

Unfallrekonstruktion

UDS – die „Black Box“ fürs Auto

von Dipl.-Ing. Martin Hesse, Düsseldorf*

In der Luftfahrt kommen weltweit bereits seit Ende der 1960er Jahre Flugschreiber, umgangssprachlich auch als „Black Box“ bezeichnet, zum Einsatz. Diese zeichnen die verschiedensten Flugparameter und auch die Stimmen und Geräusche im Cockpit eines Flugzeuges auf, um im Falle eines Absturzes die Ursachenermittlung zu ermöglichen. Auf der Internationalen Automobilausstellung (IAA) in Frankfurt/IM. stellte die Fa. Manesmann-Kienzle 1991 ein vergleichbares Gerät vor, das für den Einsatz in Straßenfahrzeugen konzipiert war. Dieses Gerät wurde „UDS“ (UnfallDatenSpeicher) genannt. Im Falle einer Kollision werden mithilfe des UDS automatisch die verkehrsrechtlich relevanten Parameter registriert und gespeichert. Die aufgezeichneten Daten bieten einem entsprechend geschulten und mit der notwendigen Software ausgestatteten Sachverständigen die Möglichkeit, einerseits das Verhalten des Fahrzeugführers vor dem Unfall, andererseits aber auch die Fahrzeugbewegungen nach der Kollision zu rekonstruieren. In Sonderfällen ermöglicht eine UDS-Aufzeichnung auch erst die Beantwortung von strittigen Fragen, den Nachweis eines versuchten Versicherungsbetruges oder die Aufklärung von sehr komplexen Unfallzusammenhängen, insbesondere, da aufgrund der zunehmenden Ausrüstung der Fahrzeuge mit Antiblockiersystemen (ABS) kaum mehr verwertbare Unfallspuren entstehen.

I. Aufbau und Funktion

In der ersten Gerätegeneration (Geräte-Bezeichnungen 1.1 – 1.3), die seit 1993 erhältlich ist, besteht der UDS im Wesentlichen aus einem schlagfesten Kunststoffgehäuse, das von den Abmessungen her einer Zigarrenkiste stark ähnelt.

* Der Autor ist von der IHK Düsseldorf öffentlich bestellter und vereidigter Sachverständiger für Straßenverkehrsunfälle, Schimmelpfennig + Becke, Düsseldorf.



Abb. 1

Äußerlich ist neben einer seitlich am Gerätegehäuse angeordneten Anschlussbuchse für einen Kabelstrang als Schnittstelle zur Fahrzeugelektrik und -elektronik nur eine oben auf dem Gerät angeordnete **Multifunktionstaste** zu erkennen. Diese Multifunktionstaste ermöglicht z.B. die Abfrage des Statuszustandes des UDS oder auch das Löschen von unbeabsichtigten Speicherungen (sofern die Löschfunktion, wie programmtechnisch ebenfalls realisierbar, nicht deaktiviert wurde). Das Herz des Systems UDS bildet ein Mikrocontroller, in dem alle Funktionen des Gerätes gesteuert werden. Beschleunigungsaufnehmer, die in Längs- und Querrichtung ausgerichtet sind, registrieren die auf das Gerät wirkenden Beschleunigungen.

Die Beschränkung auf die zweidimensionale **Messwerterfassung** ergibt – nach Ansicht des Herstellers – eine ausreichende Genauigkeit, da Überschlagsvorgänge bei einem Großteil der Straßenverkehrsunfälle nicht vorkommen. Mithilfe eines elektronischen Kompasses wird die Orientierung im Erdmagnetfeld erfasst, eine Aufzeichnung der Radgeschwindigkeit (Tachosignal) des Fahrzeuges, in das der UDS verbaut ist, erfolgt ebenfalls.

Zusätzlich können auch **diverse Eingangsdaten**, wie z.B. Schaltzustand von Zündung, Fahrlicht, Blinker und Bremslicht sowie spezielle Statusdaten von bspw. Blaulicht und Signalhorn eines Einsatzfahrzeuges der Polizei oder Feuerwehr, registriert werden. Im Fahrzeug wird der UDS unter dem Beifahrersitz, unter der Rücksitzbank oder im Kofferraum montiert. Da sich die gemessenen Beschleunigungswerte grds. auf den Einbauort des UDS beziehen, ist allerdings eine möglichst schwerpunktnahe Montage anzustreben. Die Kosten für den Einbau in einer Fachwerkstatt betragen inklusive des Gerätes ca. 500 €. Bei einer ordnungsgemäßen Anbringung ist der Ausbau des UDS aus dem Fahrzeug nach einem Unfall ohne Werkzeug durchführbar.

Sämtliche anfallende Daten werden kontinuierlich in einem Ringspeicher, dem Normalfahrt-Speicher, mit einer Umlaufzeit von 30 s und mit einer Frequenz von 25 Hz (25 Messwerte pro Sekunde) abgelegt, wobei ältere Daten überschrieben und gelöscht werden. Parallel zur (übergangsweisen) Speicherung im Normalfahrt-Speicher erfolgt über einen Zeitraum von ca. 0,2 s eine hochauflösende Aufzeichnung mit 500 Hz in einem weiteren Speicher, dem Crash-Speicher. Im Mikrocontroller wird eine **ständige Überprüfung** der Daten auf „**unfalltypische Muster**“ vorgenommen. Was als „unfalltypisch“ zu bezeichnen ist, wurde bei der Entwicklung des UDS programmtechnisch in den „Trigger-Bedingungen“ festgehalten. Im Wesentlichen basiert diese Triggerung auf den gemessenen Beschleunigungen, wobei jedoch auch die zeitliche Änderung der Beschleunigungen, ähnlich wie bei Airbag-Steuergeräten, als Auslösekriterium herangezogen wird. Werden die vordefinierten Bedingungen des Unfalltriggers erfüllt, wird eine automatische Speicherung ausgelöst.

Schnittstelle zum Fahrzeug

Messwerte

Schaltzustände

Kontinuierliche Speicherung

Speicherung im Crashfall	Dies bedeutet, die in der Pre-Crash-Phase im Ringspeicher aufgezeichneten Daten werden „eingefroren“ und somit dauerhaft gespeichert. Gleichzeitig wird der aktuelle Stand der im Gerät integrierten Uhr festgehalten, der Unfallzeitpunkt steht somit fest. Ferner werden über einen Zeitraum von weiteren 15 s Daten in der Post-Crash-Phase mit ebenfalls 25 Hz erfasst. Im Bereich des Kollisionsereignisses , der Crash-Phase, beträgt die Aufzeichnungsfrequenz 500 Hz und ist somit erheblich differenzierter als in der Pre- und Post-Crash-Phase.
Sekundärkollisionen	Kommt es im Auslauf des Fahrzeuges nach der Kollision zu weiteren Triggerereignissen (Sekundäranstöße), so können diese (bis zu drei weitere) ebenfalls im hochauflösenden Modus aufgezeichnet werden.
Auswertung der Daten	Um einen Missbrauch durch Unbefugte zu vermeiden, werden die Daten verschlüsselt aufgezeichnet. Sie stehen nach dem Auslesen als Rohdaten auf einem gängigen Speichermedium zur Verfügung. Die weitere Auswertung erfolgt durch einen geschulten Sachverständigen unter Einsatz einer speziellen Software (z.B. UDScope, UDSscience). Hierzu ist beispielhaft im Abschn. II, die Auswertung einer UDS-Aufzeichnung eines Einsatzfahrzeuges der Feuerwehr zu erkennen. Ein unerkannter, unerlaubter Gerätezugriff kann durch Plomben, die sowohl am Gerätestecker als auch an der Einbauplatte des UDS anzubringen sind, verhindert werden. Nach einem Unfallereignis müssen die aufgezeichneten Daten nicht zwangsläufig sofort ausgelesen werden, da die Geräte der Generation 1.x über einen weiteren Crash-Speicher verfügen. Erst wenn beide Crash-Speicher durch eine automatische Auslösung beschrieben wurden, muss zur Wiederherstellung des einsatzbereiten Gerätezustandes das Gerät ausgelesen und die Speicher gelöscht werden.
Aktuelle Version	In der derzeit aktuellen Geräteversion 2.0 (Abb. 2) sind inzwischen neun anstelle der zuvor nur zwei automatischen Speicherungen möglich .



Abb. 2

Mehr Speicher	Hier werden nicht nur stärkere Kollisionen , sondern auch extreme Fahrsituationen und leichtere Kollisionen aufgezeichnet, was durch einen erweiterten Speicherumfang und durch einen geänderten Speicheralgorithmus ermöglicht wird. Neu ist ein Speichermanagement, das die Einzelereignisse nach einer Wertigkeit klassifiziert (z.B. in Abhängigkeit von der Größe und der Änderung der Beschleunigung aber auch in Abhängigkeit vom Speicherdatum). Besteht Speicherplatzbedarf, wird als erstes die Speicherung mit der geringsten Wertigkeit, also bspw. die älteste Speicherung, oder die mit der geringsten Beschleunigung, überschrieben und somit gelöscht. Neben dem Hauptspeicher gibt
----------------------	--

es auch einen unabhängigen Statistikspeicher für bis zu 600 Ereignisse, der als eine Art Fahrzeuglogbuch zu verstehen ist. Trotz der deutlich erweiterten Funktionen gegenüber der Generation 1.x ist das UDS 2.0 deutlich kleiner und daher leichter im Fahrzeug unterzubringen.

II. Auswertung einer UDS-Aufzeichnung

Beispiel: Bei diesem Verkehrsunfall kam es zu einer Kollision zwischen einem Einsatzfahrzeug der Feuerwehr, das bei Rotlicht zeigender Lichtzeichenanlage in einen Kreuzungsbereich einfuhr, und einem bei Grün fahrenden, kreuzenden Pkw. Der Fahrer des Einsatzfahrzeuges gab an, dass er sich auf einer Einsatzfahrt befand und deshalb sowohl das Blaulicht als auch das Einsatzhorn eingeschaltet hatte. Zudem tastete er sich langsam und äußerst vorsichtig in den Kreuzungsbereich hinein. Plötzlich sei es zur Kollision mit dem Pkw gekommen, da der Pkw-Fahrer das Wegerecht des Einsatzfahrzeuges missachtete. Auch durch eine sofort eingeleitete Vollbremsung war die Kollision nicht mehr zu vermeiden.

Zum Unfallzeitpunkt war im betreffenden Einsatzfahrzeug ein UDS montiert. Die durch die automatisch ausgelöste Speicherung aufgezeichneten Daten wurden aus dem Gerät ausgelesen. Die Abb. 3 zeigt eine Übersicht der im UDS gespeicherten Daten.

Fallbeispiel

Automatische Speicherung

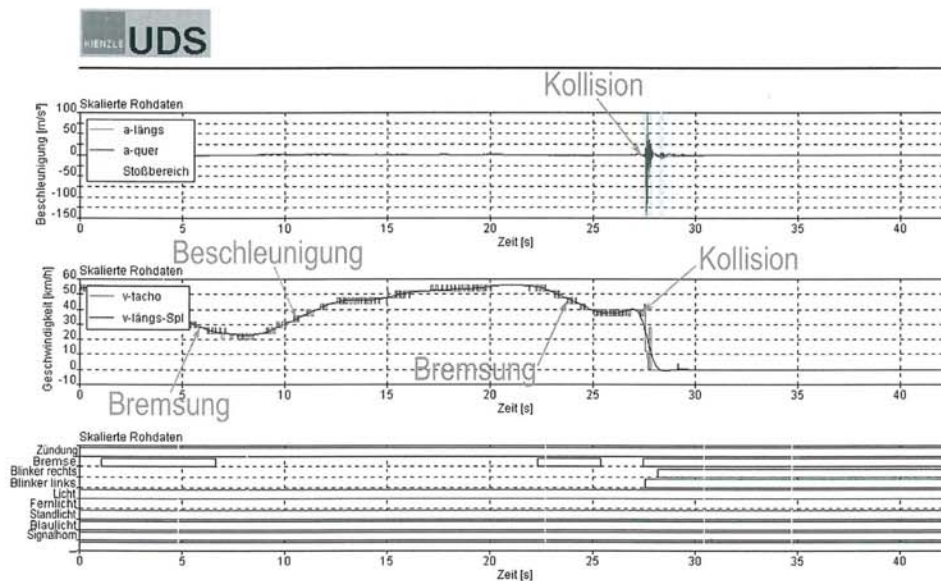


Abb. 3

Auswertung: Im oberen Bereich sind die aufgenommenen **Beschleunigungen** in Längs- und Querrichtung im Zeitverlauf dargestellt. Im Zeitbereich 25 – 30 s erkennt man deutliche Ausschläge in der Aufzeichnung, die auf das Kollisionsereignis und die hierbei einwirkenden erheblichen Kräfte zurückzuführen sind. Der Bereich der Kollision ist zusätzlich in der Abb. 3 oben grau hinterlegt dargestellt. Im mittleren Teil der Abbildung erkennt man den Verlauf der **Fahrgeschwindigkeit** des Einsatzfahrzeuges. Aus einer Geschwindigkeit von etwa 55 km/h erfolgte zunächst eine **Bremsung** bis auf knapp unter 25 km/h, bevor das Fahrzeug wieder bis auf 55 km/h beschleunigt wurde. Nach einer kurzen Fahrt mit annähernd konstanter Geschwindigkeit wurde wiederum eine Bremsung, diesmal bis auf ca. 37 km/h, eingeleitet. Im weiteren Verlauf kam es zu einem plötzlichen Abfall des Tacho-Signals, was auf ein Blockieren der Antriebsräder zurückzuführen ist. Kurz darauf erfolgte die Kollision der Fahrzeuge, die Kollisionsgeschwindigkeit des Feuerwehr-Einsatzfahrzeuges war den UDS-Daten mit ca. 40 km/h zu entnehmen. Im unteren Teil der Abb. 3 sind verschiedene **Schaltzustände** bzw. **Statusdaten** dokumentiert. Man erkennt, dass bspw. das Licht am Einsatzfahrzeug eingeschaltet war und dass das Fernlicht hingegen nicht betätigt wurde. Blaulicht und Signalhorn waren, in Übereinstimmung mit den Angaben des Fahrers, zum Unfallzeitpunkt und auch deutlich davor in Funktion. Entsprechend den Statusaufzeichnungen betätigte der Fahrer des Einsatzfahrzeuges in den Zeitbereichen 1 – 7 s und 22 – etwa 26 s die Bremse. Unmittelbar vor der Kollision wurde ebenfalls eine Bremsung eingeleitet, diese führte zum Blockieren der Antriebsräder.

Geschwindigkeitsverlauf

Kollisionsgeschwindigkeit

Die **Abb. 4** zeigt schließlich eine **Ausschnittsvergrößerung** des Geschwindigkeitsverlaufes und der aufgezeichneten Beschleunigungen. Einzelne Werte sind hier erheblich exakter aus den Diagrammen abzulesen. Bspw. wurde die Bremsung im Zeitbereich zwischen ca. 22 und 25 s mit ca. 2 m/s^2 durchgeführt und entspricht somit in ihrer Intensität einer leichten Angleichsbremung. Im Zeitintervall 26 – 27 s stiegen sowohl die Längs- als auch die Querbewegung leicht an. Dies bedeutet, dass das Fahrzeug leicht beschleunigt wurde und gleichzeitig einen Linksbogen durchfuhr.

Zweite Kollision

Ferner ist zu erkennen, dass neben dem Hauptkollisionsereignis eine weitere Kollision (Sekundärstoß) mit erheblich geringerer Intensität aufgezeichnet wurde. Dies ist an dem zweiten grau hinterlegten Stoßbereich der **Abb. 4** zu erkennen.

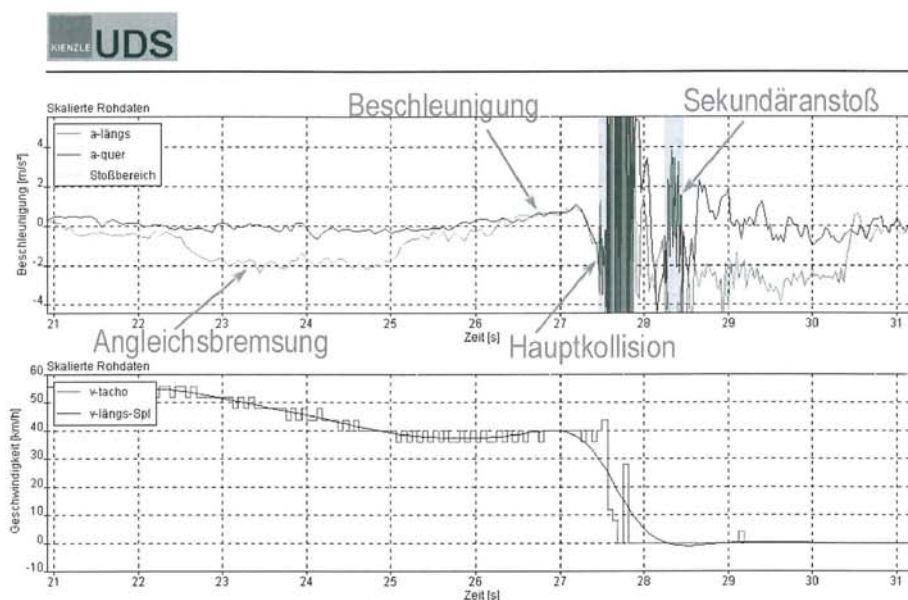


Abb. 4

Wie in der Einführung in diesen Artikel erläutert, lässt sich mittels der UDS-Daten das **Verhalten eines Fahrzeugführers**, insbesondere in der Pre-Crash-Phase, sehr genau **rekonstruieren**. Es ist abzulesen, in welchem zeitlichen Abstand zur Kollision eine Bremsung oder eine Lenkbewegung durchgeführt wurden. Auch die zu verschiedenen Zeitpunkten eingehaltene Fahrgeschwindigkeit ist jeweils sehr genau zu ermitteln. Bezogen auf das dargestellte Beispiel ist zwar die Angabe des Einsatzfahrzeug-Fahrers zu bestätigen, dass dieser das Blaulicht und das Signalhorn eingeschaltet hatte, allerdings entspricht die sich ergebende Geschwindigkeit von um 40 km/h beim Einfahren in den Kreuzungsbereich sicherlich nicht einem „langsamen und vorsichtigen Hineintasten“.

III. Zusammenfassung und Ausblick

Höhere Aussagesicherheit

Durch UDS-Aufzeichnungen werden die Rekonstruktionsmöglichkeiten und vor allem auch die **Aussagesicherheit der Rekonstruktion erheblich verbessert**, insbesondere bei Kollisionen, bei denen keine anderen objektiven Anknüpfungstatsachen zur Verfügung stehen. Bei Serienauffahrkollisionen lässt sich die Kollisionsreihenfolge, und damit die Frage, ob ein Fahrzeug aufgeschoben wurde oder aufgefahren ist, aufklären. Durch den Einsatz in Fahrzeugen von Autovermietern können ggf. manipulierte Schadensereignisse aufgedeckt und nicht gerechtfertigt eingeforderte Leistungen vermieden werden. Der Einbau in Einsatzfahrzeuge der Polizei und der Feuerwehr kann zu einer weniger risikoreichen Fahrweise führen, wenn den Fahrern der Einbau dieser Geräte und die damit verbundene Kontrollmöglichkeit der Fahrweise nahe gebracht wird. Aber auch für Privatpersonen ist der Einbau eines UDS in das Fahrzeug sinnvoll, wenn bei einem unverschuldet erlittenen Verkehrsunfall andere Mittel zum Beweis der Unschuld nicht zur Verfügung stehen. Die für das Gerät und den Einbau in einer Fachwerkstatt anfallenden Kosten liegen in einem Bereich von ca. 500 € . Nach den Erfahrungen verschiedener Polizeidienststellen und Autovermietern haben sich diese Kosten, insbesondere

Beweis der Unschuld

bei hoher Kilometerleistung und damit verbundenem erhöhten Unfallrisiko, schnell amortisiert. Der Unfalldatenspeicher ist letztlich eine **äußerst sinnvolle Ergänzung** der im Bereich der **Unfallrekonstruktion** zur Verfügung stehenden Mittel. Die Erfahrung und das Wissen eines unfallanalytisch tätigen Sachverständigen können aber auch die UDS-Aufzeichnungen nicht ersetzen. Den Abschluss einer Unfallrekonstruktion sollte im Regelfall auch weiterhin eine abschließende Vermeidbarkeitsbetrachtung darstellen.