & Rudinger, G. (2012). *Profile von Senioren mit Autounfällen (PROSA)* (Band 228). Bremerhaven: Wirtschaftsverlag NW, Verlag für neue Wissenschaft.
- Reger, M.A., Welsh, R.K., Watson, G.S., Cholerton, B., Baker, L.D. & Craft, S. (2004). The relationship between neuropsychological functioning and driving ability in dementia: A meta-analysis. *Neuropsychology*, 18, 85–93. doi:10.1037/0894-4105.18.1.85
- Reitan, R.M. (1992). *Trail Making Test: Manual for administration and scoring*. Tucson, AZ: Reitan Neuropsychology Laboratory.
- Ruckriegel, A. (2020). *Vergleichende Untersuchung leistungspsychologischer Verfahren für die Fahreignungsdiagnostik älterer Kraftfahrer*. Bonn: Kirschbaum Verlag.
- Rudinger, G., Haverkamp, N., Mehli, K., Falkenstein, M., Hahn, M. & Willemsen, R. (2015). *Verkehrsbezogene Eckdaten und verkehrssicherheitsrelevante Gesundheitsdaten älterer Verkehrsteilnehmer*. (Band 256). Bremen: Wirtschaftsverlag NW, Verlag für neue Wissenschaft.
- Salthouse, T.A. (1996). The processing-speed theory of adult age differences in cognition. *Psychological Review*, 103, 403–428. doi:10.1037//0033-295X.103.3.403
- Schmidt-Atzert, L., Strohbeck-Kühner, P. & Schubert, W. (2018). Anforderungen an die psychische Leistungsfähigkeit. In W. Schubert, M. Huetten, C. Reimann & M. Graw (Hrsg.), *Begutachtungsleitlinien zur Kraftfahreignung – Kommentar* (S. 48–74). Bonn: Kirschbaum Verlag.
- Schmitt, N. (1996). Uses and abuses of coefficient alpha. *Psychological Assessment*, 8, 350–353. doi:10.1037/1040-3590.8.4.350
- Schulz, P., Beblo, T., Spannhorst, S., Boedeker, S., Kreisel, S.H., Driessen, M. et al. (2021). Assessing fitness to drive in older adults: Validation and extension of an economical screening tool. *Accident Analysis & Prevention*, 149, 105874. doi:10.1016/j.aap.2020.105874
- Schulz, P., Beblo, T., Spannhorst, S., Labudda, K., Wagner, T., Bertke, V. et al. (2020). Avoidance behavior is an independent indicator of poorer on-road driving skills in older adults. *Journal of Gerontology. Series B, Psychological Sciences and Social Sciences*, 75, 2152–2161. doi:10.1093/geronb/gbz063
- Schulz, P., Spannhorst, S., Beblo, T., Thomas, C., Kreisel, S.H., Driessen, M. et al. (2016). Preliminary validation of a questionnaire covering risk factors for impaired driving skills in elderly patients. *Geriatrics*, 1, 5. doi:10.3390/geriatrics1010005
- Schulz, P., Spannhorst, S., Iffland, B. & Toepper, M. (2017). Do self-reports provide valid information about driving fitness in seniors? *International Journal of Geriatric Psychiatry*, 32, 231–232. doi:10.1002/gps.4612
- Snellgrove, C.A. (2005). Cognitive screening for the safe driving competence of older people with mild cognitive impairment or early dementia. Available from https://www.infrastructure.gov.au/roads/safety/publications/2005/pdf/cog_screen_old.pdf
- Spannhorst, S., Toepper, M., Schulz, P., Wenzel, G., Driessen, M. & Kreisel, S. (2016). Advice for elderly drivers in a German memory clinic: A case report on medical, ethical and legal consequences. *Geriatrics*, 1, 9. doi:10.3390/geriatrics1010009
- Statistisches Bundesamt. (2020). Unfälle von Senioren im Straßenverkehr 2019. Verfügbar unter https://www.destatis.de/DE/Themen/Gesellschaft-Umwelt/Verkehrsunfaelle/Publikationen/Downloads-Verkehrsunfaelle/unfaelle-senioren-5462409197004.pdf?__blob=publicationFile
- Toepper, M. & Falkenstein, M. (2019). Driving fitness in different forms of dementia: An update. *Journal of the American Geriatric Society*, 67, 2186–2192. doi:10.1111/jgs.16077

- Toepper, M., Schulz, P., Beblo, T. & Driessen, M. (2021). Predicting on-road driving skills, fitness to drive, and prospective accident risk in older drivers and drivers with mild cognitive impairment: The importance of non-cognitive risk factors. *Journal of Alzheimer's Disease*, 79, 401–414. doi:10.3233/JAD-200943
- Urlings, J.H.J., Cuenen, A., Brijs, T., Lutin, M. & Jongen, E.M.M. (2018). Aiding medical professionals in fitness-to-drive screenings for elderly drivers: Development of an office-based screening tool. *International Psychogeriatrics*, 30, 1211–1225. doi:10.1017/S1041610217002678
- Wagner, S., Helmreich, I., Dahmen, N., Lieb, K. & Tadic, A. (2011). Reliability of three alternate forms of the trail making tests A and B. *Archives of Clinical Neuropsychology*, 26, 314–321. doi:10.1093/arclin/acr024
- Wood, J.M., Anstey, K.J., Kerr, G.K., Lacherez, P.F. & Lord, S. (2008). A multidomain approach for predicting older driver safety under in-traffic road conditions. *Journal of the American Geriatric Society*, 56, 986–993. doi:10.1111/j.1532-5415.2008.01709.x
- Yordanova, J., Kolev, V., Hohnsbein, J. & Falkenstein, M. (2004). Sensorimotor slowing with ageing is mediated by a functional dysregulation of motor generation processes: Evidence from high resolution event related potentials. *Brain*, 127, 351–362. doi:10.1093/brain/awh042
- Zimmermann, P. & Fimm, B. (2017). *Testbatterie zur Aufmerksamkeitsprüfung Version 2.3.1 (TAP)*. Würselen: Psytest.

Historie

Eingereicht: 6. April 2021
Akzeptiert: 5. Mai 2021

Interessenkonflikte

Die Autoren geben an, dass keine Interessenkonflikte bestehen.

Finanzierung

Keine.

Förderung

Open-Access-Veröffentlichung ermöglicht durch Universität Bielefeld.

Kontakt

Um den SAFE-R Risikobogen zu erhalten, schreiben Sie bitte eine E-Mail an: SAFE-R@gmx.de

PD Dr. rer. nat. Max Toepper

Klinik für Psychiatrie und Psychotherapie
Forschungsabteilung
Evangelisches Klinikum Bethel
Universitätsklinikum OWL der Universität Bielefeld
Campus Bielefeld-Bethel
Remterweg 69–71
33617 Bielefeld
Deutschland

Max.Toepper@evkb.de