

Digitale Unfallspuren im Event Data Recorder

Die Grundlagen – was EDR kann ... und was nicht!

Das Thema der digitalen Spuren in Fahrzeugen wurde mit der Übernahme der Verordnung (EU) 2019/2144¹ sowie der Verordnung (EU) 2022/545² per Juli 2022 in der Schweiz³ aufgegriffen und oftmals falsch oder unvollständig wiedergegeben. Die Verordnungen sprechen in diesem Zusammenhang von ereignisbezogener Datenaufzeichnung. Bereits heute ist dies in modernen Fahrzeugen technisch realisiert und die digitalen Spuren eines Unfalls ereignisses werden in einem sogenannten EDR (Event Data Recorder) abgelegt. Diese digitalen Spuren können mit dem für jedermann frei käuflichen Bosch CDR (Crash Data Retrieval) Gerät ausgelesen werden. Trotzdem ist der EDR nicht mit einer Blackbox vergleichbar, da die Daten nicht permanent abgespeichert werden und so keine Fahrprofile über längere Strecken erstellt werden können.

Die Interpretation dieser digitalen Spuren aus dem EDR ist jedoch komplex und soll nur durch Sachverständige mit guten Kenntnissen der Unfallrekonstruktion, Fahrdynamik und Fahrzeugtechnik und in Gesamtheit mit den klassischen physikalischen Spuren erfolgen.

Um zu verhindern, dass diese – zweifellos in vieler Hinsicht wertvollen – digitalen Spuren falsch interpretiert und so ihrer Bedeutung beraubt werden, haben sich mehrere Schweizer Unfallanalytiker aus verschiedenen Behörden, privaten Ingenieurbüros und Versicherungen zusammengefunden und das vorliegende Grundlagenpapier zu diesem Thema erarbeitet.



André Blanc*



Stefan Zuber*



Thomas Keusch*



Stefan Liechti*

Mitautoren in alphabetischer Reihenfolge:**

Markus Brosi, Massimo Dalessi, Gregory Knobel, Andreas Leu, Markus Metzger, Michele Riatsch, Hannes Winkler.

¹ Verordnung (EU) 2019/2144 des Europäischen Parlaments und des Rates vom 27. November 2019.

² Delegierte Verordnung (EU) 2022/545 des Europäischen Parlaments und des Rates vom 26. Januar 2022.

³ <https://www.astra.admin.ch/astra/de/home/themen/verkehrsicherheit/fahrassistenzsysteme/alle-fahrzeuge.html> (besucht am 13. Mai 2022).

<https://blog.astra.admin.ch/fahrassistenzsysteme-der-unfalldatenschreiber-kommt-naechstes-jahr-weitere-folgen/> (besucht am 3. Mai 2022).

<https://automobilrevue.ch/2022/03/16/was-die-blackbox-ist-und-was-nicht/> (besucht am 13. Mai 2022).

<https://www.nzz.ch/mobilitaet/tempobremse-und-blackbox-fuer-neu-zugelassene-autos-ab-2024-ld.1669809?reduced=true> (besucht am 13. Mai 2022).

<https://www.tagesanzeiger.ch/bald-zeichnen-autos-unfalldaten-auf-801899294800> (besucht am 13. Mai 2022).

<https://weltwoche.ch/daily/der-glaeserne-autofahrer-ab-1-juli-gilt-im-eigenen-fahrzeug-die-staatliche-totalueberwachung-die-schweiz-uebernimmt-eu-richtlinien/> (besucht am 13. Mai 2022).

<https://www.srf.ch/play/tv/kassensturz/video/datenschutz-wie-autos-ihre-besitzer-verpfeifen?urn=urn:srf:video:c22eda85-5164-40b5-b4a1-965a5ab4bd8f> (besucht am 13. Mai 2022).

* **Kernteam:** ANDRÉ BLANC, dipl. Automobil-Ing. FH, Unfallanalytiker, DTC Dynamic Test Center AG; STEFAN ZUBER, dipl. Automobil-Ing. FH/MSc in Biomedical Engineering, Unfallanalytiker, Forensisches Institut Zürich; THOMAS KEUSCH, dipl. Automobil-Ing. FH, Fachspezialist Verkehrsunfallanalyse, Zürich Versicherungs-Gesellschaft AG; STEFAN LIECHTI, Automobil diagnostiker FA/DAS Paralegal ZHAW, Senior Specialist Accident Research, AXA Versicherungen AG.

** **Mitautoren in alphabetischer Reihenfolge:** MARKUS BROSI, eidg. dipl. Automechaniker, Dienstchef Unfalldienst, Kantonspolizei Bern; MASSIMO DALESSI, dipl. Automobil-Ing. FH, Unfallanalytiker, Dalessi Engineering GmbH; GREGORY KNOBEL, Fachspezialist Unfall- und Fahrzeugtechnik, Dalessi Engineering GmbH; ANDREAS LEU, dipl. Automobil-Ing. FH, Fachbereichsleiter Unfälle/Technik, Forensisches Institut Zürich; MARKUS METZGER, Fachspezialist Unfall- und Fahrzeugtechnik, Kantonspolizei St. Gallen; MICHELE RIATSCH, dipl. Automobil-Ing. FH, Unfallanalytiker, AXA Versicherungen AG; HANNES WINKLER, dipl. Automobil-Ing. FH, Unfallanalytiker, Forensisches Institut Zürich.

Dieses Grundlagenpapier soll dazu dienen, den damit konfrontierten Vertretern von Behörden und Versicherungen sowie Anwälten und Privatpersonen einen umfassenden Überblick über das Thema zu verschaffen.

Neben dem geschichtlichen Hintergrund und den rechtlichen Grundlagen wird die Genauigkeit der Unfalldaten thematisiert sowie auf die Interpretation der Daten eingegangen.

Die allerwichtigste Erkenntnis daraus ist, dass mit den digitalen Unfallspuren die Resultate spurenkundlicher und unfallanalytischer Rekonstruktion verifiziert und allenfalls erweitert werden können.

Inhalt

- I. Unfalldaten und woher sie kommen
- II. Rechtliche Grundlagen
 1. Rechtlicher Ursprung in den USA
 2. Internationale Übersicht
 3. Entwicklung in Europa
 4. Aufzeichnung und Umfang der digitalen Spuren
- III. Genauigkeit von digitalen Spuren
 1. Vorkollisionäre Geschwindigkeit
 2. Kollisionsbedingte Geschwindigkeitsänderung
- IV. Interpretation der digitalen Spuren aus dem EDR
 1. Auslesung ist nicht Interpretation
 2. Interpretation durch Sachverständige
 3. Data Limitations
 4. Prüfung auf Plausibilität

I. Unfalldaten und woher sie kommen

Die Auslesung digitaler Daten aus den Steuergeräten von Fahrzeugen begann während der Neunzigerjahre in den USA. Die National Highway Traffic Safety Administration (NHTSA)¹ schlug 1997 vor, den Einbau eines Event Data Recorders (EDR)² in Personenwagen zu prüfen. 2004 begann in den USA die Ausarbeitung der Verordnung 49 CFR Part 563, welche schliesslich im Jahr 2012 in Kraft trat. Danach mussten alle Fahrzeughersteller, welche diese ereignisbezogenen Fahrzeugdaten aufzeichnen, die entsprechende Verordnung erfüllen. Verlangt wird insbesondere, dass die ereignisbezogenen Fahrzeugdaten – in Form von digitalen Spuren – bei Personenwagen und leichten Nutzfahrzeugen durch neutrale Stellen, wie Polizei oder Sachverständige, ausgelesen werden können.

Mit Inkrafttreten der *UN-Regelung Nr. 160* in der General Safety Regulation vom 30. September 2021 beschloss das EU-Parlament einheitliche Vorschriften für die Geneh-

migung von Kraftfahrzeugen hinsichtlich des EDR. Die Regelung ist Bestandteil der Verordnung (EU) 2019/2144 und wird von der Schweiz übernommen und ab Juli 2022 umgesetzt. Ab diesem Datum müssen die mit einem EDR ausgerüsteten Personenwagen (M1)³ und leichten Nutzfahrzeuge (N1)⁴, welche neu auf den Markt kommen und so erstmals eine europäische Typengenehmigung erhalten, die entsprechende EU-Verordnung erfüllen.

Die aktiven und passiven Sicherheitssysteme sowie die Fahrassistenzsysteme im Fahrzeug erfassen kontinuierlich verschiedenste Fahrzeugparameter und aktivieren im Bedarfsfall, abhängig von der Intensität des Ereignisses, zum Beispiel eine ABS-Regelung, den Gurtstraffer oder eine Airbag-Auslösung. Diese Mess- und Statuswerte zur Steuerung von elektronischen Fahrzeugsystemen werden u.a. zur Fehlerdiagnose in Datenspeichern festgehalten. Im EDR werden bei einem Ereignis⁵ Zustandsdaten des Fahrzeugs, meist im Airbag Control Modul (ACM)⁶, gespeichert.

Um den EDR auszulesen, entwickelte Bosch zusammen mit einigen Fahrzeugherstellern das Bosch Crash Data Retrieval (Bosch CDR).⁷ Dieses System deckt derzeit die meisten Fahrzeughersteller ab.



Abbildung 1: Bosch CDR Interface im Einsatz, angeschlossen über die OBD2-Schnittstelle

Einzelne Hersteller – wie zum Beispiel Tesla⁸ oder Kia/Hyundai⁹ – haben eigene Systeme oder Vorgehensweisen

³ Klasse M1: Fahrzeuge zur Personenbeförderung mit höchstens acht Sitzplätzen ausser dem Fahrersitz.

⁴ Klasse N 1: Fahrzeuge zur Güterbeförderung mit einer zulässigen Gesamtmasse bis zu 3,5 Tonnen.

⁵ Crash oder anderes physisches Ereignis, das dazu führt, dass der Auslöseschwellenwert erreicht oder überschritten wird oder eine nicht reversible Rückhalteeinrichtung, wie z.B. Airbag, aktiviert wurde.

⁶ Airbag-Steuergerät.

⁷ Dabei handelt es sich um eine Soft- und Hardware, welche die Auslesung der digitalen Spuren des EDR aus dem Airbag-Steuergerät ermöglicht. <https://cdr.boschdiagnostics.com/cdr/> (besucht am 20. Juni 2022); für die aktuelle Liste auf «Current CDR Software Release» und anschliessend das PDF «Supported Vehicle List».

⁸ <https://edr.tesla.com/> (besucht am 13. Mai 2022).

⁹ <https://crashdatagroup.com/products/hyundai-edr-tool-kit> (besucht am 13. Mai 2022).

¹ Zivile US-Bundesbehörde für Strassen- und Fahrzeugsicherheit.

² EDR (dt. Ereignisdatenspeicher): Vorrichtung oder Funktion, welche dynamische Daten des Fahrzeugs kurz vor oder während eines Ereignisses aufzeichnet.

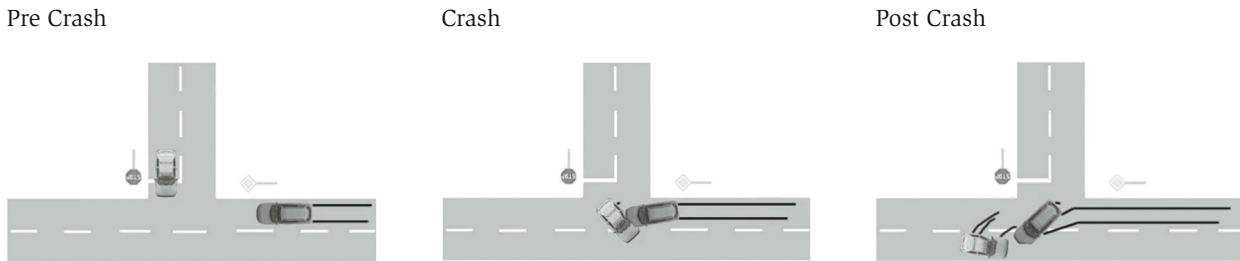


Abbildung 2: Pre Crash, Crash und Post Crash (www.unfallaufnahme.info)

zur EDR-Auslesung. Die Auslesung des EDR mit dem Bosch CDR kann, sofern die Bordelektronik noch intakt ist, direkt vom Fahrzeug über die OBD2-Schnittstelle¹⁰ erfolgen. Ist die Bordelektronik durch den Unfall zu stark beschädigt, kann das ausgebaute Steuergerät direkt ausgelesen werden. Das Bosch CDR übersetzt die gespeicherten und unveränderbaren Daten (Hexadezimal-Codes) in ein lesbares Datenformat und erstellt einen *CDR-Report* als PDF.

Das Auslesen des EDR unterscheidet sich vom Auslesen des Fehlerspeichers mit gängigen Werkstatt- und Diagnosetestgeräten (z.B. TEXA, Bosch KTS, Hella-Gutmann). Diese Testgeräte erlauben zwar den Zugriff auf den Fehlerspeicher für die Fehlerdiagnose eines Steuergeräts oder eines Systems, wurden jedoch grundsätzlich nicht entwickelt, um im EDR gespeicherte Unfalldaten auszulesen.

Da heutige Fahrzeuge aufgrund von elektronischen Sicherheits- und Fahrassistenzsystemen (z.B. ABS, ESP) häufig keine oder kaum sichtbare Brems- und Reifenspuren auf der Fahrbahn erzeugen, lassen sich die vorkollisionären Vorgänge oft nicht eindeutig rekonstruieren. Gerade aber diese Phase des Unfalls (Pre Crash; Abbildung 2 links) ist entscheidend für die Klärung des Unfallhergangs und der daraus resultierenden Schuld- und Haftungsfragen.

Liessen sich früher optisch gut sichtbare Brems- und Reifenspuren für die Beurteilung der vorkollisionären Phase vermessen und interpretieren, ist man heute je länger je mehr auf *digitale Spuren*¹¹ in Form von elektronischen Daten aus den Fahrzeugen angewiesen. Die kaum mehr vorhandenen Bremsblockierspuren von früher werden heutzutage durch eben diese digitalen Spuren ergänzt oder gänzlich ersetzt. Damit wird eine vollständige und

eindeutige Aufklärung eines Verkehrsunfalls oft erst möglich. Nur digitale Spuren können die Funktionstüchtigkeit von Fahrassistenzsystemen und den Einfluss des Fahrzeuglenkers belegen. Dies dient letztlich der faktenbasierten Unfallaufklärung und trägt somit zur Rechtssicherheit bei.



Abbildung 3: Bremsblockierspuren, wie sie früher üblich waren (<https://commons.wikimedia.org>)

II. Rechtliche Grundlagen

1. Rechtlicher Ursprung in den USA

Die NHTSA forderte bereits in den Neunzigerjahren, dass die Speicherung von Daten in EDRs vereinheitlicht wird. Am 28. August 2006 führten die Forschungsbemühungen der NHTSA zu der Verordnung CFR 49 Part 563.¹² Diese legt einheitliche Leistungsanforderungen für die Genauigkeit, Erfassung, Speicherung, Haltbarkeit und Auslesbarkeit von bordeigenen Ereignisdaten in Personenwagen und leichten Nutzfahrzeugen fest, die mit EDR ausgestattet sind. Dabei wird vorgegeben, welcher minimale Datensatz erfasst und in welcher Genauigkeit, Auflösung sowie Dauer dieser gespeichert werden muss. Die Verordnung schreibt ausserdem vor, dass Fahrzeughersteller Werkzeuge und/oder Methoden zur Datenabfrage kommerziell zur Verfügung stellen müssen, damit Unfall-

¹⁰ On-Board-Diagnoseschnittstelle der zweiten Generation; genormte Schnittstelle zur Kommunikation mit dem Fahrzeug und zum Auslesen des Fehlerspeichers.

¹¹ JÖRG ARNOLD, Digitale Spuren im Strassenverkehr – die Zukunft hat begonnen! Digitale Spuren aus Fahrzeugen, Schliesssystemen, Aufzeichnungsgeschiräten, Navigationssystemen: Interdisziplinäre Arbeit und strafprozessuale Fragen, in: SCHAFFHAUSER (Hrsg.), Jahrbuch zum Strassenverkehrsrecht 2017. JÖRG ARNOLD, Daten aus dem Auto – Digitale Spuren im Strassenverkehr – die Zukunft hat begonnen, Jusletter IT, 24. November 2016.

JOËLLE VUILLE/JÖRG ARNOLD, Moyens de preuve techniques et appréciation des preuves lors de la reconstruction d'accidents de la route, Strassenverkehr/ Circulation routière, 2/2015.

JÖRG ARNOLD, Digitale Spuren in Fahrzeugen – die Zukunft ist bereits Realität, Verkehrsunfalluntersuchung – neue Technologien und der Event Data Recorder, Kriminalistik, 12/2015.

¹² NHTSA 49 CFR Part 563; Juli 2006 (CFR Code of Federal Regulations, dt.: Sammlung der Bundesverordnung der USA).

mittler und -forscher die digitalen Spuren vom EDR abrufen können.

Diese Verordnung wurde in den CFR aufgenommen und dem Kapitel 49 Transportation zugeordnet. Während der United States Code (U.S.C.) üblicherweise nur die Gesetze enthält, welche vom Kongress der Vereinigten Staaten im normalen Gesetzgebungsverfahren beschlossen wurden, so beinhaltet der CFR die von den Bundesbehörden erlassenen Verwaltungsverordnungen.

Um den Fahrzeugherstellern keine erheblichen Kosten¹³ für die Neuentwicklung von EDR-Systemarchitekturen ausserhalb des normalen Produktzyklus aufzuerlegen, wurde das Inkrafttreten der Vorschrift mehrmals bis zum 1. September 2012 verschoben. Neu immatrikulierte Fahrzeuge ab diesem Datum müssen in den USA also auslesbar sein und die Daten müssen dem Part 563 entsprechen, insofern sie einen EDR verbaut haben. Dies hat dazu geführt, dass einige Hersteller die Zugänglichkeit zum EDR weltweit freigegeben haben, einige wenige Hersteller sogar rückwirkend auf die Modelljahre vor 2012. Andere Fahrzeughersteller wiederum haben die Zugänglichkeit zum EDR auf Fahrzeuge des US-Marktes beschränkt. Im Verlauf der Jahre haben mehr und mehr Hersteller, welche ursprünglich die Auslesung nur im US-Markt abgedeckt hatten, die Zugänglichkeit weltweit freigegeben.

Die NHTSA stellte Ende 2012 den Antrag, dass EDRs Pflicht werden und dies im Federal Motor Vehicle Safety Standard (FMVSS)¹⁴ aufgenommen wird. Dadurch wären die Fahrzeughersteller von Personenwagen gezwungen gewesen, einen EDR nach der Richtlinie Part 563 in die Fahrzeuge einzubauen. Da jedoch die Verbreitung der EDRs schon so weit fortgeschritten war, wurde auf eine gesetzlich verpflichtende Ausrüstung verzichtet.

2. Internationale Übersicht

Japan hat im Jahr 2015 eine Regelung zur Harmonisierung der EDRs für Personenwagen auf freiwilliger Basis eingeführt (J-EDR Kokujigi 278/2008).¹⁵ Im Jahr 2019 hat auch Südkorea einer Regelung für Personenwagen zugestimmt, falls diese mit einem EDR ausgestattet sind (KMOVSS Art. 56-2 MOLIT Ord. 534/2018).¹⁶ In China ist seit dem 1. Januar 2022 ebenfalls eine neue technische Spezifikation in Kraft getreten. Diese schreibt vor, dass alle neu hergestellten Personenwagen entweder einen EDR verbaut haben, welcher die Anforderungen von

GB 39732-2020¹⁷ erfüllt, oder mit einem fahrzeugseitigen Videoaufzeichnungssystem, welches die Anforderungen von GB/T 38892-202¹⁸ erfüllt, ausgestattet sind. Die North-American-Free-Trade-Agreement-Mitgliedstaaten (NAFTA-Mitgliedstaaten) haben weitestgehend den Part 563 der USA übernommen. Auch in Australien sind die Fahrzeuge seit Längerem auslesbar.

3. Entwicklung in Europa

Im Juli 2019 traf sich die Informal Working Group (IWG) der United Nations Economic for Europe (UNECE) betreffend EDR und Data Storage System for Automated Driving (DSSAD)¹⁹ zum ersten Mal. Dabei sollten der Arbeitsumfang, der Zeitrahmen, die betroffenen Fahrzeugklassen, die Ziele und der Unterschied von EDR und DSSAD für den Entwurf eines Gesetzestextes ausgearbeitet werden.

Die beiden dabei erarbeiteten Dokumente wurden an das World Forum for Harmonization of Vehicle Regulations (WP.29) weitergeleitet, um diese zu überprüfen und im März 2021 als EU-Verordnung zu genehmigen.²⁰ Danach konnte die Europäische Kommission den delegierten Rechtsakt der Europäischen Union (EU) ausarbeiten. Die *Verordnung (EU) 2019/2144* hält fest, dass in Europa Personenwagen (M1) und leichte Nutzfahrzeuge (N1) mit neuer Typengenehmigung ab dem 7. Juli 2022 (neue Modelle) und für alle Neuzulassungen von Personenwagen ab dem 7. Juli 2024 die Anforderungen an den EDR erfüllen müssen. Ergänzende Informationen zur Verordnung (EU) 2019/2144 finden sich in der delegierten Verordnung *Vehicle safety – technical requirements & test procedures for EU type-approval of event data recorders (EDRs)*,²¹ welche seit Januar 2022 vorliegt. Darin wird wiederum auf die UN-Regelung Nr. 160²² eingegangen, in welcher die Eigenschaften des EDR harmonisiert wurden.

Für die Fahrzeugklassen M2, M3, N2, N3, nach Art. 12 Abs. 1 VTS,²³ ist die Einführung im Jahr 2026 für neue Typengenehmigungen und im Jahr 2029 für alle Neuzulassungen geplant. Die zusätzlichen Datenelemente des DSSAD müssen für neue Typengenehmigungen (neue

¹³ ERWIN PETERSEN/JÖRG AHLGRIMM, Nutzen-Kosten-Analyse des obligatorischen Einsatzes von Unfalldatenspeichern, Methodik und Ergebnisse, Zeitschrift für Verkehrssicherheit, 2/2014.

¹⁴ Technische Vorschriften für Fahrzeuge in den USA; vergleichbar mit den ECE-Verordnungen.

¹⁵ J-EDR Kokujigi 278/2008, Japanische Verordnung von 2008, um Fahrzeuge ab 2015 mit EDR auszurüsten.

¹⁶ KMOVSS Art. 56-2 MOLIT Ord. 534/2018, koreanische Verordnung von 2008 für die Ausrüstung von Fahrzeugen mit EDR.

¹⁷ GB 39732-2020, chinesische Verordnung von 2020 für die Ausrüstung von Fahrzeugen mit EDR.

¹⁸ GB/T 38892-202, Ergänzung zur chinesischen Verordnung GB 39732-2020.

¹⁹ Ereignisdaten zur Aufklärung von Unfällen mit automatisierten und autonomen Fahrzeugen; analog dem EDR bei herkömmlichen Fahrzeugen.

²⁰ Konsultation der Europäischen Kommission vom 31. Juli 2017 bis 22. Oktober 2017.

²¹ Verordnung der Europäischen Kommission, angenommen am 26. Januar 2022.

²² Regelung der Wirtschaftskommission der Vereinten Nationen für Europa (Wirtschafts- und Sozialrat der Vereinten Nationen), veröffentlicht am 26. Juli 2021.

²³ 741.41 Verordnung über die technischen Anforderungen an Strassenfahrzeuge vom 19. Juni 1995, M = Fahrzeuge für Personentransport, N = Fahrzeuge für Sachtransport / M2: Schwere Personenwagen / M3: Gesellschaftswagen > 5 t / N2: Lastwagen 3,5 t – 12 t / N3: Lastwagen > 12 t.

Modelle) ab dem 7. Juli 2024 und für Neuzulassungen ab dem 7. Juli 2026 erfüllt sein.

4. Aufzeichnung und Umfang der digitalen Spuren

Die im EDR abgespeicherten Daten erlauben keine Identifikation der Fahrzeuginsassen. Zurzeit werden im EDR weder Audio- und Videodateien noch die Gewohnheiten und Verhaltensweisen des Fahrers gespeichert.

Gespeichert werden u.a. dynamische Fahrzeugdaten wie vorkollisionäre Geschwindigkeit, Brems- und Fahrpedalstellung, Lenkwinkel, kollisionsbedingte Geschwindigkeitsänderungen, Beschleunigungen sowie die Reihenfolge der Anstösse, die Status der Sicherheitsgurte und der Airbag-Auslösungen. Hierbei ist das Erfassen eines minimalen Datensatzes gemäss UN-Regelung Nr. 160 verpflichtend, sofern ein EDR verbaut ist. Darüber hinaus werden im selben Dokument die Qualität und Quantität der weiteren erfassten Daten vorgeschrieben.

Der EDR misst dauernd, speichert jedoch nur, wenn ein *non deployment event* (Auslösekriterium $\Delta V > 8$ km/h innerhalb 150 ms) oder ein *deployment event* (Auslösung von nicht reversiblen Systemen, wie Airbag- und Gurtstrafferauslösung etc.) vorliegt. Es handelt sich somit um einen sogenannten *Ringspeicher*, der die Daten -5 s bis 0 s vor dem Crash (mit 2 Hz) und 0 s bis 300 ms während des Crashes (mit 100 Hz) aufzeichnet. Die Daten

verbleiben im Fahrzeug, sie werden nicht automatisch übertragen, sondern müssen direkt am Fahrzeug oder am ausgebauten Steuergerät ausgelesen werden.

III. Genauigkeit von digitalen Spuren

Gemäss dem Dokument 49 CFR Part 563 der NHTSA müssen die in der Tabelle 1 aufgeführten Daten aufgezeichnet werden. Zudem wird in diesem NHTSA-Dokument definiert, über welche Zeit (Recording Time), über welchen Bereich (Range), mit welcher Genauigkeit (Accuracy) und in welcher Auflösung (Resolution) die Daten gespeichert werden müssen. Teils ist auch die Aufzeichnungsfrequenz (Sampling Rate) vorgegeben.

In der Tabelle 2 sind die obligatorischen Datenelemente aus der UN-Regelung Nr. 160, analog dem 49 CFR Part 563, aufgeführt. Die UN-Regelung enthält, nebst den aufgeführten 15 bzw. 14 Punkten, noch weitere obligatorische Parameter, welche wir der Übersichtlichkeit halber hier nicht aufführen. So werden an dieser Stelle nur die direkt vergleichbaren Datenelemente einander gegenübergestellt. Viele der obligatorischen Datenelemente in

Data Elements	Recording Time	Sampling Rate	Range	Accuracy	Resolution
Delta-V, Longitudinal	0-250 ms	100/s	-100 to 100 km/h	± 5 %	1 km/h
Maximum Delta-V, Longitudinal	0-300 ms	N.A.	-100 to 100 km/h	± 5 %	1 km/h
Time, Maximum Delta-V, Longitudinal	0-300 ms	N.A.	0-300 ms	± 3 ms	2,5 ms
Speed, vehicle indicated	-5,0 to 0 s	2/s	-200 to 200 km/h	± 1 km/h	1 km/h
Engine throttle, % full (accelerator pedal % full)	-5,0 to 0 s	2/s	0-100 %	± 5 %	1 %
Service brake, on/off	-5,0 to 0 s	2/s	On/off	N.A.	N.A.
Ignition cycle, crash	-1,0 s	N.A.	0-60'000	± 1 cycle	1 cycle
Ignition cycle, download	At time of download	N.A.	0-60'000	± 1 cycle	1 cycle
Safety belt status, driver	-1,0 s	N.A.	On/off	N.A.	On/off
Frontal air bag warning lamp	-1,0 s	N.A.	On/off	N.A.	On/off
Frontal air bag deployment time, Driver (1 st stage, in case of multi-stage air bags)	Event	N.A.	0-250 ms	± 2 ms	1 ms
Frontal air bag deployment time, RFP (1 st stage, in case of multi-stage air bags)	Event	N.A.	0-250 ms	± 2 ms	1 ms
Multi-event, number of events (1 or 2)	Event	N.A.	1, 2	N.A.	1, 2
Time from event 1 to 2	As needed	N.A.	0-5.0 s	0,1 s	0,1 s
Complete file recorded (yes or no)	After Other Data	N.A.	Yes/no	N.A.	Yes/no

Tabelle 1: Minimale Anforderungen an den EDR gemäss CFR 49 Part 563

der UN-Regelung Nr. 160 sind allerdings im 49 CFR Part 563 als fakultativ bezeichnet, werden in der Praxis aber bereits eingesetzt.

Datenelement	Intervall/ Uhrzeit der Aufzeichnung (bezogen auf den Zeitpunkt 0)	Datenabta- st- rate (Abta- stungen pro Sekunde)	Mindestbereich	Genauig- keit	Auflösung	Aufgezeichnete Ereignisse
Delta-V an der Längsachse nicht erforderlich, wenn die Längsbeschleunigung bei ≥ 500 Hz über einen ausreichenden Bereich und mit ausreichender Auflösung aufgezeichnet wird, um Delta-V mit der erforderlichen Genauigkeit berechnen zu können	0-250 ms oder 0 bis zum Ereignis-Endzeitpunkt plus 30 ms, je nachdem, was kürzer ist	100.	-100 km/h bis + 100 km/h	± 10 %	1 km/h	Planar²⁴
Maximales Delta-V an der Längsachse nicht erforderlich, wenn die Längsbeschleunigung bei ≥ 500 Hz aufgezeichnet wird	0-300 ms oder 0 bis zum Ereignis-Endzeitpunkt plus 30 ms, je nachdem, was kürzer ist	Entfällt	-100 km/h bis + 100 km/h	± 10 %	1 km/h	Planar
Zeit, maximales Delta-V an der Längsachse nicht erforderlich, wenn die Längsbeschleunigung bei ≥ 500 Hz aufgezeichnet wird	0-300 ms oder 0 bis zum Ereignis-Endzeitpunkt plus 30 ms, je nachdem, was kürzer ist	Entfällt	0-300 ms oder 0 bis zum Ereignis-Endzeitpunkt plus 30 ms, je nachdem, was kürzer ist	± 3 ms	2.5 ms	Planar
Geschwindigkeit, Fahrzeug angezeigt	-5,0 bis 0 s	2.	0 km/h bis 250 km/h	± 1 km/h	1 km/h	Planar VRU²⁵
Motordrossel, % voll (oder Gaspedal, % voll)	-5,0 bis 0 s	2.	0 bis 100 %	± 5 %	1 %	Planar Überschlag VRU
Betriebsbremse, ein/aus	-5,0 bis 0 s	2.	Ein oder Aus	Entfällt	Ein oder Aus	Planar VRU Überschlag
Zündzyklus, Unfall	-1,0 s	Entfällt	0 bis 60'000	± 1 Zyklus	1 Zyklus	Planar VRU Überschlag
Zündzyklus, Herunterladen	Zum Zeitpunkt des Herunterladens	Entfällt	0 bis 60'000	± 1 Zyklus	1 Zyklus	Planar VRU Überschlag
Sicherheitsgurtstatus, Fahrerseite	-1,0 s	Entfällt	Angelegt, nicht angelegt	Entfällt	Angelegt, nicht angelegt	Planar Überschlag
Airbag-Warnleuchte	-1,0 s	Entfällt	Ein oder Aus	Entfällt	Ein oder Aus	Planar Überschlag

²⁴ Kollision in der Ebene, ohne Überschlag.

²⁵ Vulnerable Road User, z.B. Fussgänger.

Datenelement	Intervall/ Uhrzeit der Aufzeichnung (bezogen auf den Zeitpunkt 0)	Datenabstast- rate (Abtas- tungen pro Sekunde)	Mindestbereich	Genauig- keit	Auflösung	Aufgezeichnete Ereignisse
Auslösung des Front-Airbags, Zeit bis zum Auslösen (im Falle eines einstufigen Airbag-Systems) oder Zeit bis zur ersten Auslösung (im Falle eines mehrstufigen Airbag-Systems), Fahrerseite	Ereignis	Entfällt	0 bis 250 ms	± 2 ms	1 ms	Planar
Auslösung des Front-Airbags, Zeit bis zum Auslösen (im Falle eines einstufigen Airbag-Systems) oder Zeit bis zur ersten Auslösung (im Falle eines mehrstufigen Airbag-Systems), Beifahrerseite	Ereignis	Entfällt	0 bis 250 ms	± 2 ms	1 ms	Planar
Zeit von Ereignis 1 bis Ereignis 2	Nach Bedarf	Entfällt	0 bis 5,0 s	$\pm 0,1$ s	0,1 s	Planar Überschlag
Vollständiger Datensatz aufgezeichnet (ja, nein)	Nach anderen Daten	Entfällt	Ja oder Nein	Entfällt	Ja oder Nein	Planar VRU Überschlag

Tabelle 2: Auszug aus den obligatorischen Anforderungen an den EDR gemäss UN-Regelung Nr. 160

In vielen Fällen werden die Genauigkeit der einzelnen Daten sowie deren Herkunft, Aufzeichnungsbereich und weitere Hinweise in den *Data Limitations* erklärt. Darin sind zusätzliche Informationen zu den Daten, wie zum Beispiel Vorzeichenkonvention oder Fahrzeugkoordinatensystem, geregelt. Im Weiteren werden wesentliche Begriffe erklärt und Zeitangaben definiert. Somit sind die *Data Limitations* bei jeder Interpretation von Daten aus dem EDR zwingend zu berücksichtigen.

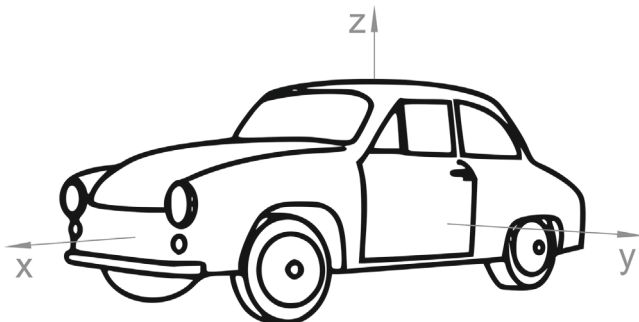


Abbildung 4: Die Längs-, Quer- und Hochachse im Fahrzeug

Für die Unfallrekonstruktion sind insbesondere die folgenden Daten von Interesse und werden nachfolgend im Detail und chronologisch im Ablauf behandelt:

- vorkollisionäre Geschwindigkeit (Speed, vehicle indicated)

- kollisionsbedingte Geschwindigkeitsänderung (Delta-V, Longitudinal)

Wir beschränken uns in diesem Dokument im Wesentlichen auf diese beiden Geschwindigkeitsangaben und deren Toleranzen, da diesen in unfallanalytischen Gutachten eine zentrale Rolle zukommt. Selbstsprechend sind aber auch alle anderen Angaben, unabhängig davon, ob diese aufgezeichnet werden müssen oder auf freiwilliger Basis erfasst werden, toleranzbehaftet und müssen im Zusammenhang mit dem Unfallablauf durch einen Sachverständigen verifiziert und interpretiert werden.

1. Vorkollisionäre Geschwindigkeit

Das ist die Geschwindigkeit, mit welcher das Fahrzeug an den Kollisionspunkt fährt. Diese wird über die letzten 5,0 s vor der Kollision bzw. vor der Airbag-Auslösung oder der Einleitung des dazu nötigen Algorithmus mit zwei Datenpunkten pro Sekunde – also 2 Hz – aufgezeichnet. Die Genauigkeit wird von der NHTSA mit $\pm 5\%$ angegeben. Dabei beziehen sich die Daten, in der Originalbezeichnung *speed, vehicle indicated*, auf die angezeigte Geschwindigkeit. Dies ist die in der Tachoanzeige angezeigte Geschwindigkeit. Diese ist per Definition höher als die effektiv gefahrene Geschwindigkeit. Allerdings sind die Toleranzen bei heutigen Fahrzeugen wesentlich geringer, als dies in Art. 55 Abs. 2 VTS aufgeführt ist.

Hierauf wird in der Folge noch detailliert eingegangen. Die Auflösung von 1 km/h bedeutet, dass die Geschwindigkeiten auf die nächste ganze Zahl gerundet werden, in seltenen Fällen wird auch konsequent auf- oder abgerundet.

Die Herkunft der angezeigten Geschwindigkeit ist in den meisten Fällen ein aus den Raddrehzahlen berechneter Durchschnittswert. Die Raddrehzahlen werden über die ABS-Sensoren erfasst. Das hat zur Folge, dass bei blockierenden oder durchdrehenden Rädern diese gemittelte Geschwindigkeit aller Räder nicht der Geschwindigkeit des Fahrzeugs entspricht. Zudem kann die angezeigte Fahrzeuggeschwindigkeit von der Geschwindigkeit im Fahrzeugschwerpunkt bei zunehmendem Schwimmwinkel abweichen. Als Schwimmwinkel wird der Winkel zwischen dem Richtungsvektor der Fahrzeuggeschwindigkeit und der Fahrzeuglängsachse bezeichnet. Bei der normalen Kurvenfahrt tritt ein kleiner Schwimmwinkel auf. Beim Driften oder Schleudern wird der Schwimmwinkel grösser.

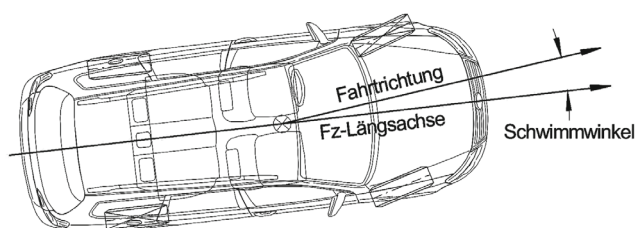


Abbildung 5: Schwimmwinkel am Fahrzeug

Die Genauigkeit der vorkollisionären Geschwindigkeit im EDR wurde bis anhin noch nicht wissenschaftlich untersucht. Entsprechend findet sich nur wenig Literatur dazu. In den Untersuchungen von NIEHOFF et al.²⁶ wird der Fehler der vorkollisionären Geschwindigkeit im EDR mit weniger als 1,6 km/h oder 1,1 % angegeben. Dabei untersuchten NIEHOFF et al. die Daten von 28 Crashversuchen. 2009 veröffentlichten TAKUBO et al.²⁷ eine Studie, in der sie die Genauigkeit der vorkollisionären Geschwindigkeit als sehr genau beschreiben. In Daten aus 14 Crashversuchen fanden sie eine Abweichung von weniger als 4 %. Im Durchschnitt betrug die Abweichung 2 %. TAKUBO et al.²⁸ geben in ihrer 2010 veröffentlichten Studie die Genauigkeit der vorkollisionären Geschwindigkeit von 18

bzw. 19 Crash-Versuchen mit einer durchschnittlichen Abweichung von 0,5 m/s oder 4,2 % an.

Einige Mitglieder der Arbeitsgruppe, welche dieses Grundlagenpapier erstellten, führen seit Beginn ihrer Zusammenarbeit eigene Versuche durch. Dabei werden die angezeigten Geschwindigkeiten am Tacho und die effektiv gefahrenen Geschwindigkeiten per GPS erfasst. Die Abweichungen werden in einer zentralen Datenbank dokumentiert. Diese Daten werden in Zukunft wissenschaftlich verarbeitet und sind zur Publikation vorgesehen. Zudem beschäftigt sich der Mitautor André Blanc mit den Abweichungen der angezeigten Geschwindigkeiten am Tacho, den Geschwindigkeiten im Fahrzeug-Datenbus (meist CAN-Bus)²⁹ und der effektiv gefahrenen Geschwindigkeiten, welche per GPS erfasst wurden. Auch diese Resultate sind zur Publikation vorgesehen.

Aus den bisher veröffentlichten Arbeiten sowie unseren eigenen Untersuchungen und Erfahrungen sind für den Sachverständigen klare Tendenzen zur Genauigkeit von den im EDR erfassten vorkollisionären Geschwindigkeiten erkennbar. Fährt das Fahrzeug vor der Kollision mit einer konstanten Geschwindigkeit oder wird moderat beschleunigt bzw. verzögert, ist die Toleranz im Bereich der üblichen Tachoabweichung zu erwarten. Wurde das Fahrzeug allerdings vor der Kollision stark beschleunigt oder verzögert, muss wegen des Reifenschlupfs die Toleranz, aufgrund der Erfassung über die Raddrehzahlsensoren, deutlich grösser gewählt werden. In diesem Fall empfehlen sich unter Umständen auch eine dynamische Simulation des Ereignisses oder Fahrversuche. Dasselbe gilt auch, wenn das Fahrzeug einen grossen Schwimmwinkel aufweist. In allen Fällen sind die vorkollisionären Geschwindigkeiten zwingend durch einen Sachverständigen unter Einbezug aller objektiven Anknüpfungstatsachen zu interpretieren.

2. Kollisionsbedingte Geschwindigkeitsänderung

Die kollisionsbedingte Geschwindigkeitsänderung (Delta-V) ist die Zu- oder Abnahme der Geschwindigkeit, welche das Fahrzeug während der Kollision erfährt. Der direkte Kontakt zwischen den Kollisionspartnern dauert in der Regel 90 ms bis 150 ms und wird Stossdauer bzw. Stosszeit genannt. Gemäss den Definitionen der NHTSA wird die kollisionsbedingte Geschwindigkeitsänderung über die Dauer von 250 ms ab der Kollision bzw. ab der Airbag-Auslösung oder ab der Einleitung des dazu nötigen Algorithmus aufgezeichnet. Dies ist in den meisten Fällen ausreichend, um den gesamten Stoss zwischen den Kollisionspartnern zu erfassen. Allerdings befindet sich das Fahrzeug nach diesen 250 ms oft nicht im Stillstand, weshalb das Delta-V nicht mit der Kollisionsgeschwin-

²⁶ PETER NIEHOFF/MAHPTON C. GABLER/JOHN BROPHY/CHIP CHIDSTER/JOHN HINCH/CARL RAGLAND, Evaluation of event data recorders in full systems crash tests, Proceedings of the 19th International Conference on the Enhanced Safety of Vehicles, NHTSA Paper No: 05-0271, 2005.

²⁷ NOBUAKI TAKUBO/TAMOTSU HIROMITSU/KENSHIRO KATO/KENJI HAGITA/RYO OGA/MAKOTO KIHIRA/TAKA AKI YAMASAKI, Study on Characteristics of Event Data Recorders Using J-NCAP Data, SAE2009-01-0883, 2009.

²⁸ NOBUAKI TAKUBO/RYO OGA/KENSHIRO KATO/KENJI HAGITA/TAMOTSU HIROMITSU/ISHIKAWA HIROTOSHI/MAKOTO KIHIRA, Evaluation of Event Data Recorder Based on Crash Tests, Internationale Konferenz ESAR (Expertensymposium Accident Research), Hannover 2010.

²⁹ Controller Area Network, Bussystem.

digkeit verwechselt werden darf. Die kollisionsbedingte Geschwindigkeitsänderung muss mit 100 Datenpunkten pro Sekunde – also 100 Hz – aufgezeichnet werden. Die Genauigkeit wird von der NHTSA mit $\pm 5\%$ angegeben.

Die Herkunft der kollisionsbedingten Geschwindigkeitsänderung wird aus der Beschleunigung und der Zeit errechnet. Dabei stammen die Werte aus einem Beschleunigungssensor, welcher sich bei den meisten Fahrzeugen direkt im Airbag-Steuergerät befindet. Ist das Airbag-Steuergerät nicht nahe beim Fahrzeugschwerpunkt – also nicht in der Mittelkonsole des Fahrzeugs – verbaut, so handelt es sich beim Beschleunigungssensor mit grosser Wahrscheinlichkeit um ein einzelnes, peripheres Modul.

Die Beschleunigungen werden im EDR meist in der Längs- (Longitudinal) und der Querachse (Lateral) aufgezeichnet. Die Mehrzahl der heutigen Fahrzeuge verfügt über einen triaxialen Beschleunigungssensor – dieser erfasst Beschleunigungen entlang der Längs-, Quer- und Hochachse. Des Weiteren werden die Beschleunigungswerte mit den Rotationsraten um die entsprechenden Achsen ergänzt. Die Rotationen sind Gieren (yaw) um die Hochachse, Nicken (pitch) um die Querachse und Wanken (roll) um die Längsachse.

Anders als bei den vorkollisionären Geschwindigkeiten finden sich zu den Genauigkeiten und Toleranzen von kollisionsbedingten Geschwindigkeitsänderungen (Delta-V) wesentlich mehr wissenschaftliche Untersuchungen.

Viele Arbeiten vergleichen dabei die maximale kollisionsbedingte Geschwindigkeitsänderung oder den Crash-Puls³⁰ zu einem bestimmten Zeitpunkt. So fanden zum Beispiel NIEHOFF et al. bei der Auswertung von 37 Crash-Versuchen einen durchschnittlichen Fehler von 6 % beim Crash-Puls bei 100 ms. Dabei wiesen diese Crash-Versuche Kollisionsgeschwindigkeiten von 39 km/h bis 70 km/h auf. In der Studie von 2009 werteten TAKUBO et al. die J-NCAP³¹-Versuche von 2006 bis 2007 aus. Die Kollisionsgeschwindigkeiten der 14 Crash-Versuche lagen dabei, abhängig vom J-NCAP-Protokoll, in 7 Versuchen bei 55 km/h und in den restlichen 7 Versuchen bei 64 km/h. Die Abweichung der maximalen kollisionsbedingten Geschwindigkeitsänderung, dem maximalen Delta-V, hatte in 10 von 14 Versuchen mehr als 5 % betragen. In den restlichen 4 der total 14 Versuche betrug die Abweichung mehr als 10 %. In ihrer Studie von 2010 werteten TAKUBO et al. weitere 25 Crash-Versuche aus. Dabei geben sie die Abweichung beim Maximum Delta-V in 5 von 15 Versuchen mit mehr als 10 % und in 2 von 25 Versuchen mit mehr als 20 % an. Im Durchschnitt betrug die Abweichung 4 %. Dabei lagen die Kollisionsgeschwindigkeiten

zwischen 15 km/h und 80 km/h. ZUBER et al.³² präsentierten 2016 eine Studie mit sechs Crash-Versuchen, bei denen die Genauigkeit der maximalen kollisionsbedingten Geschwindigkeitsänderung, dem maximalen Delta-V, in vier Fällen ausgewertet werden konnte. Dabei wurden Abweichungen in einem Bereich von 0,1 km/h bis 2,8 km/h gemessen. In zwei Versuchen – diese betrafen beide Male dasselbe Fahrzeug – wurden aus unbekanntem Gründen keine Kollisionen im EDR abgespeichert. Die Kollisionsgeschwindigkeiten lagen bei diesen Versuchen bei 20 km/h bzw. 30 km/h. Im Jahr 2019 präsentierten WILKINSON et al.³³ eine Studie, bei der sie die NHTSA-Crash-Versuche der letzten 19 Jahre ausgewertet haben. Die Studie umfasst 1'368 Crash-Versuche im niederen und 105 im hohen Geschwindigkeitsbereich. Dabei stellten sie fest, dass bei Kollisionsgeschwindigkeiten unter 55 km/h der Fehler bei der kollisionsbedingten Geschwindigkeitsänderung weniger als 5 km/h betragen hatte. Bei Kollisionsgeschwindigkeiten über 55 km/h war der Fehler grösser als 5 km/h.

Wenige Arbeiten befassen sich mit dem gesamten Crash-Puls und vergleichen diesen als Ganzes. Dabei werden aber in der Regel die Beschleunigungen verglichen – diese bilden die Basis für die kollisionsbedingten Geschwindigkeitsänderungen und den Crash-Puls. So untersuchten zum Beispiel VERTAL et al.³⁴ in ihrer 2018 präsentierten Studie die Crash-Pulse aus vier Crash-Versuchen. Dabei zeigten sie grafisch auf, dass die Auflösung der aufgezeichneten Beschleunigungsdaten im EDR teils nicht ausreicht, um die Spitzen zu erfassen. So sind die späteren Abweichungen zu erklären, die bei der Berechnung der Geschwindigkeit entstehen.

Hier gilt, wie bereits bei den vorkollisionären Geschwindigkeiten erwähnt, dass für den Sachverständigen ebenfalls klare Tendenzen zur Genauigkeit erkennbar sind. Diese ist für die kollisionsbedingten Geschwindigkeitsänderungen nach unseren Erkenntnissen insbesondere von Spitzen im Beschleunigungssignal abhängig, welche vom EDR nicht erfasst werden können. Die im EDR erfassten kollisionsbedingten Geschwindigkeitsänderungen lassen sich durch einen Sachverständigen mittels Kollisionsanalyse überprüfen und sind anhand der objektiven Anknüpfungstatsachen, insbesondere der Fahrzeugdeformationen durch die Kollision, zu interpretieren.

³⁰ Als Crash-Puls wird der durch den Aufprall ausgelöste Ausschlag im Beschleunigungsdiagramm bezeichnet.

³¹ Japan New Car Assessment Program, Verkehrssicherheitsbewertung der japanischen Verbraucherschutzorganisation National Agency for Automotive Safety & Victim's Aid (NASVA).

³² STEFAN ZUBER/ALAIN FLORIN, Crash Behavior and the Accuracy of EDR Recording, 25. EVU Congress, Bratislava 2016.

³³ CRAIG WILKINSON/DAVID KING/GUNTER SIEGMUND, Evaluation of the accuracy of longitudinal speed change reported by event data recorders in frontal crash tests, 28. EVU Congress, Barcelona 2019.

³⁴ PETER VERTAL/LUBOŠ NOUZOVSKÝ/MICHAL FRYDRYN/TOMÁŠ MIČUNEK/ZDENEK SVATÝ/EDUARD KOLLA, Auswertung von CDR-Crash-Versuchen, Verkehrsunfall und Fahrzeugtechnik, 10/2018.

IV. Interpretation der digitalen Spuren aus dem EDR

1. Auslesung ist nicht Interpretation

Nebst der Sicherung von bekannten klassischen Unfallspuren am Unfallort gehört die Sicherung der digitalen Spuren aus dem EDR beteiligter Fahrzeuge zur vollständigen Beweissicherung in der Unfallsachbearbeitung. Die Sicherung der digitalen Spuren ist eine Ergänzung zur klassischen Spurensicherung.

Die Sicherung der digitalen Spuren kann durch entsprechend geschultes und mit dem erforderlichen Equipment (z.B. Bosch CDR) ausgerüstetem Personal erfolgen. Das Auslesen erfolgt primär über die OBD2-Schnittstelle im Fahrzeug oder, wenn die Stromversorgung (unfallbedingt) nicht mehr intakt ist, direkt aus dem entsprechenden Steuergerät. Der aus dem Speicher des Steuergeräts abgerufene Hexadezimal-Datensatz kann mit der Bosch CDR-Software in einen lesbaren Bericht (CDR-Report) übersetzt werden. Dieser Hexadezimal-Datensatz kann nicht verändert werden. Die ausgelesenen digitalen Spuren aus dem EDR ohne Interpretation und Berücksichtigung weiterer objektiver Anknüpfungstatsachen ersetzen eine unfallanalytische Beurteilung oder ein verkehrstechnisches Gutachten in keiner Weise.

Der CDR-Report ist in der Folge ein Beweismittel, das – zumindest im Strafverfahren – durch die Polizei nach Art. 306 Abs. 2 lit. a StPO³⁵ gesichert werden muss. Zudem sollten auch in Hinblick auf mögliche Ansprüche aus SVG³⁶-relevanten Vorgängen digitale Spuren gesichert werden, um die Erkenntnisse daraus entsprechend in die Haftungsbeurteilung einfließen zu lassen.

2. Interpretation durch Sachverständige

Die Interpretation der digitalen Spuren aus dem EDR muss zwingend durch Sachverständige mit guten Kenntnissen in Unfallrekonstruktion, Fahrdynamik und Fahrzeugtechnik erfolgen. Zudem ist eine vertiefte Schulung zum Verständnis dieser speziellen (EDR-)Technologie von Vorteil. Darüber hinaus sind für eine korrekte Interpretation Kenntnisse über die verbauten Sensortechnologien und ihre Funktionsweise und Grenzen zwingend erforderlich.

3. Data Limitations

In einem CDR-Report geben die *Data Limitations* herstellerspezifische Informationen zu den erfassten Werten. Schon allein deshalb ist eine Interpretation unter Berücksichtigung der hersteller- bzw. typspezifischen *Data Limi-*

tations unerlässlich. Eine abschliessende und detailreiche Erläuterung zu allen Werten findet sich in den *Data Limitations* hingegen nicht, weshalb – wie bereits vorgängig erwähnt – vertiefte technische Kenntnisse zur Fahrzeugtechnik und Fahrdynamik zusätzlich erforderlich sind. Die *Data Limitations* sind bei der Erstellung eines Gutachtens zwingend zu beachten und zu deklarieren.

4. Prüfung auf Plausibilität

Die digitalen Spuren aus dem EDR sollen nur in Ergänzung zu weiteren objektiven Anknüpfungstatsachen, wie beispielsweise Beschädigungen, Spuren auf der Fahrbahn, Spuren an Fahrzeugen und Personen, verwendet werden. Die Werte sind über physikalische Grössen unter Berücksichtigung des Gesamtspurenbilds zu betrachten und im Gesamtkontext zu plausibilisieren.

Danksagung

Die Autoren bedanken sich bei allen Unterstützern sowie ihren Arbeitgebern, die diese Arbeit begleitet haben und die darin enthaltenen Aussagen mittragen. Insbesondere bedanken wir uns bei den juristischen und technischen Lektoren.

Résumé

La Suisse s'est saisie du dossier sur les traces numériques dans les véhicules, suite à la reprise des règlements (UE) 2019/2144 et (UE) 2022/545 pour juillet 2022 ; ce thème a souvent fait l'objet de descriptions inexactes ou incomplètes. Dans ce contexte, les règlements parlent d'« enregistreur de données d'événement ». Sur plan technique, les véhicules récents sont déjà équipés de ce système qui permet de recueillir les traces numériques d'un accident grâce à un dispositif appelé « EDR » (Event Data Recorder). Ces traces numériques peuvent être récupérées grâce au dispositif Bosch CDR (Crash Data Retrieval) qui est en vente libre. L'EDR ne peut toutefois pas être comparé à une boîte noire, car les données ne sont pas enregistrées à demeure, ce qui ne permet pas d'établir des profils de conduite sur de grandes distances.

Afin d'éviter que les traces numériques – qui sont indubitablement utiles à bien des égards – ne soient mal interprétées et ainsi privées de leur signification, des experts suisses en accidentologie issus des autorités, de bureaux d'ingénieurs privés et d'assurances se sont réunis pour élaborer le présent document de référence sur ce sujet.

Outre le contexte historique et les bases juridiques, ce document aborde l'exactitude des données d'accident et leur interprétation.

Le principal enseignement que l'on peut en tirer est que les traces numériques d'un accident permettent de vérifier, voire d'affiner les résultats d'une reconstitution effectuée sur la base d'un relevé des traces physiques et d'une analyse de l'accident.

³⁵ 312.0 Schweizerische Strafprozessordnung vom 5. Oktober 2007.

³⁶ 741.01 Strassenverkehrsgesetz vom 19. Dezember 1958.