

In-Cabin Sensing Systeme: Verkehrssicherheitspotential von Sensorik im Fahrzeuginnenraum

ADAC

Jeder zehnte schwere Verkehrsunfall durch beeinträchtigten Fahrer

Etwa jeder zehnte schwere Verkehrsunfall außerhalb von Ortschaften geht laut der ADAC Unfalldatenbank (2009-2019) auf einen abgelenkten, müden oder körperlich beeinträchtigten Fahrer zurück. Nimmt man den sogenannten erweiterten Wirkungsbereich dazu, die Unfälle, bei denen Ablenkung und Müdigkeit zumindest ein unfallverursachender Faktor war, sind es sogar **25 Prozent der Außerortsunfälle**.

Diese Unfälle auf Autobahnen, Bundes- und Landstraßen enden meist tragisch, weil sie häufig schwere bis tödliche Verletzungen nach sich ziehen: 2021 wurden 71 Prozent der Getöteten und 48 Prozent der Schwerverletzten in Deutschland den Außerorts-Straßen zugeordnet.

Deshalb hat der europäische Gesetzgeber Anfang 2020 mit der General Safety Regulation 2 (GSR 2) reagiert. Diese Verordnung regelt die verpflichtende Ausstattung von Fahrzeugsicherheitssystemen für Neufahrzeuge.

Um die hohe Anzahl an Unfällen, die durch abgelenkte und müde Fahrer verursacht werden, zu reduzieren, schreibt die GSR im ersten Schritt verpflichtend einen **Müdigkeitswarner** vor: Seit 6. Juli 2022 müssen alle neuen Fahrzeugmodelle der Klassen M und N, also Pkw und Lkw, bei neuen Typgenehmigungen über ein Warnsystem verfügen, das die Müdigkeit des Fahrers bewertet. Dies gilt **ab Juli 2024 für alle neu zugelassenen Fahrzeuge**. In einem zweiten Schritt müssen die Fahrzeuge ab Juli 2024 bzw. 2026 mit einem System ausgestattet werden, das auch einen abgelenkten Fahrer detektieren kann.

Neben den gesetzlichen Anforderungen enthält auch das Verbraucherschutzprogramm **Euro NCAP ab 2023** einen Testkatalog für In-Cabin Sensing Systeme. Um 2 Punkte zu erzielen, muss der Hersteller nachweisen, dass die Innenraumsensorik in verschiedenen Testszenarien einen **abgelenkten, müden und nicht ansprechbaren Fahrer** erkennen kann.

Als Reaktion auf die Detektion wird außerdem gefordert, dass die Sensitivität des Frontkollisionswarner und Spurverlassenswarner hochgesetzt wird, leichte Bremsengriffe stattfinden sowie bei Bedarf ein „Minimum Risk Manöver“ durchgeführt wird.



So warnen Müdigkeitswarner schon heute | Foto: Daimler



Alles im Blick: Kamerasensoren erfassen die Fahrzeuginsassen
Foto: Bosch

Eine Technik, die Leben retten könnte

Müde, abgelenkt, beim Fahren mit irgendwelchen Sachen beschäftigt: Das ist nicht nur für Insassen des Fahrzeugs gefährlich, sondern auch für alle anderen Verkehrsteilnehmer. Schon das 3-sekündige Checken einer Nachricht führt bei 100 km/h zu einem fast 100 Meter langen Blindflug. Und in dieser Zeit kann weder auf andere Fahrzeuge noch auf Fußgänger oder Hindernisse auf der Fahrbahn reagiert werden.

Innenraumsensoren und Kameras erkennen, ob Autofahrende aufmerksam, müde oder gerade abgelenkt sind und warnen rechtzeitig. Der ADAC hat vier Prototypen von Insassenzustandserkennungssystemen, sogenannte „In-Cabin Sensing Systeme“, untersucht.

Der Unterschied: Indirekt und direkt messende Systeme

Viele Automobilhersteller statten seit über 10 Jahren ihre Pkw mit Müdigkeitswarnern aus. Bei diesen Müdigkeitswarnern handelt es sich um **indirekt messende Systeme**. In Abhängigkeit des Lenkverhaltens, der Geschwindigkeit, der Zeit und weiteren Parameter ermitteln sie, wie müde der Fahrer wohl ist. Sehr einfach gestaltete Müdigkeitswarner basieren lediglich auf einem Timer, der den Fahrer nach Ablauf einer bestimmten Zeit warnt.

Einen abgelenkten Fahrer zu erkennen, ist wesentlich komplizierter. Hier sind **direkt messende Systeme** notwendig, die Sensoren im Fahrzeuginnenraum nutzen, um Kopf- und Handbewegung sowie die Blickrichtung beurteilen können.

Hierfür wird häufig eine Infrarot-Kamera verwendet, die an unterschiedlichen Orten im Fahrzeuginnenraum montiert werden kann und auch im Dunklen funktioniert. Liegt der Fokus allein auf dem Fahrer (Driver Monitoring System), wird sie häufig an der A-Säule oder oberhalb der Lenksäule verbaut.

Um neben der Blickrichtung des Fahrers auch dessen Körperhaltung und weitere Insassen abdecken zu können (Occupant Status Monitoring), wird der Sensor im Bereich des Dachmoduls/Beleuchtungsmoduls, am Rückspiegel oder auf dem Armaturenbrett befestigt.

Zur Bestimmung der Quelle der Ablenkung sollten die Systeme auch Objekte als solche detektieren. Zu diesen Objekten zählen z.B. Mobiltelefone, aber auch Kaffeebecher, Trinkflaschen oder Müsliriegel. In Kombination mit einer bestimmten Bewegung (z.B. Kaffeebecher zum Mund führen) kann das System erkennen, um welche Art der Ablenkung es sich handelt und die Kritikalität für die Fahrsicherheit bewerten und entscheiden, ob die Tätigkeit für die Fahraufgabe relevant ist oder nicht.

Auch wenn Sie in einigen Jahren erstmals ein funktionierendes In-Cabin Sensing System erleben dürfen, gilt der **ADAC Tipp**: Eine Warnung des In-Cabin Sensing Systems kann den Fahrenden zwar unterstützen, jedoch sollte der Fahrer **nicht auf einen Hinweis des Systems warten**, bis er eine Fahrtunterbrechung vornimmt. Das **ICS System ersetzt nicht die aufmerksame Selbstbeobachtung**.

In-Cabin Sensing: Gut für das automatisierte Fahren

Neben den gesetzlichen und Verbraucherschutzrechtlichen Anforderungen stellt das In-Cabin Sensing System (ICS) auch einen notwendigen Bestandteil zur Realisierung des automatisierten Fahrens auf SAE-Level 3 dar. Sobald die automatisierte Fahrfunktionen an ihre Grenzen kommen, muss der Fahrer auf dieser Automatisierungsstufe die Fahraufgabe wieder übernehmen können. Das ICS erkennt, ob der Fahrer wieder bereit ist, das Fahrzeug sicher zu führen, und leitet sonst Maßnahmen ein, den Fahrer „zu wecken“ oder im Notfall das Fahrzeug zum Stehen zu bringen und abzusichern, zum Beispiel bei einer Ohnmacht.

Datenschutz ist notwendig

Entsprechend der geltenden europäischen Regelung muss die Verarbeitung von personenbezogenen Daten gemäß dem Datenschutzrecht erfolgen. Das bedeutet unter anderem, dass die Daten nicht ohne eine Rechtsgrundlage – z.B. die Zustimmung der Fahrzeugnutzer – von einem Dritten verarbeitet dürfen. Was aber das Fahrzeug selbst speichert, unterliegt zunächst nicht der Datenschutzgrundverordnung (DSGVO) und kann – etwa im Falle eines Unfalls – mit Zustimmung des Fahrers oder der Fahrerin z.B. für eine Versicherung genutzt werden, ohne Zustimmung aber auch eventuell von einer Strafverfolgungsbehörde.



In Serie: Die direkt messende Infrarot-Kamera im Wey Coffee 01
Foto: Wey

ADAC Untersuchung: Vier Systeme im Vergleich

Um einen Einblick zu erhalten, welche Funktionen derzeitige und zukünftige In-Cabin Sensing Systeme umfassen, wurden vom ADAC vier Systeme von Sony, Ford, DTS/XPERI und Bosch näher untersucht. Es handelt sich hierbei nicht um einen Vergleich, sondern um eine **Demonstration der Einsatzmöglichkeiten** der Systeme, die alle noch im Prototypenstatus arbeiten.

Sony

Im Gegensatz zu den anderen drei Systemen, die für Anwendungsfälle in der aktiven Sicherheit entwickelt werden, stand beim In-Cabin Sensing Systemen von Sony zum Zeitpunkt des Demo-Versuchs die passive Sicherheit im Vordergrund. Mit Hilfe einer Infrarot-Kamera, die auf der indirekten Laufzeitmessung basiert und den Innenraum mit moduliertem IR-Licht beleuchtet, wird ein 3D-Tiefenbild der Fahrenden erstellt. So können Informationen wie der Rückenlehnenwinkel, der Abstand zwischen Kopf und Kopfstütze, das Alter, das Geschlecht, die Größe und das Gewicht ermittelt werden. Damit ist es möglich, eine zurückgelehnte Sitzposition kurz vor dem Unfall aufzurichten, die Airbags und Gurte adaptiv entsprechend der körperlichen Eigenschaften auszulösen oder den Beifahrer zu warnen, wenn er die Füße auf dem Armaturenbrett hat. Auch der Anschnallstatus der Insassen sowie eine ungünstige Gurtposition kann detektiert werden.



Das System von Sony erstellt ein Tiefenbild der Fahrerin
Foto: ADAC/Matthias Zimmermann

Ford

Das Driver-Monitoring-System von Ford wurde für Anwendungsfälle in der aktiven Sicherheit entwickelt und ist mit seiner Infrarotkamera ausschließlich auf den Fahrenden ausgerichtet. In der Untersuchung zeigte sich, dass es schon heute einen großen Teil des ab 2023 gültigen Euro NCAP-Protokolls in Bezug auf In-Cabin Sensing Systeme erfüllt. Lediglich das Szenario einer kurzen und wiederkehrenden Ablenkung konnte das System nicht abdecken. Verdeckungen des Gesichts (Maske, Sonnenbrille) oder andere Tätigkeiten (Essen, Trinken) beeinflussen die Funktionstüchtigkeit des Systems nur in geringem Maß.



„Straße beachten!": Das Ford-System warnt die zur Seite schauende Fahrerin | Foto: ADAC/Matthias Zimmermann

DTS/XPERI

Dieses System fokussiert sich nicht allein auf den Fahrer, sondern auch auf den Beifahrer und – soweit möglich – auch auf die Insassen der zweiten Sitzreihe. Es verfügt über mehrere Funktionen: Bestimmung der Augenlidöffnung, der Kopfeigung, des Anschnallstatus und der Fahreraktivität. Zur Detektion eines abgelenkten Fahrers wird der Fahrzeuginnenraum in eine grüne, gelbe und rote Zone unterteilt. Nachdem die Blickrichtung bestimmt wurde, kann ermittelt werden, ob der Blick des Fahrers auf die Straße (grüner Bereich) oder abseits der Straße (gelber/roter Bereich) gerichtet ist. Zudem ist das System in der Lage, Objekte als solche zu erkennen, um die Blickabwendung, z.B. auf ein Handy, zu spezifizieren.



So detektiert das DTS-System die Fahrzeugpassagiere
Foto: DTS/XPeri

Bosch

Zur Realisierung eines In-Cabin Sensing Systems stellt Bosch eine Fahrerkamera, Insassenkamera, einen Innenraumradar und die dazugehörige Recheneinheit zur Verfügung. Im Rahmen der ADAC Untersuchung stand die Insassenkamera im Fokus.

Um einen abgelenkten Fahrer zu detektieren, wird der Fahrzeuginnenraum in Zonen unterteilt. Richtet sich der Blick für eine spezifische Zeit auf eine Zone, die nicht für die Fahraufgabe relevant ist (z.B. Fußraum Beifahrer), gilt der Fahrer als abgelenkt. Auch das System von Bosch kann Objekte (Mobiltelefon, Kaffeebecher) als solche klassifizieren und ist dadurch in der Lage zu erkennen, um welche Ablenkung bzw. Tätigkeit es sich handelt.

Mit den Radarsensoren können Personen beziehungsweise Kinder als solche anhand der Atmung erkannt werden. So lassen sich in Zukunft weitere Einsatzbereiche insbesondere in Bezug auf die Gesundheit realisieren. So lassen sich vergessene Kinder in geparkten Fahrzeugen detektieren, eine Warnung an die Eltern kann erfolgen. Mit Hilfe der Kamerainformationen lassen sich zudem Komfortfunktionen wie z.B. die Voreinstellung der Sitzposition und der passenden Playlist ermöglichen.



Wohin geht der Blick? Das Bosch-System teilt den Innenraum in Zonen auf | Foto: ADAC/Matthias Zimmermann

Die Prototypen funktionieren schon gut

Die drei „aktiven“ Systeme von Ford, DTS/XPERI und Bosch erfüllen bereits heute große Teile des ab 2023 geltenden Euro NCAP Protokolls. Manche Systeme zeigten lediglich Schwächen, wenn eine spezifische Verdeckung des Gesichtes (z.B. durch langes Gesichtshaar) auftrat oder das Objekt, das zu Ablenkung führt, außerhalb des Abdeckungsbereich des Sensors lag.

Das Testszenario „Müdigkeit“ konnte nicht repräsentativ dargestellt werden und wurde daher bei keinem der Systeme überprüft. Da sich steigende Müdigkeit jedoch sehr unterschiedlich bei den Menschen äußert, ist es recht schwierig, diese eindeutig zu detektieren. Zur Verbesserung der Erkennung eines müden Fahrers berücksichtigen die Hersteller neben der Augenlidöffnung häufig weitere Informationen wie Fahrzeit, Uhrzeit oder Lenkverhalten über die Fahrdauer.

Aber auch das „passive“ System von Sony macht Sinn. Mit seinem Tiefenbild-Sensor kann es Informationen generieren, um das Volumen und den Winkel des Oberkörpers, den Abstand zwischen Kopfstütze und Kopf oder eine „Out-of-Position“-Sitzposition zu detektieren. Diese Informationen können dann vom Automobilhersteller verwendet werden, um die Rückhaltesysteme an die spezifischen Eigenschaften der Insassen und deren Sitzposition anzupassen.

Viel Potential hat auch das System von Bosch. Durch die Verwendung des Radarsensors können zurückgelassene Kinder im geparkten Fahrzeug erkannt werden (Anforderung von Euro NCAP ab 2025). Außerdem können durch die Fusion von Radarsensor und Kamera weitere Funktionen im Bereich der Gesundheit realisiert werden.

Fazit

- In-Cabin Sensing Systeme können eine Vielzahl an Verkehrsunfällen adressieren, vor allem auf Außerorts-Straßen (Autobahnen, Bundesstraßen, Landstraßen), die häufig schwere bis tödliche Verletzungen nach sich ziehen.
- Drei der vier im Rahmen der Demonstrationen begutachteten In-Cabin Sensing Systeme können einen großen Teil des ab 2023 geltenden Euro NCAP Protokolls erfüllen.
- Eine optimale Ausnutzung des Potentials von In-Cabin Sensing Systemen kann erreicht werden, wenn diese Systeme alle Bereiche der Fahrzeugsicherheit – vor, während und nach dem Crash – adressieren können.
- Die In-Cabin Sensing Systeme stellen einen wichtigen Baustein hin zum automatisierten Fahren auf SAE-Level 3 dar. Sie können erkennen, ob der Fahrer bereit ist, die Fahraufgabe wieder zu übernehmen, sobald die automatisierte Fahrfunktion seine Grenzen erreicht hat.
- In-Cabin Sensing Systeme warnen den Fahrer lediglich bei Müdigkeit, Ablenkung oder einem körperlichen Unvermögen. Falls der Fahrer nicht rechtzeitig eingreift, können die Unfälle nicht verhindert werden. Aus diesem Grund wird es empfohlen, die ICS Systeme mit Fahrerassistenzsystemen zu verknüpfen.

- Um die Akzeptanz und das Vertrauen des Fahrers in die Systeme zu erhöhen, gilt es die Rate an Fehlauslösungen so gering wie möglich zu halten. Vor allem darf die Funktionalität der Systeme nicht durch körperliche Eigenschaften der Insassen eingeschränkt werden (Tragen einer Gesichtsmaske, Hautfarbe, Sitzposition im Fahrzeug usw.).
- Durch Komfortfunktionen (Voreinstellung der Sitzposition, automatische Öffnung des Garagentors) kann die Akzeptanz der Fahrer in die Innenraumsensoren erhöht werden.
- Die Daten der Nutzer sollten nicht ohne deren Einwilligung im Fahrzeug gespeichert und lediglich zur Realisierung der sicherheitsrelevanten Systemfunktionen verwendet werden. Falls dennoch Daten verarbeitet und gespeichert werden, sollten die Verbraucher hierüber informiert werden.

ADAC Empfehlungen

Für Pkw und Lkw

- Verstärkte Information über die Ursachen und die Gefahren von Sekundenschlaf
- Entlang monotoner Strecken auf Autobahnen Installation eingefräster Rüttelstreifen oder Straßenmarkierungen, die ein Reifengeräusch beim Überfahren erzeugen
- Auflockernde Straßenarchitektur zur Vermeidung von Monotonie

Für Berufskraftfahrer und Lkw

- Einhaltung der Ruhezeiten und verstärkte Kontrollen
- Verschärfung der Anforderungen an Notbremsassistentensysteme für Lkw
- Ausreichend Lkw-Stellplätze an Autobahnen

ADAC Tipps

- Eine Warnung des In-Cabin Sensing Systems kann den Fahrenden zwar unterstützen, jedoch sollte der Fahrer nicht auf einen Hinweis des Systems warten, bis er eine Fahrtunterbrechung vornimmt. Das ICS System ersetzt nicht die aufmerksame Selbstbeobachtung.
- Bei bestehender Müdigkeit ist es wichtig, die Fahrt für einen Fahrerwechsel, Kurzschlaf oder ggf. eine Übernachtung zu unterbrechen.
- Die richtige Reiseplanung spielt eine wichtige Rolle. So ist es unter anderem wichtig, Fahrten ausgeschlafen anzutreten, die innere Uhr/Leistungstiefs im Blick zu halten und regelmäßig Pausen einzulegen.
- Maßnahmen wie das Hören lauter Musik oder das Öffnen der Seitenscheibe helfen gar nicht oder nur sehr kurzfristig.
- Schon ein Kurzschlaf von 15 bis 20 Minuten macht Sie wieder für eine Weile fit. Die Wirkung können Sie noch steigern, wenn Sie zuvor starken Kaffee trinken. Das Koffein wirkt erst nach ca. 30 Minuten und verstärkt dann den wach machenden Effekt. Aber Achtung: Kurzschlaf-Episoden können nicht den normalen Nachtschlaf ersetzen.
- Wer sich ständig schläfrig fühlt oder vermutet unter einer Schlafstörung zu leiden, sollte das vertrauensvolle Gespräch mit einem Arzt suchen.
- Verzichten Sie auf ablenkende Tätigkeiten. Selbst die Wahl einer Rufnummer oder die Eingabe eines Fahrtziels während der Fahrt gefährdet Sie und andere erheblich. Verschieben Sie das auf die nächste Pause.
- Das Lesen oder gar Schreiben von Nachrichten ist tabu.
- Inzwischen verfügt so gut wie jedes Auto über eine Bluetooth-Anbindung für das Smartphone. Selbst die Freisprechfunktion der Handys ist inzwischen gut. Das Telefonieren mit dem Handy in der Hand ist verboten.

Herausgeber/Impressum

ADAC e.V.
 Test und Technik
 81360 München
 E-Mail tet@adac.de
www.adac.de