

Analyse des Unfall- und Verletzungsrisikos von älteren Fahrzeuginsassen

Dipl.-Ing. **Gerd Müller**, Technische Universität Berlin;
Dr.-Ing. **Heiko Johannsen**, Technische Universität Berlin

Kurzfassung

Der demographische Wandel und die zu erwartenden Veränderungen im Mobilitätsverhalten älterer Menschen verlangen vermehrt nach einer Anpassung von Fahrzeugen und der Infrastruktur an diese Nutzergruppe. Die vorliegende Studie befasst sich mit dem Verhalten von älteren Fahrern und ihrer Situation im Straßenverkehr. Dabei wird deren Unfallrisiko analysiert und es wird der Frage nachgegangen, auf welche Weise Fahrerassistenzsysteme dabei wirksam helfen können.

Als Hauptdatenquelle für die Unfallanalyse wurden Veröffentlichungen verwendet, die hauptsächlich auf Daten von GIDAS und CCIS basieren, weiterhin wurden Unfalldaten vom statistischen Bundesamt und weitere Literaturquellen ausgewertet. Basierend auf diesen Ergebnissen wurden Möglichkeiten zur Optimierung von Fahrzeugen für ältere Fahrer entwickelt.

Ergänzend dazu wurden anhand der Zulassungsstatistik vom Kraftfahrtbundesamt analysiert, welche Fahrzeuge von Senioren besonders häufig gekauft werden und welches Anforderungsprofil sich daraus ableiten lässt.

Es zeigt sich, dass ältere Fahrzeugführer signifikant häufiger in Unfälle verwickelt sind, die aufgrund einer komplexen Verkehrssituation entstehen, wie zum Beispiel an Kreuzungen. Zusätzlich birgt die erhöhte Reaktionszeit ein Gefahrenpotential, wobei allerdings festgestellt werden muss, dass es sich bei älteren Fahrzeugführern um eine höchst heterogene Gruppe handelt mit sehr unterschiedlich ausgeprägten Stärken und Schwächen. Das Alter selbst ist dabei ein schlechter Indikator für die Leistungsfähigkeit eines Menschen.

Beim Blick auf das Verletzungsrisiko zeigt sich, dass Ältere deutlich häufiger schwere Verletzungen erleiden als das bei jungen Menschen der Fall ist, so ist beispielsweise die Anzahl der Getöteten im Vergleich zur Unfallanzahl bei Senioren deutlich höher. Auffallend häufig sind dabei Verletzungen des Brustkorbs zu beobachten.

Die Kollisionsgeschwindigkeit ist ähnlich der von anderen Altersgruppen, lediglich die Gruppe „junge Fahrer“ fällt durch höhere Kollisionsgeschwindigkeiten auf.

Bei älteren Fahrzeugbesitzern sind drei Fahrzeugkategorien auffällig häufig vertreten: Fahrzeugmodelle, die insgesamt eine hohe Verkaufszahl erzielen, Modelle, die sich durch

eine hohe Einstiegs- und Sitzposition auszeichnen und Fahrzeugmodelle, die dem oberen Preissegment zuzurechnen sind.

Mit dem Ziel die Fahrzeugsicherheit für Senioren zu verbessern hat sich gezeigt, dass die Notwendigkeit besteht Fahrerassistenzsysteme individuell auf die Bedürfnisse des jeweiligen Nutzers einstellbar zu machen.

1. Einleitung

Die demographische Entwicklung unserer Gesellschaft beeinflusst zunehmend auch das Mobilitätsverhalten. Es ist festzustellen, dass nicht nur der Anteil älterer Menschen in der Gesamtbevölkerung steigt, es gibt auch immer mehr Senioren, die als Fahrzeugführer am Straßenverkehr teilnehmen. Daraus ergeben sich zwei grundlegende Fragestellungen: Gibt es bestimmte Fahrzeugeigenschaften, die spezielle für ältere Fahrer optimiert werden sollten, diese Frage adressiert vor allem die Fahrzeughersteller, und wie müssen mögliche physische Einschränkungen älterer Fahrer adressiert werden um ihnen eine möglichst sichere Teilnahme am Straßenverkehr zu ermöglichen. Um diese Fragen zu beantworten ist es nötig neben dem spezifische Unfall- und Verletzungsrisiko von Senioren als Fahrzeuginsassen auch deren Verhalten und ihre mögliche Vorliebe für bestimmte Fahrzeugmodelle zu analysieren.

2. Verletzungsrisiko

Die folgende Unfallanalyse basiert auf der deutschen und der britischen Unfallstatistik, sowie den detaillierten Unfalldatenbanken GIDAS und CCIS. Die GIDAS Daten sind dahingehend optimiert, dass sie das Unfallgeschehen für ganz Deutschland repräsentieren [1]. Dahingegen beinhalten die Daten von CCIS tendenziell neuere Fahrzeuge und eine höhere Unfallschwere, zusätzlich sind ältere Fahrzeuginsassen überrepräsentiert [2].

Die deutsche Unfallstatistik von 2011 zeigt einerseits, dass das Risiko in einen Unfall verwickelt zu werden mit steigendem Alter sinkt, andererseits steigt aber mit dem Alter das Risiko für schwere oder tödliche Verletzungen (Bild 1).

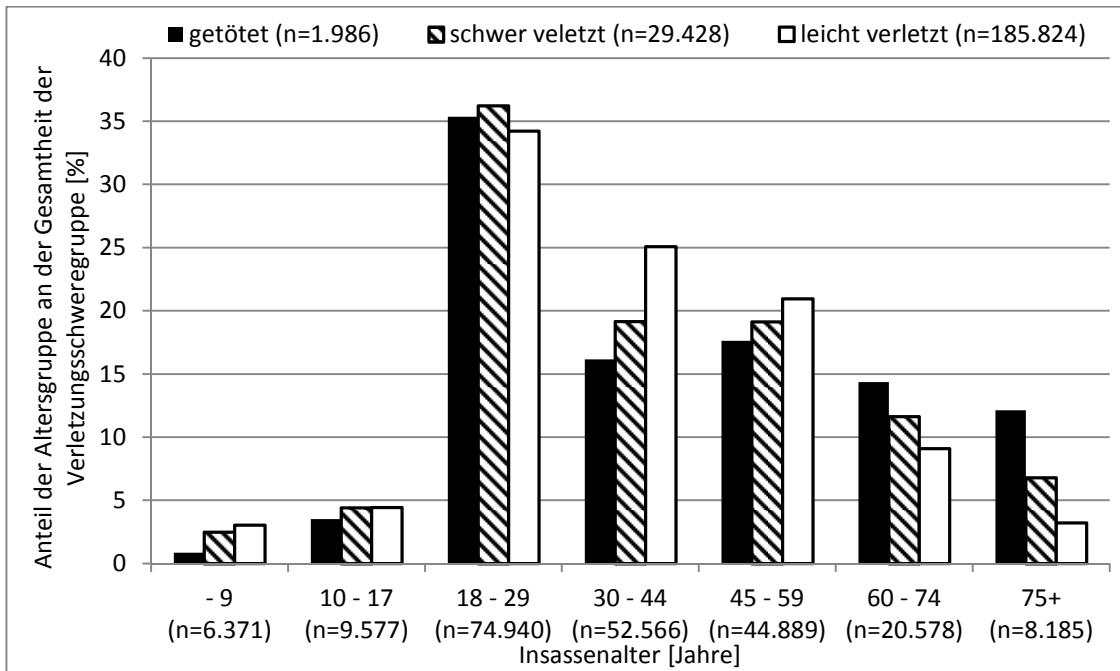


Bild 1: Verletzungsschwere in Abhängigkeit des Alters [18]

Die Analyse der Unfalldaten aus Großbritannien aus dem Jahr 2008, mit Fahrzeugen, die 2003 oder später zugelassen wurden, zeigt ein ähnliches Bild (Bild 2).

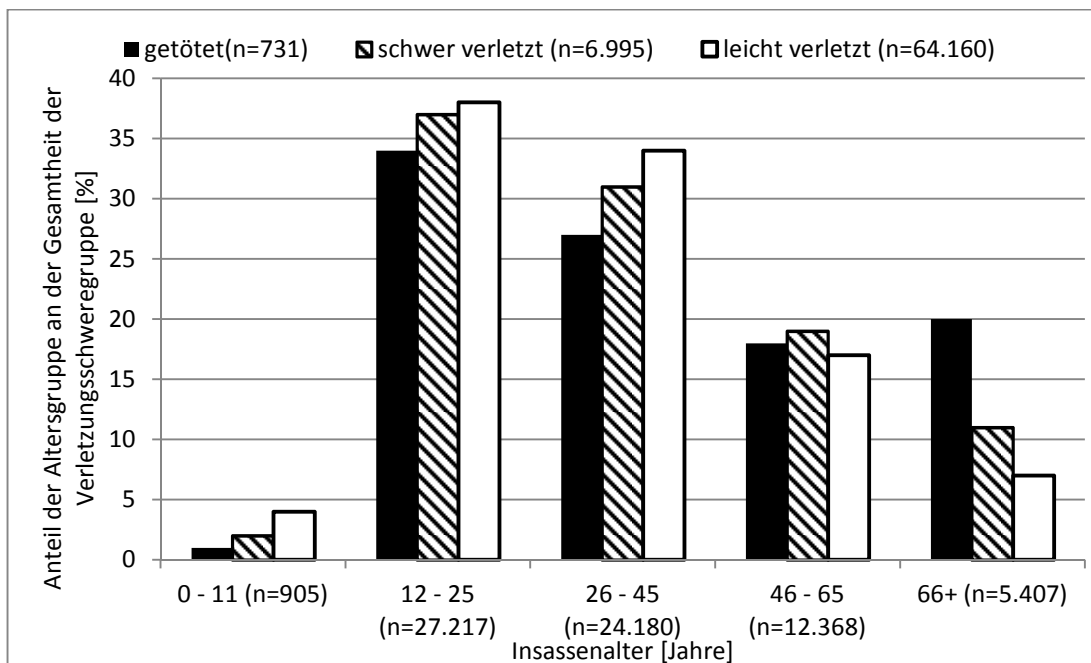


Bild 2: Verletzungsschwere in Abhängigkeit des Alters [19]

Bei der Auswertung von Frontalunfällen mit Fahrzeugen, die gemäß ECE-R 94 zugelassen wurden, zeigt sich ebenfalls ein höheres Verletzungsrisiko für ältere Fahrzeuginsassen. Das Verhältnis von getöteten und schwer verletzten Insassen ist deutlich größer für Menschen ab 45 Jahren im Vergleich zu Jüngeren. Dieses Verhältnis verschlechtert sich mit steigendem Alter (Bild 3).

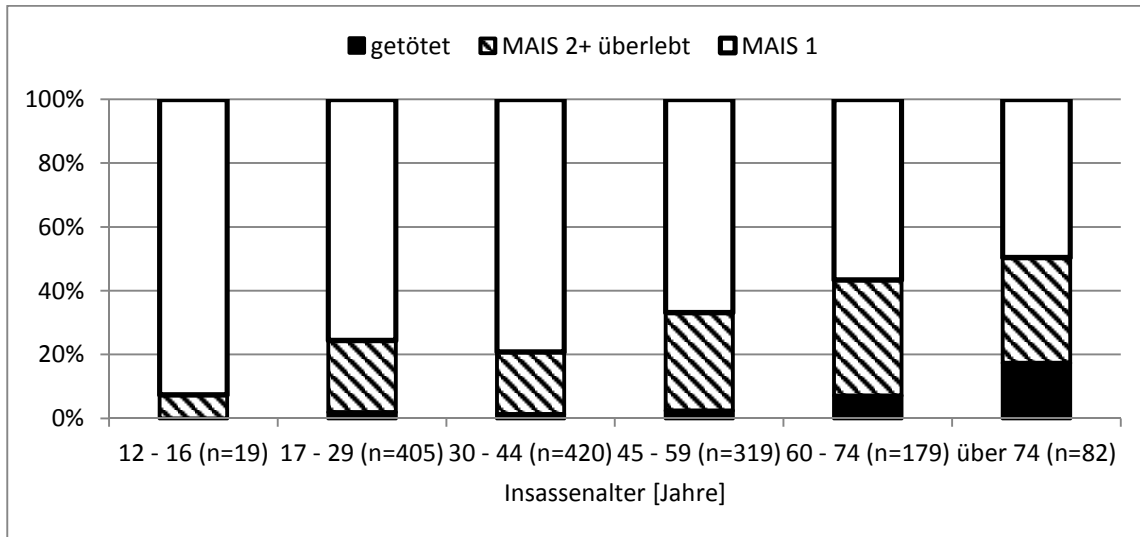


Bild 3: Verletzungsschwere in Abhängigkeit des Alters [2]

Basierend auf den CCIS-Daten hat Thompson et al. [2] eine Altersabhängigkeit der Verletzungsschwere für verschiedene Körperregionen untersucht. Diese Analyse zeigt für die meisten Körperregionen keinen Einfluss des Alters für AIS 2+ Verletzungen, mit Ausnahme des Brustbereichs und der unteren Extremitäten (Bild 4).

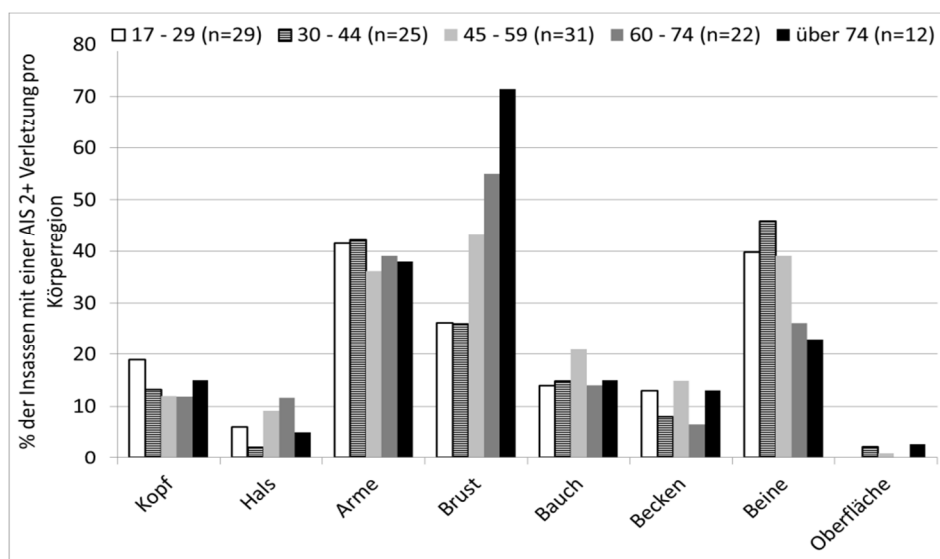


Bild 4: Verletzte Körperregionen in Abhängigkeit des Alters [2]

Der geringere Anteil von Beinverletzungen im Alter scheint jedoch keine physiologische Ursache im Unterschied zwischen alten und jungen Menschen zu haben, sondern eher im individuellen Unfallgeschehen begründet zu sein. So zeigte beispielsweise Ridella et al. [4] anhand US-amerikanischer Unfalldaten ein deutlich erhöhtes Verletzungsrisiko im Beinbereich für Fahrzeuginsassen die älter als 75 Jahre sind.

Im Gegensatz dazu kann der altersabhängige Anstieg der Brustverletzungen mit physiologischen Ursachen begründet werden. Die Knochenstruktur ändert im Laufe der Zeit ihre mechanischen Eigenschaften was zu einer höheren Brüchigkeit der Knochen führt [5]. Diese These lässt sich bestätigen, wenn man einen detaillierten Blick auf die Brustverletzungen wirft. Insbesondere das Risiko für Rippen- und Sternumbrüche steigen mit dem Alter (Bild 5).

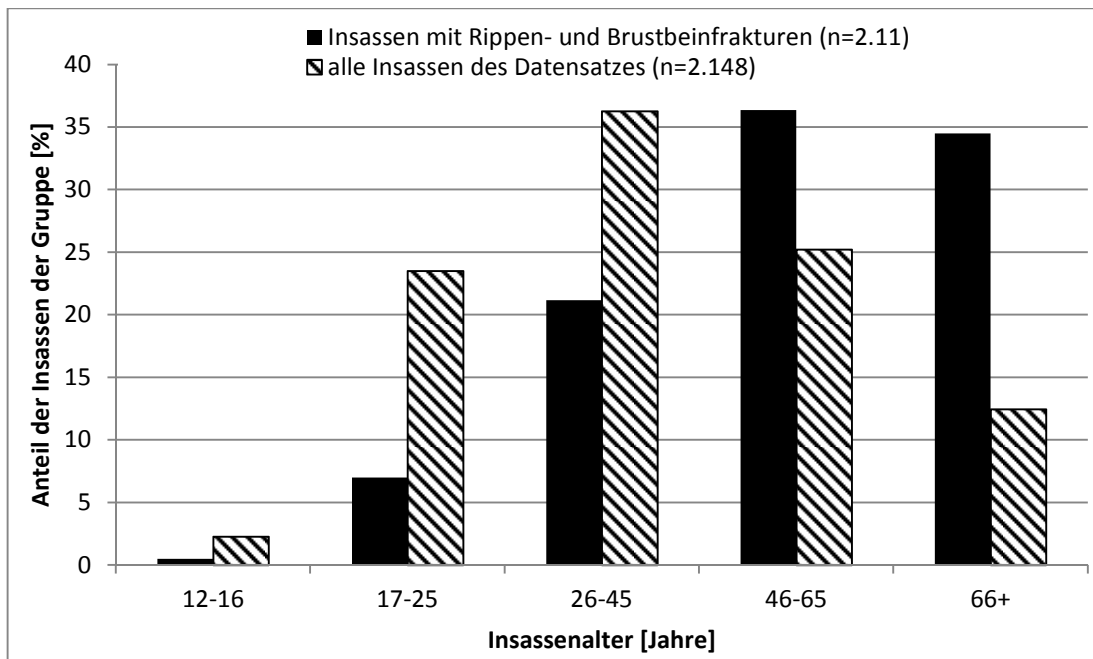


Bild 5: Anteil der Insassen mit Rippen- und Brustbeinfrakturen in Abhängigkeit des Alters [20]

Brustverletzungen werden hauptsächlich durch den Kontakt mit Rückhaltesystemen (Gurt, Airbag) verursacht, im Gegensatz zu Intrusionsverletzungen, die durch eindringende Teile hervorgerufen werden. Daraus ergibt sich erwartungsgemäß, dass die Verletzungsursache „Rückhaltesystem“ für ältere Insassen vermehrt auftritt (Bild 6). Dabei gilt es jedoch zu beachten, dass das keinesfalls bedeutet, dass das Verletzungsrisiko ohne die Nutzung eines Rückhaltesystems kleiner gewesen wäre. Es kann allerdings vermutet werden, dass sich im jeweiligen Fall die Verletzungsschwere reduzieren ließe, wenn das System entsprechend des Verzögerungspulses optimiert wäre.

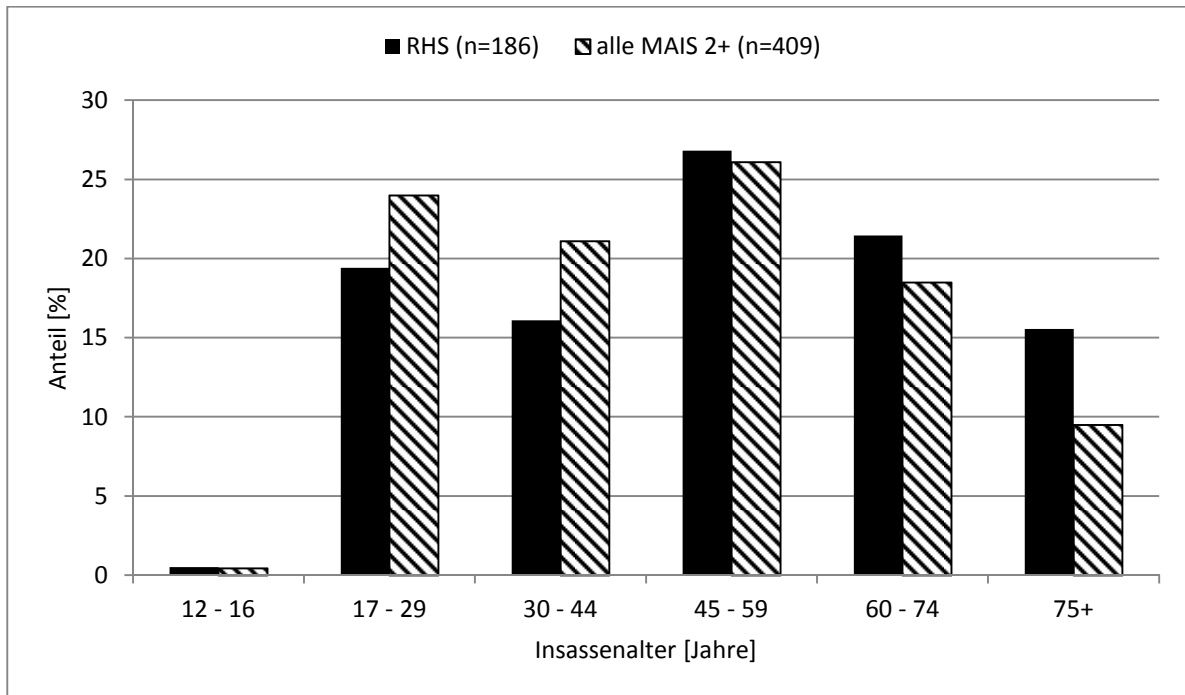


Bild 6: Verletzungsverursachung „Rückhaltesystem“ in Abhängigkeit des Alters im Vergleich zu allen MAIS 2+ Verletzten [2]

Bei Otte et al. [6] wurden die Häufigkeiten von Rippenverletzungen bei jüngeren (17 bis 30 Jahre) und älteren (50 oder älter) gegurteten Fahrern verglichen. Als Datenbasis dienten Fahrzeug-Fahrzeug-Kollisionen oder Alleinunfälle der GIDAS-Datenbank aus dem Zeitraum 1999 bis 2009. Das Risiko für Brustverletzungen und insbesondere Rippenfrakturen hängt signifikant vom Alter ab. Rippenfrakturen und Rippenserienfrakturen treten bereits bei einer Kollisionsgeschwindigkeit von 31 bis 40 km/h in der Gruppe 50+ auf, während das in der Vergleichsgruppe der jungen Fahrer erst bei einer Geschwindigkeitsänderung größer 51 km/h der Fall ist (Bild 7).

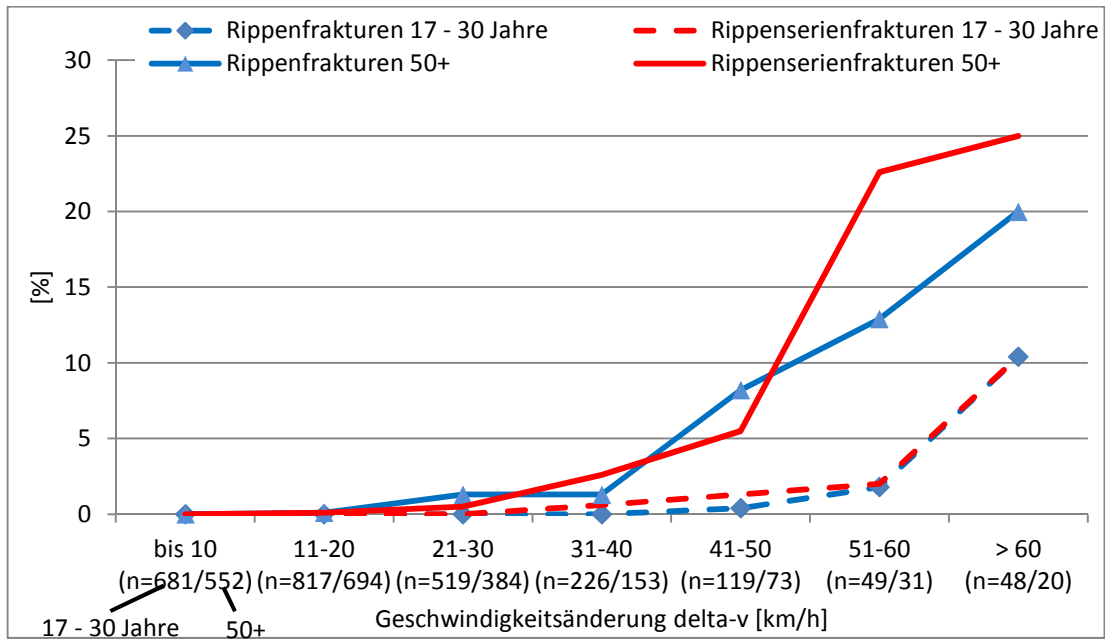


Bild 7: Vergleich des Risikos für Rippen- und Rippenserienfrakturen in Abhängigkeit der Unfallschwere und der Altersgruppe [6]

Bei Kent et al. [7] wurde das Risiko von Rippen- und Rippenserienfrakturen in Abhängigkeit von der Brusteingdrückung untersucht. Die Ergebnisse stimmen dabei mit den oben gezeigten überein. Das 50%-Risiko für eine Rippenfraktur für 30jährige liegt ungefähr bei einer Eindrückung von 35%, während dieses Risiko für 70jährige bereits bei einer Eindrückung von 13% erreicht ist (Bild 8). Würden diese Werte auf den 50%-Hybrid III Dummy übertragen werden, entspräche dies einer Eindrückung von 80 mm für den 30jährigen und einer Brusteingdrückung von 30 mm für den 70jährigen Insassen. Die tatsächlichen Grenzwerte liegen bei 50 mm in Europa und bei 76 mm in den USA.

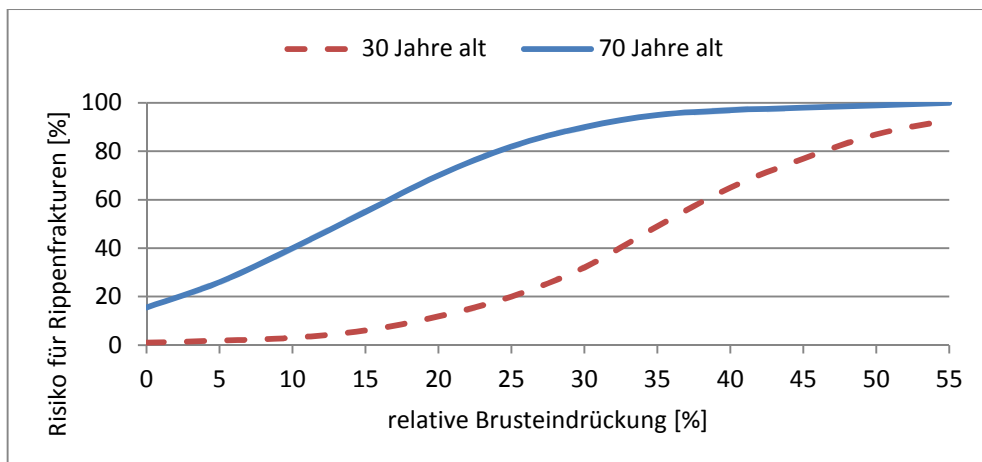


Bild 8: Vergleich des Risikos für Rippenfrakturen in Abhängigkeit der relativen Brusteingdrückung für 30-jährige und 70-jährige [Daten nach [7]]

Zusammenfassend lässt sich sagen, dass das Verletzungsrisiko mit dem Alter deutlich steigt, was im Wesentlichen an Veränderungen der Knochenstruktur liegt, an welche die Rückhaltesysteme nicht optimal angepasst sind.

Typische Unfallsituation von älteren Fahrern

Für die Analyse von typischen Unfallsituationen von älteren Fahrzeugführern wurden die Unfalldaten des statistischen Bundesamtes aus dem Jahr 2010 detaillierter untersucht. Für die folgenden Auswertungen nach Unfallart und Unfalltyp gilt es zu beachten, dass alle Fahrer gezählt wurden. Das bedeutet, dass bei Unfällen mit mehreren Fahrzeugen der Unfall mehrfach gezählt wurde. Dadurch wird die Zahl der Fahrzeug-Fahrzeug-Unfälle künstlich erhöht. Normalerweise wird die Auswertung nach Unfallart und -typ nur für den Fahrer gemacht, der den Unfall verursacht hat, was sich anhand des Polizeireports ergibt. Für diese Veröffentlichung erscheint es jedoch wichtig zu sein, dass alle Unfälle, bei denen ältere Fahrzeugführer beteiligt sind, erfasst werden. Daher wurde in Kauf genommen, dass Fahrzeug-Fahrzeug-Unfälle überrepräsentiert sind. Die Auswertung nach Unfallart und Unfalltyp erlaubt einen Blick nach kritischen Verkehrssituationen. Die Unfallart beschreibt dabei die Situation des Verkehrsablaufs beim Unfall, oder, wenn es keine Kollision mit einem anderen Verkehrsteilnehmer gab, die erste Anstoßstelle am Fahrzeug. Die folgenden neun Unfallarten können dabei unterschieden werden [8]:

1. Kollision mit einem anderen Fahrzeug, welches anfährt, stoppt, oder steht
2. Kollision mit einem anderen Fahrzeug, welches voraus fährt oder wartet
3. Kollision mit einem anderen Fahrzeug, welches sich in die gleiche Richtung bewegt
4. Kollision mit einem entgegenkommenden Fahrzeug im Längsverkehr (keine Abbiege- und Kreuzungsunfälle)
5. Kollision mit einem anderen Fahrzeug, welches einbiegt oder kreuzt
6. Kollision zwischen Fahrzeug und Fußgänger
7. Kollision mit einem Hindernis
8. Verlassen der Fahrbahn (ohne vorherige Kollision)
9. Sonstige Unfälle

Die Auswertung der Unfallart nach Alter des Fahrers zeigt, dass vor allem Kreuzungssituationen ein erhöhtes Unfallrisiko für ältere Fahrer darstellen. Die Unfallart „Kollision mit einem Fahrzeug, das einbiegt oder kreuzt“ steigt signifikant mit dem Alter an und ist die Unfallart, die bei Senioren am häufigsten vorkommt (auch unter Berücksichtigung der Verzerrung durch Mehrfachzählungen von Fahrzeug-Fahrzeug-Kollisionen). Darüber hinaus

kommt die Unfallart „Kollision mit einem Fußgänger“ bei älteren Fahrzeugführern vergleichsweise häufiger vor, wenngleich auch die absoluten Zahlen relativ gering sind. Bei Unfällen mit einem Fahrzeug, das in die gleiche oder entgegengesetzte Richtung fährt, sind ältere Fahrer unterrepräsentiert (Bild 9).

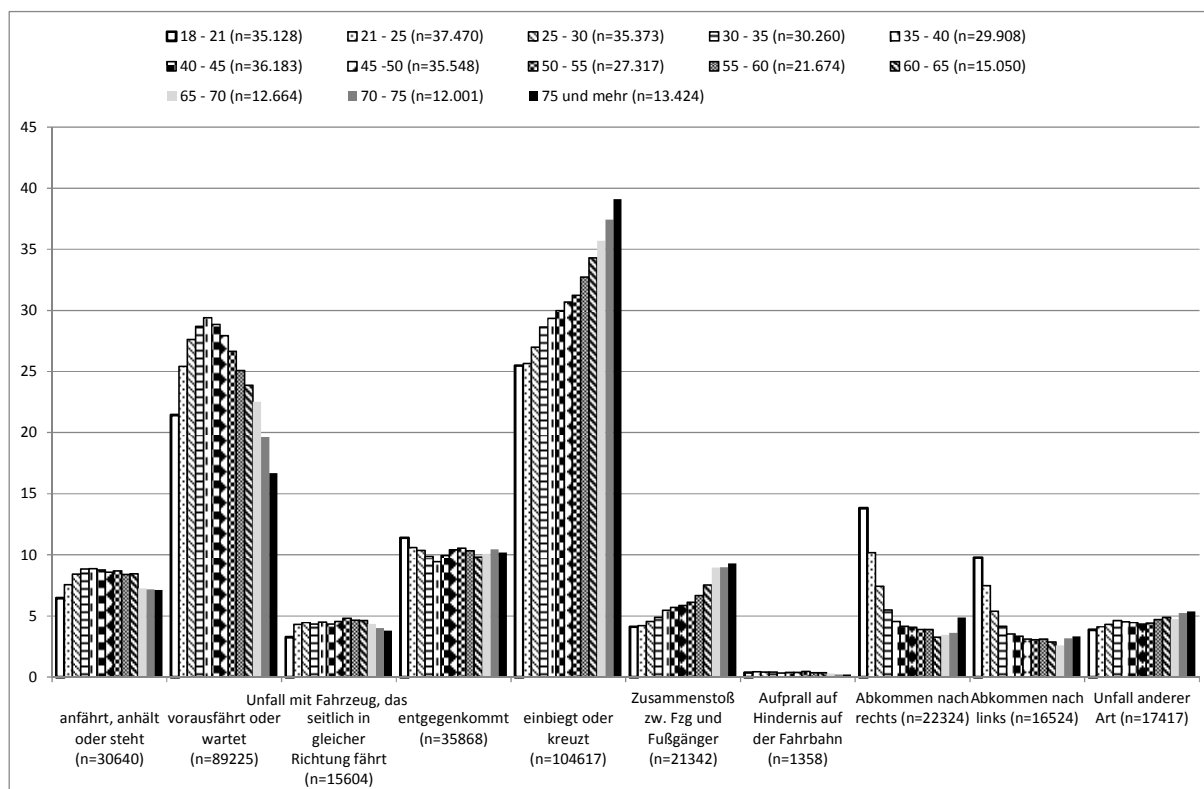


Bild 9: Unfallart in Abhängigkeit des Alters des Fahrzeugführers (bei Fahrzeug-Fahrzeugkollisionen mit Mehrfachzählung)

Der Unfalltyp beschreibt die Konfliktsituation, die zum Unfall geführt hat. Im Gegensatz zur Unfallart wird hier beschrieben, wie der Unfall ausgelöst wurde, ohne dass dabei die eigentliche Kollision beschrieben wird. Gemäß [1] werden dabei folgende sieben Unfalltypen unterschieden:

1. Fahrnunfall
2. Abbiegeunfall
3. Einbiege-, Kreuzungsunfall
4. Überschreitungsunfall
5. Unfall durch ruhenden Verkehr
6. Unfall im Längsverkehr
7. Sonstiger Unfall

Die Analyse des Unfalltyps in Abhängigkeit vom Alter des Fahrzeugführers zeigt einen deutlichen Anstieg bei „Einbiege- und Kreuzungsunfällen“ mit zunehmendem Alter. Ähnliches gilt für „Überschreitungsunfälle“, wobei dieser Trend nicht so stark ausgeprägt ist, wie es die Auswertung der Unfallart hätte erwarten lassen. Auch für den „Abbiegeunfall“ gibt es mit zunehmendem Alter einen leichten Anstieg, wobei auch hier gilt, dass dieser kleiner ist, als es sich bei der Unfallart angedeutet hat. Bei „Fahrnfällen“ zeigt sich entsprechend der Verteilung in Bezug auf die Unfallart „Abkommen von der Fahrbahn“, dass insbesondere junge Fahrer hierfür anfällig sind. Bei den Unfällen im Längsverkehr zeigt sich eine deutliche geringere Beteiligung von Senioren, wie es sich aufgrund der Verteilung in Bezug auf die Unfallart „Unfall mit Fahrzeug, dass vorausfährt oder wartet“ erwarten ließ (Bild 10).

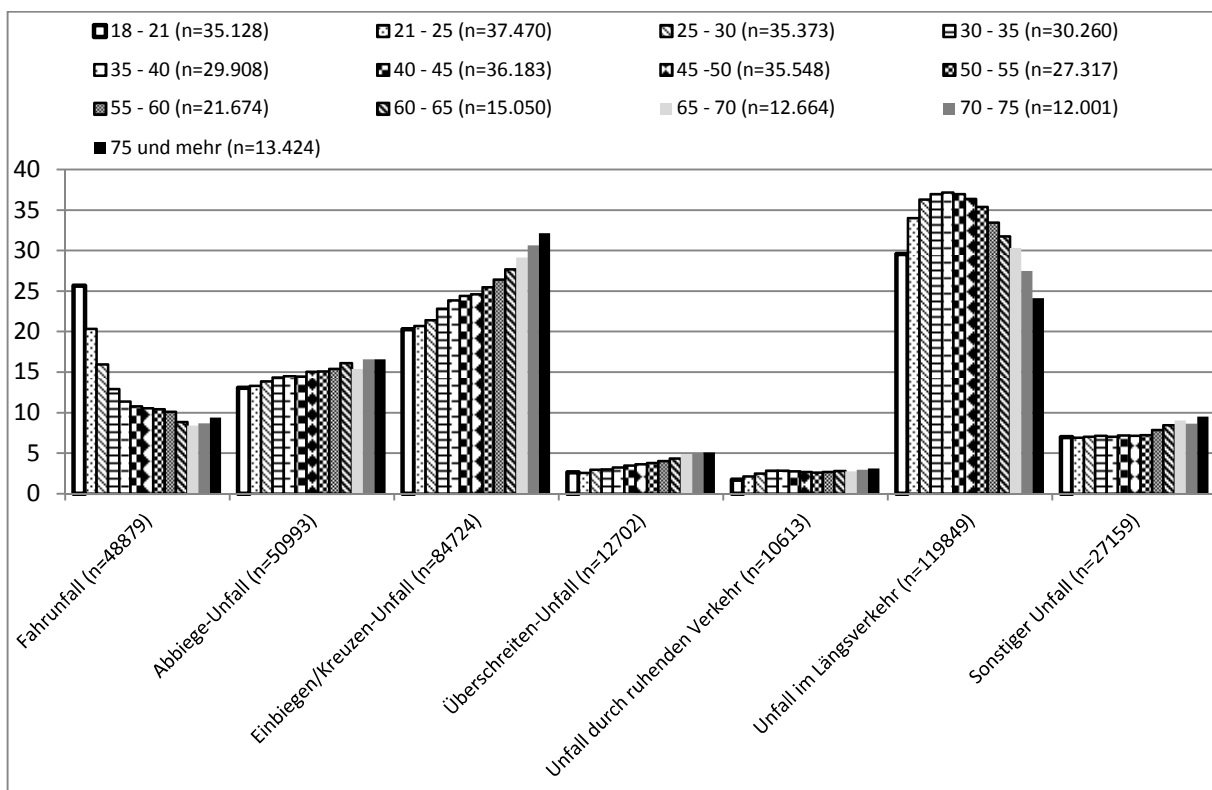


Bild 10: Unfalltyp in Abhängigkeit des Alters des Fahrzeugführers (bei Fahrzeug-Fahrzeugkollisionen mit Mehrfachzählung)

Zusammenfassend lassen sich zwei grundsätzliche Problemfelder im Zusammenhang mit älteren Fahrern ausmachen:

- Die richtige Einschätzung von komplexen Verkehrssituation, wie zum Beispiel Kreuzungen,
- eine erhöhte Reaktionszeit, wie sie als Ursache für Fußgängerunfälle wahrscheinlich ist.

Diese Ergebnisse werden grundsätzlich durch Forschungsergebnisse früherer Studien bestätigt. Gemäß Chaparro et al. [9], Staplin et al. [10] und Weller et al. [11] haben Senioren häufig Probleme in Situationen, die eine geteilte Aufmerksamkeit erfordern. Die Reaktionszeit von jungen und alten Menschen wurde von Eder [12] analysiert. Im Durchschnitt stieg die Reaktionszeit mit dem Alter deutlich an, was sich sowohl in Laborversuchen als auch in realen Fahrtests bestätigt hat. In diesem Zusammenhang muss allerdings erwähnt werden, dass es sich bei der Gruppe der älteren Fahrer um eine höchst heterogene Gruppe handelt, wo die Leistungsfähigkeit jedes Einzelnen höchst unterschiedlich sein kann. Dadurch unterscheidet sie sich von der Gruppe der jungen Fahrer, die ein insgesamt sehr homogenes Bild abgibt. Die Auswertung des Fehlverhaltens zeigt im Wesentlichen Vorfahrtsverletzungen sowie Fehler beim Abbiegen, Wenden, Rückwärtsfahren und Ein- und Anfahren. Ebenso taucht die eingeschränkte „Verkehrstüchtigkeit ohne Alkohol“ für Senioren vergleichsweise häufig auf, spielt aber in absoluten Zahlen betrachtet eine untergeordnete Rolle. Deutlich unterrepräsentiert sind ältere Fahrer bei Unfällen unter Alkoholeinfluss und vor allem bei Unfällen, die nicht angepasste Geschwindigkeit zurückzuführen sind (Bild 11).

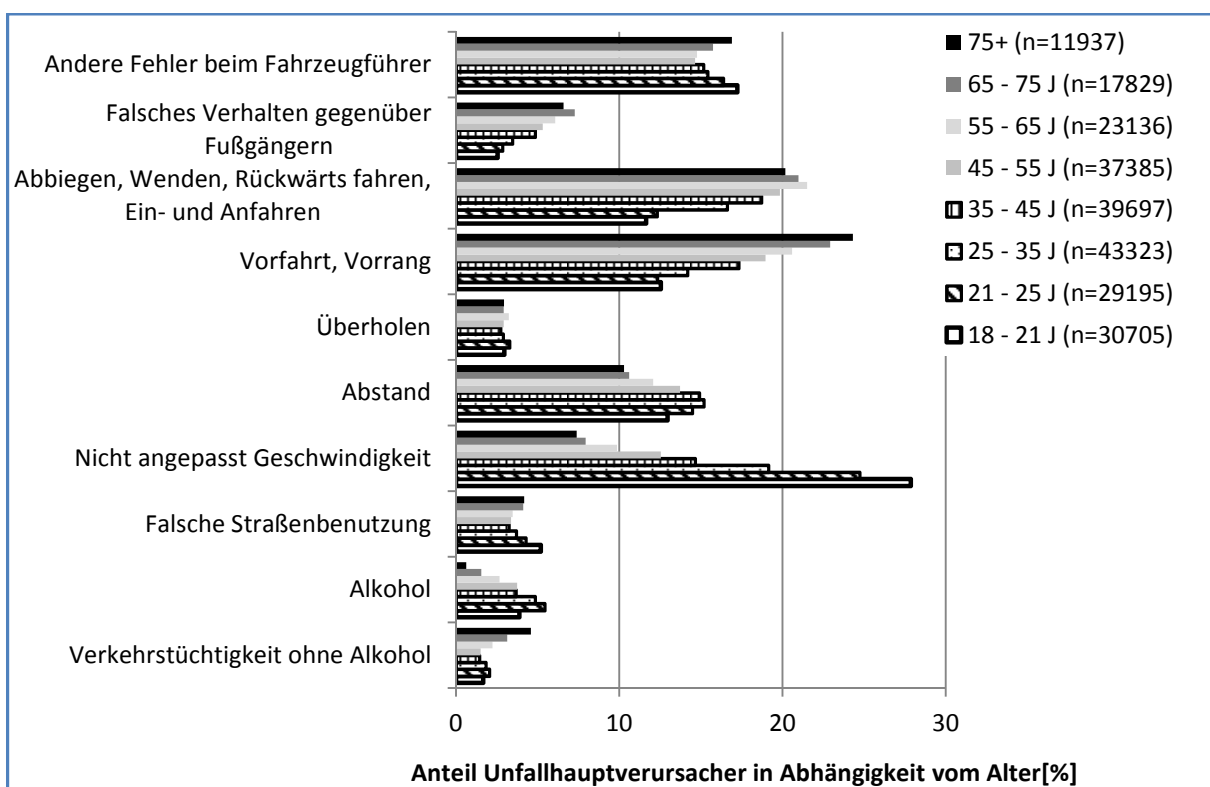


Bild 11: Fehlverhalten in Abhängigkeit des Alters [21]

Um abschließend ein möglichst umfassendes Bild zum Unfallgeschehen mit älteren Leuten zu erlangen, wurden ebenfalls Unfallort und Unfallzeit ausgewertet. Dabei ergibt sich, dass

Senioren hauptsächlich in der Zeit zwischen 9:00 und 19:00 Uhr unterwegs sind, in der Regel also bei Tageslicht. Zwischen 20:00 und 6:00 Uhr sind sie nahezu nicht präsent im Unfallgeschehen (Bild 12).

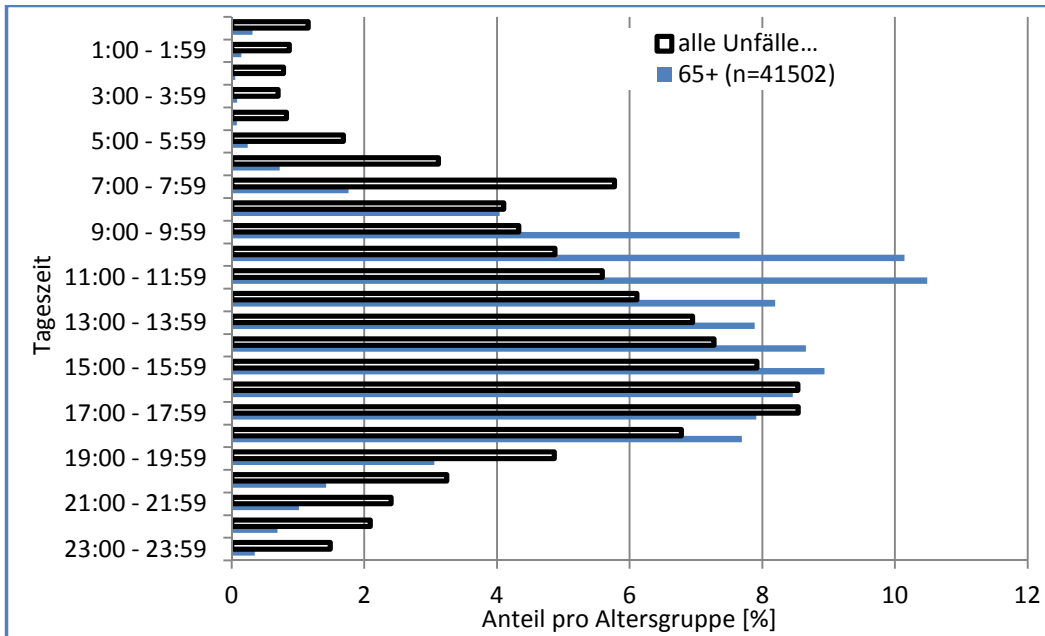


Bild 12: Unfallzeit im Vergleich zwischen über 65-jährigen und allen Verunglückten [Daten nach [8] und [21]]

Bei der Ortslage des Unfallgeschehens sind kaum Unterschiede zwischen älteren und jüngeren Fahrern auszumachen. Ab einem Alter von 35 Jahren ist das Verhältnis zwischen Unfällen innerorts und außerorts nahezu konstant (Bild 13).

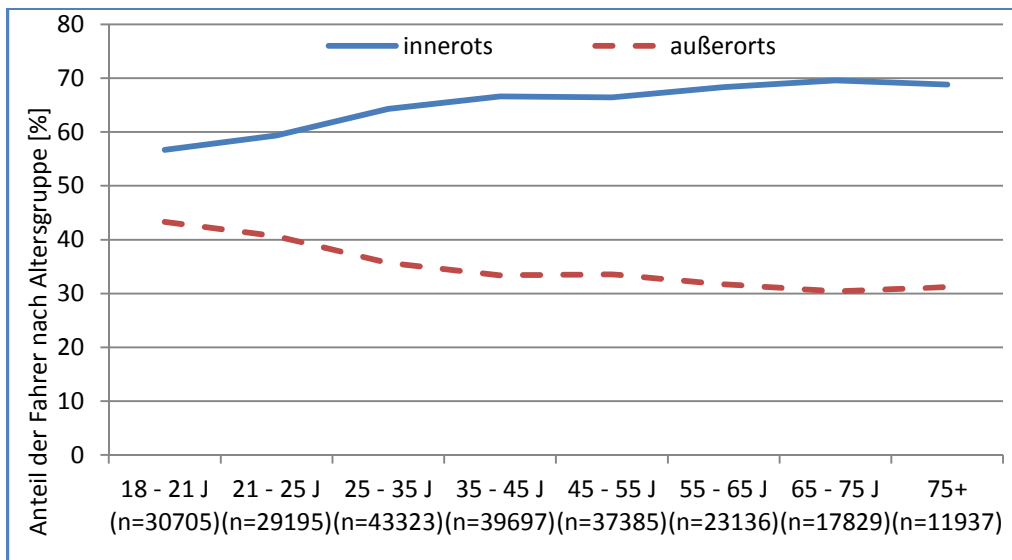


Bild 13: Vergleich der Ortslage des Unfallgeschehens zwischen Fahrern über 65 Jahren und allen Fahrern [Daten nach [8] und [21]]

Seniorengerechte Fahrzeuge

Auch wenn die Gruppe der älteren Autofahrer wächst und somit auch der Kundenkreis mit entsprechenden Bedürfnissen, gibt es derzeit keinen Fahrzeughersteller, der direkt mit altersgerechten Fahrzeugen wirbt. Schon aus Imagegründen würden sich diese „Alte-Leute-Fahrzeuge“ wohl nicht verkaufen lassen. Dennoch ist es längst Realität, dass die meisten Hersteller Fahrzeuge im Angebot haben, die besonders gern von Senioren gekauft werden und offensichtlich bestimmte Qualitäten bereitstellen, die insbesondere für ältere Fahrzeugführer von Bedeutung sind.

Ein Blick in die Statistik zum Fahrzeugbestand und dem Alter der Halter zeigt eine deutliche Präferenz bestimmter Fahrzeugmodelle. Bei den Fahrzeughaltern, die 60 Jahre oder älter sind, sind einerseits die klassischen Volumenmodelle der deutschen Hersteller wie VW Golf, Mercedes C-Klasse, Opel Astra oder Audi A4 stark vertreten, zum anderen spielt das Kleinwagensegment mit Renault Twingo, Opel Corsa und VW Polo eine bedeutende Rolle. Als dritte Fahrzeugkategorie sind Fahrzeuge mit einer hohen Sitzposition und einem entsprechend hohen Einstieg sehr häufig vertreten (Bild 14).

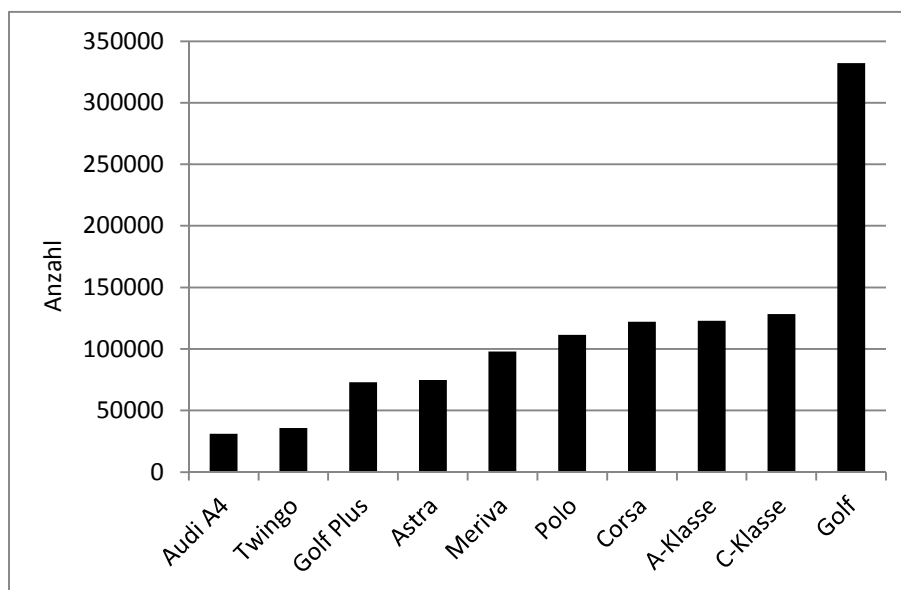


Bild 14: Beliebteste Pkw bei Haltern die älter als 60 sind (ab 30.000 zgl. Pkw) [Daten nach [22]]

Offensichtlich sind einige Fahrzeugmodelle bei der Kundschaft der über 60-jährigen besonders beliebt. In Bild 15 sind die Fahrzeuge dargestellt, bei denen mindestens zwei Drittel der Halter 60 Jahre oder älter sind. Darunter sind Modelle vertreten, die zwar wegen ihrer Bauweise und Größe als „praktisch“ anzusehen sind, aber möglicherweise aufgrund ihres Designs bei der jüngeren Käuferschicht weniger Beachtung finden. Weiterhin sind Modelle vertreten, die im

höheren Preissegment angesiedelt sind (Mercedes C- und E-Klasse). Dabei ist es naheliegend, dass die nötige Kaufkraft eher bei älteren Fahrzeughaltern vorhanden ist. Ebenfalls stark vertreten sind auch hier Fahrzeugmodelle mit einer hohen Sitzposition (Renault Modus, Opel Meriva, Mercedes B-Klasse, Golf Plus, Citroen Xsara Picasso, Renault Megane Scenic).

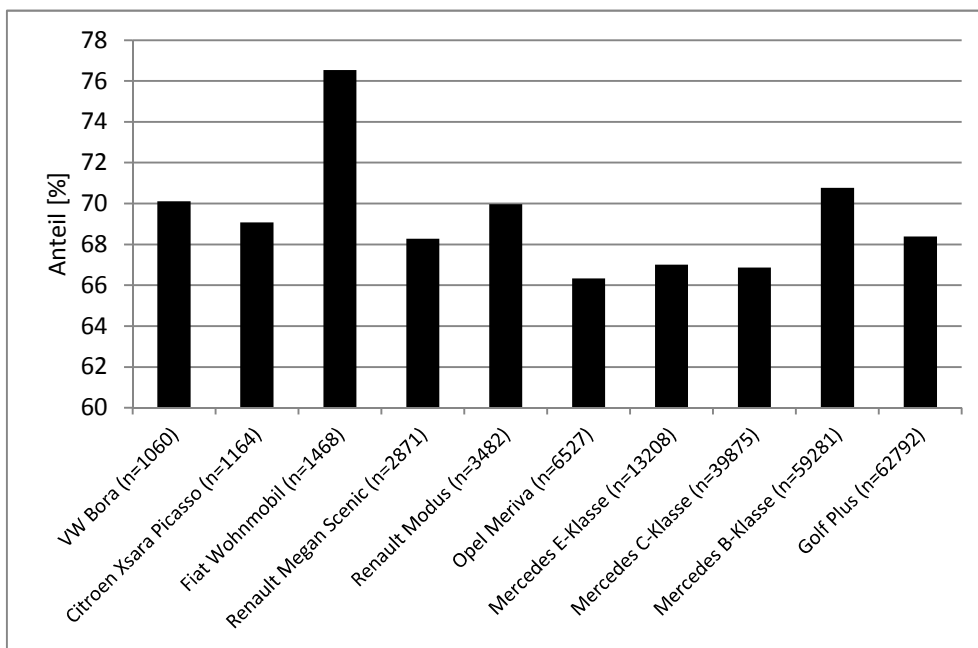


Bild 15: Fahrzeugmodelle mit mindestens 66% Halteranteil 60+ (ab 1000 zgl. Pkw) [Daten nach [22]]

Mit der erhöhten Sitzposition gehen zumeist auch eine größere Türöffnung und in der Regel ein großer Türöffnungswinkel einher. Diese ermöglichen auch bei eingeschränkter Beweglichkeit ein bequemes Ein- und Aussteigen. Gleichzeitig wird die Rundumsicht aus dem Fahrzeug heraus erhöht.

Die Anforderungen an ein seniorengerechtes Auto gehen jedoch weit über eine geeignete Sitzposition hinaus. Neben einer großen Rundumsicht, die auch bei eingeschränkter Bewegungsfreiheit nutzbar sein sollte, müssen alle Schnittstellen zwischen Fahrer und Fahrzeug derart gestaltet sein, dass sie für den Fahrer leicht bedienbar sind und ihn nicht vom Verkehrsgeschehen ablenken. Das bedeutet für alle Fahrzeugführer, im Besonderen aber für ältere Fahrer, dass Bedienelemente groß und leicht greifbar gestaltet sein sollen. Instrumentenanzeigen und Displays müssen gut ablesbar sein; außerdem sollte die Menüführung vom Bordcomputer intuitiv und nachvollziehbar sein [19]. Des Weiteren werden leichte Zugänglichkeit des Kofferraums ohne große Hebe- und Bückbewegung ebenso genannt wie ein helles Scheinwerferlicht.

Prinzipiell gilt es zu berücksichtigen, dass Ausstattungen, die bei Senioren beliebt sind, für jüngere in der Regel nicht nachteilig sind. Zum Beispiel wird die oben angesprochene erhöhte Sitzposition auch gern von Frauen angenommen und ergonomische Anordnungen der Bedienelemente dürfte auch kein Problem für jüngere Fahrer darstellen.

Fahrerassistenzsysteme für Senioren

Eine Vielzahl von Fahrerassistenzsystemen ist heutzutage in modernen Pkw verbaut. Auch wenn keines davon explizit für Senioren entwickelt wurde, können sie aufgrund ihrer Aufgabe den Fahrer bei seiner Fahraufgabe in kritischen Situationen zu unterstützen und seine Konzentrationsfähigkeit aufrecht zu erhalten, im besonderen Maß für ältere Fahrer von Nutzen sein.

Wie oben beschrieben zeigt sich, dass die Reaktionszeit mit zunehmendem Alter steigt (Ketcham et al. [14]). Ähnlich verhält es sich mit dem raschen Aufbau von Muskelkraft (Schnellkraft). Der Rückgang beträgt zwischen dem Eintritt ins Erwachsenenalter bis zum 80. Lebensjahr rund 30 – 40%, wobei sich das Nachlassen mit zunehmendem Alter verstärkt [15]. Systeme wie der Bremsassistent können an dieser Stelle helfen um die dargestellte hohe Zahl an Unfällen wie „Kollision zwischen Fahrzeug und Fußgänger“ und „Unfall mit Fahrzeug, das vorausfährt oder wartet“ zu reduzieren.

Sichtverbessernde Systeme wie beispielsweise adaptives Kurvenlicht oder auch Nachtsichtsysteme können die vor allem bei älteren Menschen verbreitete nachlassende Sehleistung bei Dunkelheit und Dämmerung verbessern. Allerdings geschehen Unfälle mit Seniorenbeteiligung nachts eher selten (siehe Bild 12), weshalb das Wirkpotential zur Unfallvermeidung dieser Systeme für Senioren gering ist. Vielmehr könnte ein negativer Effekt eintreten, wenn ältere Fahrer aufgrund solcher Systeme nachts häufiger fahren und ihre Gefahrenexposition somit erhöhen.

Zunehmende körperliche Beeinträchtigungen können im Alter zu eingeschränkter Rundumsicht führen. Darüber hinaus haben Untersuchungen gezeigt, dass die Blickzuwendungszeit zur Instrumententafel mit dem Alter steigt [23]. Eine längere Adaptionszeit der Augen auf den Nahbereich dürfte dafür die Ursache sein. Diese Einschränkungen können durch Assistenzsysteme wie Totwinkelassistent, Head-up Display oder Einparkhilfe adressiert werden. Je nach Auslegung können diese Systeme durch akustische, optische oder haptische Rückmeldungen den Fahrer vor möglichen Konflikten warnen, ohne dass es einer expliziten Blickzuwendung bedarf. Als Erweiterung sind heutzutage zahlreiche Umfeldkameras verbaut, die es dem Fahrer ermöglichen auf einem zentralen Monitor schlecht einsehbare Bereiche des Autos zu überblicken. Solche Kameras

können ebenfalls beim Einparken hilfreich sein, genauso unterstützen sie aber auch das Ausparken aus engen Einfahrten durch eine verbesserte Seitensicht. In ähnlicher Weise unterstützen Einparkhilfen, die ebenfalls eine mangelnde Rundumsicht kompensieren können. Weit verbreitet und selbstverständlich im Gebrauch sind Navigationssysteme. Sie ermöglichen es dem Fahrer, sich zu einem ihm unbekanntem Ziel führen zu lassen, ohne dass er dabei durch das Lesen einer Karte abgelenkt wird. Somit erhöhen sie prinzipiell die Aufmerksamkeit des Fahrers auf den Verkehr. Dabei müssen diese Systeme aber sicherstellen, dass sie im Bedarfsfall leicht und intuitiv zu bedienen sind, dass Ansagen verständlich und nachvollziehbar sind und dass Anzeigen im Display gut zu erkennen und zu überblicken sind. Ist das nicht der Fall, kann ein Navigationssystem eher zu zusätzlicher Ablenkung führen und einen negativen Effekt erreichen. So zeigt Bunji et al. [16], dass es bei der Geschwindigkeit der Informationsaufnahme und -verarbeitung bei hinreichend großen Buchstaben und Zeichen auf dem Display keine signifikanten Unterschiede zwischen jungen und älteren Menschen gibt. Es erweist sich aber als problematisch, wenn die Darstellung nicht groß genug sind, da aufgrund der langsameren Fokussierung auf das Display im Nahbereich mit steigendem Alter ein exponentieller Anstieg der Verarbeitungsdauer zu beobachten ist. Die meist notwendige optische Kontrolle führt allerdings regelmäßig zu erhöhter Abwendung von der primären Fahraufgabe. Gerade für ältere Fahrzeugführer erscheint daher die stärkere Betonung der akustischen Führung sinnvoll.

Ein Ergebnis des Forschungsprojektes DRIVESS [3] ist die Erkenntnis, dass ältere Fahrer beim Spurwechsel- und Überholvorgang tendenziell weniger Rücksicht auf andere Verkehrsteilnehmer nehmen. Einerseits findet eine geringere Beobachtung des Voraus- und hinterherfahrenden Verkehrs statt, auch ist der eigentliche Überholvorgang wenig präzise, was dessen Beginn und Ende betrifft.

Ein großes Problem bei Fahrerassistenzsystemen stellt die Gegebenheit dar, dass unterschiedliche Fahrerkollektive unterschiedlich starke Unterstützung erfordern. So sollte die Warnung von kollisionsvermeidenden Systemen auf die Reaktionsfähigkeit des Fahrers abgestimmt sein. Erfolgt die Warnung subjektiv betrachtet zu früh, besteht die Gefahr, dass die Warnung ignoriert wird, erfolgt sie zu spät, ist die Wirkung begrenzt. Insofern besteht die Hauptaufgabe für die Zukunft darin, FAS basierend auf Beobachtungen des Fahrers auf diesen abzustimmen.

In der folgenden Tabelle ist für die beschriebenen Fahrerassistenzsysteme angegeben, welche möglichen Einschränkungen älterer Verkehrsteilnehmer adressiert werden. Dabei ist zu beachten, dass der Nutzen speziell für ältere Menschen für keines der aufgeführten

Systeme nachgewiesen wurde, lediglich für den Bremsassistenten gibt es Untersuchungsergebnisse, die einen Sicherheitsgewinn insbesondere für Senioren belegen.

Tabelle 1: Mögliche Einschränkungen bei älteren Verkehrsteilnehmern, die durch Fahrerassistenzsysteme adressiert werden könnten

	BAS	ACC	Night Vision	AFL	Spurwechsel-assistent	Einpark-hilfen	Verkehrs-zeichen-erkennung	Navi-gations-system	Müdig-keits-warner	Kreuzungs-assistent*
eingeschränkte Rundumsicht					X	X				X
geringere Reaktionsleistung	X	X							X	X
Überblicken komplexer Situation								X		X
reduzierte Schnellkraft	X									
eingeschränkte Sehfähigkeit bei Dunkelheit / Dämmerung			X	X			X	X		X
eingeschränkte Konzentrations-fähigkeit über längeren Zeitraum		X					X	X	X	

**ist noch in der Entwicklung*

Zusammenfassung

Sowohl in den Unfallanalysen als auch bei den Anforderungen an Fahrzeuge zeigen sich Unterschiede zwischen der Gruppe der Fahrzeugführer insgesamt und derjenigen der Senioren. So ist beim Unfallgeschehen zu erkennen, dass einerseits Unfälle aufgrund riskanter Fahrweise (hohe Geschwindigkeit, Abkommen von der Fahrbahn, Alkoholeinfluss etc.) bei Senioren seltener vorkommen, während sie andererseits übermäßig häufig in Unfälle bei komplexen Verkehrssituationen (Einbiege- und Kreuzungsunfälle) verwickelt sind. Ebenfalls steigt mit dem Alter des Fahrers das Risiko für Fahrzeug-Fußgänger-Unfälle. Im Gegensatz zur biomechanischen Belastbarkeit treten Einschränkungen in Bezug auf die Eignung als Fahrer nicht direkt altersabhängig auf, sondern sind individuell unterschiedlich. Weiterhin haben die Auswertungen von Unfalldatenbanken ergeben, dass das Risiko von Verletzungen im Bereich des Brustkorbs für ältere Fahrzeugführer deutlich erhöht ist. Daraus ergibt sich die Frage, ob Rückhalteeinrichtungen im Fahrzeug altersabhängig adaptierbar sein sollten und ob dieser Zusammenhang ggf. in Fahrzeugtests berücksichtigt werden sollte.

Hinsichtlich der Fahrzeugzulassungen zeigt sich, dass es bestimmte Fahrzeugmodelle gibt, die von älteren Kunden bevorzugt werden. Dabei sind vor allem Fahrzeugmodelle zu nennen, die durch eine hohe Sitzposition, eine große Türöffnung und eine gute Rundumsicht gekennzeichnet sind. Viele Fahrzeughersteller bieten bereits solche Modelle an, ohne diese jedoch explizit als Seniorenfahrzeuge zu bewerben.

Die Übersicht zu den Fahrerassistenzsystemen macht deutlich, dass prinzipiell alle genannten Systeme für ältere Fahrer von Nutzen sein können und bei der Bewältigung von Fahraufgaben hilfreich sein können. In Bezug auf die altersbedingte Abnahme der Leistungsfähigkeit (Reaktionsvermögen, Schnellkraft, Überblicken von komplexen Verkehrssituationen) sind insbesondere der Bremsassistent und der noch in der Entwicklung befindliche Kreuzungsassistent besonders hervorzuheben.

Anmerkung

Dieses Paper basiert in großen Teilen auf dem Kapitel „Anpassung des Straßenverkehrs an die Anforderungen älterer Menschen: Vertiefende Unfallanalysen und Fahrzeuggestaltung“ im Buch „Mobilität und Demografische Entwicklung“ [17].

Quellenverzeichnis

- [1] Hautzinger, H.; Pfeifer, M.; Schmidt, J.: „Hochrechnung von Daten aus Erhebungen am Unfallort“, BAST-Bericht F 59, Wirtschaftsverlag NW Verlag für neue Wissenschaft GmbH, Heilbronn/Mannheim, 2006
- [2] Thompson, A.; Edwards, M.; Wisch M.; Adolph, T.; Krusper, A.; Thomson, R.: “II Accident Analysis” in Johannsen, H. (Herausgeber): “FIMCAR – Frontal Impact and Compatibility Assessment Research”, Universitätsverlag der TU Berlin, Berlin 2013
- [3] Furter K et al. (2013) DRIVESS – Assessing the ability of elderly to drive a motor vehicle, Proc. 19. Ophthalmologische Tagung, Olten
- [4] Ridella, S.A.; Rupp, J.D.; Poland, K.: “Age-Related Differences in AIS 3+ Crash Injury Risk, Types, Causation and Mechanisms” Proceedings to IRCOBI Conference on the Biomechanics of Impact, Dublin, 2012
(http://www.ircobi.org/downloads/irc12/pdf_files/14.pdf)
- [5] Hardy, R.N.; Watson, J.W.; Cook, R.; Zioupos, P.; Forrester, B.; Frampton, R.; Page, M.; Kennedy, A.; Peach, S.; Sproston, P.: “Development and Assessment of a Bone Scanning Device to Enhance Restraint Performance”, Proceedings to ESV Conference, 2005
(<http://www-nrd.nhtsa.dot.gov/pdf/esv/esv19/05-0245-O.pdf>)

- [6] Otte, D.; Wiese, B.: "Injury Rates for Elderly versus Young Drivers as Car Occupants wearing Seatbelts in Road Traffic Accidents", SAE Paper 12B-0129, 2012
- [7] Kent R; Sherwood, C; Lessley, D; Overby, B; Matsuoka, F.: "Age-related Changes in the Effective Stiffness of the Human Thorax Using Four Loading Conditions" Proceedings to IRCOBI Conference on the Biomechanics of Impact, 2003
- [8] Statistisches Bundesamt: „Fachserie 8 Reihe 7 Verkehrsunfälle 2010“, Juli 2011; (<http://www.destatis.de>)
- [9] Chaparro A, Wood JM, & Carberry T. (2005) Effects of Age and Auditory and Visual Dual Tasks on Closed-Road Driving Performance. *Optometry and Vision Science* 82(8): 747–754
- [10] Staplin, L.; Ball, K.; Park, D.; Decina, L.E.; Lococo, K.H.; Gish, K.W.; Kotwal, B.: "Synthesis of Human Factors Research on Older Drivers and Highway Safety. Vol. I: Older Driver Research Synthesis." FHWA-RD-97-094 1998
- [11] Weller, G.; Geertsema K.: „Werden ältere Fahrer durch die Fahraufgabe stärker beansprucht als jüngere?“ Schlag, B. ed. *Leistungsfähigkeit und Mobilität im Alter*. Pp 85-111, Köln: TÜV Media GmbH (Schriftenreihe „Mobilität und Alter“ der Eugen-Otto-Butz Stiftung, 3), 2008 (in German)
- [12] Eder, K.: "Experimentelle Untersuchung des Reaktionsverhaltens älterer Pkw-Lenker", Diploma Thesis Department Automotive Engineering TU Berlin, 2005 (in German)
- [13] „Kriterien für ein Seniorengerechtes Auto“, Auswertung einer Befragung von DVR-Moderatoren, DVR-Informationen zu den Seniorenprogrammnr. 7/2009; Deutscher Verkehrssicherheitsrat e.V.; Bonn, 2009; (http://www.dvr.de/download/DVR_Moderatoren_7_09.pdf)
- [14] Ketcham, CJ; Stelmach GE „Movement control in the older adult“; Pew RW & Hemel v. SB eds. *Technology for Adaptive Aging*; Washington DC: National Academic Press
- [15] Tittlbach, S: "Entwicklung der körperlichen Leistungsfähigkeit. Eine prospektive Längsschnittstudie mit Personen im mittleren und späteren Erwachsenenalter"; Schorndorf: Hofmann
- [16] Bunji, A.; Hitoshi, K.; Masako, O.; Masaru, M.: „Visual Cognitive Performance of Elderly People -Effects on reading time of age, character size an virtual distance-“; F2006D169; FISITA 2006; World Automotive Congress, 22-27. October 2006, Yokohama, Japan
- [17] Johannsen, H.; Müller, G.: „Anpassung des Straßenverkehrs an die Anforderungen älterer Menschen: Vertiefende Unfallanalysen und Fahrzeuggestaltung“ in „Mobilität und Demografische Entwicklung“ (Beckmann, Schlag Herausgeber), Schriftenreihe Mobilität im Alter der Eugen-Otto-Butz-Stiftung, TÜV Media, Köln 2013

- [18] Statistisches Bundesamt: „Fachserie 8 Reihe 7 Verkehrsunfälle 2011“, Juli 2012;
(<http://www.destatis.de>)
- [19] Richards, D.; Edwards, M.; Cookson, R.: “Technical assistance and economic analysis in the field of legislation pertinent to the issue of automotive safety: provision of information and services on the subject of accident analysis for the development of legislation on frontal impact protection – final report”, 2010
(http://ec.europa.eu/enterprise/sectors/automotive/files/projects/report-frontal-impact-protection_en.pdf)
- [20] Carroll, J.A.; Cuerden, R.; Richards, D.; Smith, S.; Cookson, R.; Hynd D.: “Cover Deliverable D5.4a – Matrix of serious thorax injuries by occupant characteristics, impact conditions and restraint type and identification of the important injury mechanisms to be considered in Thorax and THOMO”, 2009
(<http://www.biomechanics-coordination.eu>)
- [21] Statistisches Bundesamt: „Verkehrsunfälle – Unfälle von Senioren im Straßenverkehr“, 2011; (<http://www.destatis.de>)
- [22] „Fahrzeugzulassungen (FZ)“; Bestand an Kraftfahrzeugen und Kraftfahrzeuganhängern nach Herstellern und Handelsnamen; 1. Januar 2012; FZ 2; Kraftfahrt-Bundesamt;
(<http://www.kba.de>)
- [23] Weber, T.; Florin A.; Muser, M.; Schmitt, K.: „Evaluating the influence of a head-up display on driver's behaviour“; IRCOBI Conference 2013; IRC-13-74