

ureko SPIEGEL

ANALYSEN FÄLLE TESTERGEBNISSE ENTWICKLUNGEN FAKTEN
AUSGEWÄHLTE FACHARTIKEL ZUR UNFALLREKONSTRUKTION FÜR JURISTEN

03²⁰⁰²

EDITORIAL

Die nunmehr dritte Ausgabe unseres Informationsblattes für Juristen greift wieder aktuelle Themen aus der Unfallrekonstruktion auf und präsentiert sich in einem leicht geänderten Layout. Wir hoffen, dass Sie sowohl die Inhalte, als auch das äußere Erscheinungsbild ansprechen.

Wenn Sie sich als Jurist mit Verkehrsunfällen befassen, müssen Sie sich in der Regel auch zu technischen Gesichtspunkten eine Meinung bilden. Entsprechendes Hintergrundwissen vermitteln die diesmal ausgewählten Artikel. Wussten Sie beispielsweise, dass der Airbag, neben seiner unbestrittenen Schutzwirkung, auch entschädigungswürdige Verletzungen hervorrufen kann?

Nicht immer wird der ureko-Spiegel gerade die Themen aufgreifen, die für Sie aktuell von Interesse sind. Insofern freuen wir uns über Anregungen und Kritik. Sollten Sie die bisherigen Ausgaben des ureko-Spiegels nicht erhalten oder aufbewahrt haben, stehen Ihnen diese auch auf unserer Internetseite zur Verfügung.

Dipl.-Ing. Stephan Schal

INHALT

ERSTER LKW-GURTSCHLITTEN

LKW-Fahrer zu oft ohne Gurt

Dipl.-Ing. Burkhard Walter

FAHRDYNAMIK

Anfahrbeschleunigungen im alltäglichen Straßenverkehr

Dipl.-Ing. Ralf Krause

AIRBAG

Schutz- und Gefahrenpotenzial

Dipl.-Ing. Michael Rohm

LEITPLANKENKOLLISION

Neue Erkenntnisse

Detlev Saat

HECKKOLLISION

Ist Delta v out?

Dipl.-Ing. Manfred Becke

Erster LKW-Gurtschlitten auf neuartigem Safe-Trailer-Chassis

Dipl.-Ing. Burkhard Walter



Im Rahmen einer Kampagne zur Erhöhung der Gurt-Anlegequote im Nutzfahrzeug (Motto: „Hat`s geklickt? – Die wichtigste Ladung sind Sie“) wurde im September auf der „IAA-Nutzfahrzeuge 2002“ in Hannover ein Demonstrationsschlitten vorgestellt, der Lkw-Fahrern die Schutzwirkung des Sicherheitsgurtes verdeutlichen soll.

Obwohl in Deutschland seit 1992 Sicherheitsgurte in Lastkraftwagen vorgeschrieben sind und damit auch angelegt werden müssen, haben aktuelle Erhebungen ergeben, dass die Gurt-Anlegequote der Lkw-Insassen nur etwa 15 % beträgt. Jedoch ist es auch im Lkw sehr sinnvoll, sich anzuschnallen. Neben dem typischen Auffahrunfall am Ende eines Staus, kommt es auch beim Abkommen von der Fahrbahn mit anschließendem Umkippen oftmals zu schwersten Verletzungen, die durch den Sicherheitsgurt verhindert werden können.

Im Frühjahr 2002 beauftragte uns deshalb die Berufsgenossenschaft für Fahrzeughaltungen, einen neuartigen Gurtschlitten zu entwickeln, mit dem sich der Fahrer eines Nutzfahrzeugs identifizieren kann. Den Anlass für diese Neuentwicklung gab auch unsere Untersuchung der bisher eingesetzten Pkw-Gurtschlitten zur Belastbarkeit der Halswirbelsäule (siehe Ureko-Spiegel 01/2000).

Ziel war es, den Gurtschlitten auf einem Pkw-Anhänger unterzubringen. Erstmals im Pkw-Anhängerbau kam das Prinzip des Plankenrahmens zum Einsatz, das beim Sattelauflieger mit dem Safe-Liner bereits realisiert wurde. Der Name des neuartigen Pkw-Anhänger-Fahrgestells lautet Safe-Trailer.

Im Inneren des Anhängers befindet sich ein Schlitten, der per Elektroantrieb auf die Heckansicht eines Lkw mit Ladebordwand und plötzlich aufleuchtenden Bremsleuchten zufährt. Die Intensität des Anstoßes entspricht einem 10 km/h-Wandaufprall mit einem Lkw.



FAHRDYNAMIK

Anfahrbeschleunigungen im alltäglichen Straßenverkehr



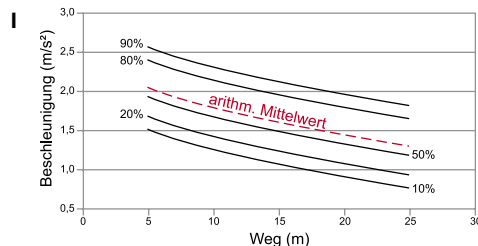
Dipl.-Ing. Ralf Krause

Der Anfahrvorgang spielt bei der Rekonstruktion von Verkehrsunfällen in Einmündungs- bzw. Kreuzungsbereichen eine wesentliche Rolle. Da das Veröffentlichungsdatum einiger, weniger Publikationen zu diesem Thema bereits einige

Jahre zurückliegt, sollten im Rahmen einer neuen Untersuchung aktuelle Daten ermittelt werden. Ein wesentlicher Unterschied zu den vorangegangenen Untersuchungen besteht darin, dass die gewonnenen Ergebnisse dem alltäglichen Straßenverkehrsgeschehen entnommen wurden und nicht auf Versuchen mit Probanden basieren. Bei der nachfolgend vorgestellten Erhebung wurden 181 Anfahrbeschleunigungen von geradeaus fahrenden (Diagramm I) und abbiegenden Pkw (Diagramm II) gemessen.

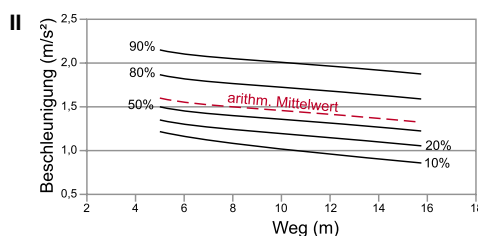
Die gesuchte Beschleunigung, die zu dem Anfahrverhalten eines Beteiligten mit möglichst großer Wahrscheinlichkeit identisch ist, wird durch den arithmetischen Mittelwert und die 50%-Linie repräsentiert. Die Linien für die 10%-, 20%-, 80%- und 90%-Marke informieren über die bei der Auswertung aufgetretenen Streuweiten der Ergebnisse.

Für einen geradeaus fahrenden Pkw ist für den arithmetischen Mittelwert, wie auch für das 50%-Perzentil nach einer Anfahrstrecke von 5 m eine wahrscheinlichste Anfahrbeschleunigung von 2 m/s^2 zu bestimmen (Diagramm I). Bei einem Abbiegemanöver ließe sich für eine Anfahrstrecke von 10 m eine Anfahrbeschleunigung



von etwa $1,4 \text{ m/s}^2$ bestimmen (Diagramm II). Bringt man für diesen Abbiegevorgang eine in der Literatur häufig als allgemeingültig

verwendete Anfahrbeschleunigung von 2 m/s^2 in Ansatz, würde sich die Zeit für den Anfahrvorgang von $3,8 \text{ s}$ (bei $a = 1,4 \text{ m/s}^2$) auf $3,15 \text{ s}$ reduzieren. Die resultierende Zeitdifferenz führt im Rahmen einer Weg-Zeit-Analyse dann zu wesentlichen Veränderungen bei der Ermittlung der Ausgangsgeschwindigkeiten und bei den Vermeidbarkeitsbetrachtungen. Insofern ist es notwendig und mittels der Diagramme möglich, die Art des Anfahrvorganges zu berücksichtigen.



Neben diesem Aspekt ist anhand der Diagramme noch ersichtlich, dass die Anfahrbeschleunigung mit zunehmender Wegstrecke kontinuierlich abnimmt und die mittlere Anfahrbeschleunigung bei Abbiegevorgängen deutlich geringer ist, als bei Geradeausfahrt.

AIRBAG

Schutz- und Gefahrenpotenzial



Dipl.-Ing. Michael Rohm

Mittlerweile sind fast 100 % aller Pkw-Neuwagen mit Frontairbags ausgestattet; die Ausstattungsrate mit Seiten-Airbags liegt bei ca. 92 %. Unstreitig haben die modernen Rückhaltesysteme zu einer Reduzierung der getöteten Fahrzeuginsassen bei schweren Kollisionen geführt. Im Vergleich zu 1992 sind durch den Airbag-Einsatz 1998 ca. 20 % weniger Fahrzeuginsassen im Straßenverkehr tödlich verletzt worden.

Dennoch gibt es im Zusammenhang mit Airbags Komplikationen. Dies betrifft hauptsächlich ein Auslösen der Airbags bei geringer Unfallschwere und ein Nichtauslösen bei hoher Unfallschwere. Übergeordnet ist die Aggressivität des Systems zu berücksichtigen; diese tritt sowohl im Falle einer Fehlauflösung auf als auch bei einem korrekten Verhalten des Systems. Zum einen sind dies relativ geringe Verletzungen wie Brandwunden oder Prellungen. Zum anderen sind es jedoch auch schwere Augenverletzungen. Im gezeigten

Beispiel lösten die Front-Airbags zurecht infolge einer frontalen Belastung aus. Es kam zu einer folgenschweren Verletzung der Iris, die zum Verlust des ganzen Auges führen kann.

Nach dem Stand der Technik Mitte der 90-er Jahre ist diese Aggressivität des sich explosionsartig entfaltenden Airbags nicht zu verhindern. Die Fahrzeughersteller arbeiten jedoch daran, die Aggressivität des Systems zu reduzieren. Hierzu gehören mehrstufige Airbags sowie Insassen-Überwachungssysteme.



In der Regel wird eine Fehlfunktion vom Fahrzeughersteller eingeräumt und ohne zivilrechtliche Auseinandersetzung geregelt. Die Fahrzeughersteller haben kein Interesse daran, ihr Image in der Öffentlichkeit zu gefährden. Trotzdem wird es zukünftig vermehrt zu Klagen kommen, die mit der Aggressivität oder vermeintlichen Fehlfunktion des Systems im Zusammenhang stehen. Vom OLG Hamm wurde z. B. für einen Gehörschaden (Tinnitus) ein Schmerzensgeld von insgesamt $7.000,- \text{ DM}$ zugesprochen (AZ 13 U 76/00).

Trotz dieser Umstände muss jedoch klar sein, dass von den modernen Rückhaltesystemen in jedem Fall ein höheres Schutz- als Gefahrenpotenzial ausgeht.



LEITPLANKENKOLLISION Neue Erkenntnisse



Detlev Saat

Bereits seit den 60er Jahren werden umfangreiche Versuche mit Leitplanken und anderen Schutzvorrichtungen durchgeführt. Diese dienen jedoch lediglich als Nachweis über die Funktion der Schutzsysteme, wie sie in europäischen Normen bzw. in Zukunft durch Leistungsklassen festgelegt sind. Die Versuche werden in der Regel mit Anprallwinkeln zwischen 15° und 20° mit Pkw und Nutzfahrzeugen durchgeführt; eine derartige Versuchsanordnung stellt für die Leitplanke eine extreme Belastung dar, ist jedoch im realen Unfallgeschehen äußerst selten anzutreffen. Im Rahmen einer normalen Ausweichbewegung, die ein Abkommen von der asphaltierten Fahrbahn nach sich zieht, sind in der Regel nur Anstoßwinkel von 5° bis 10° realisierbar.

Zur Untersuchung derartiger Leitplankenkollisionen wurde eine Reihe von Versuchen durchgeführt. Diese sollten einerseits dazu dienen, die bei einer derartigen Kollision zu erwartenden Spuren im Hinblick auf die Aufklärung manipulierter Unfallgeschehen zu dokumentieren. Darüber hinaus sollten die kollisionsmechanischen Parameter mit Blick auf die auftretende Insassenbelastung ermittelt werden.

Bezüglich der entstehenden Schäden und Schadenausprägungen ist zunächst zu berücksichtigen, dass zwei differierende Leitplankentypen Verwendung finden. Dabei hinterlässt das gerundete Profil A (Bild 1) deutlich andere Kontaktsuren als das kantige Profil B (Bild 2).

Des Weiteren ist zu beachten, dass es verschiedene Anbringungsarten von Leitplanken gibt. Werden die Leitplankensegmente direkt an die Stützpfeiler montiert, so steht die Leitplanke senkrecht zur Fahrbahnoberfläche (Bild 3). Bei der Montage an Distanzstücken entsteht, bedingt durch die Formgebung der Distanzstücke, eine Neigung der Leitplanke von etwa 7° zur Fahrbahn (Bild 4).

Entsprechend der Formgebung und Anbringungsart unterscheiden sich die an Fahrzeugen zurückgelassenen Spuren und Schäden deutlich. Beispielhaft zeigt das Bild 5 den Kontakt mit einer vertikal montierten Leitplanke des Profils A. Der Anstoß unter einem Kollisionswinkel von etwa 5° bei einer Geschwindigkeit von 85 km/h hinterlässt an der Pkw-Flanke eine Spurausprägung, bei der die untere Auswölbung der Leitplanke deutlich stärkere und intensivere Spuren hinterlassen hat als

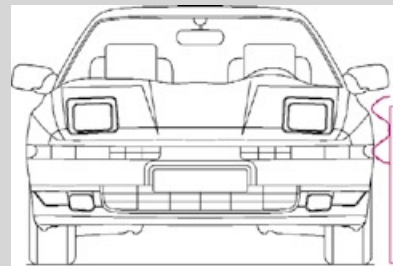


Bild 5

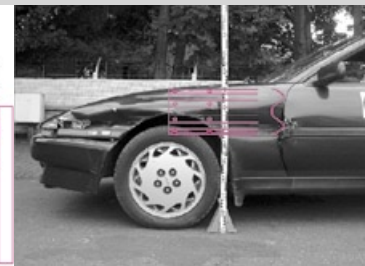


Bild 6

die obere Auswölbung. Darüber hinaus ist zwischen der Mitte des oberen und unteren Spurastes am Fahrzeug bedingt durch die Profilierung ein Abstand von 18 bis 20 cm gegeben (Bild 6).

Ein Kontakt unter gleichem Kollisionswinkel und gleicher Geschwindigkeit mit einer kantigen Leitplanke des Profils B, montiert an einem Distanzstück (Bild 7), zeigt eine deutlich abweichende Schadenausprägung. Hier ist der obere Spurast der Spurzeichnung an der Pkw-Flanke wesentlich stärker ausgeprägt, da der obere Teil der Leitplanke zum Pkw geneigt ist. Zwischen unterem und oberem Spurast liegt entsprechend der Formgebung des Leitplankenprofils eine ca. 8 cm breite spurzeichnungsfreie Zone (Bild 8).

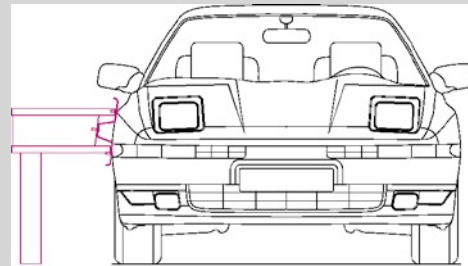


Bild 7



Bild 8

Bei den hier vorgestellten Versuchen lässt die horizontal verlaufende Spurzeichnung an der Fahrzeugflanke erkennen, dass der Pkw zum Zeitpunkt der Leitplankenkollision nicht abgebremst wurde. Im Falle einer Abbremsung würde aufgrund des zwangsweise eintretenden Bremsnickens ein zum Heck hin abfallender Spurverlauf entstehen (Bild 9).

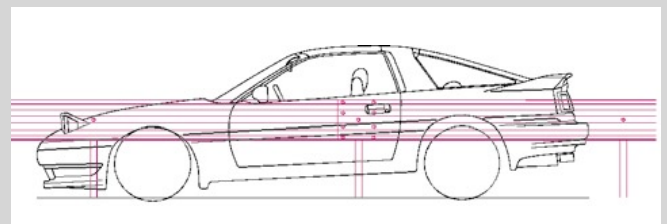


Bild 9

Die Auswertung der Messwerte zeigt, dass eine streifende Leitplankenkollision mit 0,3 bis 0,4 s zeitlich deutlich länger andauert, als beispielsweise eine Pkw-Pkw-Kollision (ca. 0,1 s). Darüber hinaus konnte festgestellt werden, dass in Längsrichtung der Fahrzeuge die auftretende Verzögerung nicht das Niveau einer Vollbremsung erreicht. Quer zur Längsachse des kollidierenden Pkw ist die auftretende Belastung im wesentlichen von dem Kollisionswinkel und dem Geschwindigkeitsniveau abhängig. Dabei kann aufgrund der (gegenüber Pkw-Pkw-Kollisionen) langen Kollisionsdauer selbst bei augenscheinlich nicht gravierenden Schäden eine erhebliche Geschwindigkeitsänderung in Querrichtung auftreten. So ist beispielsweise bei einem Pkw, der bei einer Geschwindigkeit von 130 km/h unter einem Winkel von 10° gegen eine Leitplanke prallt, in Querrichtung eine Geschwindigkeitsänderung von rund 23 km/h zu erwarten, wobei aufgrund der hohen zeitlichen Ausdehnung kein direkter Bezug zur Insassenbelastung zulässig ist. Die mittlere Beschleunigung liegt daher in diesem Beispiel mit ca. 1,8 g auf einem vergleichsweise geringem Niveau.

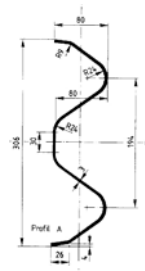
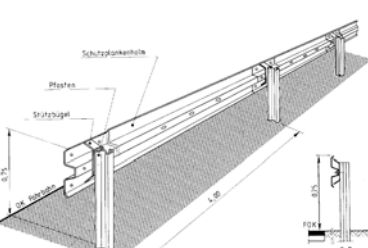


Bild 1

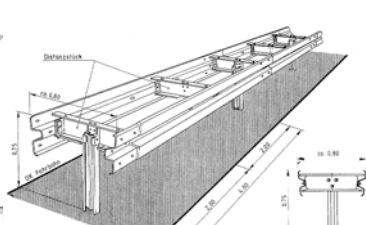


Bild 2



Einfache Schutzplanke mit Pfostenabstand 4,0 m (ESP 4,0)

Bild 3



Doppelte Distanzschutzplanke mit Pfostenabstand 4,0 m (DDSP 4,0)

Bild 4

HECKKOLLISION Ist delta v out?



Dipl.-Ing. Manfred Becke

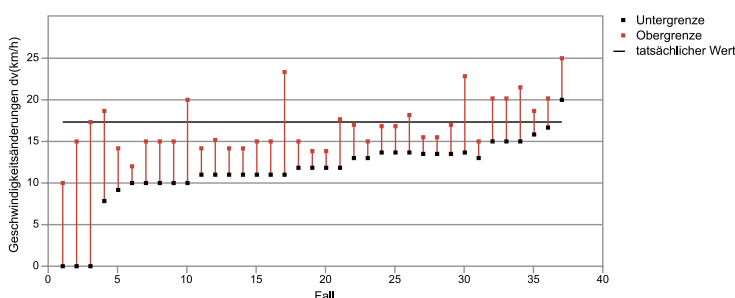
Zur Zeit wird die biomechanische Belastung von Insassen, die einer Heckkollision ausgesetzt waren, von technischen Sachverständigen durch die Angabe der kollisionsbedingten Geschwindigkeitsänderung Δv beschrieben. Immer wieder wird darauf hingewiesen, so auch jüngst in dem Aufsatz von Herrn Dipl.-Ing. Haberkorn (NZV 2000, Heft 9), dass diese Beschreibung nicht ausreichend sei. Vielmehr sei der Verlauf der (Fahrgastzellen-) Beschleunigung maßgeblich. Anhand dieser ließen sich dann Aussagen zur Höhe der Scherkräfte im Hals und zur Kraftwirkung am Kopf vornehmen. Auch würden die Kollisionsdauern bei verschiedenen Unfallkonstellationen stark voneinander abweichen. Wie schon im Artikel „HWS 2000“ in NZV 2000, Heft 6, deutlich beschrieben, wäre es natürlich wünschenswert, wenn Kenntnisse über die Kopf- und Brustbeschleunigung sowie den relativen Verlauf beider Signale gegeben wären, um beispielsweise einen NIC-Wert zu bestimmen.

Neben der Möglichkeit, die Beschleunigungsverläufe anhand von eigens durchgeführten Crash-Tests realistisch einzugrenzen (wozu nur wenige Sachverständige in der Lage sein dürften), könnten derartige Beschleunigungsverläufe der Fahrgastzelle noch durch Simulationsprogramme dargestellt werden. Nimmt man eigens validierte Programme der Automobil-Industrie aus, werden realistische Beschleunigungsverläufe mit der derzeit verfügbaren Software mit Sicherheit nicht erzielt. Außerdem reicht es letztlich nicht, die Fahrgastzellenbeschleunigung zu beschreiben. Vielmehr sind die Auswirkungen auf den Insassen zu bestimmen, die keineswegs direkt aus dem Beschleunigungsverlauf der Fahrgastzelle hergeleitet werden können. Maßgeblich ist hier die Konstruktion und Elastizität des Sitzes mit Lehne, der Kopfstütze und die Sitzhaltung des Insassen. Sicherlich wäre es besser, wenn man für jeden Einzelfall die zeitlichen Verläufe der Kopf- und Brustbeschleunigung bestimmen könnte. Tatsächlich ist dieses z. Zt. im Rahmen eines Gutachtens jedoch nicht realisierbar, auch wenn gut gemeinte Hinweise aus der Fachwelt dazu auffordern.

Die Kollisionsdauern bei Heckauffahrkollisionen mit nahezu voller Überdeckung und geringen Verformungen liegen relativ eng in einem Bereich um 0,12 s. Bei Kollisionen mit sehr steifen Fahrzeugen, beispielsweise wenn ein Lkw involviert ist, sind die Kollisionsdauern deutlich kleiner, und zwar liegen sie im Mittel bei etwa 0,09 s. Bei teilüberdeckten Pkw-Pkw-Kollisionen mit hohen Eindringtiefen können die Kollisionsdauern sehr viel größer werden. Hier wurden Zeitspannen bis zu etwa 0,17 s gemessen. Wenn von dem Mittelwert von 0,12 s stark abweichende Kollisionsdauern vorliegen, sollte zusätzlich die mittlere Zellenbeschleunigung angegeben werden. Dabei stellt sich für die Sachverständigen jedoch das Problem, die Kollisionsdauern einzugrenzen. Dieses ist ohne Crash-Test-Ergebnisse nicht möglich.

Man muss sich die Frage stellen, ob weitergehende Forderungen von den technischen Sachverständigen im Rahmen von Gutachten auch erfüllt werden können. Allein schon die Bestimmung von Δv bei Heckkollisionen durch viele verschiedene Sachverständige ist nur in einer großen Bandbreite möglich, wie eine Studie von FALLENBERG und CASTRO im Jahre 2001 zeigt, s. Verkehrsunfall und Fahrzeugtechnik, Dezember 2001. Hier wurden viele Sachverständigen-Büros in Deutschland angeschrieben, mit der Bitte, anhand von Bildern von zwei Crash-Tests eine Δv -Bestimmung vorzunehmen. Die Sachverständigen wurden aufgefordert, sowohl einen Minimal- als auch einen Maximalwert anzugeben.

Die Ergebnisse der 37 Antworten in einem dieser beiden Fälle zeigt das Diagramm. Es wird deutlich, dass in der Gesamtheit eine riesige Bandbreite um das tatsächliche Ergebnis ($\Delta v = 16,7 \text{ km/h}$) vorlag. Bedenkt man, dass bei einem Δv um 11 km/h die Diskussion einsetzt, ob bei einer normalen Belastbarkeit der betroffenen Personen hier ein HWS-Schleudertrauma zu erwarten ist oder nicht, ist die große Bandbreite der Ergebnisse doch von sehr großer Bedeutung. Es stellt sich die Frage, worauf diese Ergebnisse zurückzuführen sind. Nach hiesiger Auffassung liegt dieses allein daran, dass viele Sachverständige nicht über ausreichendes Referenzmaterial zum Vergleich verfügen bzw. es nicht hinzugezogen haben.



Denkt man unter dem Eindruck dieser Ergebnisse darüber nach, wie denn wohl weitaus komplexere Fragen nach einem Beschleunigungsverlauf bei gleichem Kenntnisstand und gleichen Hilfsmitteln beantwortet werden würden, wird man natürlich noch schlechtere Resultate erwarten müssen. Mit den z. Zt. vorhandenen Hilfsmitteln und auch mit dem aktuellen medizinischen Kenntnisstand über das Auftreten von HWS-Schleudertrauma-Verletzungen muss man sich darauf beschränken, möglichst korrekt die kollisionsbedingte Geschwindigkeitsänderung zu ermitteln. Bei erkennbaren Abweichungen von einer mittleren Kollisionsdauer von 0,12 s sollten unter Angabe der Kollisionsdauer auch die mittleren Fahrgastzellenbeschleunigungen angegeben werden.

Δv ist demzufolge nicht out, solange wir nichts Besseres anbieten können. Dieses ist nach heutigem Wissensstand nur mit Hilfe von Crash-Test-Ergebnissen, nicht jedoch mit zur Unfallrekonstruktion angebotenen Rechenprogrammen realisierbar.

IMPRESSUM

Der Ureko-Spiegel ist eine Publikation des Ingenieurbüros Schimmelpfennig + Becke
Münsterstraße 101, 48155 Münster



Verantwortliche Redakteure:
Dipl.-Ing. Stephan Schal
Dipl.-Ing. Michael Rohm

Weitere Büros in:
Hannover
www.hanreko.de

www.ureko.de
Email: kontakt@ureko.de
T : 02506 / 820 - 0
F : 02506 / 820 - 99

Oldenburg
www.olreko.de
Lüdenscheid
www.suedwestreko.de

Gestaltung:
muse | business solutions | design
www.muse.de

Lübeck/Schwerin
www.nordreko.de