Michael Rohm*, Karl-Heinz Schimmelpfennig**

Dynamik bei der Kollision

Krad/Fußgänger

Zusammenfassung

Es wurden Krad/Fußgänger-Unfälle simuliert, bei denen sich der Fußgänger mit einer Geschwindigkeit von ca. 6 km/h in die Kollision bewegt hat. Insbesondere wurde untersucht, ob aus der nachkollisionären Spurzeichnung des Krades ein Rückschluß auf seine Einlaufrichtung und den Kollisionsort gezogen werden kann.

Des weiteren wurde der dynamische Ablauf der Kollision analysiert, um ein Spektrum der möglichen Abläufe von Krad/Fußgänger-Kollisionen zu erarbeiten.

In den Versuchen zeigte sich, daß der Einfluß der Bewegungsgeschwindigkeit des Dummies auf den Kollisionsablauf erheblich ist; der Dummy kann das Krad sowohl in Bewegungsrichtung »umreißen« als auch nur einen Lenkeinschlag herbeiführen, der das Krad entgegen der Bewegungsrichtung des Dummies zu Fall bringt. Identisch war bei allen Versuchen der Einfluß auf die Auslaufbewegung des Krades, die immer in einem Winkel zur Einlaufrichtung erfolgte.

Die Spurzeichnung begann in der Verlängerung der ursprünglichen Fahrlinie bevor die Spurzeichnung unter einem Winkel zur Einlaufrichtung des Krades weiterlief; dieses ist unabhängig davon, auf welche Seite das Krad stürzt.

Summary

In several experiments the impact of a motorbike on a pedestrian was tested. It was investigated, if the marks of the motorbike after the impact allowed a conclusion to the way the motorbike drove before, to find out, if there is a conclusion to the place of the impact.

Furthermore the dynamics of the impact was investigated.

In the tests was shown that the influence of the walking speed of the dummy (6 km/h) was considerable. The dummy can overturn the motorbike on both sides. The motion of the motorbike after the impacts is different from the motion before the impact.

The first traces on the ground were marked in the extension of the motion from the motorbike before the impact, after they described an angle to this direction.

1 Einleitung

Die Rekonstruktion von Krad/Fußgänger-Unfällen ist in den Fällen relativ unproblematisch, in denen eine vorkollisionäre Spurzeichnung seitens des Krades und Zeugenaussagen bezüglich der Bewegungsgeschwindigkeit des Fußgängers vorhanden sind. Fehlen hingegen diese Anknüpfungspunkte, wird die Rekonstruktion sehr diffizil, da die Vermeidbarkeitsbetrachtung sehr sensibel auf die Parameter Kollisionsort (in bezug zur Breite) und Bewegungsgeschwindigkeit reagiert.

In der Literatur finden sich zu dem Thema Krad/bewegter Fußgänger keine Versuche, die zur Analyse herangezogen werden können; unter anderem wohl deshalb, weil ein hoher versuchstechnischer Aufwand für die Realisierung der Versuche betrieben werden muß. Hauptproblem ist die Synchronisation zwischen den Bewegungsgeschwindigkeiten, da selbst bei Krad-Geschwindigkeiten um 40 km/h und Gehgeschwindigkeit (5 – 6 km/h) beim Fußgänger nur ein Zeitintervall von etwa 0,1 s bleibt, um Krad und Fußgänger gezielt in einer bestimmten Anstoßkonstellation miteinander kollidieren zu lassen.

2 Problemstellung

Mit den durchgeführten Versuchen sollten insbesondere die folgenden Fragen bearbeitet werden:

1. Ist durch Kratzspuren ein Rückschluß auf die Fahrlinie des Krades vor der Kollision möglich?
2. Wie stark wird die Auslaufbewegung/-richtung des Krades durch die Kollision mit dem bewegten Fußgänger beeinflußt?

*Dipl.-Ing. Michael Rohm, Sachverständiger im Ing.-Büro Schimmelpfennig + Becke

**Dipl.-Ing. Karl-Heinz Schimmelpfennig, öffentlich bestellter und vereidigter Sachverständiger für Straßenverkehrsunfälle; Lehrbeauftragter der Universität Hannover

Münsterstraße 101, 48076 Münster-Wolbeck

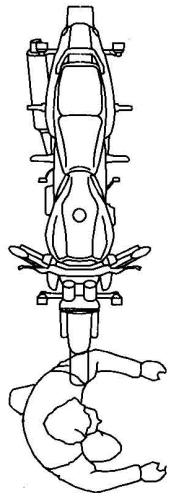


Bild 1 Anstoßkonstellation
Fig. 1 situation by the impact

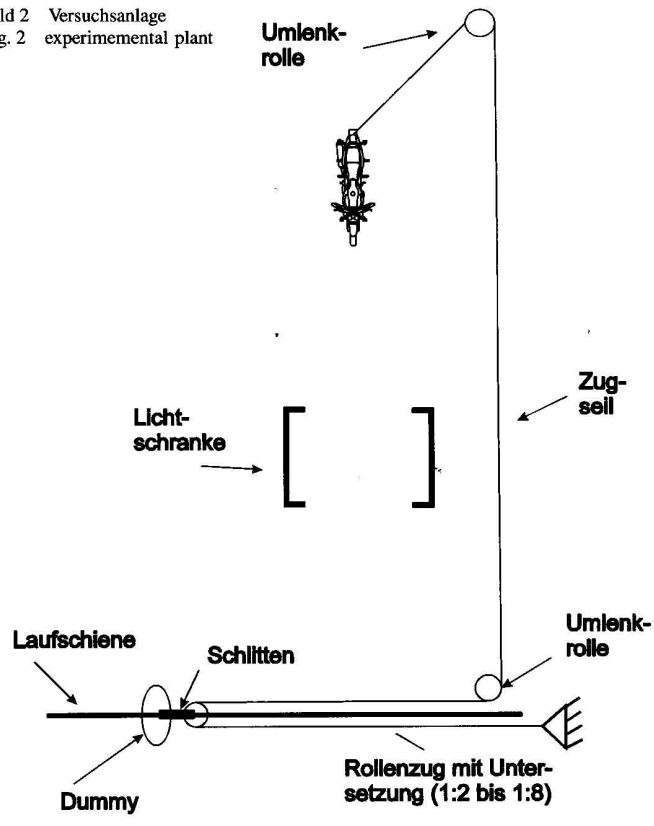
Als Versuchsparameter wurde eine Anstoßkonstellation Krad-Vorderreifen/Fußgänger gewählt (**Bild 1**). Die Kradgeschwindigkeit wurde aus versuchstechnischen Gründen auf 40 km/h festgelegt.

3 Versuchsdurchführung

Bei dem Versuchsaufbau konnte auf eine Anlage zurückgegriffen werden, die sich schon bei Versuchen mit Pkw und bewegtem Fußgänger bewährt hat (**Bild 2**). Die Synchronisation der Bewegungsgeschwindigkeiten findet bei der Versuchsanlage mittels eines Rollenzuges statt, der die Geschwindigkeiten in jedem ganzzahligen Verhältnis bis 1 : 8 untersetzt. Geringfügige Modifikationen gegenüber den Pkw/Fußgänger-Versuchen waren bezüglich der Trennung der Bewegungen erforderlich.

Bei den verwendeten Dummies handelt es sich beim Krad-Fahrer um einen Hybrid II und beim Fußgänger um einen Hybrid I. Um den empfindlichen Hybrid II-Dummy zu schonen, wurden Vorversuche bezüglich der genauen Anstoßkonstellation durchgeführt. Als Versuchsfahrzeug diente eine Honda CBX 550.

Bild 2 Versuchsanlage
Fig. 2 experimemental plant



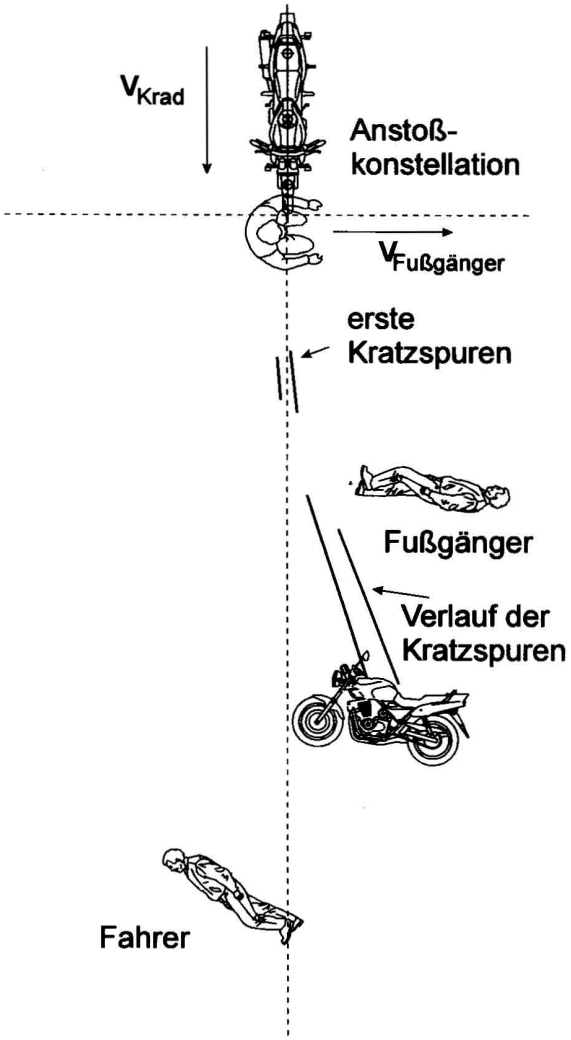


Bild 3 Verlauf der Spuren und Endlagen
Fig. 3 marks after the impact

4 Dynamik des Unfalls

Grundsätzlich unterscheidet sich die Krad/Fußgänger-Kollision nicht wesentlich von dem Anstoß zwischen einem Pkw und Fußgänger. Der Fußgänger wird in beiden Fällen exzentrisch getroffen (unterhalb seines Schwerpunktes) und erfährt durch die Krafteinwirkung sowohl eine rotatorische als auch eine translatorische Bewegungskomponente.
Offene Frage ist jedoch, ob es äquivalent zur Pkw/Fußgänger-Kollision zu einem Sekundär-Zusammenstoß mit dem Fahrer oder Lenkerarm kommt, wenn die Bewegungsgeschwindigkeit des Fußgängers gering ist (ca. 5 km/h). Des weiteren ist offen: Auf welche Seite fällt das Krad – Reißt der Fußgänger das Krad auf die linke Seite oder schlägt nur der Lenker um und das Krad fällt auf die rechte Seite[1]?
Naturgemäß konnte bei den Versuchen der Einfluß des Kradfahrers mit Lenkbewegungen nicht untersucht werden. Bei den Versuchen wurde der Lenker lediglich durch die Elastizität der Dummy-Arme fixiert.

5 Versuche

In den Vorversuchen zeigte sich, daß der Einfluß der Bewegungsgeschwindigkeit des Dummies erheblich ist. Begründet wird dieses damit, daß das Impulsverhältnis 1 : 3 bis 1 : 4 beträgt; ein Einfluß somit, der nicht zu vernachlässigen ist. Weiterhin bestätigte sich die Vermutung, daß der Dummy das Krad sowohl »umreißen« als auch nur einen Lenkeinschlag herbeiführen kann, der das Krad auf der rechten Seite zu Fall bringt. Identisch war bei allen Versuchen der Einfluß auf die Auslaufbewegung des Krades, die immer in einem Winkel zur Einlaufrichtung erfolgte (**Bild 3**). Es ist zu erwarten, daß dieser Winkel eine Funktion der Bewegungsgeschwindigkeit ist, der exakt jedoch nur mit einer großen Anzahl von Versuchen zu bestimmen ist.
Die Bildserie 4 zeigt einen Versuch, bei dem das Krad eine Geschwindigkeit von 39 km/h inne hatte und die Untersetzung 1:7 betrug, d.h. der Dummy bewegte sich mit einer Geschwindigkeit von ca. 6 km/h.

6 Versuchsergebnisse

Bei den Versuchen kam es zu einem Sekundärkontakt mit dem Lenker, welches durch die relativ langsame Bewegungskomponente des Dummies in Kradquerrichtung begründet werden kann.
Die Kratz-Spurzeichnung begann grundsätzlich in der Verlängerung der ursprünglichen Fahrlinie, bevor sie unter einem Winkel zur Einlauf-richtung des Krades weiterlief; dieses ist unabhängig davon, ob das Krad auf die linke oder rechte Seite stürzt (**Bild 5**). Es kann damit begründet werden, daß der Dummy dem Krad eine Kraftkomponente in Querrichtung oktroyiert. Diese wird jedoch erst im Auslauf, aufgrund der kurzen Sturzdauer des Krades, wirksam wird.

Die Sturzzeit des Krades wurde aus der Kollisionsgeschwindigkeit des Krades und den ersten Kratzspuren bestimmt; ein Geschwindigkeitsverlust durch die Kollision wurde vernachlässigt. Es ergaben sich so Sturzzeiten von ca. 0,3 s.

Die Abwurfbewegung des Fahrers verlief in Verlängerung zur Einlaufrichtung.

1) Rechte bzw. linke Seite bezieht sich auf die Fahrtrichtung des Krades

Krad/Fußgänger
Krad: 39 km/h; Fußg.: ca. 6 km/h

t = -80 ms

t = 0 ms (Erstkontakt)

t = 80 ms

t = 160 ms

t = 240 ms

t = 320 ms

Krad/Fußgänger-Kollision

Krad/Fußgänger
Krad: 39 km/h; Fußg.: ca. 6 km/h

t = 400 ms

t = 480 ms

t = 560 ms

t = 640 ms

t = 720 ms

t = 800 ms

Bild 4 Kollisionsablauf
Fig. 4 high-speed pictures of the impact

Bild 5 Endlage und Spuren
Fig. 5 marks ■

Die geäußerten Meinungen müssen nicht mit der Auffassung der Redaktion übereinstimmen. Die Redaktion behält sich Kürzungen vor und läßt anonyme Briefe grundsätzlich unberücksichtigt.

Leserbrief

Ein Beitrag zum Thema »HWS-Trauma«

Die Übertragbarkeit von Versuchsergebnissen auf ein reales Unfallgeschehen ist insbesondere dann problematisch, wenn es um das bekannte HWS-Trauma geht. Diese Feststellung gilt vor allem unter dem Gesichtspunkt, daß »jede« beliebige Anzahl von Probanden für Versuche ohnehin derart sensibilisiert ist, daß die Anwendung der Auswerteergebnisse für die Begutachtung von möglichen HWS-Traumata bei niedrigen Kollisionsgeschwindigkeiten mehr als fragwürdig ist; im Rahmen von Versuchen kann weder das Individualgeschehen eines Verkehrsunfalles noch der individuelle Bewegungsablauf eines unvorbereiteten und ggf. nicht in Normalposition sitzenden Insassen realisiert werden. Die Auswertung von rechtsanhängigen Verfahren in Verbindung mit den jeweiligen Beschädigungsbildern der Fahrzeuge ist vom methodischen Ansatz her wenig sinnvoll, da bekanntlich leichte HWS-Traumata häufig aus wirtschaftlichen Gründen vorgetäuscht werden.

Zur Vermeidung der aufgezeigten Problematik wurde im Büro des Verfassers zur Grenzwertanalyse der EES (Heckaufprall) in Verbindung mit einem HWS-Trauma der Fahrzeuginsassen wie folgt vorgegangen:

Die Gutachtenerstellung im Bereich »Kfz-Schäden und -Bewertung« erstreckt sich häufig auf Heckschäden, welche als Folge von Auffahrunfällen in mehr oder weniger starker Intensität allgemein bekannt sind. Aus der Praxis der Unfallrekonstruktion/Unfallanalyse sind die jeweiligen EES-Werte mit guter Genauigkeit abschätzbar.

Unter Beachtung der o.g. Problematik lag es nahe, im Rahmen der Schadenbegutachtung die jeweiligen Fahrzeuginsassen hinsichtlich eines Auftretens von Nakkenschmerzen (HWS-Trauma) nach dem Unfallereignis zu befragen. Diese Befragung erfolgte über einen Zeitraum von ca. einem halben Jahr nur bei den Personen (auf freiwilliger Basis), bei denen festgestellt wurde, daß keine Schmerzensgeldansprüche o.ä. geltend gemacht worden waren und auch nicht beabsichtigt war, diese ggf. geltend zu machen.

Von den befragten Personen wurde in der Regel angegeben, daß es sich nicht lohne, wegen »ein paar Tagen Nackenschmerzen« zum Arzt zu gehen oder gar zwecks Verfolgung von Schmerzensgeldansprüchen einen Rechtsanwalt aufzusuchen. Die Personen hatten somit keinerlei wirtschaftliches Interesse (mehr) am Ergebnis der Befragung, noch wußten sie um die Aktualität der Diskussion um das HWS-Trauma. Wegen dieser Voraussetzungen bestehen bezüglich der Glaubhaftigkeit der Personen m.E. keine Bedenken.

Als Ergebnis der Befragung ergab sich zum einen zwar, daß bei EES-Werten in der Größenordnung von 10 km/h (s. Versuche, Veröffentlichungen pp.) in der Regel kein HWS-Trauma erlitten wurde; bei mehreren Fahrern und Beifahrern wurden aber Nackenschmerzen bereits in einem EES-Bereich von 5 bis 10 km/h beklagt. In einem Extremfall wurde dem Verfasser im Rahmen einer Diskussion von einer ca. 20jährigen Pkw-Fahrerin mitgeteilt, daß sie nach dem Unfallgeschehen über mehrere Tage Nackenschmerzen gehabt hätte, obwohl die geschätzte EES an ihrem Fahrzeug allenfalls bei 3 km/h gelegen hatte: »Wegen der drei Tage Nackenschmerzen habe es sich nicht gelohnt ...« (s.o.).

Nach den bekannten Versuchsergebnissen/Veröffentlichungen wäre ein HWS-Trauma erst ab einer EES von 10 km/h zu erwarten. Ausweislich der Befragung kann diese Feststellung zwar als Regelfall gelten und sollte im Rahmen einer Gutachtenerstellung auch so bezeichnet werden; für ein konkretes Unfallgeschehen ist diese untere Grenze nicht übertragbar, da aufgrund der Befragungen kein Zweifel besteht, daß ein HWS-Trauma bereits ab einer EES von ca. 5 km/h durchaus möglich ist.

Die Befragung wird fortgesetzt.

Dr. Helmut Uckelmann, Dipl.-Ing. · Postfach 10 25 48 · 44725 Bochum ■

Buchbesprechung

Ein neuer Ratgeber der DBV-Winterthur Versicherungen
Wie man bei Fahrzeugflotten Schäden verhütet

Einen Ratgeber zur Schadenverhütung bei Fahrzeugflotten hat jetzt die DBV-Winterthur Gruppe herausgegeben. Er zeigt, daß durch gezielte Präventionsmaßnahmen viele Schäden vermieden oder zumindest in ihrem Ausmaß begrenzt werden können.

Häufig wird das Ausmaß der direkten und indirekten Unfallfolgekosten unterschätzt. Der DBV-Winterthur-Ratgeber, der sich auf langjährige Erfahrung der Betriebs-, Schaden- und Statistikabteilungen sowie der Kraftfahrt-Technik und der Unfallforschung stützt, zeigt einen systematischen Weg zur Bewältigung von Risiken auf, der heute in vielen Bereichen der Industrie praktiziert wird und allgemein unter dem Begriff »Risk-Management« bekannt ist.

Diese Methode mit den vier Schritten Zielsetzung, Risikoanalyse, Sicherheitsmaßnahmen und Erfolgskontrolle kann im Flottenbereich erfahrungsgemäß sehr effizient eingesetzt werden. Konkrete Tips für die betriebsspezifische Analyse, personelle, organisatorische und technische Maßnahmen zur Schadenverhütung sollen die Umsetzung im Alltagsgeschäft des Fuhrparks erleichtern.

Der Ratgeber wendet sich an alle Unternehmen und Organisationen mit einem eigenen Fuhrpark ab ca. zehn Fahrzeugen, u.a. Speditionen, Zustelldienste, Kurierdienste, Auslieferungsflotten, Industrie- und Handwerksbetriebe sowie Busunternehmen, und ist somit auch als Geschenk von Sachverständigen an Kunden geeignet, die Fahrzeugflotten betreiben, womit sie ihr Interesse an seinem wirtschaftlichen Erfolg bekunden.

Zu beziehen bei: Verlag Informations Ambs, Postfach 208, 77968 Kippenheim, Tel. 0 78 25/87 08 40, Fax: 0 78 25/87 08 41, Schutzgebühr 20 DM + Versandkosten ■