

ureko

SPIEGEL

ANALYSEN FÄLLE TESTERGEBNISSE ENTWICKLUNGEN FAKTEN
AUSGEWÄHLTE FACHARTIKEL ZUR UNFALLREKONSTRUKTION FÜR JURISTEN

16²⁰¹⁴

Der Rampeneffekt



Prof. Karl-Heinz
Schimmelpfennig

Fährt zum Beispiel ein Pkw mit Innerortsgeschwindigkeit unter einem Winkel um 20° gegen ein einbiegendes Fahrzeug und trifft bei Erstkontakt den Bereich der A-Säule, dann findet man am gestoßenen Fahrzeug einen Schaden bis zur Front vor. Ein entsprechend typisches Beschädigungsbild entsteht, d.h., das stoßende Fahrzeug überstreift den gesamten Kotflügel des angestoßenen Fahrzeugs und es entstehen auch Kontaktsuren am linken Vorderrad. Der Unfall verläuft zweidimensional.



Der Fall bleibt zweidimensional, auch wenn sich die Felgenhörner überdecken. Es kommt dabei auch zu Karosserieschäden deutlich hinter dem Erstkontakt.

Es ist nachvollziehbar, dass mit Innerortsgeschwindigkeit ein Winkelstoß keinen punktuellen Schaden erzeugen kann. Es kann jetzt schnell der falsche Schluss dahingehend gezogen werden, dass es sich nicht um ein Unfallgeschehen aus dem Verkehrsfluss handelt, wenn der Schaden nur den Bereich der A-Säule überdeckt. Bei der Beurteilung von Schadenszuordnungen sind eine Reihe von Einzelpunkten zu beachten. Der wichtigste Punkt ist die Tatsache, dass ein Unfallgeschehen dynamisch abläuft und nicht mit dem statischen Zusammendrücken zweier Fahrzeuge auf einer Presse zu vergleichen ist.

INHALT

Der Rampeneffekt

Prof. Karl-Heinz Schimmelpfennig

Sekundärkollision bei einem Auffahrunfall

Dr. Manfred Becke

Anstreichspuren an Blinkerbläsern

Dr. Ingo Holtkötter

Analyse von Spuren an Motorradhelmen

Dipl.-Ing. Max Spittel

Aufgrund unterschiedlicher Schwerpunkthöhen, unterschiedlicher Lage der steifen Karosserieteile, exzentrischen Stößen, unterschiedlichen Härtegraden der Karosseriestrukturen und gebremsten und ungebremsten Rädern bewegen sich die Fahrzeuge während der reinen Kollisionsphase relativ zueinander.

Auch wenn man sich die Mühe macht, entsprechende Fahrzeuge gegenüberzustellen und auch hierbei noch nicht eine eindeutige Zuordnung der Fahrzeugbeschädigungen findet, dann heißt das letztlich noch nicht abschließend, dass die Schäden nicht miteinander korrespondieren. Dieser Versuch ist mit einem Stich einer Gabel in eine Tonkugel gleichzusetzen, entspricht jedoch nicht dem tatsächlichen Unfallablauf. Soll der Vergleich mit dem tatsächlichen Unfallablauf erfolgen, dann muss die Gabel während des Einstichs in die Tonkugel deutlich bewegt werden. Erfolgt dies, dann sind plötzlich nicht mehr fünf Löcher in der Tonkugel vorzufinden, sondern ein breiter Schlitz. Dieser breite Schlitz heißt jedoch nicht, dass die Gabel nicht in die Tonkugel gestochen wurde.

Wird ein Pkw kleinradig nach rechts abgebogen, dann ist das linke Rad stark eingeschlagen und kommt teilweise deutlich aus der Karosserie heraus. Durch das sich schnell drehende Rad des stoßenden Fahrzeugs kommt es nicht nur zu einem Reifen/Reifenkontakt, sondern zu einem Auffahren. Es bildet sich ein „Rampeneffekt“. Der Rampeneffekt bedingt dann eine sofortige Trennung der Fahrzeuge, so dass der vordere Kotflügelbereich vollkommen unbeschädigt bleibt.



Es kommt zu einem optisch deutlichen Missverhältnis der Beschädigungen, was zu falschen Beurteilungen führt.



Der Rampeneffekt zeigt, dass der dreidimensionale Ablauf bei sich treffenden nicht gebremsten Rädern zu falschen Vorwürfen führen kann, wenn nur statisch und zweidimensional gedacht wird.

Sekundärkollision bei einem Auffahrunfall



Dr. Manfred Becke

Die meisten Auffahrunfälle ereignen sich, weil ein Fahrzeugführer mit seinem Fahrzeug auf ein vor ihm stehendes Fahrzeug auffährt.

Aufgrund der Teilelastizität einer derartigen Kollision wird das von hinten angestoßene Fahrzeug nach der Kollision etwas schneller als das stoßende Fahrzeug, wodurch sich die Fahrzeuge trennen. Das von hinten angestoßene Fahrzeug entfernt sich somit zunächst einmal von dem stoßenden Fahrzeug.

Sehr häufig wird das auffahrende Fahrzeug vor und nach der Kollision voll abgebremst. Wird auch das von hinten angestoßene Fahrzeug nach der Kollision ebenfalls voll abgebremst, holt das stoßende Fahrzeug es nicht mehr ein, da das stoßende Fahrzeug direkt nach der Kollision schon langsamer ist. Es bleibt bei einer einzigen Kollision.

Anders ist es, wenn das auffahrende Fahrzeug zum Zeitpunkt der Kollision nicht oder fast nicht abgebremst wird, während das angestoßene Fahrzeug sowohl bei der Kollision als auch nach der Kollision voll gebremst wird. Aufgrund der Trennungsgeschwindigkeit entfernt es sich etwas von dem stoßenden Fahrzeug, wird dann allerdings aufgrund der starken Verzögerung wieder langsamer, so dass es von dem mit annähernd gleicher Geschwindigkeit nach der Kollision weiterfahrenden Fahrzeug noch ein zweites Mal getroffen wird.

In [1] und [2] wurden mathematische Zusammenhänge erörtert, bei denen die Verzögerung des vorderen Fahrzeuges sehr viel höher ist als die des zunächst stoßenden Fahrzeuges und sich die Kollision ereignet, während beide Fahrzeuge noch fahren. Es zeigte sich, dass dann die Relativgeschwindigkeit bei der Zweitkollision gleich der Trennungsgeschwindigkeit bei der ersten Kollision ist.

Dieses wird durch folgendes Beispiel bestätigt. Ein Hyundai Accent prallt ungebremst mit 42,7 km/h auf das Heck eines stehenden voll gebremsten Opel Vectra B.



Beider ersten Kollision ergibt sich für den stoßenden Hyundai eine kollisionsbedingte Geschwindigkeitsänderung von -30,7 km/h, so dass eine Restgeschwindigkeit nach der Kollision von 12,0 km/h verbleibt. Der von hinten angestoßene Opel Vectra wird durch die Kollision auf eine Geschwindigkeit von 21,2 km/h beschleunigt. Es ergibt sich somit eine Trennungsgeschwindigkeit von $v_{Tr} = 9,2$ km/h, wodurch sich die Fahrzeuge voneinander entfernen.

Über einen Zeitraum von 0,72 Sekunden bewegen sich beide Fahrzeuge zunächst voneinander weg und nähern sich wieder an, da der Hyundai ungebremst lediglich eine Rollverzögerung von $0,16$ m/s² aufweist, während der Opel Vectra eine Vollbremsverzögerung von $7,2$ m/s² innehat. Die Kollisionsgeschwindigkeit des Hyundai beträgt noch 11,62 km/h, während die Kollisionsgeschwindigkeit des



die gesamte Zeit voll bremsenden Opel Vectra nunmehr 2,4 km/h beträgt. Die jetzt vorliegende Relativgeschwindigkeit beträgt ebenfalls wieder 9,2 km/h, entsprechend der Trennungsgeschwindigkeit nach der ersten Kollision.

Man kann durch diesen Versuch die Feststellungen in [1] und [2] bestätigen, dass unter Annahme konstanter Verzögerungen nach der Kollision die Relativgeschwindigkeit bei der zweiten Kollision gerade der Trennungsgeschwindigkeit bei der ersten Kollision entspricht. Da diese weitgehend unabhängig von den zunächst eingehaltenen Fahrgeschwindigkeiten ist, ist damit eine Einordnung der eventuellen Relativgeschwindigkeit bei der zweiten Kollision schon möglich.

Wird das von hinten angestoßene Fahrzeug, das nach der ersten Kollision deutlich schneller ist, als das nachfolgende, jedoch zunächst einen gewissen Zeitraum nicht abgebremst, entfernt es sich deutlich von dem nachfolgenden Fahrzeug. Wird beispielsweise erst nach Ablauf einer Sekunde voll gebremst, kann das vorausfahrende Fahrzeug bis zum Stillstand abgebremst werden und so noch einen geringen Zeitraum verharren, bis das nachfolgende Fahrzeug auffährt. Wurde das nachfolgende Fahrzeug in dieser Phase nicht abgebremst, fährt das nachfolgende Fahrzeug mit der Geschwindigkeit, die es nach der ersten Kollision noch innehatte, gegen das stehende vorausfahrende Fahrzeug. Gleiches gilt, wenn das vorausfahrende Fahrzeug auf ein Hindernis auffährt und abrupt gebremst wird. Dieses bedeutet, dass die maximale Relativgeschwindigkeit bei der zweiten Kollision der Stoßausgangsgeschwindigkeit des nachfolgenden Fahrzeuges nach der ersten Kollision entsprechen kann, vorausgesetzt, es wurde nach der ersten Kollision nicht durch „Gasgeben“ beschleunigt.

Fasst man diese Erkenntnismöglichkeiten zusammen, so stellt man fest, dass bei einer Zweitkollision, sofern man ein „Gasgeben“ des nachfolgenden Fahrzeugführers ausschließt, nur eine Relativgeschwindigkeit vorgelegen haben kann, die zwischen der Trennungsgeschwindigkeit nach der ersten Kollision und der Stoßausgangsgeschwindigkeit des auffahrenden Fahrzeuges nach der ersten Kollision liegt, im Beispielfall also zwischen der Trennungsgeschwindigkeit von ca. 9,2 km/h und der der Stoßausgangsgeschwindigkeit des auffahrenden Fahrzeuges von ca. 11,6 km/h.

Demzufolge findet eine etwaige Zweitkollision auf einem sehr viel geringeren Geschwindigkeitsniveau statt als die Erstkollision. Die damit einhergehende kollisionsbedingte Geschwindigkeitsänderung als Maß für die Insassenbelastung des heckseitig gestoßenen Opel Vectra betrug bei der ersten Kollision $\Delta v = 21,2$ km/h und bei der zweiten Kollision $\Delta v = 2,2$ km/h.

[1] K.-H. Schimmelpfennig, M. Weber: Sekundärstoß Betrachtung, Verkehrsunfall und Fahrzeugtechnik 11 (1988) 159 - 161

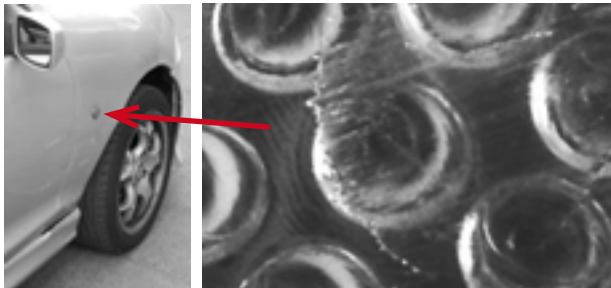
[2] M. Weber: Serienkollisionen, in: Hugemann (Hrsg.) Unfallrekonstruktion Verlag autorenteam, Münster 2007

Anstreichspuren an Blinkergläsern



Dr. rer. nat.
Ingo Holtkötter

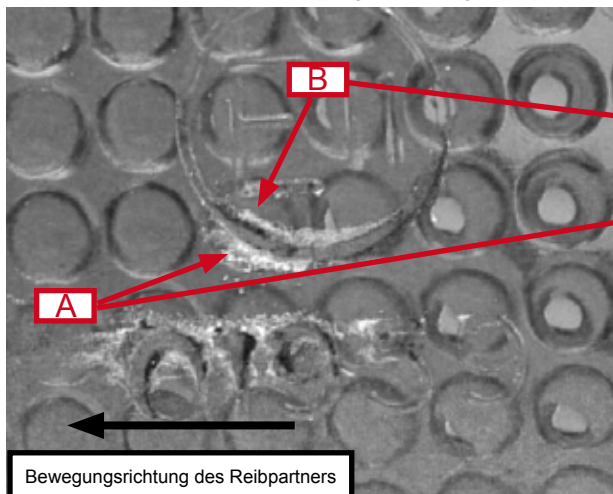
In einem Strafprozess wurde der Verfasser beauftragt, die mögliche Manipulation eines Verkehrsunfalls zu untersuchen. Bei dem Unfallgeschehen war es im Rahmen eines Spurwechsels zu einem Kontakt zweier Fahrzeuge gekommen. Ein zentraler Anknüpfungspunkt bestand in der Anstreichrichtung der Spuren an dem Pkw im Bild links. Im Gutachten sollte die Frage beantwortet werden, ob der Beschuldigte ggfs. trotz Abwehrmöglichkeiten beschleunigt hat und somit den Verkehrsunfall möglicherweise provoziert haben könnte.



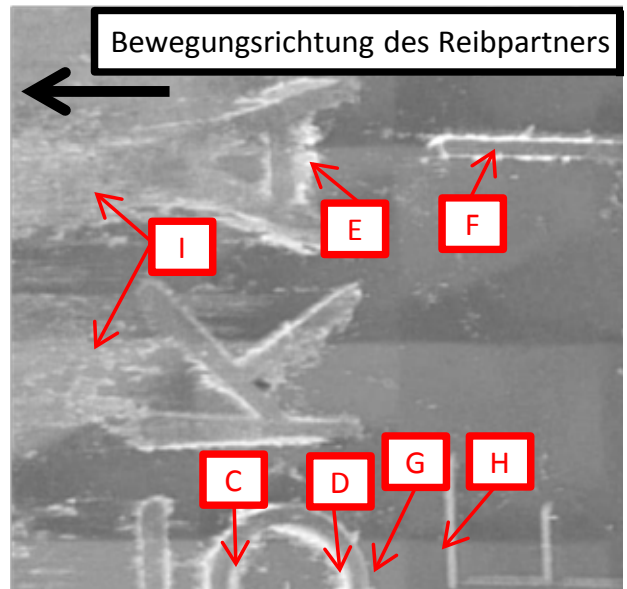
Die Blinkergläser an Fahrzeugen bestehen üblicherweise aus PMMA (Polymethylmethacrylat, auch als Acrylglas bezeichnet) und verfügen über Schriftzeichen auf den Gläsern, die in einzelnen Segmenten hervorstehen. Die Vergrößerung des Blinkers aus dem Fall im Bild oben rechts zeigt Spuren, die möglicherweise auf die Anstreichrichtung schließen lassen.

In einem Versuch wurde ein baugleiches Blinkerglas über die Lackschicht eines Versuchsfahrzeugs gezogen. Im Detail zeigt das Blinkerglas charakteristische Spuren (siehe Bild unten links). Das Prinzip der Spurenentstehung ist im Bild unten rechts schematisch dargestellt: Das Blinkerglasmaterial (rot) wird an den hervorstehenden Schriftsegmenten abgerieben und in Bewegungsrichtung des Reibpartners (schwarz) weitergetragen (siehe schwarzen Pfeil und Markierung [A]). Auf diese Weise wird das Blinkerglasmaterial als helle faserige Spur auf der Oberfläche des Blinkerglases verteilt.

Fremdmaterial vom gegnerischen Fahrzeug, wie beispielsweise Schmutz, sammelt sich hingegen in Bewegungsrichtung des Reibpartners vor den hervorstehenden Kanten an (siehe dunkle Schmutzränder bzw. Markierung [B]). Für die Analyse ist entscheidend, ob Fremdmaterial (hier ist statt Schmutz auch fremder Klarlack möglich, der ebenfalls eine weiße Spur erzeugt) oder eigenes Material



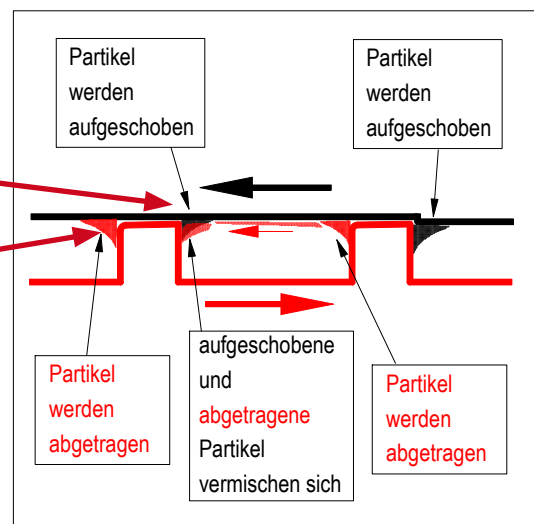
vor oder hinter den Schriftsegmenten angesammelt wird. Dieses Bild zeigt das Blinkerglas eines weiteren Versuchs.



Der Versuch zeigt, dass bei nur einer Bewegungsrichtung an beiden Rändern der Schriftsegmente Faseransammlungen entstehen können (Markierung [C] und [D]). Nur aufgrund der Materialansammlung selbst lässt sich daher die Bewegungsrichtung nicht eindeutig feststellen.

Bei genauerer Betrachtung kann dennoch die jeweilige Ursache für die Faseransammlung beurteilt werden: Nur wenn (im Bild) rechts eines Schriftsegments ein weiteres Segment abgerieben wurde, entsteht eine Ansammlung von hellen Fasern (siehe Markierung [E], der Abrieb erfolgte an [F]). An den Stellen, an denen rechts kein Abrieb erfolgt ist, sammelt sich kein Material an ([G] bzw. [H]). Das Schriftsegment zwischen [D] und [G] ist nach links abgerieben, weil sich nur an [D] eine Ansammlung gebildet hat. Bei einem Abschleifen nach rechts wären an Markierung [G] ebenfalls Spuren zu erwarten. Somit ist die Bewegungsrichtung des Reibpartners von rechts nach links eindeutig bestimmt. Die großflächigen Abtragungen nach links im linken Teil des Bildes [I] weisen ebenfalls auf diese Bewegungsrichtung hin.

Zusammenfassend kann im Allgemeinen die Anstreichrichtung sicher bestimmt werden, wenn detaillierte Bilder zur Verfügung stehen. Durch die mögliche Überlagerung der beiden Ansammlungsmechanismen ist eine detaillierte Prüfung des Spurenbildes unerlässlich. Im vorliegenden Fall führte unter anderem die Analyse des gezeigten Blinkerglases zum Geständnis des Beschuldigten, insgesamt über 20 Verkehrsunfälle manipuliert zu haben.



Analyse von Spuren an Motorradhelmen



Dipl.-Ing.
Max Spittel

Bei Verkehrsunfällen mit Zweiradbeteiligung ist häufig zu prüfen, ob ein Helm während eines Sturzes ordnungsgemäß aufgesetzt war oder nur mitgeführt wurde.

Hierzu wurden vorab zwei Arbeitshypothesen formuliert.

- Ein Helm, der frei von Zwangsführung aus hohen Geschwindigkeiten (bsp. 90 km/h) auf eine Straße fällt, kommt mehrfach an unterschiedlichsten Stellen mit der Fahrbahn in Kontakt. Dabei ist eine Vielzahl von Schäden zu erwarten, die sich zufällig über den Helm verteilen.
- Berührt ein von einer Person getragener Helm bei ~ 90 km/h die Fahrbahn, wird dieser durch die Zwangsführung nur an wenigen lokal begrenzten Stellen intensiv beschädigt.

Es wurden zwei Versuchsreihen durchgeführt, bei denen die Helme zum einen auf einen Dummy aufgesetzt und zum anderen „frei“ über die Fahrbahn schleuderten.



Die obigen Bilder zeigen einen Helm aus der ersten Versuchsreihe (Helm Nr. 1). Die Abwurfgeschwindigkeit betrug 90 km/h und die Abwurfhöhe rd. 1,5 m. Die Helme dieser Versuchsreihe bewegten sich „frei“, also ohne Führung durch einen Körper auf einer asphaltierten Fahrbahn. Es entstand, wie erwartet, eine Vielzahl von Beschädigungen unterschiedlicher Intensität und Ausprägung, die

sich zufällig über die gesamte Außenschale verteilen. Hinsichtlich Form und Position ließen sich die Schäden in flächige Abschürfungen, Schäden punktueller Kontakte, Schäden im Übergangsbereich dazwischen und Beschädigungen an der Helmunterkante kategorisieren. Letzte sind ein eindeutiges Indiz dafür, dass sich der Helm frei bewegt hat und während der Rutschphase nicht getragen wurde, da durch den Körper des Helmträgers ein Kontakt in diesem Bereich ausgeschlossen werden kann.



Exemplarisch für die zweite Versuchsreihe wurden vier Übersichtsbilder von Helm Nr. 8 zusammengestellt. Bei allen Helmen dieser Versuchsreihe zeigt sich eine intensive und lokal begrenzte Ausprägung von Streifspuren im Bereich des Erstkontakts mit der Fahrbahn. Bei dem hier dargestellten Helm wurde lediglich die rechte Seite intensiv beschädigt. Eine Variation der Sitzposition des Dummy zu Beginn der Versuche zeigte keinen signifikanten Einfluss auf die Qualität und Quantität der Beschädigungen. Einzig die Lage der großflächigen Abschürfung auf der Außenhülle befand sich, je nachdem wo der Erstkontakt mit der Fahrbahn stattfand, an einer Seite oder am rückwärtigen Bereich des jeweiligen Helms.

Alle Helme der ersten Versuchsreihe blieben während des Auslaufes ausschließlich auf der Fahrbahn, eine Vergleichbarkeit der Ergebnisse zur Rutschverzögerung mit denen der Dummy-Versuchsreihe ist somit gegeben. Die Integralhelme kamen im Mittel nach rd. 47 m mit einer Standardabweichung (1σ) von 6 m zum Stillstand, demnach verzögerten sie im Mittel mit rd. $6,7 \text{ m/s}^2$ ($\pm 0,9 \text{ m/s}^2$).

Analog wurden auch die Versuche der zweiten Versuchsreihe mit den behelmten Dummies ausgewertet. Die durchschnittliche Auslaufstrecke lag hier bei ca. 43 m mit einer Standardabweichung (1σ) von 2 m. Die Verkürzung der Strecke ist primär auf die erhöhte Reibung des Dummies zurückzuführen, der Einfluss der Helme ist vernachlässigbar. Die mittlere Verzögerung betrug hier $7,3 \text{ m/s}^2$ ($\pm 0,3 \text{ m/s}^2$).

Im Rahmen der Toleranzbetrachtung ist anhand des Auslaufweges bzw. der Verzögerung aufgrund der geringen Differenz zwischen den errechneten Mittelwerten aus technischer Sicht keine beweisichere Unterscheidung möglich, ob ein Helm ordnungsgemäß getragen, oder nur mitgeführt wurde.

Zusammenfassend kann also nur aus den Spuren (nicht aus der Rutschweite) an einem Unfallhelm eindeutig rekonstruiert werden, ob dieser während des gesamten Sturzes ordnungsgemäß getragen wurde oder nicht. Ggfs. ist abschließend zu untersuchen, ob sich der Helm durch eine Kollision vom Kopf gelöst haben könnte. Hierzu sind die dynamische Deformation des Helms bei der Kollision und ein mögliches kollisionsbedingtes Öffnen des Helmverschlusses zu berücksichtigen.

IMPRESSUM

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



Für den Inhalt der einzelnen Artikel zeichnen die Autoren verantwortlich.

Verantwortliche Redakteure i.S.d.P.:
Dipl.-Ing. Stephan Schal
Dipl.-Ing. Lars Hoffmeister

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

www.mtg-gutachter.de
Email: kontakt@mtg-gutachter.de
T : 02506 / 820 - 12
F : 02506 / 820 - 99

Weitere Büros in:
Hannover/Dresden
www.hanreko.de

Oldenburg
www.olreko.de

Lüdenscheid
www.suedwestreko.de

Lübeck/Schwerin
www.nordreko.de

Düsseldorf
www.westreko.de