



ureko SPIEGEL

AUSGEWÄHLTE FACHARTIKEL ZUR UNFALLREKONSTRUKTION FÜR JURISTEN

01 2000

Editorial

Sie halten ein neues Informationsblatt in den Händen, das denjenigen Juristen, die sich mit Verkehrsunfällen und Unfällen mit technischen Geräten befassen, neue Erkenntnisse auf diesen Gebieten zugänglich machen soll.

wie beispielsweise die in diesem Exemplar vorgestellte Untersuchung zum Sicherheitsabstand, praktische Bedeutung für alle Kraftfahrer. Abschließend sei angemerkt, daß der Inhalt des 'Ureko-Spiegels' und weitere Informationen natürlich auch

„Spiegel-Leser wissen mehr“

Der Name „Ureko“ leitet sich aus dem Begriff **Unfallrekonstruktion** ab, während „Spiegel“ als Synonym für eine klare und sachliche Wiedergabe der Themen stehen soll.

Wir sehen den 'Ureko-Spiegel' als Ergänzung zu entsprechenden juristischen Publikationen, in denen beispielsweise neue und richtungweisende Urteile veröffentlicht werden.

Unser Ziel ist es, die auch für den Juristen relevanten technischen Erkenntnisse in verständlicher und kompakter Form zu vermitteln.

Die zum Teil allgemeingültigen Ergebnisse neuerer Untersuchungen kommen so nicht nur einem Einzelfall in Form eines Gutachtens zugute, sondern stehen sofort einem größeren Personenkreis als Information zur Verfügung.

Dass der 'Ureko-Spiegel', trotz der zahlreichen Möglichkeiten neuer Medien, in gedruckter Form herausgegeben wird, erscheint uns dennoch zeitgemäß. Zum einen stehen bei weitem noch nicht jedem die entsprechenden technischen Möglichkeiten zur Verfügung, zum anderen hoffen wir, dass durch die direkte Ansprache, die ein solches bedrucktes Stück Papier ermöglicht, Ihr Interesse an entsprechenden Informationen geweckt wird. Letztlich besitzen viele Themen aus diesem Bereich,

unter der unten angegebenen Adresse im Internet abrufbar sind. Der 'Ureko-Spiegel' wird in loser Folge erscheinen.

Unser Bemühen, ihn mit lesenswerten Inhalten zu füllen hat uns darin bestärkt, den 'Ureko-Spiegel' so zu konzipieren, dass er archiviert werden kann. Über eine Resonanz – auf welchem Wege und in welcher Form auch immer – würden wir uns freuen und Anregungen sowie Kritik dankbar entgegen nehmen.

Dipl.-Ing. Stephan Schäl

■ I N H A L T ■

Der Sicherheitsabstand – "Eine trügerische Sicherheit?"

Dipl.-Ing. M.Rohm

Die biomechanische Belastung beim Gurtschlitten

Dipl.-Ing. Burkhard Walter

Bremswegtabellen

Dipl.-Ing. Stephan Schäl

Safeliner – Der Sicherheitsanhänger

Auch aus der aktuellen Unfallstatistik wird deutlich, dass der größte Teil der schweren Verkehrsunfälle mit Personenschäden auf ein Fehlverhalten der Fahrzeugführer zurückzuführen ist.

Der Sicherheitsabstand – "Eine trügerische Sicherheit?"



Dipl.-Ing. Michael Rohm

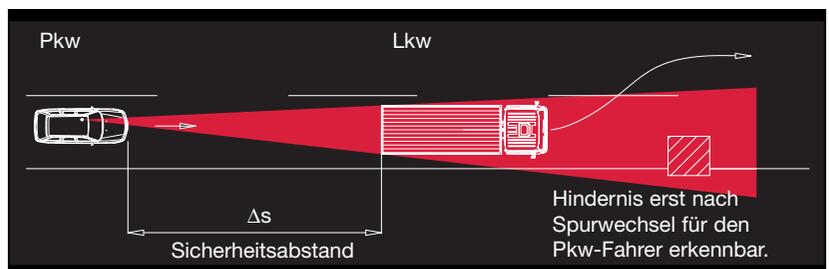
Neben nicht angepaßten Geschwindigkeiten und Vorfahrtsverletzungen ist der zu geringe Abstand zum Vorausfahrenden eine der häufigsten Unfallursachen.

Die wohl bekannteste Faustformel zur Einhaltung des Abstandes ist die in der Fahrschule gelehrtete Regel: "Sicherer Abstand gleich halber Tachowert" (z.B. 50 m bei 100 km/h).

In einer aktuellen Diplom-Arbeit (Fachhochschule Köln; Dipl.-Ing. M. Lenhartz), betreut durch das Ingenieur-Büro Schimmelpfennig+Becke, wurde analysiert, ob diese Faustregel auch in Anbetracht besonderer Umstände zutreffend ist. Bei der Untersuchung kristallisierte sich heraus, daß es kaum möglich ist, einen allgemein gültigen Sicherheitsabstand zu definieren, da die Verkehrssituationen zu unterschiedlich sind. Konkret wurde eine Verkehrssituation nachgestellt, bei der eine Sichtbehinderung durch ein vorausfahrendes Fahrzeug (Lkw) vorgelegen hat (siehe Bild). Mit Probanden wurde untersucht, in welchem Abstand man hinter einem Lkw herfahren kann, um nicht nach einem abrupten Spurwechsel dieses Fahrzeugs selbst gegen ein rechts stehendes Hindernis zu prallen.

Auf der Basis von Berechnungen und Versuchen ergab sich, dass die bei Anwendung der o.g. Faustformel verbleibende Wegstrecke, die einem nachfolgenden Fahrzeug bei Sichtbarwerden des Hindernisses nach dem Spurwechsel des Lkw zur Verfügung steht, ab einer Geschwindigkeit von ca. 65 km/h nicht mehr ausreicht, um dem Hindernis gefahrlos auszuweichen oder vor ihm zum Stehen zu kommen.

Um die Verkehrssituation mit einer Sichtbehinderung durch einen vorausfahrenden Lkw und einem davor auftauchenden Hindernis beherrschen zu können, sollte ein „2,5- Sekunden-



abstand“ eingehalten werden, also die Strecke, die innerhalb von 2,5 Sekunden durchfahren wird. Bei einer Geschwindigkeit von 80 km/h ist demnach ein Sicherheitsabstand von etwa 55 m notwendig – nach der klassischen Fahrschul-Regel wäre ein Abstand von nur 40 m ausreichend. Der Bußgeldkatalog orientiert sich bei der Ahndung von zu geringen Sicherheitsabständen lediglich am "halben Tachowert" als Bezugsgröße.

Die biomechanische Belastung beim Gurtschlitten

Zur Eingrenzung des tolerierbaren Belastungsniveaus der Halswirbelsäule ist es sinnvoll, Beanspruchungen aus dem Freizeitbereich heranzuziehen.



Dipl.-Ing. Burkhard Walter

Insbesondere für Heckkollisionen hat sich der Vergleich mit der auf jedem Jahrmarkt vertretenen Autoskooter-Anlage bewährt. Da diese Anlagen seit Jahrzehnten komplikationslos

betrieben werden und jedes Jahr viele Millionen Menschen sich freiwillig Anstoßvorgängen unterziehen, sind hieraus statistisch abgesicherte Erkenntnisse zu diesen tolerierbaren Belastungen der HWS abzuleiten. Im folgenden wird ein Beispiel aus dem Alltag vorgestellt, mit dem das Belastungsniveau einer Frontalkollision veranschaulicht werden kann.

Verschiedene Institutionen, vornehmlich Verkehrswachten, be-

treiben derzeit über zwanzig Gurtschlitten, die die Intention haben, die Akzeptanz des Sicherheitsgurtes in der Bevölkerung zu fördern. Zum Teil sind diese Schlitten schon seit mehr als 20 Jahren im Einsatz.

Das Prinzip aller Gurtschlitten ist gleich; ein rollengelagerter Schlitten fährt eine schiefe Ebene hinab und prallt unten gegen einen festen Anschlag.

Der Aufsasse bewegt sich dabei aufgrund der Massenträgheit weiterhin nach vorn, bis er vom Sicherheitsgurt gehalten wird.

Aus versicherungstechnischen Gründen ist die Teilnahme an einer Fahrt nicht immer uneingeschränkt gestattet. Manche Betreiber verwehren Personen mit Herzschrittmachern oder mit Bandscheibenvorfällen eine Gurtschlittenfahrt. Weiterhin wird teilweise ein Mindestalter von 12 Jahren, ein Höchstalter von 60 Jahren oder aber auch eine Mindestkörpergröße von 150 cm gefordert.



Der Sicherheitsanhänger

Dieser neuentwickelte Lkw-Sattelanhänger leistet einen Beitrag zum Schutz schwächerer Verkehrsteilnehmer, vom Pkw bis zum Radfahrer. Der so genannte „Plankenrahmen“ des Anhängers basiert auf einer Idee von Dipl.-Ing. K.- H. Schimmelpfennig und wird nun erstmals in Serie produziert. Durch die Verlegung des gesamten Anhängerrahmens nach außen entstand eine Art stabile Leitplanke, die das folgenschwere Unterfahren des Anhängers durch einen Pkw, oder das Überrollen eines Radfahrers bei Abbiegevorgängen wirkungsvoll verhindert.

Gegenüber einem herkömmlichen Sattelanhänger wird somit im punkto Sicherheit ein neuer „Stand der Technik“ definiert, der auch eine rechtliche Bedeutung hat.

Die Betriebsanleitung eines Schlittens gibt einen Hinweis auf das Belastungsniveau. Hier heißt es, dass die Aufprallwucht in etwa so hoch sei, wie der Aufprall eines Fahrzeuges bei einer Geschwindigkeit von 50 km/h.

Diese Angabe galt es zu überprüfen, indem im Rahmen einiger Veranstaltungen die auftretenden Beschleunigungen mit einem mobil einsetzbaren Unfalldatenspeicher (UDS, Fa. Mannesmann VDO) gemessen wurden. Aus den Beschleunigungsverläufen konnte die mittlere Verzögerung und die kollisionsbedingte Geschwindigkeitsänderung (Δv) bestimmt werden.

Die Geschwindigkeitsänderungen variierten in einem Bereich von etwa 9 bis 15 km/h bei mittleren Verzögerungen von 3,5 bis 21 g. Diese Geschwindigkeitsänderungen treten auch dann auf, wenn man mit einem Pkw mit einer Geschwindigkeit von ca. 25 km/h auf einen stehenden, gleich schweren Pkw auffährt. Im Vergleich zu einer Pkw-Pkw-Kollision, die in der Regel ca. 0,12 s dauert, war bei den Gurtschlitten ein sehr kurzer Anprall zu verzeichnen. Hier vergingen zum Teil nur 0,02 s, entsprechend einem Sechstel der Pkw-Kollisionsdauer.

Dieser Anstoß wurde von Mitarbeitern unseres Büros, die aufgrund der hauseigenen Crash-Anlage über eigene Crashe Erfahrung verfügen, als relativ hart empfunden. Die Ursache für diese kurze Zeit liegt in dem Anschlag der Gurtschlitten. Im Vergleich zu einer Pkw-Knautschzone verformen sich die verwendeten Gummipuffer weitaus weniger. Die Folge ist ein kurzer und damit auch harter Anschlag.

Bereits bei den Untersuchungen der Autoskooter-Anlagen hat sich gezeigt, dass es sinnvoll ist, die entsprechenden Bewegungsabläufe der Probanden gegenüberzustellen.

Dazu zeigt das linke Beispiel den Bewegungsablauf einer Probandin, die in einem frontal belasteten Pkw einer Geschwindigkeitsänderung von 11,1 km/h ausgesetzt war.

Die Insassin bewegt sich nach dem Anstoß des Fahrzeuges weiterhin nach vorn, bis es nach dem Aufzehren der Gurtelastizität und der Gurtlose zu einem Zurückhalten durch den Sicherheitsgurt kommt. Der nicht gehaltene Kopf schwingt weiter vor, und es kommt zur Flexionsbewegung der Halswirbelsäule.

Das rechte Beispiel zeigt den Bewegungsablauf eines Gurtschlitten-Probanden. Dieser war einer Geschwindigkeitsänderung von 11,7 km/h ausgesetzt. Die Parallelen der Bewegungsabläufe sind deutlich zu erkennen. Demzufolge ist das Ergebnis der durchgeführten Untersuchung, daß bei Gurtschlittenfahrten biomechanische Belastungen auftreten, die übertragen auf eine Pkw-Frontalkollision durch eine Geschwindigkeitsänderung von etwa 9 bis 15 km/h beschrieben werden können.

Eine Befragung ergab, dass keinem Gurtschlittenbetreiber Verletzungen der Halswirbelsäule bekannt waren. Deshalb ist es dem forensisch tätigen Sachverständigen nach derzeitigem Kenntnisstand möglich, die Antwort auf die Frage hinsichtlich der tolerierbaren Belastbarkeit der Halswirbelsäule bei Frontalkollisionen durch das Beispiel des Gurtschlittens zu veranschaulichen.



PKW-Frontalkollision
mit Probandin
 $\Delta v = 11,1 \text{ km/h}$



Schlittenversuch
mit Proband
 $\Delta v = 11,7 \text{ km/h}$



Dipl.-Ing. Stephan Schal

Zur überschlägigen Bestimmung von Fahrgeschwindigkeiten anhand der Länge von Bremsspuren sind sogenannte "Bremswegtabellen" nach wie vor hilfreich.

Die in der nebenstehenden Tabelle zugrunde gelegten Bremsverzögerungswerte wurden dem Stand der Technik der heute auf unseren Straßen fahrenden Pkw angepaßt. Zusätzlich wurde der Anhalteweg angegeben, der sich aus der Summe der innerhalb einer normalen Reaktionszeit von 1 s zurückgelegten Wegstrecke und dem Bremsweg ergibt. Die angegebenen Wege haben nur Gültigkeit bei einer Abbremsung bis zum Stillstand.

Grundsätzlich ist bei Bremsspuren, die vor oder nach einer Kollision gezeichnet wurden, zu berücksichtigen, dass nicht nur durch die Bremsung, sondern auch durch die Kollision eine Geschwindigkeitsänderung erfolgt.

Die beiden linken Spalten dieser Tabelle zeigen die Umrechnung von Geschwindigkeitswerten in "km/h" auf die Einheit "m/s". So entspricht beispielsweise eine Geschwindigkeit von 50 km/h einer Wegstrecke von 13,9 m, die in einer Sekunde zurückgelegt wird. Die mittleren und die rechten Spalten geben überschlägig den Vollbremsweg und den Anhalteweg eines Pkw auf trockener und auf nasser Asphaltfahrbahn an.

Bei einer Geschwindigkeit von 50 km/h ergibt sich ein Bremsweg von 12,9 m auf trockener Fahrbahn. Auf einer nassen Fahrbahn verlängert er sich auf 16,1 m. Der Anhalteweg aus 100 km/h beträgt auf trockener Fahrbahn 79,2 m.

Bei einer Geschwindigkeit von 150 km/h vergrößert er sich bereits auf 157,4 m. Er hat sich also bei einer Geschwindigkeitszunahme um die Hälfte bereits verdoppelt.

Bei den in der Tabelle angegebenen Bremsverzögerungen handelt es sich um Mindestwerte für einen Pkw. Die Höhe der möglichen Bremsverzögerung hängt von der Fahrzeugart (Lkw, Pkw, Krad) und von der Fahrbahngriffigkeit ab.

Folgende Verzögerungen können als Anhaltswerte herangezogen werden:

Trockene Fahrbahn: Pkw 7,5 bis 8,5 m/s²
 Krad 5 bis 9 m/s² (im wesentlichen abhängig von der Fahrerfahrung)
 Lkw 5 bis 7 m/s² (im wesentlichen abhängig von der Bremsanlage und der Beladung, vorgeschriebene Mindestverzögerung 4 m/s²)

Nasse Fahrbahn: Pkw 6 bis 7 m/s²
 Krad 4 bis 7 m/s²
 (im wesentlichen abhängig von der Fahrerfahrung)

Schnee- / Eisglätte: Bremsvorgänge auf Schnee
 1,5 bis 3,5 m/s² (stark abhängig von Schneebeschaffenheit und Bereifung)
 Eisglätte ca. 1 m/s²

Bremswegtabellen

Geschwindigkeit		Bremsweg		Anhalteweg	
[km/h]	[m/s]	trocken 7,5 m/s ² [m]	nass 6 m/s ² [m]	trocken 7,5 m/s ² [m]	nass 6 m/s ² [m]
5	1,4	0,1	0,2	1,5	1,5
10	2,8	0,5	0,6	3,3	3,4
15	4,2	1,2	1,4	5,3	5,6
20	5,6	2,1	2,6	7,6	8,1
25	6,9	3,2	4,0	10,2	11,0
30	8,3	4,6	5,8	13,0	14,1
35	9,7	6,3	7,9	16,0	17,6
40	11,1	8,2	10,3	19,3	21,4
45	12,5	10,4	13,0	22,9	25,5
50	13,9	12,9	16,1	26,7	30,0
55	15,3	15,6	19,5	30,8	34,7
60	16,7	18,5	23,1	35,2	39,8
65	18,1	21,7	27,2	39,8	45,2
70	19,4	25,2	31,5	44,7	51,0
75	20,8	28,9	36,2	49,8	57,0
80	22,2	32,9	41,2	55,1	63,4
85	23,6	37,2	46,5	60,8	70,1
90	25,0	41,7	52,1	66,7	77,1
95	26,4	46,4	58,0	72,8	84,4
100	27,8	51,4	64,3	79,2	92,1
105	29,2	56,7	70,9	85,9	100,1
110	30,6	62,2	77,8	92,8	108,4
115	31,9	68,0	85,0	100,0	117,0
120	33,3	74,1	92,6	107,4	125,9
125	34,7	80,4	100,5	115,1	135,2
130	36,1	86,9	108,7	123,0	144,8
135	37,5	93,8	117,2	131,3	154,7
140	38,9	100,8	126,0	139,7	164,9
145	40,3	108,2	135,2	148,4	175,5
150	41,7	115,7	144,7	157,4	186,3
155	43,1	123,6	154,5	166,6	197,5
160	44,4	131,7	164,6	176,1	209,1
165	45,8	140,0	175,1	185,9	220,9
170	47,2	148,7	185,8	195,9	233,1
175	48,6	157,5	196,9	206,1	245,5
180	50,0	166,7	208,3	216,7	258,3
185	51,4	176,1	220,1	227,4	271,5
190	52,8	185,7	232,1	238,5	284,9
195	54,2	195,6	244,5	249,8	298,7
200	55,6	205,8	257,2	261,3	312,8

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

Layout:
 www.ludgerknies.de

www.ureko.de
 Email: kontakt@ureko.de

T : 02506 / 820 - 0
 F : 02506 / 820 - 99