

# **Bedarf und Anforderungen für EDR automatisierter Fahrzeuge – eine Analyse auf der Basis von Versicherungsschäden der Allianz Versicherung in Deutschland**

## **Needs and Requirements of EDR for Automated Vehicles - Analysis Based on Insurance Claims Reported to Allianz Germany**

**Autoren:** Johann Gwehenberger, Oliver Braxmeier, Christoph Lauterwasser, Melanie Andrea Kreutner, Marcel Borrack, Carsten Reinkemeyer

AZT Automotive GmbH – Allianz Zentrum für Technik

### **Fachliche Unterstützung:**

Lothar Wech, Technische Hochschule Ingolstadt (THI); Michael Weyde, Europäische Vereinigung für Unfallforschung und Unfallrekonstruktion e.V. (EVU), Peter Salzberger (TÜV SÜD)

## **Zusammenfassung**

Die UNECE WP.29 steht vor erheblichen Herausforderungen hinsichtlich der Formulierung von UN-Regelungen für die Zulassung, die Homologation und den Betrieb automatisierter und autonomer Fahrzeuge. Von 13 wichtigen Sicherheitsthemen, die inhaltlich im Einzelnen geregelt werden müssen, ist ein Hauptthema die Aufzeichnung von Unfall- und Ereignisdaten zur Aufklärung von Unfällen mit automatisierten Fahrzeugen im Mischverkehr. Zudem soll die Grundlage für die Aufklärung von Verkehrsverstößen geschaffen werden.

Eine informelle Arbeitsgruppe IWG EDR/DSSAD<sup>1</sup> befasst sich aktuell intensiv mit der Definition eines EDR für konventionelle Fahrzeuge (in der EU verbindlich ab 2022) [VO (EU), 2019] und eines EDR für automatisierte Fahrzeuge. Als Mitglied der informellen Arbeitsgruppe bringt das Allianz Zentrum für Technik die Position der Allianz und die Perspektive der Versicherungswirtschaft ein. Wesentliche Grundlagen dazu wurden in der Arbeitsgruppe AHEAD<sup>2</sup> erarbeitet.

In diesem Aufsatz werden einerseits die Relevanz und der Bedarf von EDR- und DSSAD-Daten auf Basis von realen Versicherungsschäden auf deutschen Autobahnen dargestellt und andererseits wird untersucht, welche Daten der EDR und der DSSAD zukünftig aufzeichnen sollten, damit eine objektive Unfallaufklärung innerhalb eines angemessenen Zeitaufwands gewährleistet werden kann. Die Erkenntnisse basieren auf der Auswertung einer Unfalldatenbank zu Autobahnunfällen. Die Datenbank enthält in Deutschland gemeldete Versicherungsschäden der Allianz Versicherungs-AG aus dem Jahr 2018. Die Forschungsarbeit wurde fachlich unterstützt von der Technischen Hochschule Ingolstadt

---

<sup>1</sup> Event-Data-Recorder (EDR); Data Storage System for Automated Driving (DSSAD), Erläuterung siehe Kapitel 3

<sup>2</sup> Die Arbeitsgruppe AHEAD (Aggregated Homologation-Proposal for Event-Recorder-Data for Automated Driving) hat das Ziel, einen Datenerhebungsstandard für das automatisierte Fahren zu entwerfen.

(THI), der Europäischen Vereinigung für Unfallforschung und Unfallrekonstruktion e.V. (EVU) und des TÜV SÜD.

## 1. Einführung

Das seit 1952 bestehende Weltforum für die Harmonisierung von Fahrzeugvorschriften (World Forum for Harmonization of Vehicle Regulations) ist eine Arbeitsgruppe (WP.29) des Inland Transport Committee (ITC) der Wirtschaftskommission der Vereinten Nationen für Europa. Es hat die Aufgabe, ein einheitliches Regelsystem für den Fahrzeugbau zu schaffen. Ziel ist es, Maßnahmen zur weltweiten Harmonisierung oder Weiterentwicklung von technischen Vorschriften für Fahrzeuge zu initiieren und zu verfolgen. Regelungen zur Fahrzeugsicherheit, zum Umweltschutz und zur Energieeffizienz bilden dabei den Schwerpunkt. Die multilateralen Abkommen aus den Jahren 1958, 1997 und 1998 bilden den rechtlichen Rahmen für die Tätigkeit der WP.29 und wurden von zahlreichen Staaten unterzeichnet [UNECE, 2020].

Aufgrund der hohen Dringlichkeit für weltweit einheitliche Regelungen zum automatisierten und autonomen Fahren haben Repräsentanten der WP.29 aus China, EU, Japan und USA im Jahr 2019 ein Rahmendokument mit dem Titel „Framework document on automated/autonomous vehicles“ [ECE/TRANS/WP.29/2019/34 und ECE/TRANS/WP.29/2019/34/Rev.1] erstellt. Mit folgendem Originalwortlaut wird in dem Dokument der „Sicherheitsaspekt“ hervorgehoben:

*“... that for automated vehicles to fulfill their potential to improve road transport, then they must be placed on the market in a way that reassures road users of their safety. If automated vehicles confuse users, disrupt road traffic, or otherwise perform poorly then they will fail. ...”.*

*“Safety vision: The level of safety to be ensured by automated vehicles is defined as “automated vehicles shall not cause any non-tolerable risk”, meaning that automated vehicle systems, under their operational domain (ODD/OD), shall not cause any traffic accidents resulting in injury or death that are reasonably foreseeable and preventable.”*

Insgesamt adressiert das Rahmendokument 13 Fahrzeugsicherheitsthemen (engl. Originaltext), die die Basis für die Entwicklung zukünftiger UNECE-Regelungen für automatisierte und autonome Fahrzeuge darstellen:

- a. System Safety
- b. Failsafe Response
- c. Human Machine Interface (HMI)/Operator Information
- d. Object Event Detection and Response (OEDR)
- e. Operational Design Domain (ODD/OD)
- f. Validation for System Safety
- g. Cybersecurity
- h. Software Updates
- i. Event Data Recorder (EDR) and Data Storage System for Automated Driving Vehicles (DSSAD)
- j. Vehicle Maintenance and Inspection
- k. Consumer Education and Training

## I. Crashworthiness and Compatibility

### m. Post-crash AV Behaviour

Vergleichbar zu diesen WP.29 Sicherheitsthemen gibt es weltweit weitere Denkansätze und zum Teil inhaltlich bereits detailliert ausgearbeitete Veröffentlichungen mit „Guidelines zur Entwicklung von Automatisierten Fahrfunktionen“. Exemplarisch seien hier die Berichte der NHTSA und dem U.S. Department of Transport [DOT, NHTSA, 2017, 2018, 2020], ein Report von ausgewählten Vertretern der Automobilindustrie [OEMs, Suppliers, 2019] und eine Veröffentlichung der britischen Versicherungswirtschaft mit Anforderungen für einen SAE [SAE J3016] Level 3<sup>3</sup> Autobahn-Pilot [Thatcham Research, ABI, 2019] erwähnt.

Auch verschiedene nationale und internationale Forschungsprojekte wie das BMWI-Forschungsprojekt Pegasus<sup>4</sup> (2019) oder das EU-Forschungsprojekt L3Pilot<sup>5</sup> (laufend bis 2021) befassen sich mit Anforderungen an „Automatisierte Fahrfunktionen“. Schließlich beschäftigen sich zahlreiche Verbände, in Deutschland u.a. der Gesamtverband der Deutschen Versicherungswirtschaft [GDV, 2018] oder der Deutsche Verkehrssicherheitsrat [DVR, 2017] mit der Thematik und formulierten Empfehlungen und Forderungen zur sicheren Ausgestaltung von automatisierten Fahrzeugen.

Nach der seit über zehn Jahren aktiven Teilnahme des Allianz Zentrum für Technik an entsprechenden einschlägigen Projekten und Arbeitsgruppen rund um das „Automatisierte Fahren“, wird mittlerweile eines besonders deutlich: Die Dimension und Komplexität von „Automatisierten Fahrfunktionen“ wurde bislang von der überwiegenden Mehrheit der Beteiligten in Forschung und Literatur und besonders in der öffentlichen Wahrnehmung unterschätzt. So ist selbst ein „Staupilot ohne Spurwechsel“ - mit vergleichsweise überschaubarer Funktionalität und Komplexität - bislang noch nicht auf dem Markt verfügbar, obwohl diese automatisierte Funktion nach SAE Level 3 bereits für das Jahr 2018 frühzeitig angekündigt war [Audi, 2017]. Die Herausforderungen und Hürden insbesondere hinsichtlich Testszenerien, Absicherung durch Tests und Simulation, IT-Security sowie der Definition dazu erforderlicher technischer Regularien, die die Zulassung, Homologation und den Betrieb ermöglichen, sind bislang nicht überwunden.

Damit die Automobilhersteller, insbesondere in den Regionen China, EU, Japan und USA, die ersten L3/L4-Funktionen ab dem Jahr 2021 „sicher“ auf den Markt bringen können, initiierte die WP.29 vier informelle Arbeitsgruppen (IWGs). Diese arbeiten mit Hochdruck an den Themen „funktionale Sicherheit“, „neue Testmethoden“, „Cyber Security“ sowie „Data Storage System for Automated Driving (DSSAD) und Event Data Recorder (EDR)“. In Tabelle 1 sind Aufgaben, Aktivitäten und Zeitplanung im englischen Originaltext zusammengefasst.

---

<sup>3</sup> SAE Level 3: Automatisierte Fahrfunktion, bei dem der Fahrer als Rückfallebene fungiert.

SAE Level 4: Automatisierte Fahrfunktion kann im spezifischen Anwendungsfall alle Situationen bewältigen.

<sup>4</sup> Projekt zur Etablierung von generell akzeptierten Gütekriterien, Werkzeugen und Methoden sowie Szenarien und Situationen zur Freigabe hochautomatisierter Fahrfunktionen [Pegasus]

<sup>5</sup> [L3Pilot] Pilotierung von Fahrzeugen mit konditional automatisierten (L3) bzw. hochautomatisierten Fahrfunktionen (L4)

Tabelle 1: Aufgaben und Aktivitäten der fünf GRVA Arbeitsgruppen [Auszug aus ECE/TRANS/WP.29/2019/34/Rev.1] – Stand Jan. 2020

Title and Allocation	Description of work / ECE/TRANS/WP.29/2019/2	Activities and Deliverable Deadlines for WP29
<p><b>Functional Requirements for automated/ autonomous vehicles</b></p> <p>GRVA/ ACSF informal group</p>	<p>This work item should cover the functional requirements for the combination of the different functions for driving: longitudinal control (acceleration, braking and road speed), lateral control (lane discipline), environment monitoring (headway, side, rear), minimum risk manoeuvre, transition demand, HMI (internal and external) and driver monitoring.</p> <p>This work item should also cover the requirements for Functional Safety.</p>	<p>ACSF/ALKS Functional requirements for Lane Keeping systems of SAE levels 3/4 (New UN Regulation for contracting parties to the 1958 Agreement) March 2020</p> <p>Common functional requirements on existing national/regional guidelines and other relevant reference documents (1958 and 1998 Agreements) March 2020</p>
<p><b>New assessment / Test method</b></p> <p>GRVA/ VMAD informal group</p>	<p>Multi-pillar concept: Audit, simulation, electronic system compliance, digital identity, test track, real world driving evaluation.</p> <p>This work item should also cover the assessment of Functional Safety.</p>	<p>The test and assessment method, (including CEL) for Lane Keeping systems of SAE levels 3/4 as New UN Regulation for contracting parties to the 1958 Agreement March 2020</p> <p>Review of the existing and upcoming methods and a proposed way forward for the assessment of AD March 2020</p> <p>New assessment /Test method of AD March 2021</p> <p>CEL for AD March 2021</p>
<p><b>Cyber security and (Over-the-Air) Software updates</b></p> <p>GRVA Cyber/software update informal group</p>	<p>Work of Task Force on Cyber Security and (OTA) software updates (TF CS/OTA) ongoing. Draft recommendations on the approach (based on draft technical requirements).</p>	<p>Test phase on the draft requirements under 1958 Agreement November 2019</p> <p>Review of draft set of technical requirements for 1998 CPs November 2019</p> <p>Review of the report of the test phase on the draft requirements November 2019</p>
<p><b>Data Storage System for Automated Driving vehicles (DSSAD)</b></p> <p>GRVA /EDR/DSSAD informal group</p>	<p>DSSAD are for autonomous vehicles (e.g. accident recording). This work item should take into consideration of the discussion at GRVA and its Informal Working Group on Automatically Commended Steering Function (IWG on ACSF).</p> <p>Clear objectives, deadline and the identification of differences with EDR to be determined first before discussion on detailed data information.</p>	<p>Clear objectives, deadline and the identification of differences with EDR November 2019</p> <p>DSSAD requirements for Lane Keeping systems of SAE levels 3/4 as New UN Regulation for contracting parties to the 1958 Agreement March 2020</p> <p>Review of the existing national / regional activities and a proposed way forward for DSSAD March 2020</p>
<p><b>Event Data Recorder (EDR)</b></p> <p>GRVA/ EDR/DSSAD informal group</p>	<p>Existing systems - as road safety measure (e.g. accident recording).</p>	<p>Clear objectives, deadline and the identification of differences with DSSAD November 2019</p> <p>Review of the existing national /regional activities and a proposed way forward for EDR March 2020</p> <p>Technical requirements on EDR November 2020</p>

In den informellen Arbeitsgruppen sind neben den Delegierten der Vertragsparteien des Übereinkommens (sogenannte „contracting parties“) auch Nichtregierungsorganisationen (Non-Governmental Organizations; NGOs) zugelassen, um die Arbeitsgruppen mit besonders spezifischen Fachkenntnissen anzureichern.

## 2. Forschungsfragen und Vorgehensweise

Dieser Aufsatz beschreibt den Beitrag für die IWG EDR/DSSAD, in dessen Rahmen folgende drei Forschungsfragen zum EDR und DSSAD behandelt werden:

1. Welcher Bedarf bezüglich EDR-Daten besteht für konventionelle Fahrzeuge bei Unfällen auf der Autobahn (EU-Pflicht ab 2022)?
2. Welcher Bedarf besteht für automatisierte Fahrzeuge (L3/L4) bezüglich EDR- und DSSAD-Daten bei Unfällen auf der Autobahn (vorgesehene Pflicht für alle AV)?
3. Welche EDR- und DSSAD-Systemausprägungen sind erforderlich, um Unfälle mit automatisierten Fahrzeugen möglichst zweifelsfrei aufklären zu können?

Hinführend auf die Beantwortung der drei Forschungsfragen werden im Kapitel 3 zunächst die Systeme DSSAD und EDR vorgestellt.

Im Anschluss erfolgt eine Beschreibung der zugrundeliegenden Unfalldatenbasis (Kapitel 4), mit deren Hilfe die Forschungsfragen in Kapitel 5 beantwortet werden können. Abschließend erfolgt eine Diskussion der Ergebnisse mit Darlegung von Einschränkungen und Empfehlungen zum weiteren Vorgehen.

## 3. DSSAD und EDR

Die möglichst lückenlose Aufklärung von Verkehrsunfällen unter Beteiligung von Fahrzeugen mit SAE Level 3/4-Funktionen erfordert die Aufzeichnung von bestimmten Daten unmittelbar vor, während und nach einem Unfallereignis. In der Fachwelt wird unterschieden zwischen einem Data Storage System for Automated Driving (DSSAD) und einem Event Data Recorder (EDR) (vgl. schematische Darstellung in Abbildung 1).

Der DSSAD ist im Wesentlichen ein „Fahrmodusspeicher“, der Daten aufzeichnet, um die Verantwortung und Haftung zu klären. Außerdem sollen die aus dem DSSAD gewonnenen Daten nach einem Ereignis zukünftig die Unfallforschung zu Automatisiertem Fahren allgemein unterstützen. Der Speicherinhalt umfasst solche Daten, die zur Feststellung der Fahrzeugführereigenschaft zu einem bestimmten Zeitpunkt dienen. Weitere für die Unfallaufklärung erforderliche Fahrdaten werden hiervon nicht umfasst. Der DSSAD zeichnet beispielsweise durch „Flags“ quasi kontinuierlich mit Zeit- und Ortsstempeln auf, ob die automatisierte Fahrfunktion oder der Fahrer die Fahraufgabe durchführt. Hinzu kommen u.a. Zeit- und Ortsstempel bei der Übernahmeaufforderung, bei einer Deaktivierung des Systems respektive Übernahme vom Fahrer, bei der Einleitung von Minimum Risk oder Emergency Manövern oder bei Systemfehlern. Kommt es während der Übernahmephase oder bei einer Deaktivierung des Systems zu einem Unfall oder einem Verkehrsverstoß, kann die Beurteilung der Haftungsfrage von verschiedenen Faktoren abhängen. Die verpflichtende Speicherung der Gründe für eine Übernahmeaufforderung oder Deaktivierung, wie beispielsweise schlechte Wetterverhältnisse (sog. „unplanned event“), fehlende Fahreraufmerksamkeit oder ein Übersteuern des Systems trägt folglich zur Klärung, wer oder was zu einem bestimmten Zeitpunkt die Fahrzeugsteuerung innehatte, bei. Darüber hinaus werden nicht alle Fragen des Speichermediums Inhalt der technischen UN-ECE Regulierung sein. Der europäische und nationale Gesetzgeber wird u.a. die genaue Ausgestaltung des

Speicherortes und detaillierte Fragen der Zugangsberechtigung durch eigene Vorschriften regulieren müssen. In Deutschland wurde durch die Novellierung des Straßenverkehrsgesetzes (§ 63a StVG) erstmals in der EU die Datenverarbeitung und Datenaufzeichnung im Sinne eines Fahrmodusspeichers (DSSAD) für hoch- und vollautomatisierte Fahrzeuge in die Gesetzgebung aufgenommen. Der deutsche Gesetzgeber sollte künftig von der Ermächtigungsgrundlage des § 63b StVG Gebrauch machen und Rechtsverordnungen erlassen, in denen die zusätzlichen Anforderungen an den DSSAD festgeschrieben werden.

Der EDR ist ein Ereignisdatenspeicher für Unfalldaten aus dem Fahrzeug, der unter anderem Informationen zur Fahrdynamik, zu Systemen der Insassensicherheit kurz vor und nach dem erkannten Anstoß oder Überschlag sowie zur Crashintensität beinhaltet. Unterschieden werden muss zwischen **EDR für konventionelle Fahrzeuge (EDR-CV)** und **EDR für automatisierte Fahrzeuge (EDR-AV)**. Letzterer muss die Leistungsfähigkeit gängiger EDR nach US-Standard NHTSA 49 CFR 563 deutlich überschreiten. Nur so kann eine Aufklärung von Verkehrsunfällen mit modernen Fahrzeugen gewährleistet und wichtige Daten für die Forschung gewonnen werden. In der EU wird ab dem Jahr 2022 der EDR für alle neuen konventionellen Pkw zur Pflicht, im Jahr 2026 folgt die Pflicht für Lkw mit einem zulässigem Gesamtgewicht von mehr als 3,5 Tonnen. Ebenso zur Pflicht wird der EDR in Kombination mit dem DSSAD für alle Fahrzeuge mit SAE L3/L4 Funktionen. Von der Automobilindustrie angestrebt werden erste AV-Funktionen ab dem Jahr 2021, voraussichtlich zunächst als Stau-Pilot mit ALKS (Automated Lane Keeping System).

Die Definition der technischen Anforderungen als inhaltliche Voraussetzung für die entsprechenden UN-Regelungen für beide EDR Systeme (konventionell/automatisiert) ist Gegenstand der IWG EDR/DSSAD.

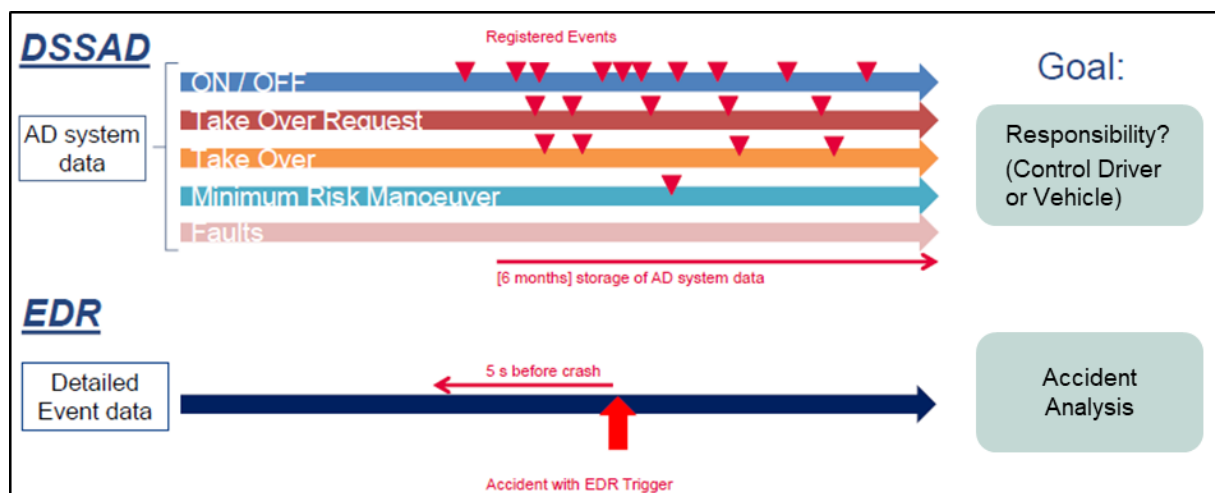


Abbildung 1: DSSAD versus EDR - schematisch [vgl. Kreutner et al., 2019]

Darüber hinaus muss der zunehmenden Nutzung der Konnektivität der Fahrzeuge Rechnung getragen werden. Das gilt insbesondere für die Unterstützung von EDR und DSSAD mit einem externen Datenspeicher und für die manipulationssichere Over-the-Air (OTA)-Datenübertragung. Damit können Unfallforschung und Hauptuntersuchung gewährleistet werden. In einem Positionspapier der deutschen Prüforganisationen und des Verbands der TÜV-Gesellschaften (VdTÜV) zur Datenspeicherung auf neutralen Servern kann dies im Detail nachgelesen werden [VdTÜV].

## 4. Datenbasis für die Analyse

Als Datenbasis für die Analysen zur Beantwortung der Forschungsfragen dient eine, im Rahmen einer wissenschaftlichen Arbeit erstellte, umfangreiche Unfalldatenbank des Allianz Zentrum für Technik mit insgesamt ca. 15.000 Kfz-Versicherungsschäden aus dem Jahr 2018 (Zufallsstichprobe). Aus dieser Datenbank wurde eine repräsentative Stichprobe von insgesamt 297 Unfällen auf Autobahnen und autobahnähnlichen Straßen detailliert analysiert. Unterteilt ist die Datenbank (DB) in die drei Versicherungssparten Kraft-Haftpflicht-Personenschaden, Kraft-Haftpflicht-Sachschaden und Kraftfahrzeugvollversicherung-Kollisionsschäden. Der Aufbau dieser Datenbank wurde durch die Technische Hochschule Ingolstadt (THI) sowie die Audi AG fachlich unterstützt.

## 5. Ergebnisse

### 5.1 Relevante wissenschaftliche Literatur

In der aktuellen Literatur gibt es einige Untersuchungen zur Wirksamkeits- und Sicherheitspotentialabschätzung von L3/L4-Fahrzeugen. Erwähnt sei hier eine Arbeit von [Ostermaier et al., 2019]. Auf der Basis von Allianz-Versicherungsschäden und der ADAC-Unfalldatenbank wurde ermittelt, dass automatisierte Fahrfunktionen in 20 Jahren nach ihrer Markteinführung zwischen 5,0 % und 6,8 % aller Pkw-VK-Kollisionsschäden vermeiden könnten sowie 1,9 % der schweren Unfälle, zu denen die ADAC-Rettung gerufen wurde. Weiter haben [Liers et al., 2019] in einer Forschungsarbeit der [VUFO]<sup>6</sup> ähnliche Prognoseergebnisse auf Basis der [GIDAS]-Daten<sup>7</sup> ermittelt, unter anderem, dass die Ergebnisse dabei stark von den Einführungsszenarien der L3/L4-Funktionen und der tatsächlichen Nutzung der Funktionen abhängig sind.

In einer weiteren Forschungsarbeit haben [Schatz et al., 2019] auf der Basis von „Naturalistic Driving Study“-Daten aus den USA die Verfügbarkeit bzw. Anwendbarkeit eines generischen Autobahn-Chauffeurs abgeschätzt. Diese liegt in sechs ausgewählten Staaten der USA bei immerhin über 80%, bezogen auf die gesamte gefahrene Autobahnstrecke in km. Die in derselben Arbeit zusätzlich abgeleiteten Ergebnisse zum Sicherheitspotential des sogenannten Stau-Chauffeurs auf Basis von Versicherungsschäden mit Verletzten sind hinsichtlich Schadenvermeidung ebenso vielversprechend (28 % Reduktion der Autobahnunfälle mit Personenschaden).

Zu der Frage, welche technischen Anforderungen an die Ausgestaltung des EDR und des DSSAD zu stellen sind, gibt es deutlich weniger veröffentlichte wissenschaftliche Arbeiten. Erwähnt seien die Veröffentlichungen von [Kreutner et al., 2018, 2019], in denen ein EDR-Datenmodell für hochautomatisierte Fahrzeuge beschrieben wird und auf die Unfallerkennung eingegangen wird. In einer Expertengruppe wurden dazu Datenelemente zum Crashverhalten, zu Fahrdaten, zur Fahreraktivität und zur Umgebung mit Aufzeichnungsintervall, Frequenz und Genauigkeit definiert, wie sie für eine Unfallaufklärung bei Beteiligung von hochautomatisierten Fahrzeugen benötigt werden. Bei hochautomatisierten Fahrzeugen wird sich vermehrt die Frage stellen, ob das System oder der Fahrer die Fahrzeugsteuerung innehatte. Hier können die gespeicherten Daten aus dem DSSAD wesentlich zur Klärung der Verantwortungsfrage beitragen.

Die Arbeit exemplifiziert ferner die Erforderlichkeit einer Speicherung und Weiterverarbeitung der DSSAD-Daten bei einem unabhängigen Dritten (sog. „Data Trustcenter Concept“) für

---

<sup>6</sup> Die Verkehrsunfallforschung an der TU Dresden GmbH fungiert als Forschungsinstitut und Entwicklungsdienstleister. Sie erfasst und analysiert Verkehrsunfälle mit Personenschäden im Raum Dresden und bietet Softwarelösungen für die Erfassung und Verarbeitung von Unfällen an.

<sup>7</sup> German In-Depth Accident Study (GIDAS) ist ein interdisziplinäres Projekt im Bereich der Verkehrsunfallforschung, bei dem reale Verkehrsunfälle dokumentiert und rekonstruiert werden. Die erhobenen Daten dienen als Wissens- und Datenbasis unterschiedlicher Interessengruppen.

eine transparente und manipulationssichere Feststellung der Verantwortlichkeit im Rahmen von Unfallereignissen oder Verkehrsverstößen.

Mit Stand Januar 2020 wurde keine weitere publizierte Untersuchung gefunden, die sich mit der Relevanz des EDR oder mit der quantitativen Bewertung der technischen Anforderungen hinsichtlich der Sensorik und erforderlichen aufzuzeichnenden Daten für EDR und DSSAD befasst.

## 5.2 EDR-Relevanz

EDR-relevante Unfälle im Sinne dieses Aufsatzes sind Schäden, bei denen Schadenhergang und Schadenursache nicht ohne Hinzuziehen geeigneter Fahrzeugdaten eines oder mehrere Beteiligter eindeutig ermittelbar sind. Diese beinhalten nicht nachvollziehbare und/oder fehlende belastbare Informationen zum Unfallhergang, insbesondere bei Unfällen mit gegensätzlichen Aussagen der Beteiligten.

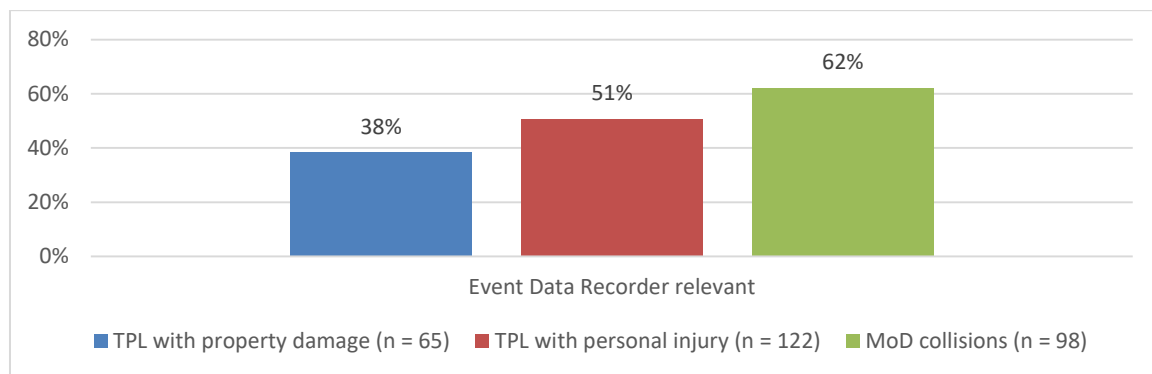


Abbildung 2: Verteilung EDR-relevanter Fälle auf Versicherungssparten [Braxmeier, 2019]

Während die Krafthaftpflicht-Sachschäden mit 38 % den geringsten Anteil an EDR-relevanten Fällen aufweisen, liegt der Anteil EDR-relevanter Fälle bei den Krafthaftpflicht - Schäden mit Personenschaden bei 51 % und bei den Vollkasko-Kollisionen sogar bei 62 %. Mit Bezug auf die Forschungsfrage 1 zeigt sich auf der Basis von Versicherungsschäden für die ODD „Autobahn“ für konventionelle Fahrzeuge ein erheblicher Bedarf nach EDR-Daten. Beispielsweise traten besonders häufig bei Vollkasko-Kollisionsschäden Unfälle auf, bei denen das Fahrzeug aus nicht ersichtlichen Gründen seitlich von der Fahrbahn abgekommen ist (14% der EDR-relevanten Schäden). Bei den Krafthaftpflicht-Sachschäden wurden fünf Schäden registriert, die durch eine seitliche Kollision zwischen zwei Fahrzeugen entstanden sind. Hierbei war nach den Zeugenbefragungen aufgrund unterschiedlicher Aussagen jeweils kein Unfallverursacher bestimmbar. Bei den Krafthaftpflichtschäden mit Personenschaden waren zwölf Verkehrsunfälle auf die Unachtsamkeit des Unfallverursachers zurückzuführen, jedoch konnte der Grund der Unachtsamkeit in keinem Fall bestimmt werden. Das überraschend hohe Ergebnis zum EDR-Bedarf unterstreicht die große Bedeutung der Einführung der EDR-Pflicht ab 2022 für konventionelle Fahrzeuge in der EU.

Die Forschungsfrage 2 „EDR- und DSSAD-Bedarf für automatisierte Fahrzeuge

“ kann nicht direkt aus den realen Unfällen konventioneller Fahrzeuge abgeleitet werden. Unter der Annahme, dass bei jedem oder zumindest einem Teil dieser 297 Unfälle mindestens ein Fahrer sein Fahrzeug im automatisierten Fahrmodus betrieben und sich erlaubterweise von der Fahraufgabe abgewendet hätte, würden die Zeugenaussagen der Fahrer ggf. ganz oder teilweise fehlen. Die sachgerechte Aufklärung des jeweils spezifischen



Unfalls ohne EDR-Daten würde dadurch nochmals erschwert. Insgesamt bilden die Anteile der EDR-relevanten Fälle für konventionelle Fahrzeuge daher eine untere Grenze für die Abschätzung des Anteils der EDR-relevanten Fälle für die automatisierte Fahrfunktion auf der Autobahn. Juristische Fragen nach Verantwortung, Haftung, Vermeidbarkeit, Wahrnehmbarkeit oder Produktversagen blieben zu Lasten der Opfer ohne weitere Spuren und Beweismittel ungeklärt.

### 5.3 Technische Anforderungen von EDR-AV hinsichtlich aufzuzeichnender Daten und Sensorik

Um eine Bewertung der Anforderungen an EDR-AV hinsichtlich der Sensorik und der zu erfassenden Daten durchführen zu können, ist es erforderlich, zunächst eine allgemeine Vorstellung des zukünftigen Unfallgeschehens von AV-Fahrzeugen im Mischverkehr zu haben.

#### 5.3.1 Unfallgeschehen von automatisierten/autonomen Fahrzeugen im Mischverkehr

Das zukünftige Unfallgeschehen von Fahrzeugen mit L3/L4-Funktionen auf Autobahnen im Mischverkehr kann durch die Kombination folgender Ansätze grob abgeleitet werden:

- 1.) Analyse heutiger realer Verkehrsunfälle mit konventionellen Fahrzeugen als Baseline
- 2.) Analyse von Konfliktsituationen und Beinahe-Unfällen aus Feldtests (FOTs) mit L3/L4-Fahrzeugen
- 3.) Simulation des zukünftigen Verkehrsgeschehens und möglicher Szenarien im Mischverkehr
- 4.) Experteneinschätzung, insbesondere hinsichtlich Mobilitäts- und Risikoveränderung

Im Rahmen des derzeit laufenden EU-Forschungsprojektes L3Pilot [L3-Pilot] haben sich bislang die in Abbildung 3 und 4 dargestellten wesentlichen, allgemeinen und übergeordneten Szenarien mit potentiell positiven und potentiell negativen Effekten ergeben [Fahrenkrog, 2019]. Bei dieser groben Unterteilung der Szenarien-Kategorien wird ersichtlich, wie komplex reale Unfälle in Wirklichkeit sein können. Zieht man exemplarisch die „Cut-In Konfliktsituation“ in Abbildung 3 heran und lässt gedanklich mögliche Parameter wie Geschwindigkeit, Delta-v, Beschleunigung, Fahrzeugart, Fahrzeugbreite oder Wetterbedingungen und Fahrbahneigenschaften sowie temporäre Objekte (z.B. Tagesbaustellen, Geschwindigkeitsüberwachungen, Baustellenfahrzeuge) und Infrastrukturobjekte (z.B. Verkehrsleitsysteme, Schilderbrücken) variieren, so wird deutlich, wie rasch eine ins nahezu Unendliche ansteigende Anzahl von Szenario-Variationen zustande kommt. Das Forschungsprojekt Pegasus hat dazu eine Anzahl von  $10^8$  Szenarien auf deutschen Autobahnen im Geschwindigkeitsbereich von 0 bis 130 km/h ermittelt. Die Simulation von Szenarien mit umfangreicher Parameter-Variation auf der Basis von FOTs und realen Unfallanalysen wird deshalb - neben Prüfgeländetests - fortlaufend eine wesentliche Stütze bei der Abschätzung der Sicherheit von L3/L4-Funktionen sein müssen.

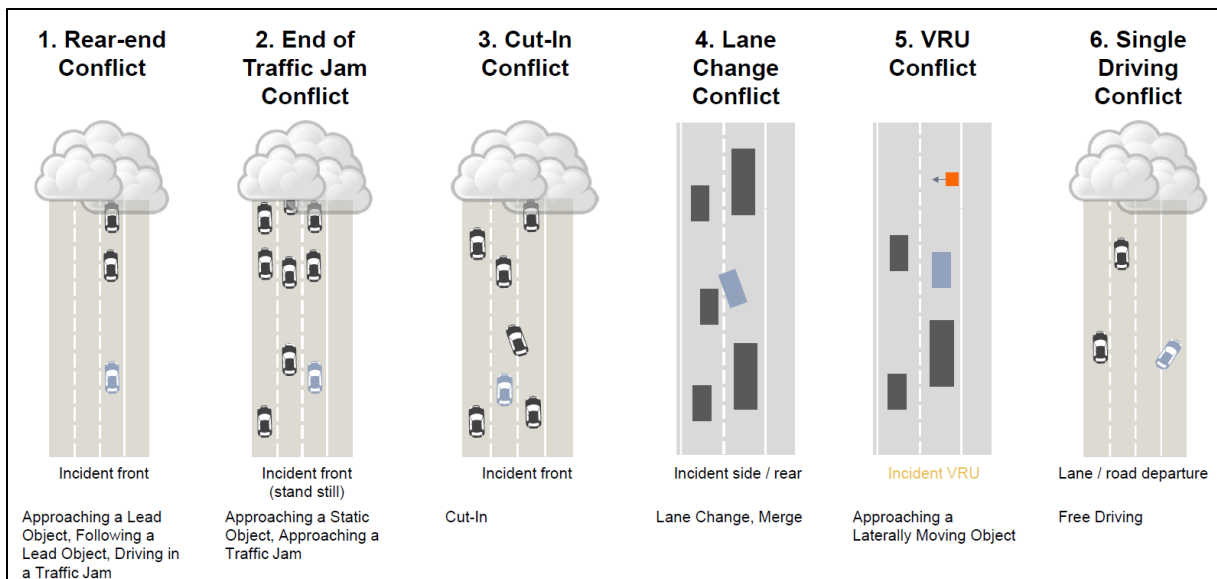


Abbildung 3: Szenarien mit potentiell positiven Effekten [Fahrenkrog, 2019]

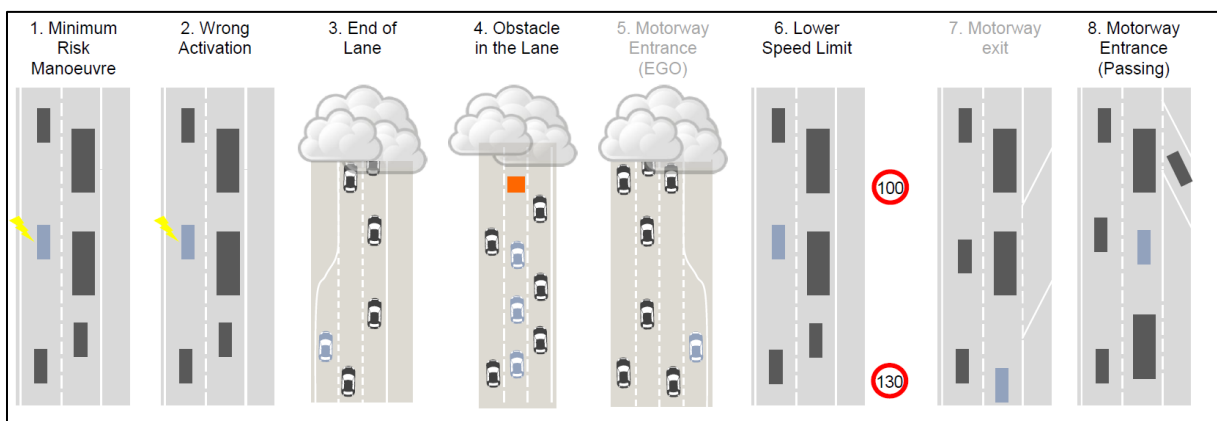


Abbildung 4: Szenarien mit potentiell negativen Effekten [Fahrenkrog, 2019]

Aus den Szenarien-Kategorien wird außerdem deutlich, dass nur hinreichend verfügbare EDR-AV-Daten die jeweils spezifische Konfliktsituation erkennen lassen, um möglichst zweifelsfrei Unfallhergang, Unfallursache und Unfallfolgen ermitteln zu können. Exemplarisch sei hier ein Unfall mit Spurwechselkonflikt aus Abbildung 3 genannt. Zur Aufklärung müssen beispielsweise Fragen zur Spurtreue der Konfliktpartner, Betätigung von Fahrtrichtungsanzeigern, Geschwindigkeit oder Vermeidbarkeit beantwortet werden. Bei Unfällen des Szenarios „Hindernis auf dem Fahrstreifen“ (Obstacle in the Lane) aus Abbildung 4 wären dagegen Fragen bzgl. der Erkennbarkeit des Objektes durch die verbaute Sensorik sowie zur Vermeidbarkeit durch Bremsen oder Lenken zu beantworten.









Anhand dieser Beispiele wird deutlich, dass ein EDR-AV die Erkennung einer Vielzahl von Konfliktsituationen abdecken muss, wobei im Einzelfall ggf. nur eine Teilmenge der aufgezeichneten Daten erforderlich sein kann. Einfache Auffahrunfälle ließen sich gegebenenfalls durch die Aufzeichnung von Fahrzeug- und Crashdaten wie Ort, Zeit, Geschwindigkeit, Delta-v und Beschleunigungen hinreichend gut aufklären, während komplexere Unfallverläufe zusätzlich Objektdaten und insbesondere Umfelddaten sowie Informationen zur Fahrerposition und -aktivität erfordern. Die AHEAD Initiative hat dazu ein

umfangreiches Datenmodell bei gleichzeitiger Datensparsamkeit entworfen, um eine hinreichende Abdeckung von Unfallszenarien zu gewährleisten, vgl. [Kreutner, 2019]

### 5.3.2 Systemausprägungen von EDR-AV

Die generischen technischen Anforderungen für die EDR-AV Systemausprägungen wurden aus den einzelnen EDR-relevanten Schadenfällen abgeleitet [Braxmeier, 2019]. Um zu klären, inwieweit sich reale Unfälle jeweils bei einer bestimmten Systemausprägung erfassen lassen, wurde eine Reihe generischer Systemausprägungen definiert und im Folgenden angewendet. Zunächst wurden die Grundkategorien (siehe Tabelle 2) Fahrzeugumgebung, Fahreraktivität, Fahrdaten und Crashdaten betrachtet. Für Fahrzeugumgebung und Fahreraktivität wurden darüber hinaus unterschiedliche Varianten der Sensordatenaufzeichnung definiert. Im Anschluss wurde geprüft, welche Konstellationen in der Lage sein würden, die verschiedenen Anteile der erfassten Autobahnunfälle aufzuklären.

Tabelle 2: Auflistung Icons für Datenerfassung [Braxmeier, 2019]

Erfassung der Fahrzeugumgebung				Erfassung Fahreraktivität		Erfassung der Fahrdaten	Erfassung der Crashdaten
Kamera 360°	Kamera Front/Heck	Sensor 360°	Sensor Front/Heck	Kamera	Sensor		
							

In Anlehnung an das AHEAD-DATA-MODEL [Kreutner et al., 2019] ergeben sich nach der „Top-Down-Methode“ für ein EDR-AV folgende Ausprägungen:

#### Systemausprägung I (maximal)

- Erfassung der Fahrzeugumgebung in 360° durch Kameras und weitere Umfelderkennungssensoren (z.B. Radar, LIDAR)
- Erfassung der Fahreraktivität durch Kamera und weitere Sensoren im Innenraum des Fahrzeugs
- Erfassung von Fahrdaten und Crashdaten

#### Systemausprägung II

- Erfassung der Fahrzeugumgebung durch Umfelderkennungssensoren (360°) und Kameras (nur Front/Heck)
- Erfassung der Fahreraktivität durch Kamera und weitere Sensoren
- Erfassung von Fahrdaten und Crashdaten

#### Systemausprägung III

- Erfassung der Fahrzeugumgebung durch Umfelderkennungssensoren (360°)
- Erfassung der Fahreraktivität durch Kamera und weitere Sensoren

- Erfassung von Fahrdaten und Crashdaten

#### Systemausprägung IV

- Erfassung der Fahrzeugumgebung durch Umfelderkennungssensoren (360°)
- Erfassung der Fahreraktivität durch Sensoren ohne Kamera
- Erfassung von Fahrdaten und Crashdaten

#### Systemausprägung V

- Erfassung der Fahrzeugumgebung durch Umfelderkennungssensoren (nur Front/Heck)
- Erfassung der Fahreraktivität durch Sensoren ohne Kamera
- Erfassung von Fahrdaten und Crashdaten

#### Systemausprägung VI

- Erfassung der Fahreraktivität durch Sensoren ohne Kamera
- Erfassung der Fahrdaten und Crashdaten

#### Systemausprägung VII

- Erfassung von Fahrdaten und Crashdaten

#### Systemausprägung VIII (minimal)

- Erfassung von Fahrdaten

### 5.3.3 EDR-AV Aufzeichnungsdauer

Bei automatisierten Fahrzeugen empfiehlt AHEAD eine Datenerfassung von 30 s vor und 10 s nach der Kollision. Diese Zeit erweist sich in den einzelnen EDR-relevanten Schadenfällen aus dem vorliegenden Schadenkollektiv als hinreichend. So hat zum Beispiel in einigen Fällen der Unfallverursacher durch einen Spurwechsel den Versicherungsnehmer zu einem Ausweichmanöver gezwungen, wodurch dieser von der Fahrbahn abkam oder mit dem auf der Nebenspur fahrenden Fahrzeug kollidierte. Um in diesen Fällen den Verursacher bildlich zu erfassen, wäre ein Aufzeichnungsbeginn von 10 s vor der Kollision ausreichend gewesen. In einem anderen exemplarischen Schadenfall ist der Versicherungsnehmer infolge eines Fahrfehlers ins Schleudern und anschließend auf der Fahrbahn ohne Kollision zum Stehen gekommen. In der zeitlichen Folge von etwa 5-10 s kollidierten zwei nachfolgende Fahrzeuge miteinander, die im Begriff waren, durch Bremsen und Ausweichen eine Kollision zu verhindern. Sollte es zu Multikollisionen innerhalb der 10 s oder danach kommen, ist eine ausreichende Anzahl von Speicherplätzen für die einzelnen Ereignisse zu definieren. Ergänzend sei erwähnt, dass die Aufzeichnungsdauer von 30 Sekunden vor der Kollision erforderlich ist, um ggf. auch Übernahme-/Übergabezeiten im EDR-AV und DSSAD abzubilden.

### 5.3.4 Bedarfsanalyse für die EDR-AV Systemausprägungen

Erstes Ziel der Bedarfsanalyse ist die Feststellung der erforderlichen EDR-AV Systemausprägung für jeden einzelnen Unfall im gesamten Schadenkollektiv. Weiteres Ziel ist die Ermittlung der Anteile von Unfällen, die mit der jeweiligen EDR-AV Systemausprägung hinreichend gut ausgewertet werden können. Dabei ist es unerheblich, ob die L3/L4-

Fahrfunktion während des Unfalls als eingeschaltet angenommen wird oder nicht. Vielmehr gilt es, dieses neben Unfallursache, -hergang und -folgen genau klären zu können.

Dementsprechend wurde für jeden einzelnen Schadenfall anhand der Schadenakte untersucht, welche Daten ein EDR-AV beim Unfall mit aktivierter oder deaktivierter L3/L4-Fahrfunktion aufzeichnen muss, um eine hinreichend genaue Unfallaufklärung des jeweiligen Schadenfalls gewährleisten zu können. Im Folgenden wird anhand von Beispielen erläutert, welche Art von Unfällen mit den jeweiligen Systemausprägungen aufgeklärt werden können.

Systemausprägung VIII: Um einen plötzlichen Fahrzeugdefekt vollständig aufklären zu können, ist das Erfassen von Fahrdaten notwendig. Hierbei können Daten über den Geschwindigkeitsverlauf und den Fahrzeugstatus genutzt werden, um beispielsweise einen Unfall durch einen plötzlich auftretenden Reifenschaden oder einen Defekt der Bremsanlage zu rekonstruieren.

Systemausprägung VII: In der siebten Systemausprägung eines EDR-AV können zusätzlich zu den Fahrdaten auch Crashdaten aufgezeichnet werden. Hierdurch kann ein Teil der Unfälle, die durch zu geringen Sicherheitsabstand (Kollisionen Heck/Front) oder überhöhte Geschwindigkeit entstanden sind, bezüglich der gefahrenen Geschwindigkeit in einem engeren Toleranzband rekonstruiert werden. Des Weiteren ist es durch diese Daten möglich, die Verletzungen oder Beschwerden (z.B. HWS-Distorsion) der Insassen zu plausibilisieren.

Systemausprägung VI: Um ein eventuelles Fehlverhalten des Fahrers von einem Fehlverhalten des automatisierten Fahrzeugs unterscheiden zu können, wird die Information der Fahreraktivität zu Lenkung, Beschleunigung, Bremsung oder Bedienung sonstiger Fahrzeugeinrichtungen benötigt. Daraus kann die Übereinstimmung des automatisierten Systems durch den Fahrer ermittelt werden.

Systemausprägung V: Um Unfälle der Kollisionsart „Front Versicherungsnehmer auf Heck Geschädigter“ mit unklarer Ursache, Ausweichmanöver aufgrund von Tieren, Kollision mit Ladung und plötzliches Bremsmanöver des Vorfahrenden aufklären zu können, wird zusätzlich eine Erfassung der Fahrzeugumgebung (vorne/hinten) benötigt. Dafür ist eine Objekterfassung durch Umfeldsensoren erforderlich. Wenn auf Kamerabilder verzichtet wird, können jedoch nur die der Software bekannten Objekte detektiert und in Objektlisten abgelegt werden. Auf Autobahnen könnte somit ein plötzliches Vollbremsmanöver des Vorfahrenden (verkehrs- oder situationsbedingt) plausibilisiert werden.

Systemausprägung IV: Durch die erweiterte Erfassung der Fahrzeugumgebung (360°) ist es möglich, Massenkarambolagen mit nicht nachvollziehbarem Hergang aufzuklären. Bei Massenkarambolagen ist eine exakte Aussage bezüglich des Hauptverursachers häufig schwer zu treffen. Bei den in dieser Arbeit ausgewerteten Unfällen mit drei und mehr Beteiligten wurde dem Versicherungsnehmer in fünf Fällen vorgeworfen, den Unfall verursacht zu haben. In allen Fällen sind jedoch nach eigenen Angaben die Versicherungsnehmer nicht dem Vorfahrenden aufgefahren, sondern wurden durch einen Dritten auf diesen aufgeschoben. Um eine exakte Rekonstruktion zu ermöglichen, können in diesen Fällen neben Beschleunigungswerten auch Rundumsichten zur Unfallaufklärung beitragen. Zudem kann bei einer seitlichen Kollision mit unklarer Ursache eine abstrakte Darstellung der Fahrzeugseite bei der Ermittlung der Unfallursache unterstützen. In den 10 relevanten Fällen der Unfalldatenbank war jeweils nicht ersichtlich, wer der Unfallverursacher war und wodurch der Unfall ausgelöst wurde.

Systemausprägung III: Liegt ein Schaden durch Abkommen von der Fahrbahn aus unklarem Grund, Fahrerflucht des Fahrers nach dem Unfall oder plötzlichem körperlichen Unvermögen vor, ist eine Innenraumsensorik erforderlich. Beim Abkommen von der Fahrbahn ohne Fremdeinwirkung sind Sekundenschlaf oder Ablenkung des Fahrers durch die Bedienung elektronischer Kommunikationsgeräte (Mobiltelefon) häufige Unfallursachen. Eine plötzliche

körperliche Einschränkung durch einen medizinischen Notfall könnte aber auch vorgelegen haben. Besonders aus Sicht der Opfer oder Angehörigen ist in diesen Fällen der Grund für das Abkommen eine hochemotionale und wichtige Frage. Bilder einer Innenraumkamera und ein damit erstelltes abstraktes Fahrermodell könnten - unter Einhaltung von Datenschutzbestimmungen und Persönlichkeitsrechten - diese Fragen klären.

Systemausprägung II: Um einen Unfallverursacher ermitteln zu können, der durch ein Fahrmanöver einen Unfall verursacht und sich anschließend unerlaubt vom Unfallort entfernt hat, wird die bildliche Erfassung des amtlichen Kennzeichens benötigt. Dies ist in der Konstellation der zweiten Systemausprägung mit Kameras im Front- und Heckbereich möglich.

Systemausprägung I: In der ersten Systemausprägung könnten, wie in der zweiten, alle Unfälle der vorliegenden Fallanzahl aufgeklärt werden. Somit ist in der vorliegenden Stichprobe kein zusätzliches Aufklärungspotential bei einer Erweiterung der Kameraperspektive auf 360° gegeben. Ein zusätzliches Aufklärungspotenzial wäre in Fällen mit Konflikten zwischen seitlich nebeneinander fahrenden Fahrzeugen zu erwarten.

Die Anteile von Unfällen, die mit der jeweiligen EDR-AV Systemausprägung adressiert und rekonstruiert werden können, sind in Abbildung 5 zusammenfassend dargestellt. Datengrundlage dafür sind alle als EDR-relevant eingestuftes Autobahnunfälle der AZT-Unfalldatenbank (siehe Kap.5.2). Das sind 25 Krafthaftpflicht-Sachschäden, 61 Krafthaftpflicht-Personenschäden und 61 VK-Kollisionen.

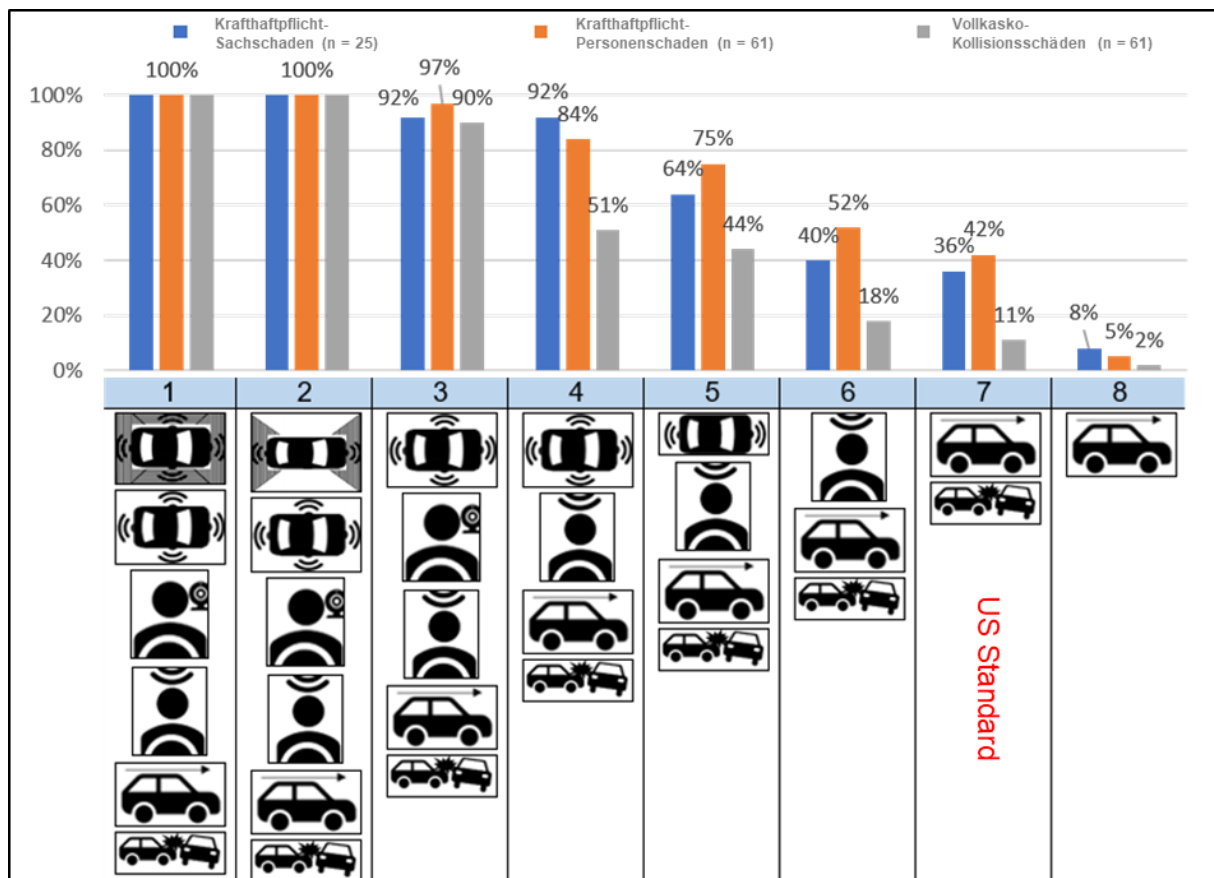


Abbildung 5: Bedarf an EDR-AV Systemausprägungen bei EDR-relevanten Fällen unterteilt in Versicherungssparten [%] [Braxmeier, 2019]

Mit EDR-AV der Systemausprägung I oder II könnten alle untersuchten Verkehrsunfälle aufgeklärt werden. Das Aufklärungspotential liegt somit in allen DB-Segmenten bei 100 %.

Durch den Ausschluss des Kamerasystems zur Erfassung der Fahrzeugumgebung (Systemausprägung 3), kommt es zu einem Verlust von 8 Prozentpunkten (n=2) bei der Krafthaftpflicht-Sachschäden-DB. Bei den Personenschäden der Krafthaftpflichtversicherung liegt dieser Verlust bei nur 3 Prozentpunkten (n=2). Innerhalb der Vollkasko-Kollisionsschäden ist der höchste Verlust an Aufklärungspotential festzustellen. Dieser beträgt ca. 10 Prozentpunkte (n = 6). In allen Fällen wurde der Versicherungsnehmer aufgrund des Spurwechsels eines Drittbeteiligten zu einem Ausweichmanöver gezwungen. Die Unfallverursacher waren nach der Kollision (einmal Leitplanke, einmal Geschädigten-Fahrzeug) flüchtig.

Durch eine weitere Umfangsreduzierung des Systems (Fahreraktivität nicht durch Kamera erfasst, Systemausprägung IV) reichen die erfassten Daten nicht aus, um ein Abkommen von der Fahrbahn aus unklarem Grund, die Fahrerflucht des Versicherungsnehmers oder ein plötzliches körperliches Unvermögen aufklären zu können. Bei den Krafthaftpflicht-Personenschäden ist eine Reduzierung von 8 Fällen (13 Prozentpunkte) festzustellen. In der Fahrzeugvollversicherung treten in diesen Clustern mit 24 Fällen die meisten Verkehrsunfälle auf. Dies spiegelt sich dementsprechend im Verlust an Aufklärungspotential für die vierte Systemausprägung deutlich wider (Reduktion um 39 Prozentpunkte).

In Systemausprägung V ist die sensorische Erfassung der Fahrzeugumgebung auf die Bereiche vor und hinter dem Fahrzeug beschränkt. Somit ist die Unfallaufklärung bei einer seitlichen Kollision mit unklarer Ursache und bei einer Massenkarambolage mit nicht nachvollziehbarem Hergang nicht mehr möglich. Es kommt bei den Krafthaftpflicht-Sachschäden zu einer Reduktion des Aufklärungspotentials um 28 Prozentpunkte (n=7). Bei den Krafthaftpflicht-Personenschäden liegt der Verlust bei ca. 7 Prozentpunkten (n=5). Massenkarambolagen lagen bei den Kollisionen der Fahrzeugvollversicherung vor und führen zu einer Reduktion um sieben Prozentpunkte (n = 4).

Ab Systemausprägung VI erfolgt keine Erfassung der Fahrzeugumgebung. Dadurch ist die Aufklärung einer Auffahrkollision mit unklarer Ursache, eines Ausweichmanövers aufgrund von Tieren, einer Kollision mit Ladung oder einem plötzlichen Bremsmanöver des Unfallverursachers nur noch bedingt möglich. Das Potential bei den Vollkasko-Kollisionsschäden sinkt stark um 26 Prozentpunkte (n=16) auf ca. 18 %. Auch in den Krafthaftpflichtsegmenten Personenschaden (minus 23 Prozentpunkte; n=14) und Sachschaden (minus 24 Prozentpunkte; n=6) fällt das Aufklärungspotential deutlich.

Liegen, wie in der siebten Systemausprägung, nur Fahr- und Crashdaten vor, kann der Grund einer Unachtsamkeit des Fahrzeugführers nicht mehr ermittelt werden. Bei den Sachschäden der Krafthaftpflicht kommt es dadurch zu einem Verlust von vier Prozentpunkten (n=1). Bei den Personenschäden kam es in sechs Fällen vor, dass der Versicherungsnehmer Unachtsamkeit als Unfallursache angab, dabei allerdings nicht den genauen Grund. Dies führt zu einer Reduzierung des Aufklärungspotentials um zehn Prozentpunkte. Bei der Fahrzeugvollversicherung beträgt das Aufklärungspotential der siebten Systemausprägung ca. 11 % (Reduzierung um 7 Prozentpunkte).

Die Systemausprägung VIII erfasst lediglich Fahrdaten. Dadurch können nur noch Fahrzeugdefekte plausibilisiert werden. Unter dieser Voraussetzung kommt es im Segment Krafthaftpflicht-Sachschaden zu einer Reduzierung des Aufklärungspotentials um 28 Prozentpunkte auf 8 %. Bei den Personenschäden kommt es zu einem deutlichen Verlust von 37 Prozentpunkten (n=23). Bei den Kollisionsschäden der Fahrzeugvollversicherung

liegt, nach einem Verlust von neun Prozentpunkten, nur noch ein einziger auswertbarer Fall vor (ca. 2 %).

## 6. Diskussion und Schlussfolgerungen

Für die untersuchten Schadenfälle konventioneller Fahrzeuge auf Autobahnen konnte hinsichtlich der Ermittlung der Unfallursachen und des Unfallherganges ein hoher Bedarf von EDR-Systemen festgestellt werden (EDR-Relevanz 38% bis 62%). Die EU-weit verpflichtende Einführung von EDR im Jahr 2022 kann bei geeigneter Systemausprägung damit eindeutig zu einer Verbesserung der Unfallaufklärung führen. Das ist insbesondere wichtig für Unfälle mit Verletzten und Todesfolge. Nach der vorliegenden Datenlage könnten mit einem EDR nach heutigem US-Standard immerhin bereits 42 % der relevanten Autobahnunfälle mit Personenschaden aufgeklärt werden, eine weitere erhebliche Steigerung der Aufklärungsrate ist mit Sensoren, die das Umfeld und die Fahreraktivität erfassen, zu erwarten.

Die Ergebnisse zur Relevanz für EDR für automatisierte Fahrzeuge (L3/L4) auf der Autobahn unterstreichen den hohen Bedarf für ein solches System. Die EU-Gesetzgebung hat hier zu Recht eine Pflicht vorgesehen – was heute auch in der Fachwelt niemand mehr anzweifelt. Weiterhin konnte mit den untersuchten Unfalldaten näherungsweise geklärt werden, welche EDR-AV Systemausprägung erforderlich ist, um Unfälle mit automatisierten Fahrzeugen (AV on/off) möglichst zweifelsfrei aufklären zu können. Die Gesetzgebung sollte in diesem Zusammenhang besonderes Augenmerk auf Unfälle mit Personenschaden richten und die EDR-AV Systemausprägung mit entsprechend hohem Aufklärungspotential anstreben. Hierdurch können Opferschutz und Transparenz gewährleistet werden. Nur wenn Unfälle mit automatisiertem Fahren zweifelsfrei und manipulationssicher ausgewertet werden können, werden die Systeme von der Gesellschaft akzeptiert. Durch die Nutzung anonymisierter EDR-Daten in der Unfallforschung können die Systeme stetig verbessert und damit das größtmögliche Sicherheitspotential – auch im Sinne von Vision Zero – erwartet werden.

Dazu trägt auch ein Car Data Trustcenter bei, an das automatisiert Daten Over-the-Air übertragen werden und das von einer neutralen oder behördlichen Stelle betrieben wird. Diese „neutrale Stelle“ unterstützt die Fahrzeughauptuntersuchung bei der digitalen Überprüfung von safety- und security-relevanten Funktionen im Fahrzeug („PTI der Zukunft“) und ermöglicht es darüber hinaus, mit anonymisierten Daten Schwachstellen in Software und Systemen zu ermitteln.

Die hier vorgestellten Ergebnisse zur EDR-Relevanz und deren erforderlicher Systemausprägungen für L3/L4 Fahrzeuge unterliegen hinsichtlich allgemeiner Aussagen naturgemäß gewissen Einschränkungen. Diese sind insbesondere die begrenzte Anzahl von 297 untersuchten Schadenfällen auf Autobahnen und die Beschränkung auf Versicherungsschäden in Deutschland. Außerdem wurde keine Modellierung der Änderung des zukünftigen Verkehrsflusses, Mobilitätsverhalten oder eines Modal Split auf Autobahnen durch L3/L4 Fahrzeuge berücksichtigt.

Um die in dieser Arbeit erlangten Forschungsergebnisse zum EDR-AV sowie weitere Unfallforschungsergebnisse rund um das Sicherheitspotential von L3/L4-Funktionen fortlaufend zu evaluieren, und um damit die Verkehrssicherheit zu verbessern, ist eine Erhöhung der zu analysierenden Fallanzahl, eine zunehmende Vereinheitlichung der Datenbanken und eine kontinuierliche Durchführung von Naturalistic Driving Studies, insbesondere in Europa, dringend erforderlich. Nur dann können die eingangs in Kapitel 1 erwähnten Sicherheitsaspekte, die im „Framework document on automated/autonomous vehicles“ [ECE/TRANS/WP.29/2019/34 und ECE/TRANS/WP.29/2019/34/Rev.1] niedergeschrieben sind, erreicht werden.



## 7. Literaturverzeichnis

**[Audi, 2017]** Audi Media Info, „Der neue Audi A8: Zukunft der Luxusklasse“ verfügbar unter: <https://www.audi-mediacycenter.com/de/pressemitteilungen/der-neue-audi-a8-zukunft-der-luxusklasse-9124> (abgerufen am 10.02.2020)

**[Braxmeier, 2019]** Braxmeier O., Analyse des Sicherheitspotentials eines Autobahn-Chauffeurs und Bedarfsanalyse für einen DSSAD/Event-Data-Recorder [Bachelorarbeit]. Hochschule Ingolstadt, Sep. 2019

**[DOT/NHTSA, 2017]** Automated Driving Systems 2.0: A Vision for Safety, U.S. Department of Transportation (DOT) and National Highway Traffic Safety Administration (NHTSA), [https://www.nhtsa.gov/sites/nhtsa.dot.gov/files/documents/13069a-ads2.0\\_090617\\_v9a\\_tag.pdf](https://www.nhtsa.gov/sites/nhtsa.dot.gov/files/documents/13069a-ads2.0_090617_v9a_tag.pdf)

**[DOT/NHTSA, 2018]** Preparing for the Future of Transportation: Automated Vehicles 3.0, U.S. Department of Transportation (DOT) and National Highway Traffic Safety Administration (NHTSA), <https://www.transportation.gov/sites/dot.gov/files/docs/policy-initiatives/automated-vehicles/320711/preparing-future-transportation-automated-vehicle-30.pdf>

**[DOT/NHTSA, 2020]** Ensuring American Leadership in Automated Vehicle Technologies - Automated Driving Systems 4.0, U.S. Department of Transportation (DOT) and National Highway Traffic Safety Administration (NHTSA)

**[DVR, 2017]** DVR – Deutscher Verkehrssicherheitsrat, 2017. Automated Driving Functions [online]. Bonn: German Road Safety Council. Verfügbar unter: <https://www.dvr.de/dvr/beschluesse/2017-automated-driving-functions.html>

**[Fahrenkrog 2019]** Fahrenkrog F., 2019. Level 3 Pilot [Diskussionsrunde]. Aug. 2019

**[Fraunhofer, 2015]** Fraunhofer-Institut für Arbeitswirtschaft und Organisation IAO., 2015. Hochautomatisiertes Fahren auf Autobahnen – Industriepolitische Schlussfolgerung[online]. Berlin: Bundesministerium für Wirtschaft und Energie [Zugriff am 10. Jan. 2020].PDF. Verfügbar unter: <https://www.bmwi.de/Redaktion/DE/Downloads/H/hochautomatisiertes-fahren-auf-autobahnen.html>

**[GDV, 2018]** Gesamtverband der Deutschen Versicherungswirtschaft e. V., 2018. Erhöht automatisiertes Fahren die Sicherheit? – Unfallforschung Kompakt[online]. Berlin: Gesamtverband der Deutschen Versicherungswirtschaft e.V..Verfügbar unter: <https://udv.de/de/node/55593>

**[GIDAS]** German in-Depth Accident Study, Ford, Volkswagen AG, BMW AG, Robert Bosch GmbH, BASt – The Highway Research Institute, Daimler AG, <https://gidas.org/willkommen/>

**[Gwehenberger et al., 2019]** Gwehenberger J., Lauterwasser C., Borrack M., Kreutner M., Braxmeier O., 2019. EDR / DSSAD Needs assessment for motorway pilot and traffic jam chauffeur (Level 3) [PowerPoint-Präsentation]. Ismaning: AZT Automotive GmbH, 04. Dez. 2019.

**[Kreutner et al., 2018]** Kreutner M., Gwehenberger J., Lauterwasser C., 2018. Investigating Accidents Involving Highly Automated Vehicles: Concept of a Data Trustee and Data Model for Future Homologation, Dubrovnik, 27th Annual Congress EVU [October 11 – 13]

**[Kreutner et al., 2019]** – Kreutner M., Gwehenberger J., Lauterwasser C., 2019. Investigating Accidents Involving Highly Automated Vehicles: Concept of a Data Trustee and Data Model for Future Homologation [online]. St. Louis: Mira Smart Conference [16. Jul. 2019].PDF. Verfügbar unter:

[http://indexsmart.mirasmart.com/26esv/SearchResults.php?Country=&Affiliations=&Paper\\_Number=&Technical\\_Session=&Author=Kreutner%2C+Melanie&Title](http://indexsmart.mirasmart.com/26esv/SearchResults.php?Country=&Affiliations=&Paper_Number=&Technical_Session=&Author=Kreutner%2C+Melanie&Title)

**[L3Pilot]** EU-Projekt L3Pilot – Driving Automation, <https://l3pilot.eu/>

**[Liers et al., 2019]** Liers H., Unger T., 2019. Prediction of the expected accident scenario of future Level 2 and Level 3 cars on German motorways, PDF, Verfügbar unter: <http://www.ircobi.org/wordpress/downloads/irc19/pdf-files/14.pdf>

**[OEMs, Suppliers, 2019]** Aptiv Services US, LLC; AUDI AG; Bayerische Motoren Werke AG; Beijing Baidu Netcom Science Technology Co., Ltd; Continental Teves AG & Co oHG; Daimler AG; FCA US LLC; HERE Global B.V.; Infineon Technologies AG; Intel; Volkswagen AG; 2019. "Safety First for Automated Driving"

**[Ostermaier et al., 2019]** Ostermaier I., Gwehenberger J., Feldhütter A., Pschenitzka M., 2019. Analyse von Unfallschäden zur Ermittlung des Unfallvermeidungspotentials durch automatisierte Fahrfunktionen auf SAE-Level 3 und 4. Zeitschrift Verkehrsunfall und Fahrzeugtechnik, Heft 4, S. 144-150, April 2019.

**[Pegasus]** Deutsches Zentrum für Luft- und Raumfahrt e.V. – Institut für Verkehrssystemtechnik. <https://www.pegasusprojekt.de/de/home>

**[SAE J3016]** Society of Automotive Engineers, 2018. SAE J3016 (201806): Taxonomy and Definitions for Terms Related to Driving Automation Systems for On-Road Motor Vehicles; Englische Fassung. Warrendale: SAE International, Jul. 2019

**[Schatz et al., 2019]** Schatz J., Gwehenberger J., Feig Ph., Braxmeier O., Leonhardt T. Assessment of Technical Requirements for Automated Driving – A Comparison to Human Driving. Präsentation im Rahmen der TUM/TÜV-Süd Tagung "Automatisiertes Fahren", München, 21.-22. Nov. 2019.

**[Thatcham Research, ABI, 2019]** Defining Safe Automated Driving - Insurer Requirements for Highway Automation, Thatcham Research for the Association of British Insurers (ABI), <https://www.thatcham.org/what-we-do/automated-driving/>

**[VO (EU), 2019]** Verordnung (EU) 2019/2144 des Europäischen Parlaments und des Rates, vom 27. Nov. 2019

**[UNECE, 2020]** United Nations Economic Commission for Europe, Verfügbar unter <https://www.unece.org/trans/main/wp29/introduction.html> (abgerufen am 10.02.2020)

**[UNECE WP.29-177-19]** Framework document on automated/autonomous vehicles, Informal document WP.29-177-19, 177th WP.29, 12-15 March 2019, <https://www.unece.org/fileadmin/DAM/trans/doc/2019/wp29/WP29-177-19e.pdf>

**[VdTÜV]** Verkehrssicherheit und Umweltschutz durch Fernzugriff auf Fahrzeugdaten, verfügbar unter [https://www.vdtuev.de/dok\\_view?oid=775511](https://www.vdtuev.de/dok_view?oid=775511)

**[VUFO]** Verkehrsunfallforschung an der TU Dresden GmbH. <https://www.vufo.de/startseite/>