

10 Grundlagen der verkehrstechnischen Begutachtung

M. Becke

Seit einigen Jahren werden Unfallanalytiker mit der Thematik „Verletzungsmöglichkeiten der Halswirbelsäule bei Fahrzeug/Fahrzeug-Kollisionen“ konfrontiert. An den Techniker werden folgende Aufgaben gestellt:

- Bestimmung der Belastung des Fahrzeuges, in dem die verletzte Person saß, nach Größe **und** Richtung
- Rekonstruktion der individuellen Insassenbewegung innerhalb des Fahrzeuges

Diese Fragen sind unabhängig von der Unfallart zu beantworten. Mit diesen Teilergebnissen kann dann der Mediziner die eigentlichen Beweisfragen beantworten, ob bei der hier vorliegenden Kollision eine Verletzung der Halswirbelsäule aufgetreten sein kann oder aufgetreten ist.

Im folgenden soll zunächst vermittelt werden, wie der Techniker seine Aufgabenstellung bewältigt und welches Material er dazu benötigt.

Kollisionsgeschwindigkeit	Geschwindigkeit eines Fahrzeuges zum Zeitpunkt des Erstkontaktes
Auslaufgeschwindigkeit	Geschwindigkeit eines Fahrzeugs zu Beginn des Auslaufs, also nach Beendigung des Kollision
Relativgeschwindigkeit	Differenz der Kollisionsgeschwindigkeiten zweier Fahrzeuge
Geschwindigkeitsänderung	Geschwindigkeitszuwachs bzw. -abbau eines Fahrzeugs durch die Kollision
Stoßdauer	Dauer zwischen Erstkontakt und Trennung zweier Fahrzeuge
Zellenbeschleunigung	Geschwindigkeitsänderung pro Zeiteinheit während der Kollision

Abb. 1 Begriffsbestimmungen.

10.1 Begriffsdefinitionen

In den DIN-Normen 0075204, Teil 1, betreffend das Thema Straßenfahrzeuge, Verkehrsunfallrekonstruktion und Verletzungsmechanik, Begriffe der Unfallrekonstruktion, sind die Hauptbegriffe, die in dieser Thematik Verwendung finden, genormt. Teilweise sind die Definitionen etwas zu kompliziert gehalten. Im folgenden sollen die Hauptbegriffe in Anlehnung an diese Definitionen beschrieben werden. Die Abbildung 1 zeigt die sechs wesentlichen Begriffe. Kommen weitere sich nicht selbst erklärende Begriffe hinzu, so wird im Text oder in Fußnoten darauf hingewiesen.

10.2 Bestimmung der Belastung nach Größe und Richtung

10.2.1 Unterschiede der eindimensionalen und zweidimensionalen Kollision

Der Techniker muß zwischen ein- und zweidimensionalen Kollisionen unterscheiden. Der zu betreibende Aufwand und das zur Verfügung stehende Material werden von der Art der Kollision entscheidend bestimmt.

Die eindimensionale Kollision ist dadurch gekennzeichnet, daß sich die Geschwindigkeit nur dem Betrag nach verändert. Eine klassische eindimensionale Kollision ist ein Heckauffahrunfall, bei dem ein zweites Fahrzeug auf ein stillstehendes Fahrzeug von hinten auffährt. Die Geschwindigkeit des gestoßenen Fahrzeuges vor der Kollision beträgt 0 km/h. Nach der Kollision bewegt sich das Fahrzeug mit der erreichten Auslaufgeschwindigkeit.

Prinzipiell gibt es mehrere Möglichkeiten, die während einer Kollision auf die Fahrzeuge einwirkenden Beanspruchungen zu beschreiben. Am sinnvollsten gelingt es mit der Erklärung der auf die Fahrgastzelle einwirkenden Beschleunigung

über die Zeit und der Angabe der Geschwindigkeitsänderung Δv . Die genaue Methode ist die Beschreibung des zeitlichen Verlaufs der Beschleunigungen; sie ist jedoch für technische Laien häufig sehr abstrakt und daher schwierig nachzuvollziehen. In der internationalen Literatur hat sich daher, wie auch in der eigenen Praxis im Rahmen des Gutachtenwesens, die Angabe der Geschwindigkeitsänderung (Δv) durchgesetzt. Die Geschwindigkeitsänderung ist dabei die Geschwindigkeitsdifferenz eines Fahrzeuges unmittelbar vor und unmittelbar nach dem Anstoß. Sie ist deshalb nicht mit der Relativgeschwindigkeit zweier Fahrzeuge vor dem Kollisionsereignis zu verwechseln. Um die Geschwindigkeitsänderung zu beschreiben, ist es nur erforderlich, den Betrag der Geschwindigkeitsänderung zu benennen.

Bei der zweidimensionalen Kollision ist die Geschwindigkeitsänderung nicht nur nach dem Betrag sondern auch nach der Richtung zu beschreiben. Ein typischer Vertreter einer zweidimensionalen Kollision ist ein Kreuzungsunfall. Hier wird ein Fahrzeug durch den seitlichen Aufprall eines weiteren Fahrzeuges aus seiner ursprünglichen Fahrtrichtung abgelenkt. Das bedeutet, die Geschwindigkeit wird nach Größe und Richtung verändert.

Vergleicht man diese beiden Fallgestaltungen, so ist die eindimensionale Kollision (Heckauffahrunfall) mit geringerem Aufwand und mit weniger Ausgangsmaterial als die zweidimensionale Kollision (Seitenkollision) zu bearbeiten.

10.2.2 Eindimensionale Kollision

Die eindimensionale Kollision wird hier weiterhin durch eine normale Heckkollision beispielhaft beschrieben. Zunächst einmal ist zu prüfen, welche Stellung der Fahrzeuge zueinander vorgelegen hat. Anhand des Fotomaterials beider beteiligter Fahrzeuge läßt sich bei ausreichenden Verformungen eine genaue „relative Kollisionsposition“ bestimmen.

Anhand der Fotos ist der Winkel zwischen den Fahrzeuglängsachsen und der Überdeckungsgrad zu benennen. Hierunter ist das Verhältnis von Kontaktbreite zu Fahrzeugbreite in Prozent gemeint.

Nicht nur die Draufsicht sondern auch die Seitenansicht ist von Wichtigkeit. Es ist zu prüfen, ob Stoßstange auf Stoßstange prallt, oder ob möglicherweise aufgrund einer Vollbremsung, eine Stoßstange unter die andere rutscht. Diese Fest-

stellung läßt sich ebenfalls anhand der Fotos von den beteiligten Fahrzeugen oder aber auch aus Beschreibungen der Schäden (Schadenkalkulation) herleiten.

Der Überdeckungsgrad und möglicherweise das Unterfahren der Stoßstange ist für die Härte des Stoßes (Kollisionsdauer) und die Geschwindigkeitsänderung maßgebend. Um die Belastungshöhe zu beschreiben, ist die Geschwindigkeitsänderung des gestoßenen Fahrzeuges zu bestimmen. Dieses geschieht rechnerisch über die aufgenommene Energie, die durch die Fahrzeugverformungen beschrieben wird. Sie weist als technische Maßeinheit die Dimension Nm auf. Besser verständlich kann die Verformung durch einen EES-Wert (Energy-Equivalent-Speed) angegeben werden.

Die energie-äquivalente Geschwindigkeit ist ein Maß für die Deformationsenergie, die bei einer Verformung eines Fahrzeuges von seiner Struktur aufgenommen wird. Es handelt sich um die Geschwindigkeit, mit der man gegen ein feststehendes und nicht deformierbares Hindernis fahren muß, um die gleichen Fahrzeugverformungen zu erzeugen. Dabei ist vorausgesetzt, daß das Fahrzeug an diesem Hindernis tatsächlich auch zum Stillstand kommt. Prallt es aufgrund Teilelastizität geringfügig zurück, so ist der EES-Wert geringfügig kleiner als die Kollisionsgeschwindigkeit. Ein Beispiel für einen EES-Versuch zeigt die Abbildung 2.

Kennt man die Fahrzeugmassen, kann nun auch ohne weitere Kenntnis der Unfallszene die Relativgeschwindigkeit berechnet werden. Eine Kopie eines Fahrzeugscheines und Hinweise auf die Beladung sind wertvolles Ausgangsmaterial im Hinblick auf die Analyse.

Ein Beispiel soll die Relativgeschwindigkeit nochmals näher beschreiben. Steht das vordere Fahrzeug still und fährt ein nachfolgendes mit 30 km/h auf, so beträgt die Relativgeschwindigkeit 30 km/h. Fährt das vorausfahrende Fahrzeug mit 100 km/h und das nachfolgende fährt mit 130 km/h auf, so ist hier ebenfalls eine Relativgeschwindigkeit von 30 km/h vorhanden. Die bei diesen beiden Fällen entstandenen Schäden und die Belastungen sind identisch. Lediglich die sich ergebende Endsituation in der Örtlichkeit ist mit Sicherheit völlig verschieden.

Anders als bei der Rekonstruktion eines vollständigen Unfallherganges kommt es somit für die Beantwortung der Frage nach der Belastungshöhe im Hinblick auf die HWS-Problematik nicht auf die gesamte Unfallszene an, die durch Spuren auf der Fahrbahn, die Angabe des Kollisionsortes und



Abb. 2 Beschädigungsbilder Vergleichsversuch EES = 6,6 km/h.

die Endstellung in einer Polizeiskizze oder möglicherweise auch durch Fotos beschrieben ist. Die tatsächlichen Kollisionsgeschwindigkeiten sind zur Beantwortung der in diesem Themenkomplex interessanten Fragen nicht erforderlich.

Natürlich ergibt sich die Relativgeschwindigkeit auch dann, wenn aus der Unfallzene bei einer normalen Unfallrekonstruktion zunächst die Kollisionsgeschwindigkeiten bestimmt werden können. Da es sich in der Regel jedoch um Kollisionen mit vergleichsweise geringem Energieaustausch handelt, liegen in den seltensten Fällen entsprechende Unfallaufnahmen mit Polizeiskizzen und Fotos vor.

Bei der eindimensionalen Kollision kann die Frage nach der Belastungshöhe schon durch Vorlage der Lichtbilder der beteiligten Fahrzeuge, möglicherweise ergänzt durch Schadensbeschreibungen, bei Kenntnis der Fahrzeugmassen zum Unfallzeitpunkt erarbeitet werden. Die genaue Unfallzene ist hierfür nicht erforderlich.

Sind Teile des erforderlichen Materials nicht beizubringen, so kann dieses mit großem Aufwand „geheilt“ werden.

Sind beispielsweise nur Lichtbilder von dem Fahrzeug vorhanden, in dem der geschädigte Insasse saß, hingegen nicht von dem zweiten Fahrzeug und ist über die Beschädigung dieses Fahrzeuges auch nichts bekannt, kann dennoch ein Ergebnis erarbeitet werden. Hierzu ist jedoch ein Versuch mit baugleichen Fahrzeugen erforderlich, bei der exakt das Beschädigungsbild des beschädigten Fahrzeuges erreicht wird. Das Schadensbild am zweiten Fahrzeug ergibt sich damit automatisch. Ein Beispiel für eine derartige Vorgehensweise, bei der sogar das geschädigte Fahrzeug nur

im teilreparierten Zustand fotografiert wurde, zeigt die Abbildung 3. Aus dem Versuch ergibt sich automatisch die Geschwindigkeitsänderung und bei entsprechender Aufnahme von Meßdaten auch der Beschleunigungsverlauf und die Kollisionsdauer. Die Abbildung 4 zeigt derartige Meßwerte.

Die Richtung der Beanspruchung ist bei einem Heckauffahrunfall von vornherein gegeben. Lag eine Winkelstellung zwischen den Fahrzeugen vor, die sich in den Verformungen niederschlägt, kann die Beanspruchungsrichtung durch Angabe des Winkels zwischen Fahrzeuglängsachse und Auslaufgeschwindigkeit angegeben werden. Damit ist der erste Teil der an den Techniker gerichteten Beweisfrage beantwortet. Als Ergebnis ist zu formulieren: Die Geschwindigkeitsänderung des gestoßenen Fahrzeuges betrug x km/h. Die Auslaufrichtung lag unter y° zur Längsachse.

10.2.3 Zweidimensionale Kollision

Der Kreuzunfall ist ein typischer Vertreter für eine zweidimensionale Kollision. Das bevorrechtigte Fahrzeug fährt mit hoher Geschwindigkeit über eine Kreuzung und wird von der Seite von dem vorfahrtsmißachtenden Fahrzeug getroffen. Durch diese Kollision erfährt das betrachtete Fahrzeug eine Geschwindigkeitsänderung vom Betrag und auch von der Richtung her. Grundsätzlich ist für die Bearbeitung einer zweidimensionalen Kollision weitergehendes Analysematerial erforderlich.

Entweder muß anhand gut vergleichbarer Versuche die Größe und Richtung der Belastung di-



Unfallfahrzeug teilrepariert



Versuchsergebnis zum Vergleich ohne Stoßfänger



Daimler-Benz nach Versuch



BMW nach Versuch

Abb. 3 Versuch zur Schadensnachbildung am Daimler-Benz; $v_K = 17,8$ km/h.

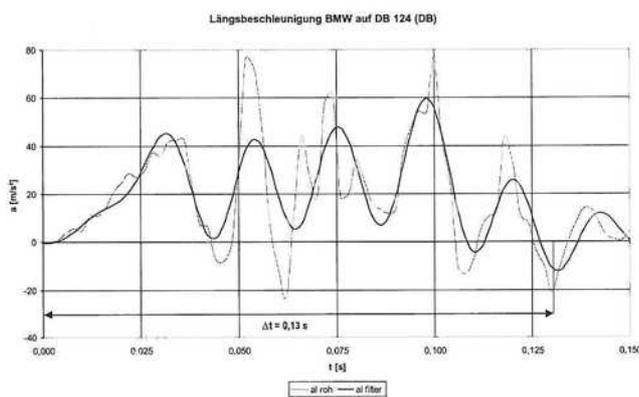


Abb. 4 Längsbeschleunigung im Daimler-Benz.

rekt beschrieben werden, oder aber es ist die Kenntnis der Unfallszene erforderlich, aus der die Auslaufbewegung hervorgeht. Nur bei schweren Unfällen ist diese Unfallszene anhand einer polizeilichen Unfallaufnahme bekannt. Häufig sind jedoch bei relativ leichten Seitenkollisionen nur Prinzipskizzen vorhanden. Daraus folgt, daß

bei derartigen Kollisionen dem Versuch eine besonders große Bedeutung zukommt.

Wird ein Unfall mit dem Ziel nachgestellt, vergleichbare Beschädigungen an beiden Fahrzeugen zu erzeugen, und gelingt dieses, so kann ein direkter Vergleich mit dem tatsächlichen Unfallhergang erfolgen. Mit geeigneter Meßwerterfassung ist damit sofort die Richtung und der Betrag der Geschwindigkeitsänderung zu ermitteln. Dieses geschieht durch Vektor-Addition der Geschwindigkeitsänderungen in Quer- und Längsrichtung. Die Abbildung 5 zeigt eine derartige Versuchsdurchführung mit den zugehörigen Meßwerten und Diagrammen.

Während bei der eindimensionalen Kollision die Stoßdauer sehr einheitlich ist, sie liegt in einem sehr engen Bereich um 0,1 s [2, 3, 4, 5, 6, 7, 8], kann bei der zweidimensionalen Kollision mit ausgeprägten Streifberührungen die Stoßdauer bis zu 0,3 s betragen.

Hier ergibt sich aus den Versuchen, daß für die Beanspruchung des Insassen nicht die gesamte Stoßdauer interessant ist, sondern nur der Bereich,

in dem die Hauptbelastung auftritt. Die Hauptbelastungsdauer liegt bei solchen Versuchen in der Regel auch in der Größenordnung einer normalen Heckkollisionsdauer von etwa 0,1 s [1].

Zweidimensionale Kollisionen lassen sich auch mit Hilfe von Kollisionsmechanikprogrammen bearbeiten. Hierzu ist neben den Fahrzeugschäden noch eine genaue Kenntnis der Unfallsszene notwendig. Die erforderlichen Parameter sind in der Regel nur bei vergleichsweise schweren Unfällen durch eine Verkehrsunfallaufnahme der Polizei bekannt. Die Abbildung 6 zeigt ein Beispiel für eine computerunterstützte Kollisionsanalyse.

Die Lage und der Betrag des sogenannten Stoßimpulses geben die Beanspruchungsrichtung und die Höhe der Beanspruchung wieder. Mit Kenntnis des Stoßimpulses ist auch die Geschwindigkeitsänderung nach Größe und Richtung anzugeben. Der Betrag der Geschwindigkeitsänderung ergibt sich, indem man den Betrag des Stoßimpulses durch die Fahrzeugmasse teilt.

Wird eine Kollision auf theoretischem Wege analysiert, so ist die Stoßdauer naturgemäß nur anhand von Erfahrungswerten aus vergleichbaren Versuchen einzugrenzen, um eine mittlere Zellenbeschleunigung zu errechnen.

Bei Streifkollisionen mit erster tiefer Eindringung und Verhakung beim Weiterstreifen tritt die Haupt-Längsbelastung aber zeitlich später als die Haupt-Querbelastung auf. Will man die für den Insassen relevante Querbelastung ermitteln, darf man nicht die gesamte Stoßdauer, sondern nur die Zeitdauer der Hauptbelastung in Querrichtung betrachten [1]. Ansonsten ergibt sich möglicherweise eine viel zu geringe mittlere Beschleunigung; die relevante mittlere Beschleunigung kann bis zu viermal höher liegen.

Ohne Erkenntnisse aus vergleichbaren Versuchen kann ein technischer Sachverständiger keine annähernd richtige Aussage treffen.

Meßwerte Opel Manta	
a_l mittel	-17,6 m/s ²
Δv längs	8,9 km/h
a_q mittel	17,4 m/s ²
Δv quer	9,4 km/h

$v_{KManta} = 43,3 \text{ km/h}$, $v_{KAudi} = 10,6 \text{ km/h}$

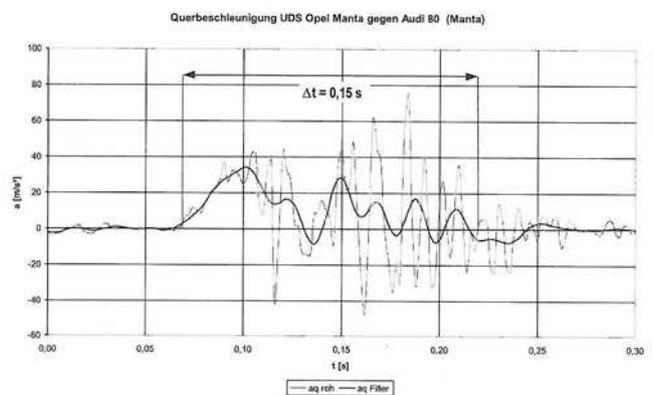
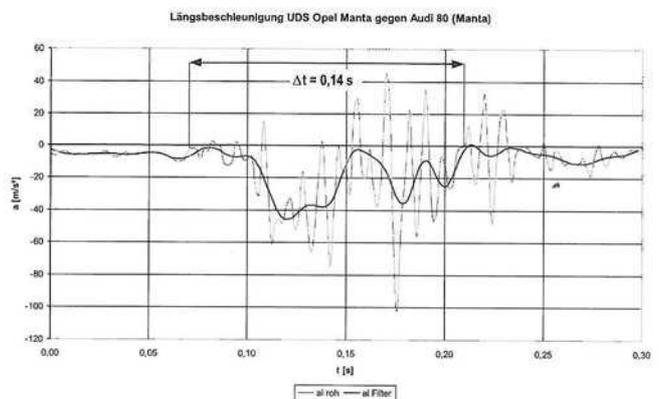
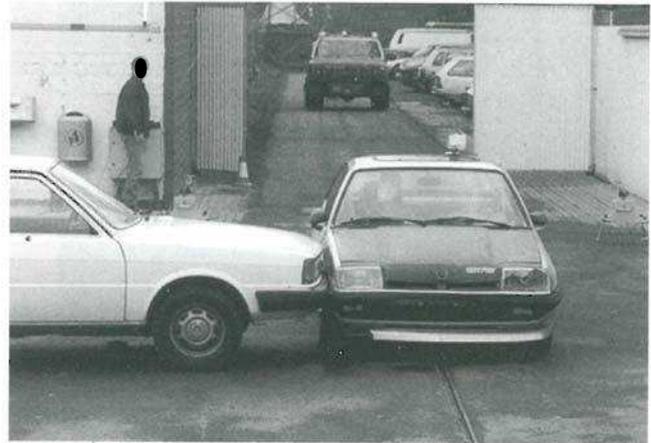
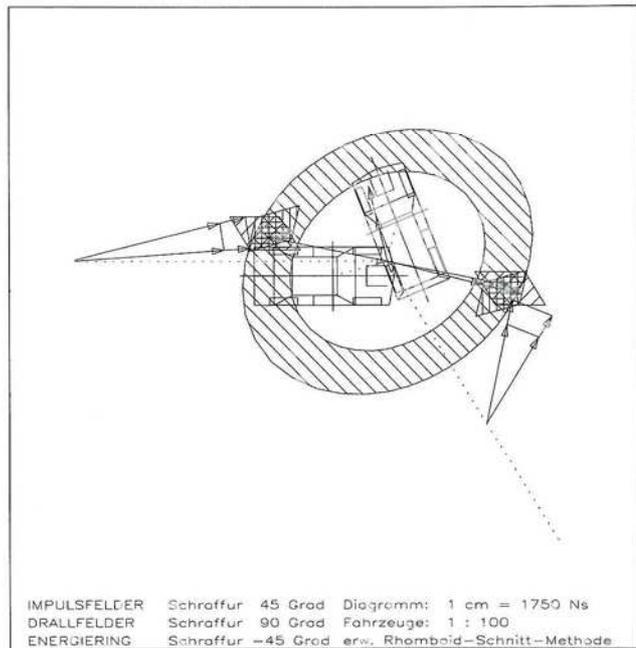


Abb. 5 Versuch Seitenkollision mit zwei bewegten Fahrzeugen.

FAHRZEUGDATEN:				
amtL. Kennzeichen	ESCORT		POLO	
Fahrzeug	ESCORT		B.	
Fahrer/Halter	V.			
Laenge	l1	4020 mm	l2	3650 mm
Breite	b1	1640 mm	b2	1590 mm
Radstand	R1	2400 mm	R2	2340 mm
mittlere Spurweite	S1	1420 mm	S2	1330 mm
Ueberhang vorn	UeV1	780 mm	UeV2	710 mm
Vorderachse-Schwerpunkt	VAS1	991 mm	VAS2	890 mm
Masse im Unfallzustand	m1	930 kg	m2	890 kg
Massentraegheitsmoment	I1	1234 kgm ²	I2	1122 kgm ²
BASISWERTE:				
Kurswinkel	NY1	0 Grad	NY2	122 Grad
Schwmm-/Korr.-/Komp.-Winkel	Bet1	0 Grad	Bet2	-10 Grad
X-Komponente Schwerpunkt	xS1	-1.58 m	xS2	0.27 m
Y-Komponente Schwerpunkt	yS1	-0.42 m	yS2	1.10 m
Abstand Stospkt.-Schwerpkt.	SHA1	1.63 m	SHA2	1.13 m
dessen Richtung zum Fahrzeug: RHO1		14.9 Grad	RHO2	-215.8 Grad
DATEN FUER DEN IMPULSSATZ:				
Auslaufgeschwindigkeit min	V1s	8.3 m/s	V2s	5.6 m/s
Auslaufgeschwindigkeit max	V1s	9.7 m/s	V2s	6.9 m/s
mittlere Auslaufrichtung	NY1s	9 Grad	NY2s	68 Grad
Toleranz Auslaufrichtung	dNY1s	5 Grad	dNY2s	10 Grad
DATEN FUER DEN ENERGIESATZ:				
EES-Wert min	EES1	20 km/h	EES2	25 km/h
EES-Wert max	EES1	25 km/h	EES2	35 km/h
Stossziffer K von/bis	Kmin	0.05 -	Kmax	0.15 -
DATEN FUER DEN DRALLSATZ:				
Winkelgeschw. vor Koll. min	Om1	0.00 1/s	Om2	0.00 1/s
Winkelgeschw. vor Koll. max	Om1	0.00 1/s	Om2	0.00 1/s
Winkelgeschw. nach Koll. min	Om1s	3.00 1/s	Om2s	5.00 1/s
Winkelgeschw. nach Koll. max	Om1s	5.00 1/s	Om2s	7.00 1/s



E R G E B N I S S E				
=====				
In Sachen ..:				
Aktenzeichen:				
Bearbeiter ..:				
amtL. Kennzeichen	ESCORT		POLO	
Fahrzeug	ESCORT		B.	
Fahrer/Halter	V.			
KOLLISIONSGESCHWINDIGKEITEN:				
Kollisionsgeschw. minimal	V1min	48 km/h	V2min	24 km/h
Kollisionsgeschw. maximal	V1max	62 km/h	V2max	38 km/h
KONTROLLGROESSEN				
(berechnet aus den Mittelwerten !)				
Stossziffer	K	0.12 -		
Betrag Geschw.Aenderungsvekt.:	dV1	24.0 km/h	dV2	25.05 km/h
Richtung des Stossantriebs	GAM	168.9 Grad		
Betrag des Stossantriebs	S1	6193 Ns	S2	6193 Ns
Richtung der Einlaufimpulse	NY1	0 Grad	NY2	122 Grad
Betraege der Einlaufimpulse	I1	14176 Ns	I2	7640 Ns
Richtung der Auslaufimpulse	NYS1	8 Grad	NYS2	69 Grad
Betraege der Auslaufimpulse	A1	8185 Ns	A2	5664 Ns
Kontaktpunktgeschwindigkeiten: VST1		36.0 km/h	VST2	36.3 km/h
Kontaktpunktbewegungsricht.	XI1	44.0 Grad	XI2	24.9 Grad
Verhaeltnis Stospkt.Geschw.:	Kennzahl STV	0.99		
Verh. kin. Energie nach/vor.:	Kennzahl EKZ	0.61		
M E T H O D I K:	erweitertes Rhomboid-Schnitt-Verfahren nach Schinmelfennig / Becke / Hebing			

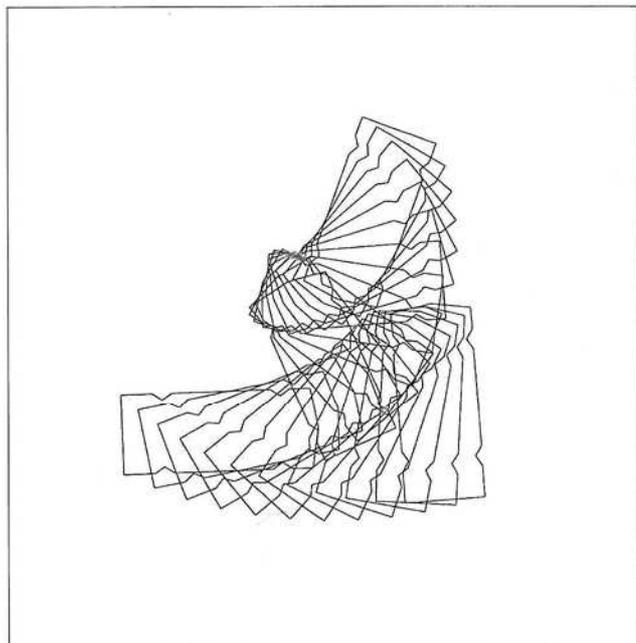


Abb.6 Theoretische Kollisionsanalyse.

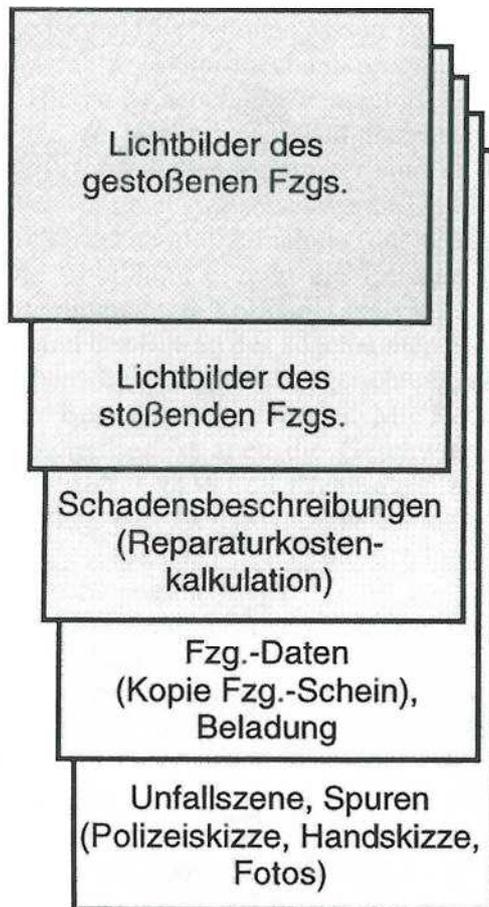
10.3 Rekonstruktion der individuellen Insassenbewegung

Bei der Ermittlung der Belastung nach Größe und Richtung ist der Betrag und die Lage der Geschwindigkeitsänderung relativ zum Fahrzeug beschrieben worden. Aufgrund der trägen Masse des Insassen bewegt sich dieser exakt entgegen der Geschwindigkeitsänderung.

Bleibt man beim eindimensionalen Fallbeispiel, so wirkt die Geschwindigkeitsänderung von hinten

nach vorn auf das Fahrzeug ein. Dieses bedeutet, der Insasse bewegt sich relativ im Fahrzeug nach hinten. Die dabei anhand von Versuchen auftretenden Insassenbewegungen sind näher zu beschreiben. Kommt man zu dem Ergebnis, daß hier ein Anstoß schräg von hinten auf das stehende Fahrzeug stattfand, so hat damit auch die Geschwindigkeitsänderung exakt in dieser Richtung stattgefunden und der Insasse bewegt sich jetzt relativ im Fahrzeug „schräg nach hinten“, wobei zusätzliche Anstoßmöglichkeiten im Innenraum zu prüfen sind.

für Kollision:



für Insassenbewegung:

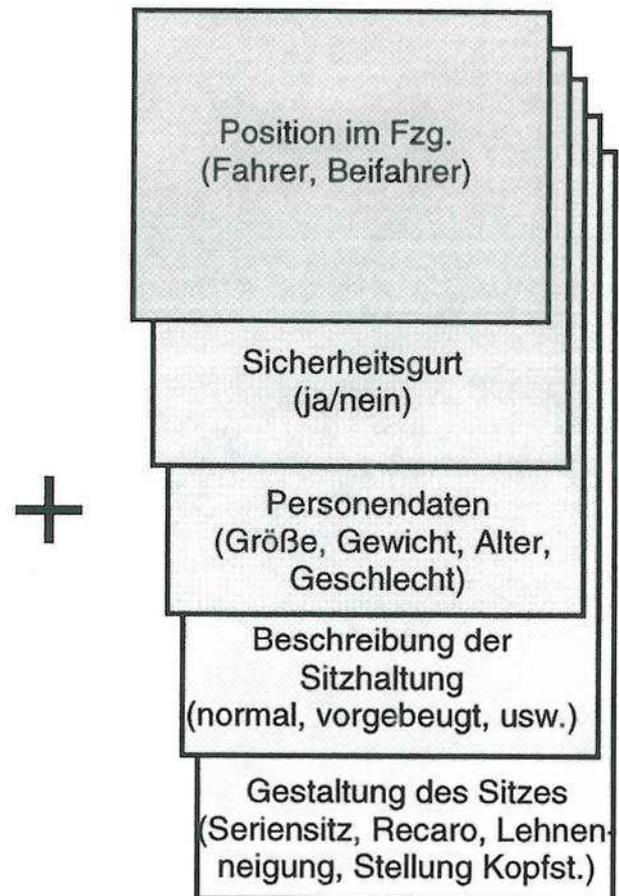


Abb. 7 „Wunschzettel“ für Analysematerial nach Wichtigkeit gestaffelt.

Bei der zweidimensionalen Kollision wird ebenfalls eine Geschwindigkeitsänderung nach Größe und Richtung beschrieben. Bei Kreuzungsunfällen mit Seitenkollisionen kommt man in der Regel zu einer Beanspruchungsrichtung schräg von vorn. Dabei hängt es von der Intensität der Quer- und Längsbeanspruchung ab, inwieweit hier eine eher frontale oder eher seitliche Beanspruchung vorhanden ist. Bei Seitenkollisionen ist vom Techniker insbesondere die Sitzposition zu beachten.

Hier kommt es darauf an, ob der Insasse auf der stoßzugewandten oder der stoßabgewandten Seite sitzt. Ferner ist für die Insassenbewegung noch wichtig, ob er den Sicherheitsgurt angelegt hatte, da sich im Vergleich zum angegurten Insassen unterschiedliche Bewegungen ergeben können.

Besonders die Größe des Insassen spielt für die Insassenbewegung eine Rolle. Sehr groß gewachsene Menschen finden häufig eine zu nied-

rige Serienkopfstütze vor. Auch das Gewicht kann in extremen Fällen einen Einfluß auf die Insassenbewegung ausüben. Alter und Geschlecht sind eher für die medizinische Betrachtung von Interesse.

Die Insassenbewegung hängt nicht nur von der Beanspruchungshöhe und Beanspruchungsrichtung sondern naturgemäß auch von der momentanen Sitzhaltung ab. Daher sind Angaben darüber, ob der Insasse normal, vorgebeugt oder zur Seite gebeugt saß, von größtem Interesse. Auch die Gestaltung des Sitzes, normalerweise Angaben über Lehnenneigung und Stellung der Kopfstütze, im Einzelfall auch die Angabe eines Spezialsitzes sind wünschenswert.

Nachdem dargelegt wurde, wie der Techniker zur Beantwortung der an ihn gerichteten Fragen vorgeht, ist ein „Wunschzettel“ für das Analysematerial gemäß Abbildung 7 zu formulieren.

Zusammengefaßt läßt sich bezüglich des Analysematerials darstellen, daß die Beantwortung der

Frage nach der Beanspruchungshöhe und -richtung sowie nach dem Bewegungsablauf des Insassen um so exakter und einfacher zu bewerkstelligen ist, je besser das Analysematerial ist.

Für zweidimensionale Kollisionen, wie Kreuzungs-Seiten-Unfälle sollte das Analysematerial noch umfangreicher sein als bei eindimensionalen Kollisionen wie Heckauffahrunfällen.

Es bedeutet keineswegs, daß beim Fehlen bestimmter Materialanteile eine technische Analyse unmöglich ist. Teilweise ist zur „Heilung“ dann jedoch ein immenser versuchsmäßiger Aufwand erforderlich. Eine Kollision mit massiven Schäden mit einer daher detailliert aufgenommenen Unfallszene ist sehr viel einfacher zu analysieren als eine Kollision mit geringsten Bagatellschäden.

10.4 Schlußfolgerung

Die technische Analyse eines Verkehrsunfalls im Hinblick auf die Beantwortung der Frage, ob eine HWS-Verletzung aufgetreten ist oder nicht, ist bezüglich des Ausgangsmaterials von einer normalen Unfallanalyse, bei der der gesamte Unfallhergang zu ermitteln ist, zu unterscheiden.

Die an den Techniker gestellte Aufgabe, die Belastung nach Größe und Richtung zu bestimmen sowie die Rekonstruktion der individuellen Insassenbewegung innerhalb des Fahrzeuges ist in erster Linie mit folgendem Analysematerial zu bewerkstelligen. Für die Kollision: Lichtbilder des gestoßenen und stoßenden Fahrzeugs, exakte Schadensbeschreibungen, Fahrzeugdaten, Angaben zur Beladung und nur hilfsweise Angaben zur Unfallszene. Für die Insassenbewegung ist die Angabe der Position im Fahrzeug, Fahrer, Beifahrer, eine Angabe über die Benutzung des Sicherheitsgurtes, speziell die Größe des Insassen, Beschreibung der Sitzhaltung und die Sitzgestaltung wichtig.

Bei Seitenkollisionen mit fahrendem gestoßenen Fahrzeug ist aufgrund der dann zweidimensionalen Kollisionsbetrachtung ein viel größerer Aufwand erforderlich als bei einem Heckauffahrunfall, der sich im allgemeinen eindimensional abspielt. Während bei der Betrachtung eindimensionaler Kollisionen oftmals lediglich Versuchsergebnisse zur Einschätzung der EES-Werte vorliegen müssen, ist bei Seitenkollisionen mit zwei bewegten Fahrzeugen in der Regel eine vergleichende Versuchsdurchführung erforderlich. Nach-

dem der Techniker Geschwindigkeitsänderung nach Größe und Richtung bestimmt hat, ist eine Beschreibung der Insassenbewegung im Fahrzeug möglich. Dabei ist zu prüfen, ob ein Kopf- oder Schulteranprall im Fahrzeuginnern auftreten kann.

Aus Sicht des Unfallanalytikers kann formuliert werden, daß die Angabe der Beanspruchungshöhe und -richtung sowie der Insassenbewegung um so exakter und einfacher und mit geringem Aufwand zu bewerkstelligen ist, je besser das Analysematerial ist. An erster Stelle stehen Lichtbilder beider Fahrzeuge, ergänzt durch exakte Schadensbeschreibungen. Bezüglich der Insassenbewegung sind besonders die Sitzposition, die Größe und Angaben zur Sitzhaltung wichtig.

Literaturnachweis

- [1] Aswegen, A. v. (1998): Die biomechanische Belastung bei leichten Pkw-Seitenkollisionen. Eine experimentelle Grundlagenuntersuchung mit Freiwilligen und Dummies. Diplomarbeit Bergische Universität, Wuppertal.
- [2] Bührmann, R. (1997): Experimentelle Untersuchung der kollisionsbedingten Geschwindigkeitsänderung zur Bestimmung der biomechanischen Belastung. Diplomarbeit, Fachhochschule Osnabrück.
- [3] Castro, W. H. M.; Schilgen, M.; Meyer, S.; Weber, M.; Peuker, C.; Wörtler, K.: Do „whiplash injuries“ occur in low-speed rear impacts?, *Eur Spine J* (1997) 6: 366–375, Springer Verlag 1997.
- [4] Kalthoff, W. (1997): Experimentelle Untersuchung der Möglichkeiten und Grenzen der Bestimmung der Insassenbewegung auf der Grundlage der Fahrzeugbeschädigungen nach Pkw-Auffahrkollisionen. Diplomarbeit, Fachhochschule Osnabrück.
- [5] Meyer, S.: Experimentelle Untersuchung des Zusammenhangs zwischen technischen Kollisionsparametern und der Bewegungskinetik von Insassen im Hinblick auf leichte HWS-Schleudertraumen. Diplomarbeit am Institut für Kraftfahrwesen der Universität Hannover 1993.
- [6] Meyer, S.; Hugemann, W.; Weber, M.: Zur Belastung der Halswirbelsäule durch Auffahrkollisionen. *Verkehrsunfall und Fahrzeugtechnik* 32 (1994), S. 15 bis 21.
- [7] Meyer, S.; Weber, M.; Schilgen, M.; Castro, W. H. M. (1998): The Minimal Collision Velocity for Whiplash. *Whiplash Injuries: Current Concepts in Prevention, Diagnostics and Treatment of the Cervical Whiplash Syndrome*. Edited by Robert Gunzburg and Marek Szpalski. Lippincott-Raven Publishers, Philadelphia
- [8] Weber, M.: Die Aufklärung des Kfz-Versicherungsbetruges – Grundlagen der Kompatibilitätsanalyse und Plausibilitätsprüfung. 1. Auflage, Schriftenreihe Unfallrekonstruktion, Münster 1995 – ISBN 3–9804383–0–9.