

Manfred Becke*

Drei Crashtestreihen

zur Ermittlung von

Kollisionsgeschwindigkeiten

Zusammenfassung

Am Ingenieurbüro Schimmelpfennig + Becke würden im Rahmen von zwei hier betreuten Diplom- und einer Semesterarbeit drei Crashtestreihen mit einer Vielzahl von Versuchen durchgeführt.

1. Exzentrische Kollision Pkw/Pkw, unter einem Winkel von 90° sowie 60°, mit einem oder zwei bewegten Fahrzeugen [1].
2. Heckaufprallversuche Pkw/Pkw mit Überdeckungen von 100 % und 30 % [2].
3. Pkw-Baumaufprallversuche, im lateralen Bereich der Fahrzeugfront und des Fahrzeughecks, in Höhe der A-Säule, B-Säule, Türschweller sowie der seitlichen Dachkante.

Summary

At Ing.-Büro Schimmelpfennig + Becke, several crash-tests had taken place to gain information on the relationship of impact velocity and character of damages.

Following conclusions could be drawn from these tests:

A significant relationship between cross-displacement of the front end of a car and impact velocity could be found at a 90° front to front crash-test.

The car being pushed is rotating about a momentary pole, located nearby the rear axle. Therefore a deflection of the pushing car occurs even in cases the car being pushed is off speed before collision.

In a rear-end collision the difference in post-crash velocity between both cars is depending on offset and structural strength of the back. The difference is ranging from 2 to 9 km/h.

A linear dependency on intrusion and EES is figured out in crash-tests with tree impact.

Erste Versuchsreihe

Exzentrische Kollision Pkw/Pkw unter einem Winkel von 90° und 60°

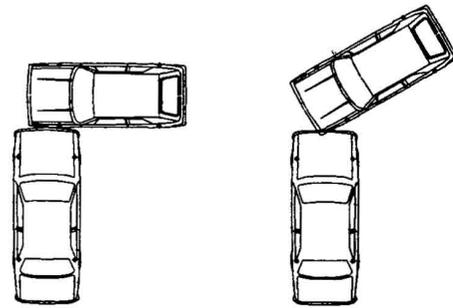
Im innerörtlichen Kreuzungsbereich treten sehr häufig die im Bild 1 dargestellten Unfallkonstellationen auf. Aufgabe war es, anhand der Versuchsreihen zu untersuchen, ob einzelne Anknüpfungstatsachen wie beispielsweise Endstellung, Verdrehwinkel, Ausbildung einer Spuren-anomalie, Lage des Splitterfeldes oder Ausprägung des Schadenbildes der beteiligten Fahrzeuge Hinweise auf die Kollisionsgeschwindigkeiten eines oder beider Fahrzeuge zulassen. Besonderes Augenmerk sollte darauf gerichtet werden, ob von vornherein unterschieden werden kann, ob eines der beteiligten Fahrzeuge zum Kollisionszeitpunkt stand oder ob beide Fahrzeuge zum Kollisionszeitpunkt in Bewegung waren.

In dieser Versuchsreihe wurden insgesamt 16 Versuche gefahren. Sieben Versuche davon wurden mit zwei bewegten Fahrzeugen durchgeführt, bei neun Versuchen kollidierte ein bewegtes mit einem stehenden Fahrzeug.

Bei den Erkenntnissen, die man aus der Schadenausprägung des stoßenden Fahrzeuges, also dem Fahrzeug mit einer frontalen Schadenausprägung, gewinnen kann, muß man deutlich zwischen der 90°- und der 60°-Kollision unterscheiden.

Bei dem Fahrzeug, das unter 90° gegen ein anderes stößt, läßt sich deutlich ablesen, ob das gestoßene Fahrzeug stand oder fuhr. Auch lassen sich Informationen über die Höhe der Kollisionsgeschwindigkeit des einbiegenden, also gestoßenen Fahrzeuges am stoßenden Fahrzeug gewinnen. Während bei Crashversuchen mit nur einem bewegten Kollisionspartner die Front des stoßenden Fahrzeuges ausschließlich in Fahrzeuglängsrichtung gestaucht wird, ergibt sich mit steigender Geschwindigkeit des gestoßenen Fahrzeuges eine immer größer werdende Verformung des Vorderwagens des stoßenden Fahrzeuges in Querrich-

*Dipl.-Ing. Manfred Becke, öffentlich bestellter und vereidigter Sachverständiger für Unfallrekonstruktion, c/o Ingenieurbüro Schimmelpfennig + Becke, Münsterstraße 101, 48155 Münster



Versuchsreihe im Winkel von 90° und 60°

Versuch	Winkelstellung	v _{1k} [km/h]	v _{2k} [km/h]
01	90°	30	0
02	90°	53 (gebremst)	0
03	90°	49	0
04	90°	61	0
05	90°	36	18
06	90°	43	21,5
07	90°	57	14
08	60°	28	0
09	60°	43 (gebremst)	0
10	60°	47,5	0
11	60°	55	0
12	60°	29	14,5
13	60°	33	16,5
14	60°	61	15
15	60°	38	9,5
16	60°	45	0

Bild 1 Überblick über die Unfallkonstellationen der ersten Versuchsreihe

tung. Diesen Zusammenhang zeigt Bild 2. Hier wird ersichtlich, wie sich die Geschwindigkeit des querfahrenden, gestoßenen Fahrzeuges auf die Verformung auswirkt. Dieser Zusammenhang ist lediglich bei den 90° Kollisionen auszumachen. Vergleicht man die entsprechenden Versuche unter einem Kollisionswinkel von 60°, Bild 3, mit denen, die unter einem Kollisionswinkel von 90° gefahren wurden, Bild 2, so wird der Unterschied deutlich.

Die Auslaufbewegung des gestoßenen Kollisionspartners, der einen exzentrischen Anstoß erfahren hat, unterliegt starken Schwankungen. Als hauptsächliche Einflußgrößen können hier Reifenkräfte und/oder eine Sekundärkollision herausgearbeitet werden.

Als Ergebnis kann festgehalten werden, daß für das stoßende Fahrzeug, auch bei stehendem Kollisionspartner, eine seitliche Ablenkung festzustellen ist. Man kann also nicht automatisch aus der Auslaufbewegung des stoßenden Fahrzeuges auf das vorkollisionsäre Bewegungsverhalten des gestoßenen schließen. Das bedeutet, daß ein evtl. vorhandener Spurenknicke nicht unbedingt deshalb entsteht, weil der Kollisionspartner in Bewegung gewesen ist, sondern daß dieser Spurenknicke auch dann entstehen kann, wenn der Kollisionspartner steht. Bild 4 zeigt, daß die Größe der Auslenkung allerdings begrenzt ist.

Das stehende, gestoßene Fahrzeug erfährt während der Kollision eine Drehung um den Momentanpol. Dieser liegt in etwa im Bereich der Hinterachse. Da sich die Fahrzeugfront des stoßenden mit der Fahrzeughecke des gestoßenen Fahrzeuges örtlich verhakt, wird dieses bei einer Drehung des gestoßenen Fahrzeuges um den Momentanpol aus seiner Spur gehoben. Zusätzlich ist bei diesen Versuchen festzustellen, daß auch das Splitterfeld entsprechend der jeweiligen Auslaufbewegung abgelenkt wird.

90° Kreuzungsunfall



Versuch 03: $v_{\text{gestoßen}} = 0 \text{ km/h}$ ----->

$d_1 = 5 \text{ cm}$ $d_2 = 0 \text{ cm}$



Versuch 07: $v_{\text{gestoßen}} = 14 \text{ km/h}$ ----->

$d_1 = 30 \text{ cm}$ $d_2 = 5 \text{ cm}$



Versuch 05: $v_{\text{gestoßen}} = 18 \text{ km/h}$ ----->

$d_1 = 40 \text{ cm}$ $d_2 = 10 \text{ cm}$



Versuch 06: $v_{\text{gestoßen}} = 21,5 \text{ km/h}$ ----->

$d_1 = 40 \text{ cm}$ $d_2 = 20 \text{ cm}$

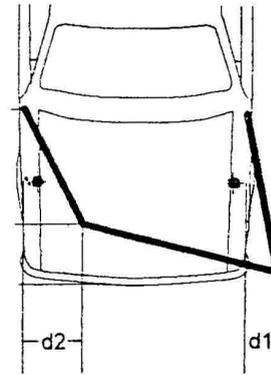


Bild 2 Verformungen am Vorderwagen des stoßenden Fahrzeuges bei unterschiedlichen Stoßgeschwindigkeiten des querfahrenden Fahrzeuges (Kollisionswinkel 90°)

Filmauswertungen des Kollisionsablaufes zeigten, daß sich bei den hier untersuchten Kollisionskonstellationen das quererfaßte Fahrzeug regelmäßig um einen Punkt, ca. 10 cm hinter der Hinterachse gelegen, drehte.

Insbesondere die Beobachtung, daß auch ein stehendes Fahrzeug bei entsprechender geometrischer Anordnung zu einer seitlichen Ablenkung des stoßenden Fahrzeuges führen kann, ist sicherlich im Zuge der Unfallrekonstruktion von Kleinkollisionen ein höchst interessantes Ergebnis, speziell dort, wo es um die Frage geht, ob ein Wartepflichtiger stand oder ob er evtl. geringfügig in Bewegung war.

Zweite Versuchsreihe

Front/Heckkollisionen

In dieser Versuchsreihe wurden zwei verschiedene Arten von Front/Heckkollisionen durchgeführt. Zum einen führen die Fahrzeuge voll überdeckt, längsachsenparallel aufeinander, zum anderen mit 30 % Überdeckung unter einem Winkel von 10° zwischen den Fahrzeuglängsachsen, vgl. Bild 5.

Die 30%-ige Überdeckung bei einem geringen Winkel ist in der Praxis häufig durch einen vorkollisionären Ausweichvorgang des auffahrenden Fahrzeuges festzustellen.

Ein Bremsvorgang des nachfolgenden Fahrzeuges wurde dadurch berücksichtigt, daß gegenüber der statischen Situation eine Höhendifferenz von 8 cm vorlag. Besonderes Ziel dieser Untersuchung war, zu überprüfen, welchen Einfluß die Heckstruktur auf die Schadenausprägung sowie auf die Fahrzeugbewegungen nach der Kollision aufweist.

Die unfallbeteiligten Fahrzeuge wurden jeweils mit einem Unfalldatenspeicher der Fa. Mannesmann-Kienzle ausgerüstet. Die von diesem Gerät gemessenen und aufgezeichneten Beschleunigungsverläufe waren Basis für die Untersuchung.

Die Stöße konnten insgesamt nach harten und weichen Stößen unterschieden werden, wobei eine geringe Fahrzeugüberdeckung und ein Stufenheck den weichen Stoß begünstigte, während die volle Überdeckung und ein Kombi- bzw. Kompakheck den harten Stoß charakterisierte. Die Größten Kollisionsdauer, mittlere Zellenbeschleunigung und Auslaufgeschwindigkeitsdifferenz charakterisieren die Härte des Stoßes. Bei strukturweichen Heckpartien ist eine verlängerte Kollisionsdauer zu beobachten. Bei Kollisionen mit nur 30 % Überdeckung verlängerte sich die Kollisionsphase um ca. 0,05 s. Die Auslaufgeschwindigkeitsdifferenz A der Fahrzeuge im Anschluß an die Kollision war stark durch die

60° Kreuzungsunfall



Versuch 08: $v_{\text{gestoßen}} = 0 \text{ km/h}$ ----->

$v_k = 28 \text{ km/h}$



Versuch 12: $v_{\text{gestoßen}} = 14 \text{ km/h}$ ----->

$v_k = 29 \text{ km/h}$



Versuch 13: $v_{\text{gestoßen}} = 18 \text{ km/h}$ ----->

$v_k = 33 \text{ km/h}$

Bild 3 Verformungen am Vorderwagen des stoßenden Fahrzeuges bei unterschiedlichen Stoßgeschwindigkeiten des querfahrenden Fahrzeuges (Kollisionswinkel 60°)

Steifigkeiten der beteiligten Heckstrukturen bestimmt. Generell konnte festgestellt werden, daß die Auslaufgeschwindigkeitsdifferenz als Maß für die Elastizität der Kollision bei extrem harten, eher elastischen Fahrzeugstrukturen im Bereich der Obergrenze bei ca. 9 km/h und bei weichen Strukturen im unteren Bereich des Spektrums bei ca. 2 km/h liegen können.

Bei der Kollisionsmechanik wurde schon früher auf die Auslaufgeschwindigkeitsdifferenz A hingewiesen [3]. Die Versuche haben Hinweise auf die einzusetzende Größe je nach Kollisionsart gegeben und haben gezeigt, daß neben der masseabhängigen Aufteilung der in Deformation umgesetzten kinetischen Energie innerhalb des Kollisionsgeschehens auch die Struktur der beteiligten Berührungszonen die Aufteilung erheblich beeinflußt. Im Vergleich zu den von der Industrie durchgeführten Crashtests war bei den stoßenden Fahrzeugen festzustellen, daß teilweise erheblich höhere Eindringtiefen vorlagen, da die Längsträger der Fahrzeuge durch die Absenkung der Fahrzeugfront außerhalb des direkten Anstoßbereiches liegen, so daß die Energieaufnahme nur über den vergleichsweise weichen Bereich oberhalb der Längsträger erfolgte. Auch bei den gestoßenen Fahrzeugen kam es in Einzelfällen zu Verformungskinematiken, die von der Schadenausprägung nach einem üblichen Barrierenanstoß stark abwich. Bei höheren Kollisionsgeschwindigkeiten konnte eine starke Ausknickung der Längsträger mit sekundären Verformungen im Bereich der gesamten Fahrgastzelle festgestellt werden.

Insgesamt zeigte es sich, daß speziell bei höheren Kollisionsgeschwindigkeiten die von der Industrie durchgeführten Crashtests gegen eine Barriere nur bedingt übertragen werden können. Beispiele für die ermittelten EES-Werte zeigen die Bilder 6 und 7.

Dritte Versuchsreihe

Die EES-Werte beim Pkw Baumaufprall

Während der frontale Anstoß eines Pkw gegen einen Pfahl oder einen Baum bereits häufiger untersucht wurde, sind Versuchsergebnisse gegen die Pkw-Seite, bzw. die Fahrzeugecken kaum vorhanden. Derartige Anprallorte sind jedoch insbesondere bei schleudernden Auslaufbewegungen eine häufig anzutreffende Anstoßkonfiguration.

Die Versuchsfahrzeuge, die wiederum mit einem Unfalldatenspeicher ausgerüstet waren, wurden von einem Stoßwagen gerammt, an dem ein Baumstamm mit einem Durchmesser von ca. 40 cm montiert war. Das Stoßwagengewicht lag bei 1.200 kg. Mehr als 20 Kollisionen wurden mit Kollisionsgeschwindigkeiten zwischen 20 und 60 km/h durchgeführt. Dabei wurde auch der Kollisionswinkel und die Anstoßstelle variiert. Die anschließend berechneten EES-Werte lagen in einer Größenordnung von etwa 10 bis 45 km/h, wobei aufgrund der detaillierten Versuchsauswertung der Toleranzbereich mit nur $\pm 2 \text{ km/h}$ angegeben werden konnte.

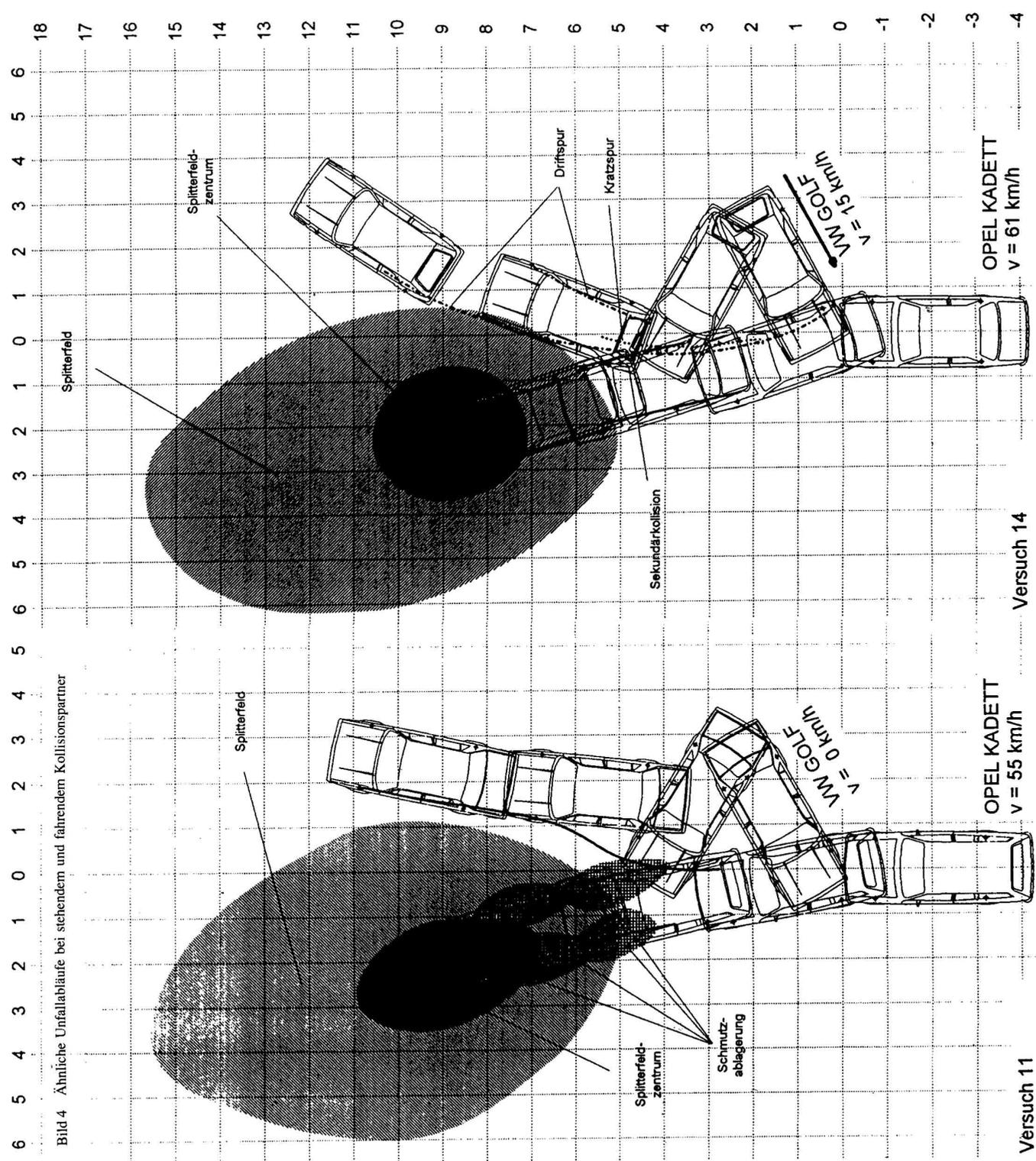
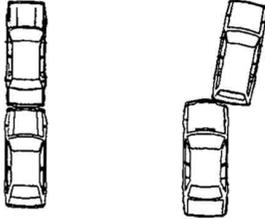


Bild 4 Ähnliche Unfallabläufe bei stehendem und fahrendem Kollisionspartner



Versuchsreihe mit 100 % Überdeckung und 0° Winkel, sowie mit 30 % Überdeckung und 10° Winkel

Versuch	Überdeckung	Winkel	v_k	Konstellation
1	100 %	0°	55,4 km/h	Kompakt
2	100 %	0°	59,9 km/h	Stufenheck
3	100 %	0°	47,3 km/h	Kompakt
4	100 %	0°	42,1 km/h	Stufenheck
5	100 %	0°	30,3 km/h	Kompakt
6	100 %	0°	29,5 km/h	Stufenheck
7	100 %	0°	20,6 km/h	Kompakt
8	100 %	0°	21,6 km/h	Stufenheck
9	30 %	10°	54,8 km/h	Kombi
10	30 %	10°	50,6 km/h	Stufenheck
11	30 %	10°	32,4 km/h	Kombi
12	30 %	10°	32,3 km/h	Stufenheck

Buchbesprechung

»Die Aufklärung des Kfz-Versicherungsbetruges«

Mitte 1995 hat Dipl.-Ing. Michael Weber aus dem Sachverständigenbüro Schimmelpfennig und Becke das Buch zum Versicherungsbetrug vorgelegt, das lange überfällig war. Auf 714 reich mit vorbildlichen Grafiken und Fotos versehenen Seiten wird die ganze Bandbreite des Themas sachkundig abgehandelt. Obwohl die technische Analyse dieses weit verbreiteten und noch zunehmenden Deliktes zweifellos den Schwerpunkt bildet, ist das Buch von Anfang an so konzipiert worden, daß auch Nicht-Techniker eine wertvolle Arbeitshilfe erhalten haben. Das gilt für die Unfallsachbearbeiter bei den zu allererst betroffenen Versicherungen ebenso wie für alle juristisch mit dieser Sparte des Betruges befaßten Personen.

Als besonders verdienstvoll sind zwei Aspekte dieses Buches zu nennen. Zum einen wird für die unendliche Vielzahl möglicher Betrugsfälle eine Systematik aufgebaut, die es dem Bearbeiter eines Einzelfalles ermöglicht, »seinen« Fall zumindest im Prinzip wiederzufinden. Zum anderen können die Erkenntnisse aus der großen Zahl der eigens mit dieser Zielrichtung im Büro Schimmelpfennig und Becke durchgeführten Versuche nicht hoch genug eingeschätzt werden. Steht nicht jeder Sachverständige manchmal vor der Frage, verbliebene Zweifel in Fällen des Versicherungsbetruges durch einen Versuch zu klären? Der enorme dazu erforderliche Aufwand, der zudem noch eine gehörige Portion Versuchserfahrung voraussetzt, ist dem Benutzer dieses Buches zu einem großen Teil abgenommen worden. Sinnvoll war es, die bei dem einzelnen Sachverständigen seltener anfallenden Fragen des vorgetäuschten Diebstahls und der Brandstiftung von Kraftfahrzeugen in eigenen Kapiteln, dann aber von hochkarätigen Fachleuten abhandeln zu lassen. Wegen der zunehmenden Zahl von Anspruchsfällen aus vorge-täuschten HWS-Verletzungen bildet auch dieses Thema einen besonderen Schwerpunkt, so-wohl aus technischem wie auch aus medizinischem Blickwinkel. Die eigens hierzu durchgeführten Kollisionsversuche geben eine wertvolle Hilfestellung bei der Beurteilung derartiger Unfallsituationen. Zur Abrundung des Komplexen Themas »Versicherungsbetrug« tragen auch die beiden abschließenden juristischen Kapitel bei.

Weber weist mit Recht darauf hin, daß es in vielen Fällen nicht ausreicht, die Kompatibilität von Schäden zu klären, sondern daß die Plausibilität des gesamten Unfallablaufs zu überprüfen ist. Hier ist ausschließlich der Sachverständige für Unfallrekonstruktion gefordert, der in diesem sensiblen Bereich zugleich seine Grenzen zu erkennen hat. Bei aller notwendigen Abwehr ungerechtfertigter Ansprüche, welche die Gemeinschaft der Versicherungsnehmer jährlich Milliarden kostet, gibt es natürlich auch unstrittige Fälle unmöglichen, unsinnigen oder unerklärlichen Verhaltens. Man kann nur hoffen, daß alle diejenigen, die sich mit dem Kfz-Versicherungsbetrug befassen müssen, das Buch von Weber stets in greifbarer Nähe haben. Zu wünschen ist, daß die Aktualität und Kontinuität auch zukünftig durch rechtzeitige Neuauflagen gewahrt bleiben. Einziger dringender Wunsch für eine neue Auflage: zumindest ein Teil der Fotodokumentation müssen farbig sein.

Preis: 435 DM zzgl. Vers.Kosten incl. MwSt.

Zu bestellen bei:

Verlag Information Ambs GmbH, Postfach 208, 77968 Kippenheim, Fax: 0 78 25 - 87 08 41

Bild 5 Überblick über die Unfallkonstellationen der zweiten Versuchsreihe



Versuch 12: $v_k = 32 \text{ km/h}$, $a_{\text{gemittelt, KADETT}} = 2,4 \text{ g}$, $v'_{\text{KADETT}} = 19 \text{ km/h}$, $\Delta v' = 1 \text{ km/h}$

$EES_{\text{REKORD}} = 8 \text{ km/h}$

$EES_{\text{KADETT}} = 22 \text{ km/h}$



Versuch 10: $v_k = 51 \text{ km/h}$, $a_{\text{gemittelt, KADETT}} = 3,6 \text{ g}$, $v'_{\text{KADETT}} = 29 \text{ km/h}$, $\Delta v' = 3 \text{ km/h}$

$EES_{\text{REKORD}} = 19 \text{ km/h}$

$EES_{\text{KADETT}} = 33 \text{ km/h}$

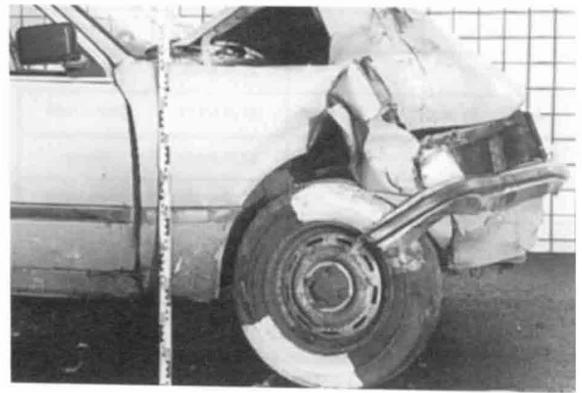
Bild 6 EES-Werte zu Versuch 10 und 12



Versuch 11: $v_k = 32 \text{ km/h}$, $a_{\text{gemittelt, KADETT}} = 2,8 \text{ g}$, $v'_{\text{KADETT}} = 21 \text{ km/h}$, $\Delta v' = 3 \text{ km/h}$

EES_{REKORD} = 12 km/h

EES_{KADETT} = 20 km/h



Versuch 9: $v_k = 55 \text{ km/h}$, $a_{\text{gemittelt, KADETT}} = 4,0 \text{ g}$, $v'_{\text{KADETT}} = 35 \text{ km/h}$, $\Delta v' = 4 \text{ km/h}$

EES_{REKORD} = 22 km/h

EES_{KADETT} = 30 km/h

Bild 7 EES-Werte zu Versuch 9 und 11

Versuch	Fahrzeug	Anprallort	Winkel[°]	v_k [km/h]	EES[km/h]
1	Golf	B-Säule	90	21	16
2	Golf	B-Säule	90	41	32
3	Jetta	B-Säule	90	54	44
4	Passat ¹	Tür/Dach	90	41	30
5	Ascona ²	Tür/Schweller	90	57	42
6	Ascona ²	Tür/Schweller	90	43	32
7	Kadett Lim.	Heckseite (hinten)	90	21	11
8	Kadett Lim.	Heckseite (hinten)	90	40	18
9	Kadett Lim.	Heckseite (hinten)	90	57	30
10	Kadett Lim.	Heckecke	45	20	12
11	Kadett Lim.	Heckecke	45	41	25
12	Kadett Lim.	Heckecke	45	59	37
13	Kadett City	Heckecke	45	24	15
14	Kadett City	Heckecke	50	43	29
15	Kadett City	Heckecke	55	53	35
16	Rekord Car.	B-Säule	90	48	34
17	Jetta	A-Säule (unten)	90	56	38
18	Golf	A-Säule (unten)	90	40	27
19	Passat	Frontecke	45	54	40
20	Passat	Frontseite	45	43	29
21	Passat	Frontecke	45	20	12
22	Passat	Heckseite	25	44	32
23	Jetta	A-Säule	90	24	18
24	Kadett Lim.	Tür	90	10	7

Baumaufprall-Versuche

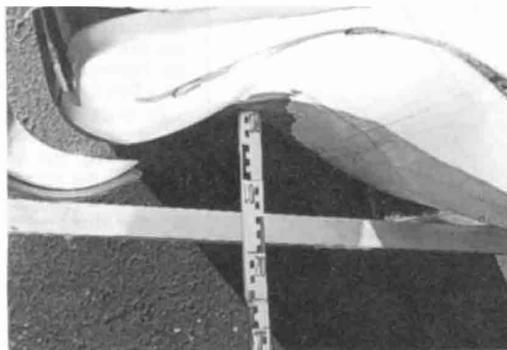
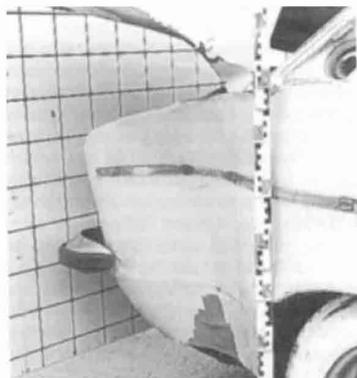
(Stoßwagen mit Baum gegen stehenden Pkw)

Bemerkungen:

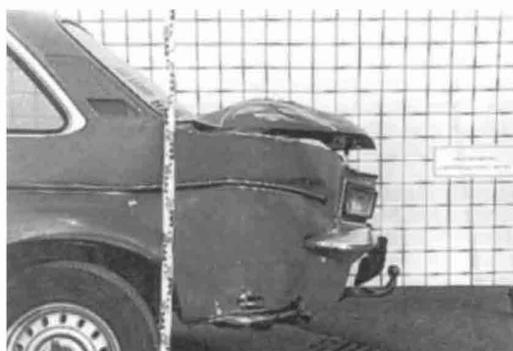
- ¹ Fahrzeug gegen Stoßrichtung geneigt
- ² Fahrzeug in Stoßrichtung geneigt

Bild 8 Übersicht über die Baumaufprallversuche der dritten Versuchsreihe

Baumaufprall unter 90° gegen Kofferraumseite OPEL KADETT C Limousine



Versuch 07:
EES = $11,5 \pm 2$ km/h, Eindringtiefe ca. 14 cm



Versuch 08:
EES = $18,5 \pm 2$ km/h, Eindringtiefe ca. 33 cm



Versuch 09:
EES = $29,5 \pm 2$ km/h, Eindringtiefe ca. 56 cm

Bild 9 Verformungen der hinteren linken Seitenwand und zugehörige EES-Werte

Eine Übersicht über die Baumaufprallversuche gibt das **Bild 8**. Drei Versuche mit verschiedenen EES-Werten gegen die hintere linke Seitenwand eines Pkw zeigen die Fotos **Bild 9**.

Die insgesamt gefundenen Zusammenhänge zwischen Eindringtiefen des 40 cm dicken Baumes und der aufgenommenen Verformungsenergie vom Pkw zeigt das **Bild 10**.

Abschließend bleibt festzuhalten, daß die Karosseriestruktur einen entscheidenden Einfluß auf das Beschädigungsbild hat. So traten bei gleichem EES-Wert und Anstoß gegen die Heckecke beim Stufenheckfahrzeug zum Teil um 50 % größere statische Eindringtiefen als bei dem entsprechenden Schrägheckmodell auf. Insbesondere stellen die Versuchsergebnisse beim Anprall der Pkw-Seite gegen einen Baum auch

eine anschauliche Größe für die Rekonstruktion von Krad/Pkw-Unfällen dar.

Zusammenfassung

Aus drei Crashtestreihen ergaben sich folgende Erkenntnisse:
– Bei exzentrischen Pkw/Pkw-Kollisionen läßt sich anhand der Fahrzeugfront eine zunehmend größere Querverschiebung mit steigender Geschwindigkeit des querfahrenden, gestoßenen Fahrzeuges bei 90°-Kollisionen feststellen.

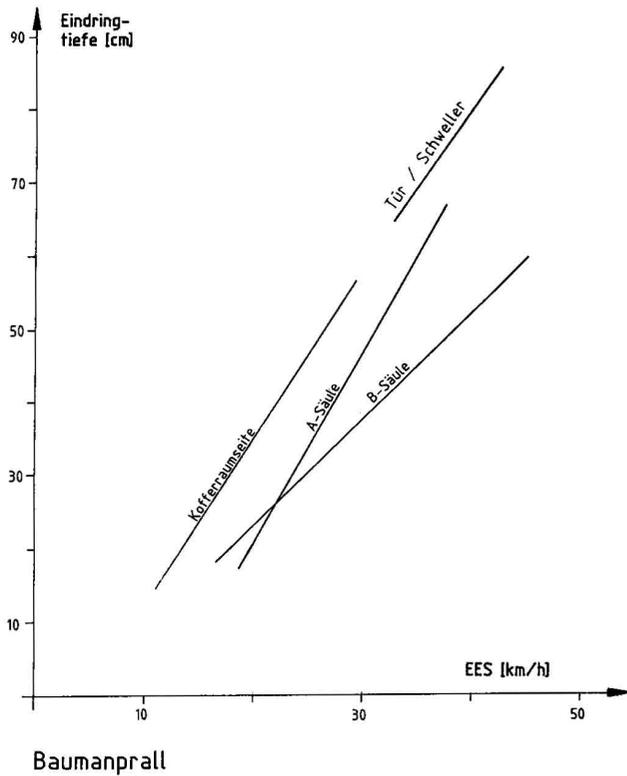


Bild 10 Zusammenhang zwischen der Eindringtiefe eines 40 cm dicken Baumes und der aufgenommenen Verformungsenergie verschiedener Pkw-Partien

Auch bei stehenden »Querfahrzeugen« findet eine nicht unerhebliche seitliche Ablenkung des stoßenden Fahrzeuges statt, die mit der Drehung des gestoßenen »Querfahrzeuges« um seinen Momentanpol kurz hinter der Hinterachse zu erklären ist.

- Die Auslaufdifferenzgeschwindigkeit A bei der Front-Heckkollision liegt je nach Härte des Stoßes zwischen 2 und 9 km/h. Die Härte wird durch die Fahrzeugüberdeckung und die Art der Heckstruktur bestimmt.
- Baumanprallversuche an verschiedenen Stellen im Lateralbereich von Pkw zeigen annähernd lineare Zusammenhänge zwischen EES-Werten und Eindringtiefen für die verschiedenen Aufprallsituationen.

Literaturnachweis

- [1] Blanke Th.: »Der Einfluß der vorkollisionären Fahrzustände auf das Auslaufverhalten und die Endstellung der Fahrzeuge bei Pkw/Pkw-Kreuzungsunfällen«; Dipl.-Arbeit am FB 14 - Sicherheitstechnik der Bergischen Universität-Gesamthochschule Wuppertal in Zusammenarbeit mit dem Ing.-Büro Schimmelpfennig und Becke, 1994
- [2] Didzoleit R.: »Der Einfluß differierender Fahrzeugheckstrukturen bei unterschiedlichen Anstoßkonfigurationen auf die Schadenausprägung an den beteiligten Fahrzeugen bei Pkw/Pkw-Auffahrkollisionen«; Dipl.-Arbeit an der FH Osnabrück, FB Maschinenbau in Zusammenarbeit mit dem Ing.-Büro Schimmelpfennig und Becke, 1994
- [3] Schimmelpfennig K.-H., Schmedding K.: »Geschwindigkeits-Differenz-Faktor - eine erweiterte Betrachtung der Stoßtheorie« aus ATZ 91 (1989), Heft 1, S. 45 ff. ■