

## Analyse der Unfallvermeidungspotentials von In-Cabin Sensing Systemen

### Zusammenfassung

Im Jahr 2021 verunglückten im deutschen Straßenverkehr 71 % der Getöteten und 48 % der Schwerverletzten außerhalb geschlossener Ortschaften, also auf sog. Außerorts-Straßen (Autobahn, Bundes-, Landstraße usw.). Mehr als jeder Zehnte dieser Verkehrsunfälle war die Folge eines Fahrers mit mangelnder Verkehrstüchtigkeit (Alkohol, Drogen, Übermüdung, körperliches Unvermögen) oder eines abgelenkten Fahrers. [1] Insbesondere Systeme für die Sensierung des Fahrzeuginnenraums (In-Cabin Sensing (ICS)) bringen ein hohes Potential mit sich, diese Unfälle zu vermeiden, da sie in der Lage sind, einen müden, abgelenkten und nicht-ansprechbarer Fahrer zu erkennen.

Um die Verkehrssicherheit nachhaltig zu steigern, werden im Zuge der General Safety Regulation 2 (GSR 2) verschiedene Fahrzeugsicherheitssysteme europaweit für die Typgenehmigung vorgeschrieben. [2] Hierzu gehören seit 6. Juli 2022 (für neue Fahrzeugmodelle) bzw. ab Juli 2024 (für alle neu zugelassenen Fahrzeuge) Systeme, die die Müdigkeit des Fahrers bewerten. Ab Juli 2024 bzw. 2026 müssen die Fahrzeuge über ein weiteres System verfügen, welches den Fahrer warnt, sobald er abgelenkt ist. [3] Neben den gesetzlichen Anforderungen überprüft auch das Verbraucherschutzprogramm Euro NCAP ab 2023 in verschiedenen Testszenarien, ob die Innenraumsensorik einen abgelenkten, müden und gesundheitlich beeinträchtigten Fahrer erkennen kann. [4]

Zur Bewertung der Wirksamkeit eines flächendeckenden Einsatzes von In-Cabin Sensing Systemen wird das Unfallvermeidungspotential der Systeme ermittelt. Hierfür wird ein generalisiertes System definiert und daraufhin eine Datenbankanalyse durchgeführt. Circa jede zehnte (10,6 %) schwere Verkehrsunfall außerhalb von Ortschaften innerhalb der ADAC Unfalldatenbank (2009-2019) geht auf einen abgelenkten, müden oder körperlich beeinträchtigten Fahrer zurück. Zudem lässt sich für die ICS Systeme ein erweiterter Wirkbereich (z.B. Unaufmerksamkeit bei Auffahrunfällen) festlegen, bei denen Ablenkung und Müdigkeit ein unfallverursachender Faktor war. Dieser erweiterte Wirkbereich umfasst knapp 15 % der betrachteten Unfälle und erhöht damit die Relevanz der Systeme bzw. das max. theoretische Unfallvermeidungspotential auf 25 %. Um eine realistische Aussage über die Adressierbarkeit von Verkehrsunfällen durch die ICS Systeme treffen zu können, gilt es neben der Relevanz die Faktoren Marktdurchdringung (76 %-90 %), Effizienz (50 %-75 %) und Nutzungsgrad (95 %) zu berücksichtigen. Durch die Multiplikation der vier Faktoren ergibt sich in 25 Jahren nach der Markteinführung ein Unfallvermeidungspotential von bis zu 7 % für den direkten und von 16 % für den erweiterten Wirkbereich.

Die Bewertung der Wirksamkeit veranschaulicht den hohen Nutzen von ICS Systemen für das Unfallgeschehen: Laut der Studie „Automatisiertes Fahren“ des GDV beträgt die Relevanz eines Spurwechselassistenten 2 % bis 4 % bzw. eines Notbremsassistenten 7 % bis 21 % in Abhängigkeit der Versicherungsklasse. [5] Das ICS System könnte in der Theorie dagegen allein bis zu 25 % der schweren Verkehrsunfälle auf den Außerorts-Straßen adressieren. Durch die Kombination der sicherheitsrelevanten Fahrerassistenzsysteme mit der Innenraumsensierung könnte die aktive Fahrzeugsicherheit bedeutend gesteigert werden.

### Ausgangssituation und Stand der Technik

Anfang 2020 ist die EU-Verordnung Nr. 2019/2144 (General Safety Regulation (GSR)) über die Typgenehmigung von Kraftfahrzeugen in Kraft getreten. Das Ziel der Verordnung ist, durch die verpflichtende Einführung von Fahrzeugsicherheitssystemen die Anzahl an im Straßenverkehr Getöteter

und Verletzter europaweit zu senken. [6] Laut Schätzungen sind bis zu 30 % der Verkehrsunfälle in der EU auf Ablenkung zurückzuführen und bei bis zu 25 % der Unfälle spielt Ermüdung eine Rolle. [3] [7] Entsprechend der GSR müssen deshalb alle neuen Fahrzeugtypen der Klassen M und N seit 6. Juli 2022 mit einem Warnsystem bei Müdigkeit und nachlassender Aufmerksamkeit des Fahrers (Driver drowsiness and attention warning (DDAW)) ausgestattet sein. Ab 7. Juli 2024 ist dieses System bei allen neu zugelassenen Fahrzeugen verpflichtend. Während sich das DDAW auf die Müdigkeit des Fahrers fokussiert, müssen ab 2024 bzw. 2026 alle neuen Fahrzeugtypen bzw. neu zugelassenen Fahrzeuge auch ein „Hochentwickeltes Warnsystem bei nachlassender Konzentration des Fahrers“ (Advanced driver distraction warning (ADDW)) verbaut haben. Dieses unterstützt den Fahrer dabei, sich weiterhin auf die Verkehrssituation zu konzentrieren und warnt ihn, sobald er abgelenkt ist. [3] Neben den gesetzlichen Anforderungen sind Innenraumerkennungssysteme (In-Cabin Sensing (ICS)) neuer Fahrzeugmodelle ab 2023 Bestandteil des Verbraucherschutzprogramms Euro NCAP. In verschiedenen Testszenarien wird überprüft, ob die Systeme einen abgelenkten, müden oder nicht-ansprechbaren Fahrer robust erkennen können. [4]

Viele Automobilhersteller statten bereits seit über 10 Jahren ihre Pkw mit Müdigkeitswarner aus. So gehört beispielsweise seit 2009 bei der Mercedes-Benz E-Klasse und S-Klasse der sogenannte Attention Assist zur Serienausstattung. Dieser beobachtet das Lenkverhalten des Fahrers und warnt ihn bei steigender Müdigkeit akustisch und optisch. [8] Laut jährlich erscheinenden Report der Deutschen Automobil Treuhand GmbH (DAT) verfügten bereits 2015 7 % der Neuwägen und 6 % der Bestandsfahrzeuge über einen Müdigkeitswarner. [9] Innerhalb von drei Jahren stieg der Anteil an Müdigkeitserkennungssystemen bei den Neuwägen sogar auf 25 % und bei den Bestandsfahrzeugen auf 16 %. [10]

Bei den Müdigkeitswarner, die bereits heute in vielen Fahrzeugen verfügbar sind, handelt es sich um indirekte Systeme. In Abhängigkeit des Lenkverhaltens, der Geschwindigkeit, der Zeit und weiteren Parameter ermitteln diese, wie müde der Fahrer ist. Sehr einfach gestaltete Müdigkeitswarner basieren lediglich auf einem Timer, der den Fahrer nach Ablauf einer bestimmten Zeit warnt. Entsprechend der Anforderungen des Verbraucherschutzes (Euro NCAP) und der Gesetzgebung (Typgenehmigung ab 2024 bzw. 2026) müssen die ICS Systeme auch einen abgelenkten Fahrer detektieren. Hierfür werden voraussichtlich direkte Systeme zum Einsatz kommen, die mittels einer Innenraumsensierung die Blickzuwendung verfolgen können. [4] Inhalt dieser Studie ist es, das Unfallvermeidungspotential direkter ICS Systeme in Bezug auf die primäre Fahrzeugsicherheit zu bestimmen.

## Analyse der ADAC Unfalldatenbank

Auf Basis des realen Unfallgeschehens soll retrospektiv das Wirksamkeitspotential von In-Cabin Sensing Systemen ermittelt werden, um abschätzen zu können, wie viele Unfälle in Zukunft durch den flächendeckenden Verbau der Systeme vermieden werden können. Da in der Pkw-Flotte in Deutschland noch keine Systeme verbaut sind, die den zukünftigen Anforderungen der Gesetzgebung und des Verbraucherschutzes entsprechen, wird ein generalisiertes System definiert. Das ICS System für die Unfalldatenauswertung basiert auf den Vorgaben der zukünftigen gesetzlichen und verbraucherschutzrechtlichen Anforderungen und erfüllt folgende Punkte:

- Detektion von Müdigkeit, Ablenkung und körperlichen Unvermögens
- Unabhängig von Witterungs- und Umgebungsbedingungen (Tag, Nacht, Regen, Schnee, Sonnenschein etc.)
- Keine Einschränkungen bzgl. der körperlichen Eigenschaften der Insassen (jung/alt, dick/dünn, männlich/weiblich, groß/klein)
- Aktiv ab Geschwindigkeiten von ca. 60 km/h bzw. auf Außerorts-Straßen (Landstraße, Autobahn)

- Einsetzbar auf mehrspurigen, geteilten Straßen mit und ohne Mittelstreifen auf geraden und kurvigen Strecken

Für eine realistische Abschätzung des Unfallvermeidungspotentials gilt es die vier Faktoren Relevanz, Effizienz, Marktdurchdringung und Nutzungsgrad des ICS Systems zu bestimmen. Die Relevanz gibt an, wie viele der betrachteten Unfälle im Wirkungsbereich des Systems liegen und damit in der Theorie maximal vermieden werden können. Die Basis zur Ermittlung des Faktors Relevanz bilden die schweren Verkehrsunfälle innerhalb der ADAC Unfalldatenbank. Die Effizienz überführt die Theorie in die Praxis und legt fest, wie viele der maximal vermeidbaren Unfälle unter realen Bedingungen adressiert werden können. Mögliche Einschränkungen entstehen z.B. durch fehlende Fahrbahnmarkierungen oder Witterungseinflüssen. Da neue Systeme nur in Neufahrzeugen verbaut werden, wird mit dem Faktor Marktdurchdringung bewertet, wie sich die Ausstattung des Bestandes mit dem System über die Zeit entwickelt. Hierbei spielen gesetzliche und Verbraucherschutzrechtliche Anforderungen an die Pkw-Flotte eine große Rolle. Der Faktor Nutzungsgrad gibt dagegen an, wie häufig der Fahrer das System einsetzt. Einen Einfluss auf den Nutzungsgrad hat beispielsweise, wenn der Fahrer das System nicht selbst einschalten muss, sondern diese ab Beginn der Fahrt automatisch aktiv ist. [5] Bei dieser Methode wird jedoch nicht die Art der Rückmeldung des Systems an den Fahrer berücksichtigt. Denn zu frühe und häufige Warnungen werden zu einer geringeren Akzeptanz führen und so zu einem geringeren Nutzungsgrad.

Die Bestimmung der Anzahl an theoretisch vermeidbaren Unfällen (Relevanz) durch das generalisierte ICS System gleicht einer Datenbankauswertung. Als Basis stehen 10.250 schwere Verkehrsunfälle innerhalb der ADAC Unfalldatenbank aus den Jahren 2009 bis 2019 zur Verfügung. Die Charakteristik der ADAC Unfalldatenbank liegt darin, dass die ADAC Luftrettung gGmbH zu den Verkehrsunfällen gerufen wurde und initiale Daten vor Ort aufgenommen hat. Aufgrund dieser Besonderheit handelt es sich vornehmlich um Verkehrsunfälle, bei denen die Beteiligten schwer verletzt wurde. Zudem ereignete sich der Großteil der Unfälle infolge des eingesetzten Rettungsmittels außerhalb geschlossener Ortschaften.

In einem ersten Schritt werden die 10.250 Verkehrsunfälle nach ihrer Ortslage gefiltert. Da das ICS System erst ab Geschwindigkeiten von mehr als 60 km/h aktiv ist, liegen nur Unfälle außerhalb geschlossener Ortschaften im Wirkungsbereich des Systems. Die Basis an theoretisch vermeidbaren Verkehrsunfällen verringert sich auf 8.799 Unfälle, die auf Autobahnen oder Landstraßen stattgefunden haben. Dies entspricht 86 % aller betrachteten Unfälle. In einem zweiten Schritt wird nach dem Hauptunfallverursacher gefiltert. Das System kann nur Unfälle vermeiden, die von einem Fahrer eines Fahrzeugs der Klasse N1, N2, N3, M1, M2 oder M3 verursacht wurde. Hierdurch reduziert sich die Anzahl an adressierbaren Unfällen auf 6.625 (65 % aller Verkehrsunfälle im betrachteten Zeitraum). Im letzten Schritt der Datenbankanalyse wurden die Parameter Unfalltyp, Unfallursache, Wirkzusammenhang, Verkehrstüchtigkeit des Fahrers und die Unfallbeschreibung verwendet, um relevante Unfälle, bei denen Müdigkeit, Ablenkung und körperliches Unvermögen unfallursächlich waren, zu erhalten. Aus Abbildung 1 ist ersichtlich, wie viele der 8.779 Verkehrsunfälle auf Außerorts-Straßen von Pkw-, Bus- und Lkw-Fahrern infolge von Ablenkung, Müdigkeit und körperlichen Unvermögens verursacht wurden. Demnach gehen über 5 % des Kollektivs auf einen abgelenkten und knapp 2 % auf einen müden/eingeschlafenen Fahrer zurück. Knapp 4 % der Unfallverursacher hatten so starke gesundheitliche Einschränkungen (z.B. Herzinfarkt, Schlaganfall, Insulinmangel), das dies zu einem Verkehrsunfall führte. **Folglich liegen mehr als 10 % der betrachteten schweren Verkehrsunfälle im Wirkungsbereich des In-Cabin Sensing Systems. Dies entspricht 927 Unfällen, bei denen 495 Personen leicht, 754 schwer, 199 schwerst und 102 tödlich verletzt wurden.**

## Anteil der theoretisch vermeidbaren Unfälle an allen Unfällen auf Außerorts-Straßen in den Jahren 2009 bis 2019 innerhalb der ADAC Unfalldatenbank (n=8.779)

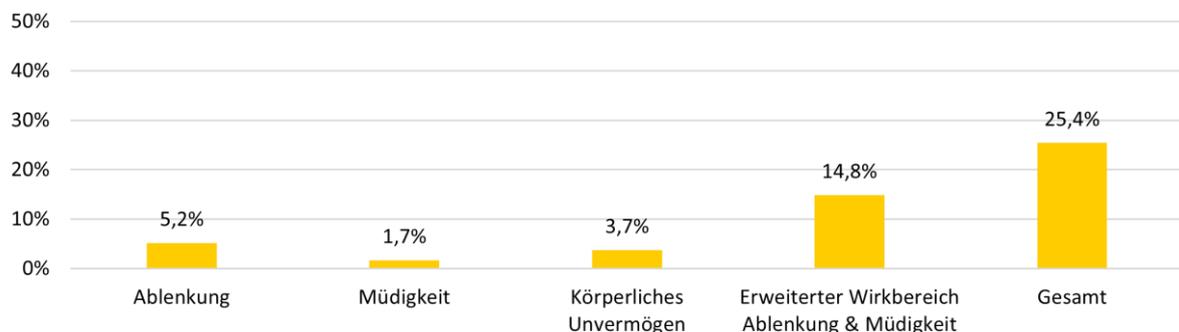


Abbildung 1: Der durch ICS Systeme theoretisch vermeidbarer Anteil an Unfälle an allen Unfällen auf Autobahnen und Außerorts-Straßen (Landstraßen) auf Basis der schweren Verkehrsunfälle innerhalb der ADAC Unfalldatenbank 2009 bis 2019

Neben den Unfällen, die direkt den Einsatzbereichen des ICS Systems zugeordnet werden können, ist insbesondere Ablenkung und Müdigkeit ein Faktor, der bei vielen anderen Kollisionen eine bedeutende Rolle gespielt hat. Um das gesamte Potential von ICS Systemen zu eruieren, wurden Studien analysiert, welche die Unfallfolgen von Ablenkung und Müdigkeit am Steuer aufzeigen. Auf Basis dieser Informationen wurde ein erweiterter Wirkbereich der ICS Systeme aufgespannt. Dieser umfasst z.B. Auffahr- oder Gegenverkehrs-Unfälle, bei denen Ablenkung und Müdigkeit eine der Unfallursachen war. Knapp 15 % der Außerorts-Unfälle können dem erweiterten Wirkbereich des generalisierten ICS System zugeordnet werden. Insgesamt ergibt sich damit ein Anteil von 25 % der betrachteten Unfälle, welcher theoretisch durch das System adressiert werden kann.

Für die Bestimmung des Faktors Effizienz ist eine retrospektive Analyse unter realen Bedingungen erforderlich. Da dies derzeit nicht möglich ist, werden Annahmen aus der GDV Studie „Automatisiertes Fahren“ [5] zu Hilfe genommen und auf das ICS System appliziert. In Bezug auf die Funktionsweise ähnelt das System einem Notbremsassistenten, dessen Effizienz auf 40 % angesetzt wird. Während der Notbremsassistent mittels der Sensorik den Bereich vor dem Fahrzeug betrachtet, fokussiert sich das ICS System auf den Fahrzeuginnenraum, welcher konkrete Abmessungen und Grenzen hat. Deshalb wird ein Wert von 50 % für die Effizienz festgelegt, welcher sich aufgrund des technologischen Fortschritts in den nächsten 25 Jahren auf 75 % erhöhen wird.

Im nächsten Schritt gilt es den Faktor Marktdurchdringung zu bestimmen. Hierfür werden zwei Szenarien, eine schnelle und eine langsame Durchdringung des Fahrzeugbestandes, skizziert (vgl. Abbildung 2). Die beiden Grenzszenarien setzen sich aus Umfragewerten zur Ausstattung von Neu- und Bestandsfahrzeugen (DAT-Report), aus dem zeitlichen Verlauf der Ausstattungsquote von Fahrerassistenzsystemen im Bestand (Elektronischen Stabilitätsprogramm (ESP), Spurhalteassistent, Reifendrucksensor) und der Entwicklung des Fahrzeugbestandes nach der gesetzlichen Verpflichtung zum Verbau der Systeme zusammen. Wie aus Abbildung 2 ersichtlich nimmt die Ausstattungsquote von ICS Systemen im Fahrzeugbestand nur langsam zu. Nach 25 Jahren wird jedoch eine Marktdurchdringung von 76 % bis 90 % in Abhängigkeit des Grenzszenarios erreicht. Dies hängt vor allem damit zusammen, dass davon auszugehen ist, dass entsprechend der GSR ab 2026 jedes Neufahrzeug über ein Fahrerassistenzsystem verfügt, welches einen abgelenkten und müden Fahrer erkennen kann.

## Kumulierte langsame und schnelle Durchdringung des Fahrzeugbestandes mit ICS Systemen in bis zu 25 Jahren nach der Markteinführung

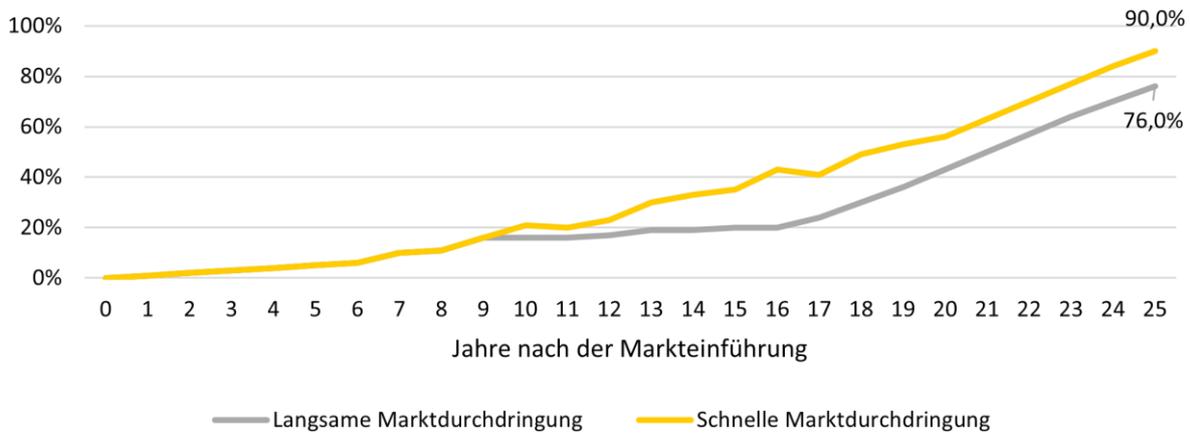


Abbildung 2: Anteil der Bestandsfahrzeuge, die im Verlauf von 25 Jahren nach der Markteinführung über ein ICS-System verfügen

Zuletzt wird noch der Nutzungsgrad des ICS System bestimmt. Da das System laut GSR „Default On“ sein muss, wird von einem Nutzungsgrad von 95 % ausgegangen. Dies bedeutet, dass das System immer aktiv ist, außer der Fahrer deaktiviert es absichtlich. Daraufhin ist das System für die restliche Fahrt ausgeschaltet, jedoch mit dem nächsten Zündzyklus automatisch wieder an.

Um das Unfallvermeidungspotentials des generalisierten In-Cabin Sensing Systems zu berechnen, werden die vier Faktoren miteinander multipliziert. Tabelle 1 beinhaltet die Ergebnisse in Bezug auf die drei Wirkbereiche Ablenkung, Müdigkeit, körperliches Unvermögen sowie den erweiterten Wirkbereich. In 25 Jahren nach der Markteinführung könnten bis zu 7 % der Unfälle, die den Wirkbereichen direkt zugeordnet werden, vermieden werden. Unter Berücksichtigung des erweiterten Wirkbereichs erhöht sich das Unfallvermeidungspotential auf bis zu 16 %.

Tabelle 1: Übersichtstabelle über das ermittelte Unfallvermeidungspotential von ICS-Systemen auf Basis der ADAC Unfalldatenbank und Unfällen auf Autobahnen und Außerorts-Straßen (Landstraße) 25 Jahre nach Markteinführung

	Relevanz	x	Marktdurchdringung	x	Effizienz	x	Nutzungsgrad	=	Unfallvermeidungspotential
<b>Ablenkung</b>	5,2%	x	76% / 90%	x	50% / 75%	x	95%	=	<b>1,9% / 3,3%</b>
<b>Müdigkeit</b>	1,7%	x	76% / 90%	x	50% / 75%	x	95%	=	<b>0,6% / 1,1%</b>
<b>Körperliches Unvermögen</b>	3,7%	x	76% / 90%	x	50% / 75%	x	95%	=	<b>1,3% / 2,4%</b>
<b>Erweiterter Wirkbereich (Ablenkung, Müdigkeit)</b>	14,8%	x	76% / 90%	x	50% / 75%	x	95%	=	<b>5,4% / 9,5%</b>
<b>Gesamt</b>	25,4%	x	76% / 90%	x	50% / 75%	x	95%	=	<b>9,2% / 16,3%</b>

Vor dem Hintergrund, dass das Unfallgeschehen sehr heterogen ist, und die Verkehrssicherheit auf deutschen Straßen ein sehr hohes Level erreicht hat, wäre die Vermeidung von 9 % bis 16 % ein großer Erfolg. Es gilt jedoch zu berücksichtigen, dass die ICS Systeme der ersten Generation den Fahrer lediglich warnen und den Unfall nicht aktiv verhindern können.

**Mehr als 10 % der Unfälle außerhalb von Ortschaften gehen auf einen abgelenkten, müden oder körperlich beeinträchtigten Fahrer zurück.** Der erweiterte Wirkbereich der Systeme (z.B. Unaufmerksamkeit bei Auffahrunfällen) umfasst weitere 15 % der betrachteten Unfälle. Somit ergibt sich ein theoretisches Unfallvermeidungspotential von 25 %. Unter Berücksichtigung der Marktdurchdringung, der

Effizienz und des Nutzungsgrades der ICS Systeme ist ein **Unfallvermeidungspotential von 7 % bis 16 % in 25 Jahren nach der Markteinführung** in Bezug auf die Außerorts-Unfälle realistisch.

## Schlussfolgerung

Neben der Erfüllung der gesetzlichen und Verbraucherschutzrechtlichen Anforderungen kann das In-Cabin Sensing System auch zur Realisierung des automatisierten Fahrens auf SAE-Level 3 notwendig sein. Die automatisierten Fahrfunktionen, die dem SAE-Level 3 zugeordnet werden, können für eine bestimmte Dauer auf einer Straßenart die Fahrzeugführung übernehmen. Sobald jedoch die Grenzen des Systems erreicht sind, stellt der Fahrer die Rückfallebene dar und muss die Fahraufgabe übernehmen. Damit das Fahrzeug weiß, ob der Fahrer wieder bereit ist, das Fahrzeug sicher zu führen, werden die ICS Systeme eingesetzt.

Während der Fokus bei vielen In-Cabin Sensing Systeme derzeit auf der aktiven Sicherheit liegt, zeigte eine Marktrecherche, dass auch schon einige Einsatzgebiete im Bereich der passiven und tertiären Fahrzeugsicherheit derzeit entwickelt werden. Durch das Erzeugen eines 3D-Bildes des Fahrzeuginnenraums kann das Volumen und der Winkel des Oberkörpers, der Abstand zwischen Kopfstütze und Kopf oder eine „Out-of-Position“-Sitzposition detektiert werden. Diese Informationen können dann vom Automobilhersteller verwendet werden, um die Rückhaltesysteme an die spezifischen Eigenschaften der Insassen und deren Sitzposition anzupassen. In Bezug auf die tertiäre Sicherheit können viele der Systeme die Anzahl an Insassen sowie deren Altersklasse bestimmen. Auch Applikationen im Bereich der Gesundheit sind denkbar. Hierzu zählt z.B. die Detektion einer Zuckererkrankung, eines alkoholisierten Fahrers und die Messung der Herz- und Atemrate.

## Literatur

- [1] **Statistisches Bundesamt (Destatis)** (2022). Verkehrsunfälle 2021 in Deutschland. Fachserie 8 Reihe 7. Verfügbar unter [https://www.destatis.de/DE/Themen/Gesellschaft-Umwelt/Verkehrsunfaelle/Publikationen/Downloads-Verkehrsunfaelle/verkehrsunfaelle-jahr-2080700217004.pdf?\\_\\_blob=publicationFile](https://www.destatis.de/DE/Themen/Gesellschaft-Umwelt/Verkehrsunfaelle/Publikationen/Downloads-Verkehrsunfaelle/verkehrsunfaelle-jahr-2080700217004.pdf?__blob=publicationFile)
- [2] **Europäische Kommission** (2019). General Safety Regulation 2019. Verordnung über die Typgenehmigung von Kraftfahrzeugen im Hinblick auf ihre allgemeine Sicherheit und den Schutz der Fahrzeuginsassen und von ungeschützten Verkehrsteilnehmern. Information zu neuen Fahrzeugsystemen zur Erhöhung der Verkehrssicherheit. [https://www.adac.de/-/media/pdf/tet/general\\_safety\\_regulation.pdf?la=de-de&hash=F4E9B47FBB51F1DA7574B2FAE95136DD3781AEA9](https://www.adac.de/-/media/pdf/tet/general_safety_regulation.pdf?la=de-de&hash=F4E9B47FBB51F1DA7574B2FAE95136DD3781AEA9)
- [3] **Europäische Kommission** (2021). Delegierte Verordnung der Kommission vom 23.4.2021 die spezifischen Prüfverfahren und technischen Anforderungen für die Typgenehmigung von Kraftfahrzeugen hinsichtlich ihrer Warnsysteme bei Müdigkeit und nachlassender Aufmerksamkeit des Fahrers. Brüssel
- [4] **EUROPEAN NEW CAR ASSESSMENT PROGRAMME (Euro NCAP)** (2022). ASSESSMENT PROTOCOL – SAFETY ASSIST SAFE DRIVING; Implementation 2023, Version 10.0.1 <https://cdn.euroncap.com/media/67892/euro-ncap-assessment-protocol-sa-safe-driving-v1001.pdf>
- [5] **Gesamtverband der Deutschen Versicherungswirtschaft e.V. (GDV)** (2021). Studie Automatisiertes Fahren – Auswirkungen auf den Schadenaufwand bis 2040. Verfügbar unter <https://www.gdv.de/resource/blob/74398/a3f836ecb82a30b65ccdc320ab4a8cf0/d-studie-data.pdf>
- [6] **Bundesministerium für Digitales und Verkehrs (BMDV)** (2022). Neue Fahrzeugsicherheitssysteme. Artikel im Bereich Mobilität vom 09.02.2022. Verfügbar unter <https://www.bmdv.bund.de/SharedDocs/DE/Artikel/StV/Strassenverkehr/neue-fahrzeugsicherheitssysteme.html#:~:text=Die%20Verordnung%20ist%20ab%20dem,von%20Fahrzeugsicherheitssystemen%2C%20weiter%20zu%20senken.>
- [7] **European Commission, DG MOVE** (2015). Study on good practices for reducing road safety risks caused by road user distractions. TRL, TNO, Rapp Trans.
- [8] **Mercedes-Benz Group Media** (2008). ATTENTION ASSIST: Müdigkeitserkennung warnt rechtzeitig vor dem gefährlichen Sekundenschlaf. Pressemeldung vom 12.11.2008. Verfügbar unter <https://group-media.mercedes-benz.com/marsMediaSite/de/instance/ko/ATTENTION-ASSIST-Muedigkeitserkennung-warnt-rechtzeitig-vor-dem-gefaehrlichen-Sekundenschlaf.xhtml?oid=9361586>
- [9] **Deutsche Automobil Treuhand GmbH (DAT)** (2016). DAT Report 2015. DAT Group, Silver-DAT, Fairgarage. Ostfildern. Verfügbar unter [www.dat.de/report](http://www.dat.de/report).
- [10] **Deutsche Automobil Treuhand GmbH (DAT)** (2019). DAT Report 2018. DAT Group, Silver-DAT, Fairgarage. Ostfildern. Verfügbar unter [www.dat.de/report](http://www.dat.de/report).