

6.7 Unfalldatenspeicher

Für den UDS existiert eine Reihe von Namen: Crash-Rekorder, Unfalldatenspeicher, Unfalldokumentationssystem, Unfallschreiber, Unfalldatenschreiber. Sogar eher irreführende Bezeichnungen wie «Flugschreiber für das Auto» oder «Black Box» in Anlehnung an die Datenrecorder in Flugzeugen tauchen auf. Im Weiteren wird das Kürzel «UDS» für «Unfalldatenspeicher» verwendet. Diese Bezeichnung beschreibt die Funktion und den Zweck des Gerätes am Besten.

Der UDS erfasst die Betätigung wichtiger Bedienelemente (bspw. Bremse, Blinker, Licht) und die an die Raddrehung gebundene Geschwindigkeit. Sensoren innerhalb des UDS zeichnen weitere Daten auf. Der UDS unterscheidet sich also in wesentlichen Punkten von einem Fahrtschreiber in einem Lkw. Das betrifft sowohl die Technik als auch die Dauer und den Umfang der Aufzeichnungen. Der UDS speichert nur unter bestimmten Bedingungen dauerhaft die Fahrzeugdaten über einen vergleichsweise kurzen Zeitraum. Die Sensoren im UDS erlauben unter anderem die detaillierte Auswertung der Post-Crash-Phase. Die Auswertegenauigkeit liegt deutlich über der einer Fahrtschreiberauswertung.

Juristisch steht der Verwertung von UDS-Dateien in Deutschland derzeit nichts entgegen. Ähnlich wie die Aufzeichnung eines Fahrtschreibers können die Daten im Zivil- oder Strafprozess verwendet werden. Bisher ist kein Fall bekannt, bei dem die UDS-Aufzeichnung nicht als Beweismittel zugelassen wurde. Autovermietungen setzen den UDS verstärkt ein, um absichtlich herbeigeführte Unfälle zu erkennen und Betrüger zu überführen. Selbst in den Betrugsfällen wurde bisher vor Gericht nie die Verwertbarkeit der Aufzeichnung infrage gestellt.

Nachweislich ändert sich mit dem UDS im Fahrzeug der Fahrstil. Dadurch sinken in großen Fuhrparks die Kosten für selbst verschuldete Unfälle. Während der Verkehrsgesichtstag, Sachverständige und Opferverbände den UDS fordern, sind die Automobilhersteller und auch Interessenverbände, wie z.B. der ADAC eher skeptisch und zumindest gegen die obligatorische Einführung des UDS, wobei die Interessenverbände in der jüngsten Vergangenheit eine zunehmend positive Grundhaltung signalisieren.

Auch die Automobilindustrie kann wegen des zunehmenden Einsatzes von elektrischen und elektronischen Komponenten in den Fahrzeugen den Bedarf an Aufzeichnungsgeräten nicht mehr leugnen. Im Stillen haben letztgenannte in den vergangenen Jahren neben dem autarken Unfalldaten-

speicher viele kleine Speichereinheiten in die Fahrzeuge gebracht. Diese können – allerdings zumeist beschränkt auf das jeweilige Modul und dessen Funktion – unfallrelevante Daten enthalten. Solche Module müssen im Zweifelsfall immer in Zusammenarbeit mit dem Hersteller ausgewertet werden. Der vorliegende Beitrag befasst sich ausschließlich mit den autarken Geräten.

6.7.1 Verbreitung

Mitte des Jahres 2006 sind nur Geräte der Fa. Siemens VDO Automotive AG frei erhältlich. Es wird zwar vereinzelt noch Prototypen eines UDS der Fa. MBB Deutsche Aerospace München geben; diese Geräte wurden jedoch nicht in Serie hergestellt. Daher beziehen sich die technischen Daten in diesem Kapitel ausschließlich auf den UDS der Firma Siemens. Für weitergehende Details wird auf die Herstellerinformationen verwiesen.

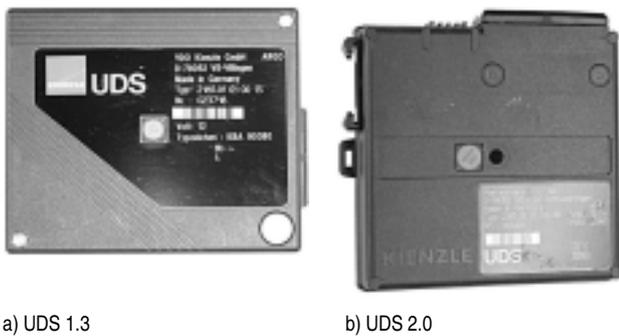
Der UDS wird überwiegend in großen Fuhrparks eingesetzt. Bis Mitte 2006 wurden europaweit ca. 60.000 UDS verkauft. Neben privatwirtschaftlichen Unternehmen (Autovermietungen, Sicherheitsdiensten, Speditionen, Busunternehmen, Taxen) sind UDS auch in die Fahrzeuge der Länderpolizeien (Sachsen, Berlin, Brandenburg) und des Bundesgrenzschutzes einiger Länder eingebaut. Auch bei den Polizeien in Großbritannien und in den Niederlanden wird der UDS eingesetzt. Gefahrguttransporter aus Tschechien sind per Gesetz zum Einbau von UDS verpflichtet.

Ob in einem Fahrzeug ein UDS verbaut ist, lässt sich durch Einschalten der Zündung feststellen. Der UDS führt dann einen Selbsttest durch und quittiert diesen akustisch mit einem bzw. einer Folge von Pieptönen. Auch beim Betätigen der Warnblinkanlage können Pieptöne abgegeben werden. Der UDS wird meist unter dem Beifahrersitz eingebaut. Das Gerät kann jedoch auch im Kofferraum (hinter den Seitenverkleidungen), unter der hinteren Sitzbank oder (über Kopf) unter der Hutablage montiert sein.

6.7.2 Technik

Bis Mitte 2006 sind zwei Gerätegenerationen des UDS auf dem Markt, die sich in der Technik und der Speicherverwaltung deutlich voneinander unterscheiden. Äußerlich ist die erste Gerätegeneration (Release 1.1 bis 1.3) an den größeren Abmessungen von der zweiten Generation (Release 2.0) zu unterscheiden, Abb. 6.7.1.

Jeder UDS verfügt zur Identifikation über eine Seriennummer, aus der ebenso wie aus der Typ-Nr. der Gerätetyp



a) UDS 1.3

b) UDS 2.0

Abb. 6.7.1: Geräteversionen, Firma Siemens VDO Automotive AG (ehemals VDO Kienzle GmbH)

abgeleitet werden kann. Die einzelnen Versionen unterscheiden sich im Wesentlichen in der Anzahl und der Art der Speicherbereiche sowie in der Möglichkeit, Ereignisse selbst zu speichern.

Wesentliche Bausteine des UDS sind Beschleunigungssensoren, ein elektronischer Kompass, eine interne Uhr, Speicher und Speicherbatterie. Die UDS-Sensoren erfassen die Längs- und Querschleunigung sowie die Orientierung des Fahrzeugs zum magnetischen Nordpol.

Zusätzlich wird das Tachosignal in den UDS eingespeist: Bei neueren Fahrzeugen mit elektronischem Tacho wird das bereits vorhandene elektrische Signal genutzt, bei älteren Pkw wird nachträglich ein Impulsgeber an der Tachowelle montiert. De facto ist dieses Tachosignal eigentlich eine Wegmessung, da jedem gezählten Impuls eine bestimmte Wegstrecke entspricht, deren Wert von der sog. Wegdrehzahl (Impulse pro 1000 m) abhängt. Bei einfachen Impulsgebern ist es nicht möglich, zwischen Vorwärts- und Rückwärtsfahrt zu unterscheiden; die Auswertesoftware wird beide Bewegungen mit einer positiven Geschwindigkeit belegen. Alternativ zum Tachosignal kann auch das ABS-Signal eines einzelnen Rades auf den UDS geschaltet werden.

Die auf diese Weise ermittelte Geschwindigkeit ist immer an die Drehung der Räder gebunden. Blockiert die Antriebsachse, fällt das Geschwindigkeitssignal auf Null ab. Analog zu den Statusinformationen ist bei neueren Fahrzeugen auch immer die Signalquelle für die Geschwindigkeit auf Bezugspunkt, Genauigkeit und mögliche Verzugszeiten zu prüfen.

Die Verbindung zwischen UDS und dem Bordnetz des Kfz wird mittels eines 26-poligen Steckers hergestellt. Die Spannungsversorgung erfolgt dabei direkt über das Bordnetz. Die Betätigung wichtiger Bedienelemente (zumindest:

Zündung, Blinker, Abblendlicht, Bremslicht) wird vom UDS als Statusinformation erfasst, Abb. 6.7.2.

Der UDS misst in der Regel die Spannung und nicht den Stromfluss. Es wird also z.B. nur aufgezeichnet, dass der Bremslichtschalter betätigt wird; es wird jedoch nicht geprüft, ob auch die Lampe des Bremslichtes funktionstüchtig ist. Die Aufzeichnung der Statussignale ist deshalb bis auf einige Ausnahmen eine reine Bedienabfrage. Eine Sonderstellung nimmt der Blinker ein, bei dem über die Frequenz des Blinksignals eine defekte Glühlampe erkannt werden kann. Auch bei bestimmten Sondereinbauten, z.B. bei Signalanlagen der Polizei, ist eine Funktionsprüfung möglich. Im Einzelfall ist daher die Verkabelung zu prüfen. So erfordern CAN-Bus-Systeme in neueren Fahrzeugen zumeist einen sehr individuellen Anschluss. Aufgrund des seriellen Informationsflusses in CAN-Bus-Systemen entstehen fahrzeugspezifische Verzugszeiten zwischen Signaleinleitung und Weitergabe der Information an Drittsysteme wie bspw. an den UDS. Diese Verzugszeiten sind ggf. zu bestimmen; sie können in Einzelfällen mehr als 30 ms betragen.

Die Aufzeichnung als Bedienabfrage wurde nicht nur aus Kostengründen gewählt: Eine Strommessung wäre i.d.R. ein genehmigungspflichtiger Eingriff in die Bordelektrik. Die Parallelschaltung bei der Spannungsmessung vereinfacht zudem insbesondere den nachträglichen Einbau.

Außer in der Version 1.1 verfügen alle UDS im EEPROM über einen Bereich, in dem wesentliche Fahrzeugdaten, Einbauort und -lage des UDS sowie ausgesuchte Geräteparameter gespeichert sind. Dieser Bereich wird seitens des Geräteherstellers als «Gerätepass» bezeichnet. Der Gerätepass wird beim Auslesen der gespeicherten Daten automatisch mit übertragen. Die Eingaben im Gerätepass erfolgen im Regelfall von der Fachwerkstatt beim Einbau des UDS in Ausnahmefällen auch vom Fahrzeughersteller. In

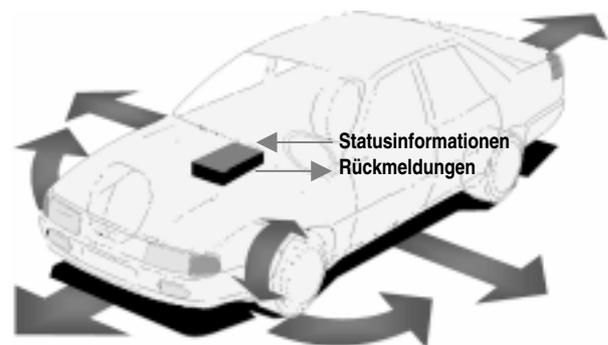


Abb. 6.7.2: Funktionsprinzip und Messgrößen

letztem Fall enthält der Gerätepass zumeist keine Angaben zum amtlichen Kennzeichen des Fahrzeugs.

Gegenüber den älteren Geräten verkürzt sich durch den elektronischen Gerätepass das Ausleseprozedere, da nur noch wenige Daten über die Tastatur des Rechners eingegeben werden müssen. Außerdem werden dadurch Fehler vermieden, die beim Auslesen des UDS gemacht werden konnten (z.B. die Eingabe einer falschen Wegimpulszahl). Die Erfahrung zeigt jedoch, dass auch ein elektronischer Gerätepass fehlerhafte Eintragungen enthalten kann. Insbesondere können die Einbaulage des UDS oder eben die Wegimpulszahl falsch sein. Das hat zur Folge, dass Längs- und Querbeschleunigung vertauscht sind bzw. eine falsche Geschwindigkeit angezeigt wird. Die Angaben im Gerätepass zur Einbaulage, zum Einbauort und zur Wegimpulszahl sollten daher am Fahrzeug überprüft werden.

Fehlerhafte Eintragungen im Gerätepass lassen sich für die bereits vorhandenen Speicherungen nicht mehr korrigieren, denn wenn einmal ein Ereignis gespeichert wurde, kann der Gerätepass nicht mehr geändert werden. Eine Korrektur kann erst bei der Weiterverarbeitung der Daten erfolgen. Es muss jedoch im Rahmen eines Gutachtens darauf hingewiesen werden, wenn bestimmte Parameter im Verlauf der Auswertung verändert wurden.

6.7.3 Datenaufzeichnung und -speicherung

Alle UDS verfügen über mindestens drei Betriebsarten: «Fahren», «Parken», «Schlafen». Ab der Version 2.0 können zusätzlich online Daten ausgelesen werden. Nach einem Reset, der z.B. beim Einschalten der Zündung erfolgt, durchläuft der UDS einen Prüfalgorithmus. Die korrekte Funktion wird mit einem Piepton gemeldet, anschließend befindet sich das Gerät in der Betriebsart «Fahren».

Etwa fünf Minuten nach dem Ausschalten der Zündung geht der UDS in die Betriebsart «Parken» über. Die Triggerschwelle ist hier gegenüber der Betriebsart «Fahren» deutlich herabgesetzt, sodass leichtere Parkrempler besser erkannt werden. Ein Zahlenwert für die Triggerschwelle lässt sich an dieser Stelle nicht angeben, da unterschiedliche Algorithmen zum Einsatz kommen. Es können lediglich vorgegebene Algorithmen ausgewählt und die Empfindlichkeit eingestellt werden.

Die Dauer des Parkmodus' variiert in Abhängigkeit von Gerätetyp und Einstellung im UDS, der Standardwert für alle Geräte liegt bei ein bis drei Tagen. Nach Ende der Betriebsart «Parken» schaltet der UDS in den Schlafmodus. Im Schlafmodus ist der UDS vollständig abgeschaltet, um die

Batterie des Fahrzeugs zu schonen: Es werden keine Erschütterungen mehr aufgezeichnet. Wenn ein Fahrzeug also längere Zeit geparkt ist, ist es möglich, dass eine Kollision nicht automatisch gespeichert wird. Die fehlende UDS-Aufzeichnung ist dann kein Gerätedefekt, sondern systembedingt.

Die Abtastraten der Signale unterscheiden sich nach Gerätetyp und Art des Signals. Die Datenaufzeichnung erfolgt permanent in einem Ringspeicher über eine Zeitspanne von ca. 45 bzw. 30 Sekunden. Nach Ablauf dieser Zeit werden die jeweils ältesten Daten überschrieben und sind damit unwiederbringlich verloren. Hier besteht ein wesentlicher Unterschied zum Fahrtschreiber, dessen Aufzeichnung meist 24 Stunden umfasst.

Das Speichern einer Aufzeichnung kann bei allen Geräten automatisch durch einen Unfall ausgelöst werden. Es kann aber immer auch manuell gespeichert werden, bei älteren Geräten durch Einschalten der Warnblinkanlage (bis 1.3) und bei neueren durch das Betätigen der Bedientaste (ab Version 1.2 bzw. 1.3). Bei den jüngsten Geräten ist die Speicherung durch Warnblinker deaktiviert (ab 2.0). Zusätzlich erfolgt bei neueren UDS auch eine Speicherung durch Stillstand des Fahrzeugs (ab 1.3). Die verschiedenen Arten der Speicherung werden unterschiedlich bezeichnet und mit verschiedener Priorität behandelt. Prinzipiell kann jede Speicherung die unfallrelevanten Daten enthalten. Generell ist daher zu prüfen, ob vom fraglichen Zeitpunkt automatisch oder manuell gespeicherte Daten zur Verfügung stehen. Dabei ist zu beachten, dass sich einzelne Speicherinhalte auch überlappen können.

Alle Geräte der ersten Generation können nur zwei Unfälle aufzeichnen. Danach schaltet sich der UDS ab, weitere Speicherungen sind nicht möglich. Es kann also vorkommen, dass der UDS einen Unfall nicht mehr speichert, weil alle Speicher bereits belegt sind. Das ist bei den Geräten der zweiten Generation nicht mehr möglich, weil bei diesen Geräten ältere automatisch gespeicherte Ereignisse durch neuere überschrieben werden können. Nicht zuletzt deswegen können die neuen Geräte auch als Fahrdatenspeicher angesehen werden. Es gibt bei den Geräten der zweiten Generation unter anderem neun Bereiche für automatische Speicherungen und drei Stillstandsspeicher. Der Statistikspeicher umfasst z.B. das Ein- und Ausschalten der Zündung, Auslese- und Löschvorgänge, den UDS-internen km-Stand und den Fehlerspeicher des UDS.

Die Geräte ab Version 1.3 verfügen als vierten Speicherbereich über einen sog. **wegorientierten Bereich** (WOB). Diese Speicherung ist nicht zeitabhängig, sondern ereignis-

orientiert. Im WOB sind mindestens 100 m bzw. 16 s vor dem letzten Fahrzeugstillstand abgelegt. Dieser Speicherbereich wurde eingeführt, um auch Unfälle auswerten zu können, die der UDS nicht selbständig erkannt hat. Dazu zählen z.B. Anstöße zwischen einem Pkw und einem Kind oder leichtere Streifkollisionen.

Bei den UDS ab Version 1.3 kann durch das Drücken der Bedientaste das Ereignis auch noch Stunden später nachträglich im WOB gesichert werden. Der zeitabhängige Speicherbereich, der ebenfalls mit dem Drücken der Bedientaste belegt wird, zeigt dann zwar nur den Stillstand des Fahrzeugs. Der WOB enthält jedoch die unfallrelevanten Daten, deren Auswertung allerdings durch die Art der Speicherung etwas erschwert ist.

In der Regel führt ein Unfall zur automatischen Speicherung. Das bedeutet, der UDS erkennt den Unfall selbständig, wenn bestimmte Triggerkriterien erfüllt sind. Die Triggerung basiert im Wesentlichen auf den gemessenen Beschleunigungen, wobei – ähnlich den Auslösekriterien des Airbagsteuermoduls – neben den Absolutwerten auch der zeitliche Verlauf bewertet wird. Die Angabe eines einzelnen Schwellenwertes, sei es eine Beschleunigung oder eine Geschwindigkeitsänderung, kann daher die Funktionalität nur unzureichend beschreiben. Aber auch komplexe Triggeralgorithmen können nicht verhindern, dass streifende Berührungen nur schwer zu detektieren sind, wie Versuche zeigen.

An die eigentliche automatische Speicherung kann sich eine Nachlaufzeit anschließen, in der Daten mit begrenzter Frequenz (2 Hz bei älteren und 16 Hz bei neueren Geräten) aufgezeichnet werden. Die Abspeicherung erfolgt allerdings nicht kontinuierlich, sondern ereignisorientiert. Ein Eintrag erfolgt unter anderem immer dann, wenn ein Geschwindigkeitssignal vorliegt.

Die Nachlaufdaten sind besonders dann von Interesse, wenn die Frage gestellt wird, ob das Fahrzeug nach der Kollision noch bewegt wurde. In Betrugsfällen lässt sich so erkennen, ob sich der «Unfall» an einer anderen als der angegebenen Stelle ereignet hat.

Wie lange ein Ereignis gespeichert bleibt, hängt vom Gerätetyp, den Geräteeinstellungen und der Heftigkeit des Ereignisses ab. Bei den Geräten der ersten Generation wird eine automatische Speicherung nicht überschrieben, d.h. sie verbleibt im Speicher und muss über die Software oder die Bedientaste gelöscht werden. Man kann also eine Unfallaufzeichnung durchaus noch Monate nach dem Ereignis auslesen.

6.7.4 Datenübertragung, Datensicherheit

Enthält der UDS eine Speicherung, kann diese mittels einer speziellen Software ausgelesen werden. Dazu ist lediglich die Spannungsversorgung des UDS sicherzustellen. Dies kann durch die Bordspannung oder eine externe Spannungsquelle geschehen.

Beim Ausbau des UDS können durch die Erschütterungen und Lageveränderungen automatische Speicherungen ausgelöst und dadurch bereits vorhandene Speicherungen überschrieben werden. Deshalb sollte vor dem Ausbau der Stecker am UDS entfernt werden. Alternativ kann – allerdings nur bei Geräten der ersten Generation – auch die Zündung eingeschaltet werden, da sich der UDS dann in der Betriebsart «Fahren» befindet und die Triggerschwelle etwas höher ist als in der Betriebsart «Parken».

Wenn der UDS von der Spannungsversorgung getrennt ist, bleiben alle Speicherungen erhalten. Selbst wenn einem der UDS dann aus der Hand fällt, führt das weder zum Verlust der Daten noch zu einer neuen Speicherung.

Zum Übertragen der Daten wird der UDS über ein Auslesekabel mit einem Computer verbunden. Dafür und für das Auswerten ist spezielle Software notwendig, die durch einen eindeutigen Dongle geschützt ist. Es wird immer der gesamte Speicherinhalt des UDS in eine Rohdatei auf den Computer kopiert. Während der Übertragung wird ständig geprüft, ob die Daten auf dem Computer mit denen im UDS übereinstimmen. Damit wird sichergestellt, dass keine Daten verloren gehen. Die Daten bleiben so lange im UDS gespeichert, bis sie über die Software bzw. die Bedientaste gelöscht werden. Die Batterie im UDS gewährleistet, dass die Daten erhalten bleiben. Theoretisch kann eine Unfalldatei daher auch noch nach mehreren Jahren ausgelesen werden.

Als zusätzliche Information wird die Donglenummer der Auslesesoftware in die erzeugte Rohdatei aufgenommen. Mit Hilfe der Donglenummer ist es möglich, über Rückfrage beim Hersteller den Lizenznehmer zu ermitteln. Welche Person die UDS-Daten ausgelesen hat, lässt sich allerdings nicht ermitteln, da dies nicht explizit abgefragt wird.

Die UDS-Daten sind verschlüsselt und so kodiert, dass ihre Konsistenz geprüft werden kann. In dieser Form werden sie auch in der Rohdatei auf dem Rechner gespeichert. Diese Rohdatei ist als Beleg (Original) dauerhaft aufzubewahren. Es ist quasi unmöglich, diese Daten zu manipulieren, ohne die Datei zu korrumpieren, sodass die Authentizität der Daten jederzeit gewährleistet ist. Beim Öffnen einer defekten Rohdatei erscheint die Meldung «UDS-Daten kor-

rupt». Derartige Dateien sollten dann nur vom Hersteller ausgewertet werden.

Beim Entschlüsseln der Rohdatei werden weitere Dateien erstellt; nur mit diesen Dateien wird weiter gearbeitet. Die Daten in der ursprünglichen, zuerst erzeugten Rohdatei, bleiben unangetastet. Alle Änderungen, die mit der UDS-Software möglich sind, bleiben ohne Einfluss auf diese Rohdatei. Soll also eine Aufzeichnung ausgewertet bzw. beurteilt werden, sollte man immer die Rohdaten verwenden.

Beim Auslesen der Daten ist sicherzustellen, dass die Uhr des zur Datenübertragung verwendeten Computers korrekt eingestellt ist, vgl. Abschnitt 6.7.6.1. UDS-Uhrzeit, Computerzeit und einige weitere wichtige Daten werden als Zusatzdaten abgespeichert.

6.7.5 Software

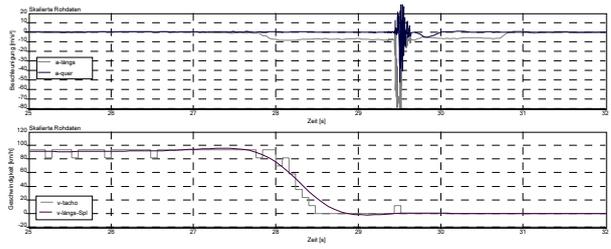
Es gibt verschiedene Stufen der UDS-Software. Einige Programme dienen nur der ersten Ansicht der Daten und sollten nicht bzw. nur mit Einschränkungen zur Unfallanalyse herangezogen werden.

Als Software für den Sachverständigen wurde zunächst **UDScope** entwickelt. Diese Software ist ein DOS-Programm und läuft auf schnelleren Rechnern nicht ohne zusätzliche Eingriffe in die Rechnerkonfiguration. Das Programm wird vom Hersteller nicht mehr weiterentwickelt.

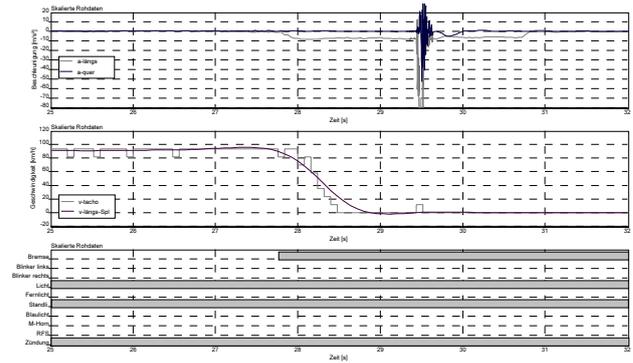
Neuestes Produkt ist derzeit die Software **UDScience**. Diese Software besteht aus mehreren Bausteinen. Die verschiedenen Gerätegenerationen können damit ausgelesen, die Daten entschlüsselt und angezeigt werden. In der Regel ist diese Software für die Auswertung von Unfallaufzeichnungen ausreichend. Zudem kann diese Software hervorragend eingesetzt werden, wenn der UDS als Messgerät verwendet wird. Mit UDScience ist es allerdings nicht möglich, die Nullpunktabweichung der Beschleunigungssensoren in die Grafik zu übernehmen oder die Geschwindigkeit aus der Beschleunigung zu berechnen. Es lassen sich jedoch Daten im ASCII-Format erzeugen, die dann mit gängigen Programmen, z.B. EXCEL, weiterverarbeitet werden können.

Bislang ermitteln alle Versionen der Auswertesoftware die Geschwindigkeit mit Hilfe eines kubischen Splines. Durch die Art der Aufzeichnung und der Darstellung ergeben sich einige Einschränkungen bei der Auswertung, auf die im Folgenden eingegangen wird.

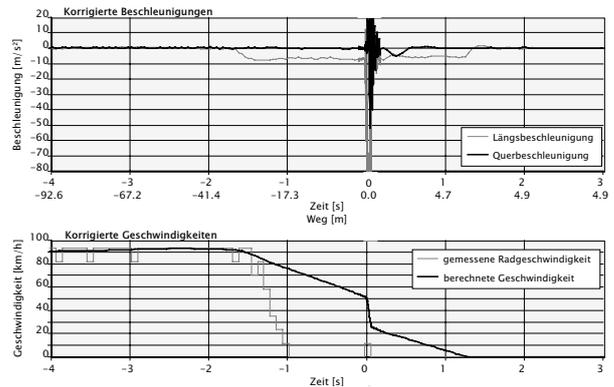
Abb. 6.7.3 zeigt die gleiche UDS-Aufzeichnung in den drei Ausbaustufen der Auswertesoftware. Es wird deutlich, dass sich am Inhalt der Aufzeichnung nichts ändert, die



a) UDShow: Anzeige Geschwindigkeit aus Raddrehung und Statussignale



b) UDScience: zusätzliche Anzeige der Beschleunigung



c) UDScope: Geschwindigkeit aus integrierter Beschleunigung (Statussignale nicht dargestellt)

Abb. 6.7.3: Grafische Darstellungen des Dateiinhaltes mit verschiedener Software