

Belastungsspuren an Sicherheitsgurten

Von Burkhard Walter*

In einem unfallanalytischen Gutachten ist häufig die Frage zu klären, ob der durch den Unfall verletzte Fahrzeuginsasse den Sicherheitsgurt ordnungsgemäß angelegt hatte. Sofern keine eindeutigen Belastungsspuren am Gurt vorhanden sind, muss geklärt werden, ab welcher Belastungsintensität bei einer Pkw-Kollision Belastungsspuren an Sicherheitsgurten zu erwarten sind. Dazu wurden vom Ingenieurbüro Schimmelpfennig und Becke Untersuchungen an Rückhaltesystemen aus über 20 Crashtestfahrzeugen vorgenommen.¹

1 Einleitung

Steht das Gurtsystem für eine Überprüfung zur Verfügung und können eindeutige Belastungsspuren festgestellt werden, so ist es dem Unfallanalytiker problemlos möglich, eine eindeutige Aussage zu treffen, ob der durch den Unfall verletzte Fahrzeuginsasse den Sicherheitsgurt ordnungsgemäß angelegt hatte.

Welche Schlüsse sind aber zu ziehen, wenn derartige Spuren nicht vorhanden sind?

Es muss davon ausgegangen werden, dass der Sachverständige bei einer Gurtuntersuchung eine Vorstellung darüber hat, wie hoch die Beanspruchung war, die auf die Insassen und damit auch auf das Gurtsystem einwirkte.

Es stellt sich nämlich die Frage, an welchen Stellen des Gurtsystems Hinweise für eine Gurtbenutzung, vor dem Hintergrund der bekannten Belastungshöhe, überhaupt zu erwarten sind. In der Literatur sind meist Hinweise zu finden, in welcher Form sich Belastungen des Gurtsystems darstellen können, ohne dass dabei die Anstoßintensität mit angegeben wird [1-5].

In dieser Untersuchung werden Belastungsspuren von über 20 Sicherheitsgurten vorgestellt. Da diese Gurte aus Crashtest-Fahrzeugen stammen, ist die Beanspruchungshöhe bekannt. Die Gegenüberstellung der Belastungsspuren und der Anstoßintensität erlaubt es, sich eine Vorstellung darüber zu verschaffen, ab welcher Höhe und in welcher Form Gurtbelastungsspuren auftreten können.

Die frontal wirkenden Geschwindigkeitsänderungen lagen in einem Bereich von etwa 10 bis 98 km/h.

Allgemein gültige Aussagen können aus diesen statistisch nicht abgesicherten Einzelversuchen sicherlich nicht abgeleitet werden, da die Entstehung von Gurtspuren von einer Vielzahl von Faktoren wie zum Beispiel Körpergewicht, Körpergröße, Anstoßrichtung und Gurtmaterial abhängt. Ergänzend wird auf Verschleißspuren eingegangen, die ohne einen Anstoß im Laufe der Zeit durch normale Benutzung entstehen.

2 Untersuchungsmethode

Nach den Crashtests wurde die Position beziehungsweise der Verlauf des Gurtbandes fotografisch festgehalten, um zu dokumentieren, inwieweit sich das Gurtband im Bereich der Umlenkpunkte verdrillte oder auch ver-

klemmte. Im Anschluss wurden die Gurte einschließlich der Gurtschlösser für die detaillierte Analyse demontiert.

Solche optimalen Verhältnisse ergeben sich für den Unfallanalytiker nur dann, wenn er direkt nach dem Unfall hinzugezogen wird. Unter dieser Voraussetzung besteht die Möglichkeit, Fotos vom Innenraum anzufertigen (um zum Beispiel mögliche Anprallstellen zu fotografieren) und im Anschluss das komplette Gurtsystem demontieren zu lassen. Nicht selten erfolgt die Begutachtung aber erst Monate/Jahre nach dem Unfall anhand des asservierten Gurtes, aber das Unfallfahrzeug selbst ist nicht mehr verfügbar.

Bei der Untersuchung im Labor besteht dann die Problematik, die Bereiche des Gurtbandes zu lokalisieren, an denen das Gurtband durch die Umlenkpunkte und über den Körper des Insassen verlief.

Wünschenswert wäre es, den zu untersuchenden Gurt in einem Vergleichsfahrzeug zu montieren und den betreffenden Insassen zu bitten, sich so wie zum Unfallzeitpunkt ins Fahrzeug zu setzen.

Ersatzweise könnte auch eine anthropomorphe Puppe verwendet werden, wie sie durch Otte/Behrends vorgestellt wurde [4], oder es könnte die Anschnallsituation mit einer Person mit ähnlichen Körpermaßen in einem Vergleichsfahrzeug nachgestellt werden. Aufgrund des erheblichen Aufwandes sind diese Vorgehensweisen in der Praxis kaum umsetzbar. Für die Gurtuntersuchung hat sich als zweckdienliches Hilfsmittel die in **BILD 1** zu sehende Montageplatte erwiesen. Unten rechts ist der Aufrollautomat zu sehen, der so auf der Platte verschraubt wird, dass er eine ähnliche Montage-

¹ Der Aufsatz ist die überarbeitete Fassung eines Vortrags bei der 15. EVU-Tagung in Dresden.

position wie im Fahrzeug einnimmt. Dadurch lässt sich das Gurtband problemlos abwickeln und es kann durch ruckartiges Ziehen auch überprüft werden, ob die Sperre des Aufrollautomaten grundsätzlich funktioniert. Durch Neigen der Platte oder auch der Rolle kann auch die lageabhängige Sperre überprüft werden.

In Anlehnung an die geometrischen Verhältnisse durchschnittlicher Pkw sind an den oberen Ecken der Platte Aufnahmen für den oberen Umlenkpunkt vorhanden. An der unteren Ecke lässt sich das Gurtschloss montieren.

Nachdem das gesamte Gurtsystem mit der Montageplatte verbunden ist, kann eine einfache Sichtprüfung des Gurtbandes erfolgen. Durch die Fixierung auf der Platte können direkt die in Frage kommenden Bereiche eingehend in Augenschein genommen werden.

Die Bereiche, in denen Spuren zu sehen sind, wurden im Rahmen der Untersuchung durch Wäscheklammern markiert. Im Anschluss wurde der Sicherheitsgurt demontiert und Makroaufnahmen von wichtigen Spurendetails angefertigt.

Die Gurte wurden hinsichtlich folgender Kriterien untersucht:



BILD 1: Montageplatte zur Gurtuntersuchung
FIGURE 1: Mounting plate for seat belt tests

- Riefenbildung am Umlenkpunkt der Schlosszunge
- Riefenbildung am oberen Umlenkpunkt
- Verformungen am oberen Umlenkpunkt
- Anschmelzungen auf dem Gurtband
- Glanzfelder auf dem Gurtband
- Verdrillung/Klemmspuren auf dem Gurtband
- Anreißen des Gurtbands.

Um das Ausmaß besser differenzieren zu können, wurde eine Unterteilung in die Kategorien leicht, mittel und stark vorgenommen.

Damit die Ergebnisse dieser ersten Versuchsreihe besser vergleichbar sind, wurde das Gewicht der Dummys kaum variiert. Die Masse lag zwischen 70 und 75 kg.

3 Angabe der Belastungshöhe

Grundsätzlich kann die Höhe der Belastung durch die Angabe der Fahrgastzellenverzögerung beschrieben werden. Eigene Untersuchungen zu den biomechanischen Belastungen bei Gurtschlittenfahrten haben jedoch gezeigt, dass die Angabe der wirkenden Verzögerung der Fahrgastzelle beziehungsweise des Sitzgestells beim Gurtschlitten nur bedingt geeignet ist, auch die auf den Insassen – und damit auch die auf das Gurtsystem wirkende Belastung – zu beschreiben [7].

Bei Frontalkollisionen, also bei den Kollisionen, bei denen der Sicherheitsgurt seine Schutzwirkung entfalten kann, bewegt sich der Insasse zunächst ungebremst relativ zum Fahrzeug nach vorn. Nach Aufzehren der Gurtlose erfolgt eine weitere Kollision, bei der der Insasse quasi in den Gurt fällt. Die Beanspruchungshöhe dieser „zweiten Kollision“ hängt von der Anprallgeschwindigkeit des Insassen in den Sicherheitsgurt ab. Aufgrund dieser getrennt zu betrachtenden Kollisionen ist es sinnvoll, die Höhe der Belastung durch die frontal wirkende kollisionsbedingte Geschwindigkeitsänderung zu beschreiben.



BILD 2: Schlosszungenumlenkpunkt eines VW Fox (Laufleistung: zirka 8000 km)

FIGURE 2: Lock tongue deviation point of a VW Fox (mileage: approximately 8,000 km)

4 Verschleißspuren ohne Kollision

4.1 Gebrauchsspuren im alltäglichen Fahrbetrieb

Auch im alltäglichen Fahrbetrieb wird das Gurtsystem belastet. Durch das ständige Gleiten des Gurtbandes in den Umlenkpunkten, wie es auch bei Kollisionen – jedoch auf deutlich höherem Kraftniveau – stattfindet, kann es zu einer Riefenbildung der Kunststoffteile kommen. Um diese „normalen“ Verschleißspuren von Crashspuren unterscheiden zu können, wurden im Rahmen der Untersuchungsreihe die Gurtsysteme einiger Fahrzeuge überprüft, die nachweislich nicht in einen Unfall verwickelt waren.

Es ist festzustellen, dass auch bei einer geringen Kilometerlaufleistung (von unter 10.000 km) im Bereich des oberen Gurtumlenkpunktes leichte Riefen entstehen können, wie sie zum Beispiel in **BILD 2** gezeigt werden. Hier



BILD 3: Überschlagssimulator der Berufsgenossenschaft für Fahrzeughaltungen
FIGURE 3: Rollover simulator of the Berufsgenossenschaft für Fahrzeughaltungen

ist die Schlosszungenumlenkung eines VW Fox zu sehen, der zum Zeitpunkt der Aufnahme eine Laufleistung von zirka 8000 km aufwies und vor allem im

Kurzstreckenverkehr für Kurierfahrten eingesetzt wurde. Glanzspuren auf dem Gurtband waren bei diesem Fahrzeugalter (zirka 7 Monate) nicht zu erkennen.

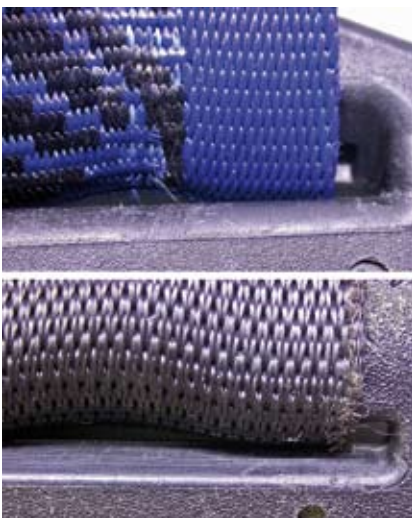


BILD 4: Schlosszungen von zwei Sicherheitsgurten eines Überschlagssimulators nach jeweils zirka 7000 Einsätzen
FIGURE 4: Lock tongues of two seat belts of a rollover simulator after approximately 7,000 applications each

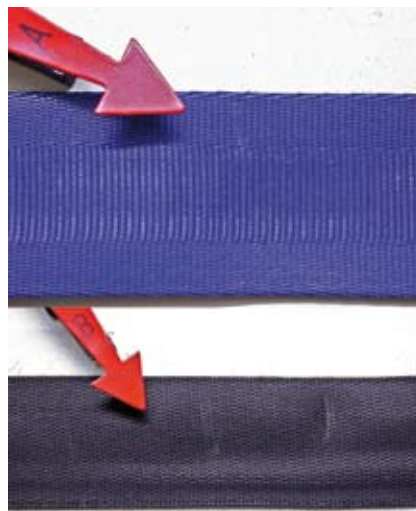


BILD 5: Gurtbänder von zwei Sicherheitsgurten eines Überschlagssimulators nach jeweils zirka 7000 Einsätzen
FIGURE 5: Straps of two seat belts of a rollover simulator after approximately 7,000 applications each

4.2 Gebrauchspuren an Sicherheitsgurten eines Überschlagssimulators

Durch die Berufsgenossenschaft für Fahrzeughaltungen (BGF) wird seit einigen Jahren ein Lkw-Überschlagssimulator betrieben, der Lkw-Fahrern die Schutzwirkung des Sicherheitsgurtes beim Fahrzeugüberschlag näher bringen soll, **BILD 3**. Im Versuch wird das Fahrerhaus eines Lkw um die Längsachse um 360° langsam gedreht, ohne dass der Teilnehmer einer nennenswerten Belastung ausgesetzt ist. Dadurch wird dem Probanden verdeutlicht, wie der Sicherheitsgurt den Fahrer auch dann zuverlässig auf dem Sitz hält, wenn das Fahrzeug auf dem Dach liegt.

BILD 4 zeigt die Schlosszungen der verwendeten Sicherheitsgurte, mit denen jeweils etwa 7.000 Einsätze gefahren wurden. Hier sind dezente Riefen festzustellen, die noch unterhalb der Kategorie leicht anzusiedeln sind. Auffallend sind weiterhin die leichten Glanzfelder auf dem Gurtband und einige Faltungen, **BILD 5**. Im Bereich der oberen Umlenkpunkte sind keinerlei Riefen auszumachen, **BILD 6**.



BILD 6: Obere Umlenkpunkte von zwei Sicherheitsgurten eines Überschlagssimulators nach jeweils zirka 7000 Einsätzen
FIGURE 6: Upper deviation points of two seat belts of a rollover simulator after approximately 7,000 applications each

5 Belastungsspuren in Abhängigkeit der kollisionsbedingten Geschwindigkeitsänderung

5.1 Geschwindigkeitsänderung bis zirka 25 km/h

5.1.1 Sicherheitsgurt eines Lkw-Gurtschlittens nach zirka 3000 Versuchen (delta v zirka 10-11 km/h)

Außer dem Überschlagsimulator betreibt die BGF einen Lkw-Gurtschlitten, **BILD 7**. Die bei diesem Versuchsanprall auf die Teilnehmer wirkende Geschwindigkeitsänderung liegt – je nach Körpergewicht des Schlittenaufassen – bei etwa 10 bis 11 km/h [4]. **BILD 8** zeigt eine Verzögerungsmessung. Die Kollisionsdauer liegt bei etwa 0,13 s und entspricht demzufolge dem Niveau einer Pkw-Kollision.

Die **BILDER 9 UND 10** zeigen einen Gurt, der im Rahmen der regelmäßigen Wartung ausgetauscht wurde. Am oberen Umlenkpunkt sind keinerlei Riefen erkennbar. Auch ist die Ausprägung der Riefen an der Umlenkung der Schlosszunge ähnlich wie bei dem Gurt des bereits vorgestellten VW Fox.

Erwähnenswert ist zum einen das dezente Glanzfeld und zum anderen die leichte Faltung des Gurtbandes. Diese Spuren können aber auch ohne eine Kollision auftreten, wie die Gurte des Überschlagsimulators deutlich machen. Mit dem Versuchsschlitten-Gurt wurden zirka 3000 Einsätze mit einem delta v von etwa 10 bis 11 km/h gefahren. Es ist insgesamt festzustellen, dass bei einer frontal wirkenden Geschwindigkeitsänderung von etwa 10 km/h eine Untersuchung des Sicherheitsgurtes auf Belastungsspuren nicht sinnvoll ist, da die Belastungsspuren nicht von denen, zu unterscheiden sind die im normalen Gebrauch entstehen.

5.1.2 Sicherheitsgurt eines Opel Astra nach einem Wandanprall mit zirka 17 km/h (delta v zirka 21 km/h)

Die **BILDER 11 UND 12** zeigen den Sicherheitsgurt eines Opel Astra, der mit einer Geschwindigkeit von zirka 17 km/h gegen eine Barriere gefahren

BILD 7: Lkw-Gurtschlitten der Berufsgenossenschaft für Fahrzeughaltungen
FIGURE 7: Truck seat belt testing sled of the Berufsgenossenschaft für Fahrzeughaltungen

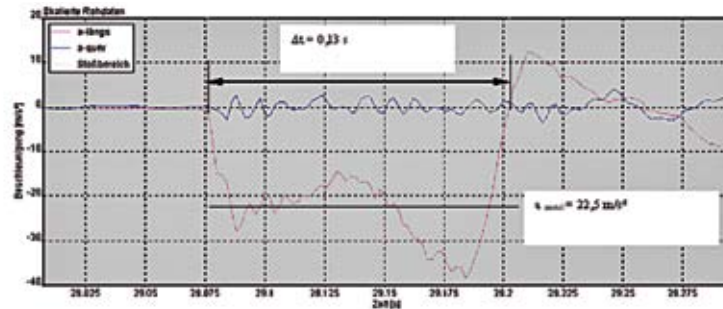


BILD 8: Verzögerungsverlauf einer Lkw-Gurtschlittenfahrt (delta v zirka 11 km/h)
FIGURE 8: Deceleration curve of a truck seat belt testing sled (delta v approximately 11 km/h)



BILD 9: Schlosszungenumlenkpunkt eines Lkw-Gurtschlittens nach zirka 3000 Versuchen
FIGURE 9: Lock tongue deviation point of a truck seat belt sled after approximately 3,000 tests



BILD 10: Gurtband Sicherheitsgurt Lkw-Gurtschlittens nach zirka 3000 Versuchen
FIGURE 10: Seat belt strap of a truck seat belt testing sled after approximately 3,000 tests



BILD 11: Schlosszungenumlenkpunkt Opel Astra, oben vor und unten nach frontalem Wandanprall (delta v zirka 21 km/h)

FIGURE 11: Lock tongue deviation point of an Opel Astra, before (top) and after (bottom) a frontal wall impact (delta v approximately 21 km/h)



BILD 12: Oberer Umlenkpunkt Opel Astra, oben vor und unten nach frontalem Wandanprall (delta v zirka 21 km/h)

FIGURE 12: Upper deviation point of an Opel Astra, before (top) and after (bottom) a frontal wall impact (delta v approximately 21 km/h)



BILD 13: Riefen Schlosszungenumlenkung Opel Kadett E (delta v zirka 26 km/h)

FIGURE 13: Score marks in lock tongue deviation point of an Opel Kadett E (delta v approximately 26 km/h)

wurde. Auf dem Fahrersitz befand sich ein Hybrid-II-Dummy (m = 72 kg), der ordnungsgemäß angegurtet war. Die frontal wirkende kollisionsbedingte Geschwindigkeitsänderung lag bei zirka 21 km/h. Vor dem Anprall wurde der Gurt eingehend untersucht. Zu erkennen waren Gebrauchsspuren an der Umlenkung der Gurtzunge und ein leichtes Glanzfeld auf dem Gurtband. Am oberen Umlenkpunkt waren keine Riefen erkennbar.

Nach dem Anprall waren weder am Gurtband noch an den Umlenkpunkten eindeutige Spuren auszumachen. Es ist demzufolge festzustellen, dass auch bei dieser Belastungshöhe Spuren am Sicherheitsgurt noch nicht zwingend auftreten müssen.

5.1.3 Sicherheitsgurt Opel Kadett nach einem Wandanprall mit zirka 23 km/h (delta v zirka 26 km/h)

Bei diesem Versuch wurde ein Opel Kadett E mit zirka 23 km/h gegen eine starre Barriere gefahren. Die Geschwindigkeitsänderung betrug zirka 26 km/h. Auf dem Fahrersitz befand sich ein Hy-

brid-II-Dummy (m = 75 kg). Die **BILDER 13 UND 14** verdeutlichen, dass bei einer solchen Geschwindigkeitsänderung bereits Belastungsspuren entstehen können, die sich von den Alltagsspuren unterscheiden. An der Umlenkung der Schlosszunge entstanden Riefen, die nicht mehr als Gebrauchsspuren einzustufen sind. Damit verbunden sind leichte Anschmelzungen des Gurtbandes in diesem Bereich. Weiterhin waren Klemmspuren auszumachen, die durch eine Verdrillung der oberen Gurtbandumlenkung hervorgerufen wurden, **BILD 15**. Dieser Versuch macht deutlich, dass ab einer frontal einwirkenden Geschwindigkeitsänderung von 25 km/h eine Gurtuntersuchung sinnvoll ist.

5.2 Geschwindigkeitsänderungen von mehr als 25 km/h

Nachfolgend sind Abbildungen wiedergegeben, die einen Überblick über die festgestellten Belastungsspuren in Abhängigkeit von der Geschwindigkeitsänderung verschaffen. Dazu ist auf der waagerechten Achse die Geschwin-



BILD 14: Anschmelzungen Gurtband im Bereich der Schlosszungenumlenkung Opel Kadett E (delta v zirka 26 km/h)

FIGURE 14: Fusion melting of seat belt strap in the area of the lock tongue deviation point of an Opel Kadett E (delta v approximately 26 km/h)



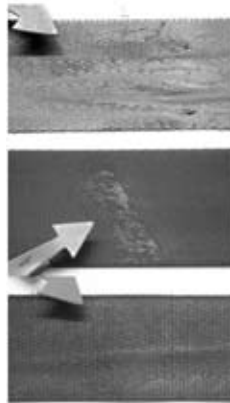
BILD 15: Klemmspuren Gurtband im Bereich der oberen Gurtbandumlenkung Opel Kadett E (delta v zirka 26 km/h)

FIGURE 15: Jamming marks on the seat belt strap in the area of the upper belt deviation point of an Opel Kadett E (delta v approximately 26 km/h)

digkeitsänderung angegeben. In senkrechter Richtung erfolgt die Differenzierung der Spurenausprägung. Zum optischen Vergleich sind exemplarisch einige Fotos beigelegt, die der entsprechenden Kategorie entsprechen.

5.2.1 Anschmelzungen auf dem Gurtband

Bei Geschwindigkeitsänderungen von mehr als 25 km/h ist zu beobachten, dass in dem Bereich, in dem das Gurtband durch die Schlosszunge umgelenkt wird, leichte Materialanschmelzungen auftreten können, BILD 16.



Anschmelzungen am Gurtband

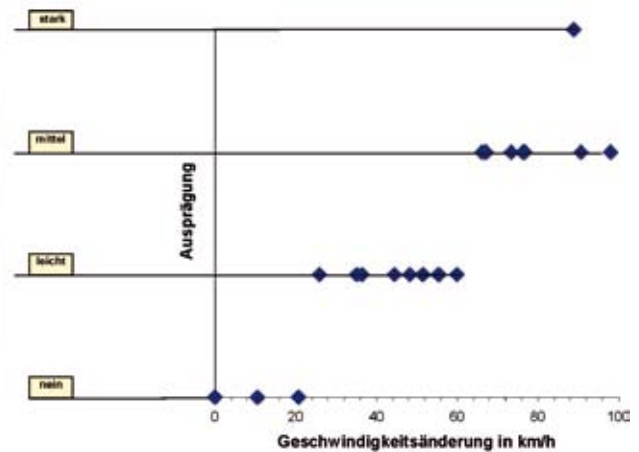


BILD 16: Anschmelzungen am Gurtband in Abhängigkeit von der Geschwindigkeitsänderung
 FIGURE 16: Fusion melting of seat belt strap as a function of the change in speed

5.2.2 Glanzfelder auf dem Gurtband

Bereits ohne eine Belastung können auf dem Gurtband glänzende Felder ausgemacht werden, die nicht mit Anschmelzungen des Gurtbandmaterials zu verwechseln sind, BILD 17. Aufgrund der Lage ist davon auszugehen, dass diese Felder durch den Kontakt der Kleidung des Insassen beziehungsweise des Dummys mit dem Gurtband entstehen. Zur Entstehung eines leichten Glanzfeldes reicht der normale Gebrauch aus. Starke Glanzfelder zeichnen sich dadurch aus, dass in diesen Bereichen auch Faserspuren der Kleidung des Insassen mit dem bloßen Auge ausgemacht werden können.



Glanzfelder auf Gurtband

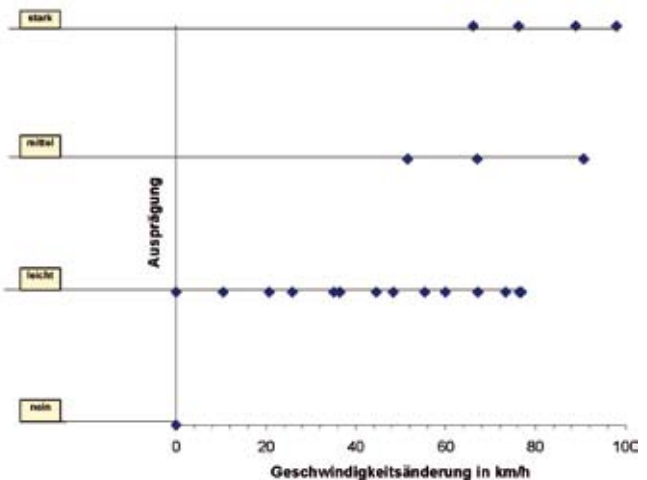


BILD 17: Glanzfelder auf Gurtband in Abhängigkeit von der Geschwindigkeitsänderung
 FIGURE 17: Buffed areas on the seat belt strap as a function of the change in speed

5.2.3 Verdrillung / Klemmspuren auf dem Gurtband

Schon bei einer Geschwindigkeitsänderung von gut 25 km/h war eine Verdrillung des Gurtbandes in Höhe des oberen Umlenkpunktes zu beobachten. Diese zeichnet sich am Gurtband durch eine eindeutige Klemmspur ab. BILD 18 macht deutlich, dass derartige Spuren auch bei hohen Geschwindigkeitsänderungen jedoch nicht zwingend vorhanden sein müssen.

5.2.4 Verformungen oberer Umlenkpunkt

Bei kunststoffummantelten Umlenkungen können bereits bei Geschwindigkeitsänderungen um 40 km/h Risse des Kunststoffes ausgemacht werden. Ohne Kunststoffummantelung kann

es ebenfalls bei einer Geschwindigkeitsänderung um 40 km/h zu einer Verformung kommen, BILD 19. Diese Spuren müssen jedoch nicht zwingend auftreten.

5.2.5 Riefenbildung Umlenkung Schlosszunge

Leichte Riefen, die nicht mehr als Gebrauchsspuren einzustufen sind, können ab einer Geschwindigkeitsän-

derung von etwa 25 km/h beobachtet werden. Unterhalb dieser Belastungsintensität sind dezentere Spuren erkennbar, die auch bereits im normalen Gebrauch nach kurzer Zeit auftreten können. BILD 20 zeigt, dass der Zustand der Umlenkung an der Gurtzunge gute Hinweise auf die Gurtbenutzung liefert, da eine eindeutige Abhängigkeit zwischen Belastungsintensität und Spurausprägung zu verzeichnen ist.

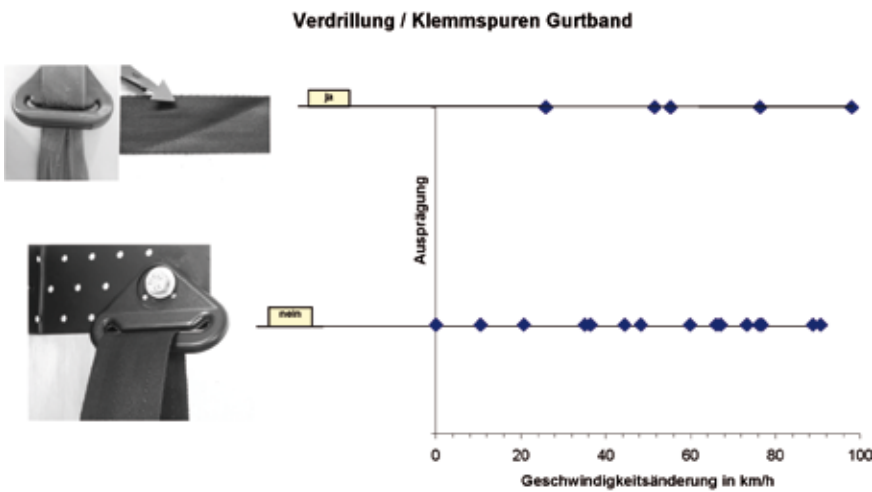


BILD 18: Verdrillung / Klemmspuren Gurtband in Abhängigkeit von der Geschwindigkeitsänderung
 FIGURE 18: Twisting / jamming marks on the seat belt strap as a function of the change in speed

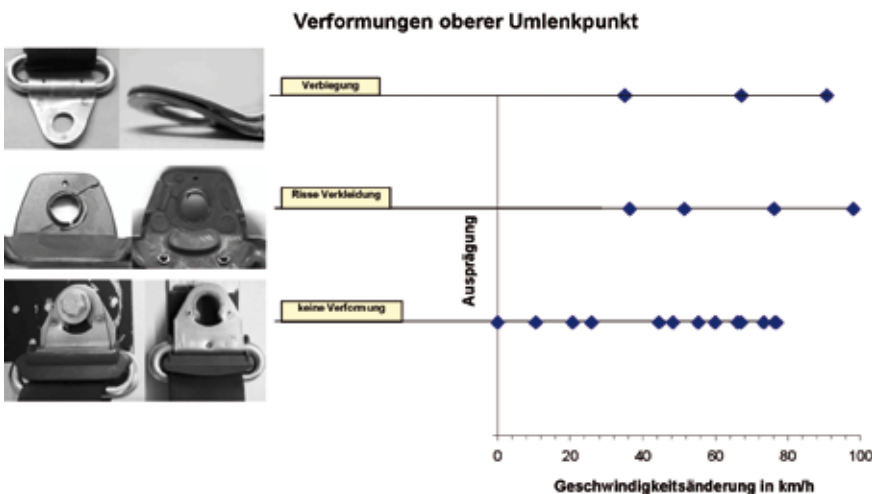


BILD 19: Verformung oberer Umlenkpunkt in Abhängigkeit von der Geschwindigkeitsänderung
 FIGURE 19: Distortion of the upper deviation point as a function of the change in speed

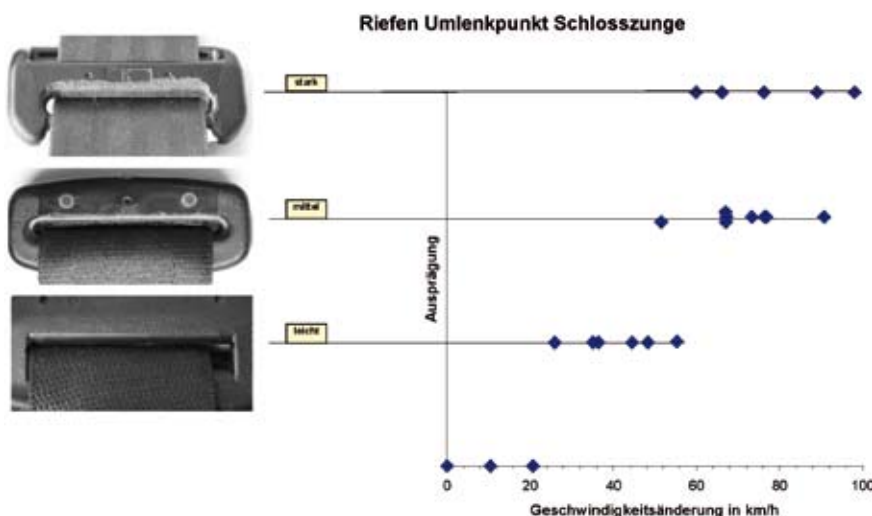


BILD 20: Riefenbildung Umlenkung Schlosszunge in Abhängigkeit von der Geschwindigkeitsänderung
 FIGURE 20: Score marks in the lock tongue deviation point as a function of the change in speed

5.2.6 Riefenbildung oberer Umlenkpunkt

Am oberen Umlenkpunkt waren auch bei deutlich höheren Geschwindigkeitsänderungen noch keine Riefen auszumachen, BILD 21. Eindeutige Spuren sind in diesem Bereich erst ab Geschwindigkeitsänderungen von mehr als 50 km/h zu erwarten. Nach [9] wirken am oberen Umlenkpunkt, das heißt in Höhe der Schulter, deutlich höhere als im Bereich der Schlosszunge. Dennoch kommt es im oberen Bereich erst bei deutlich höheren Geschwindigkeitsänderungen zu Riefen im Kunststoff. Die Ursache ist nach derzeitigem Kenntnisstand darin zu suchen, dass in der Schlosszungenumlenkung aufgrund der kleineren Auflagefläche in Verbindung mit dem größeren Umschlingungswinkel eine deutlich höhere Flächenpressung wirkt als in der relativ rundlich gestalteten oberen Kunststoffumlenkung.

5.2.7 Anreißen des Gurtbands

In zwei Versuchen kam es dazu, dass das Gurtband infolge Belastung zerriss, BILD 22. Zudem war bei einer Geschwindigkeitsänderung von knapp 100 km/h zu beobachten, dass das Gurtmaterial bis an die Grenze der Belastbarkeit beansprucht wurde, mittleres Foto in Bild 22. Dort sind einzelne Fasern bereits zerrissen. Die Struktur des Gurtbandes löst sich förmlich auf.

6 Zusammenfassung

Die Untersuchung zeigt, dass an zahlreichen Stellen des Gurtsystems Belastungsspuren auftreten können, die eindeutig für eine Gurtbenutzung sprechen. An erster Stelle sind Riefen zu nennen, die sich an der Schlosszunge im Bereich der Gurtbandumlenkung abzeichnen. Korrespondierend dazu sind auf dem Gurtband in diesem Bereich meist Anschmelzspuren vorzufinden. Derartige Riefen können ab einer frontalen Geschwindigkeitsänderung von etwa 25 km/h auftreten. Unterhalb dieser Belastungsintensität sind keine Riefen zu erwarten. Gering ausgeprägte

Riefen sind in der Regel als normale Gebrauchsspuren einzustufen. Ebenso können Glanzfelder auf dem Gurtband auch durch die normale Nutzung entstehen.

Am oberen Umlenkpunkt traten leichte Riefen erst ab einer Geschwindigkeitsänderung von etwa 50 km/h auf. Verformungen oder auch Risse in der Kunststoffummantelung waren an der oberen Umlenkung ab einer Geschwindigkeitsänderung um 40 km/h zu verzeichnen. Je nach Ablauf der Kollision kam es bereits bei einer Geschwindigkeitsänderung von 25 km/h zu einer Verdrillung des Gurtbandes in der oberen Umlenkung. Diese lässt sich auf dem Gurtband durch Klemmspuren ermitteln.

Weiterhin war festzustellen, dass das Gurtband ab einer Geschwindigkeitsänderung von knapp 80 km/h auch reißen kann.

Literaturhinweise

- [1] Danner, M.: Gurt oder Tod! Verlag R.S. Schulz Percha am Starnberger See 1993 ISBN 3-7962-01385
- [2] Burg, H.; Rau, H.: Handbuch der Verkehrsunfallrekonstruktion. Verlag Information Ams, Kippenheim 1981. ISBN 3885500205
- [3] Danner, M.; Halm, J.: Technische Analyse von Verkehrsunfällen. Eurotax (International) AG, Pfäffikon 1994. ISBN 3952004057
- [4] Otte, D., Behrens, S. Sicherheitsgurtnalyse durch optimierte Unfallaufnahme am Unfallort, Verkehrsunfall und Fahrzeugtechnik 1978, S. 86 ff.
- [5] Adomeit, D.: Bleibende Veränderungen am Sicherheitsgurt-Sitz-System und Fahrzeuginnenraum zur Bewertung der Belastungsart des gurtgesicherten Insassen beim Unfall, Verkehrsunfall und Fahrzeugtechnik 1976, S. 65 ff.
- [6] Schwarz, G., F. Zeidler, B. Brinkmann: Gewebeeränderung der Insassenkleidung durch Einwirkung des Sicherheitsgurtes beim 50 km/h-Frontaufprall
- [7] Winninghoff, M.; B. Walter, M. Becke: Gurtschlitten – Untersuchung der bio-

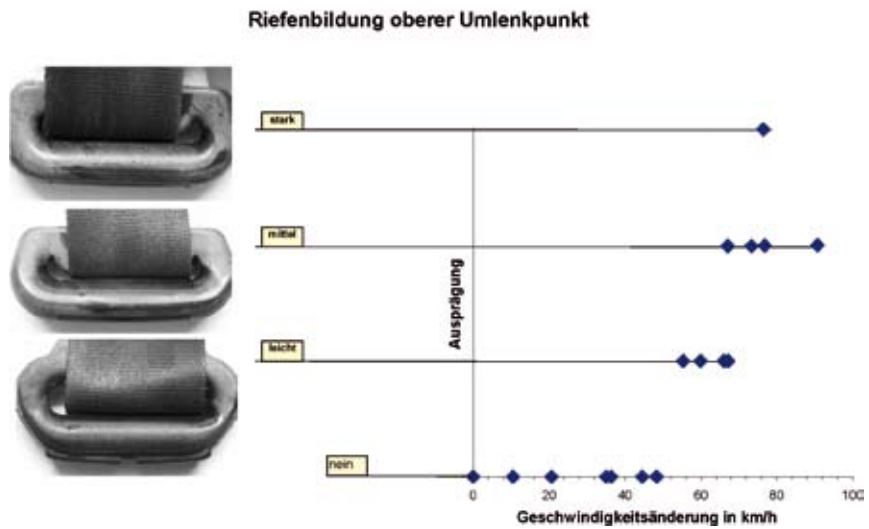


BILD 21: Riefenbildung obere Umlenkung in Abhängigkeit von der Geschwindigkeitsänderung
FIGURE 21: Score marks in the upper deviation point as a function of the change in speed

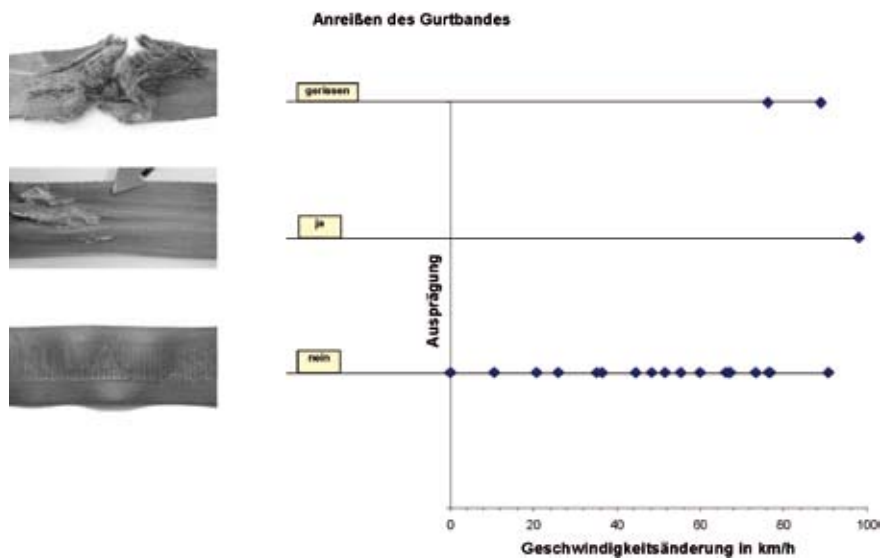


BILD 22: Anreißen des Gurtbandes in Abhängigkeit von der Geschwindigkeitsänderung
FIGURE 22: Tear marks in the seat belt strap as a function of the change in speed

- mechanischen Belastung. Verkehrsunfall und Fahrzeugtechnik 2000, S. 19 ff.
- [8] Walter, B.; K.-H. Schimmelpfennig: Demonstration der Schutzwirkung des Sicherheitsgurtes bei Nutzfahrzeugen. Verkehrsunfall und Fahrzeugtechnik 2003, S. 19 ff.
- [9] Schlittentests Dr. Steffan Datentechnik, DSD Osterseminar März 2002 Linz, Österreich, www.dsd.at
- [10] Hugemann, W.: Unfallrekonstruktion, <http://www.unfallrekonstruktion.de/buchprojekt.htm>

*** Autor**
 Dipl.-Ing. Burkhard Walter ist öffentlich bestellter und vereidigter Sachverständiger für Straßenverkehrsunfälle im Ingenieurbüro Schimmelpfennig und Becke in Münster. ::

Marks on Seat Belts
 Analysis reports on accidents often have to determine whether the vehicle occupants injured in the accident were wearing their seat belts correctly. If there are no distinct load marks on the belt, the investigator has to determine the load intensity during a vehicle collision above which load marks are to be expected on the seat belt. For this purpose, engineering consultants Ingenieurbüro Schimmelpfennig und Becke performed tests on restraint systems from more than 20 crashed vehicles.