

Einfluss des Ausweichvorgangs auf die Querswurfweite bei einem Fußgängerunfall – der Tangentialwurf

Von Karl-Heinz Schimmelpfennig*

Der „Beulenversatz“ und die „Querswurfweite“ sind feststehende Anknüpfungstat-sachen in der Unfallrekonstruktion. Ein Beulenversatz beziehungsweise eine Querswurfweite ist aber nicht allein aus der Bewegungsgeschwindigkeit eines Fußgängers abzuleiten. Welchen Einfluss der Ausweichvorgang auf die Wurfbahn des Fußgängers (das heißt auf die Querswurfweite) hat, wurde im Rahmen einer kleinen Versuchsreihe näher untersucht.

1 Einleitung

Bei der Rekonstruktion eines Fußgängerunfalls wird dominant Wert auf die Erfassung der Kollisionsgeschwindigkeit gelegt. Konkret ist aber der Einfluss des Bewegungsvorgangs des Fußgängers vor und bis zur Kollision zeit- und wegmäßig deutlich wichtiger. Ob die Kollisionsgeschwindigkeit zum Beispiel 30 oder 35 km/h beträgt, ist sicherlich im Rahmen der Vermeidbarkeitsbetrachtung nicht so wichtig, wie die Beantwortung der Frage, welche Bewegungsgeschwindigkeit der Fußgänger vor der Kollision innehatte und wie sich das Verhalten des Fußgängers in der reinen Kollisionsphase darstellt.

Für das Bewegungsverhalten eines Fußgängers in der reinen Kollisionsphase sind der Beulenversatz und die Querswurfweite wichtige Einflussgrößen. Wenn der Fußgänger aus dem Stand die Fahrbahn betrat und zum Kollisionszeitpunkt stand, dann ist die Zeitdauer länger, als wenn der Fußgänger weiter eine konstante Bewegungsgeschwindigkeit innehatte. Aus dem Zeitbedarf des Fußgängers vom Start bis zur Kollision folgt für das Fahrverhalten des Pkw-Fahrers vor der Kollision zum Beispiel, ob eine überhöhte Ausgangsgeschwindigkeit oder eine verspätete Reaktion vorlag. In diesem Zusammenhang ist natürlich die Warnbeziehungsweise die Signalposition ein weiterer wichtiger Parameter [1].

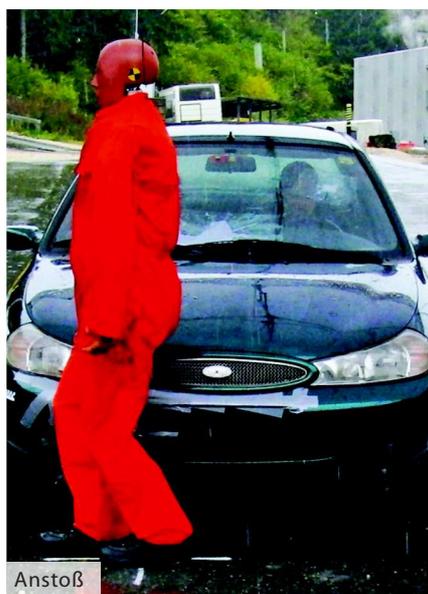
2 Einflussgrößen

In [2] wurden aus einer umfangreichen Versuchsreihe wichtige Erkenntnisse zum Beulenversatz und zur Querswurfweite gewonnen. Bis zu Kollisionsgeschwindigkeiten um 45 km/h kann Kenntnis über den Beulenversatz und die Querswurfweite ein wichtiges Kriterium für die Bewegungsgeschwindigkeit des Fußgängers zum Zeitpunkt der Kollision sein.

Dass die Querswurfweite im Bezug zur Bewegungsgeschwindigkeit kein

Absolutwert ist, sondern von der Frontstruktur des Pkw, vom Anstoßwinkel des Fußgängerkörpers, von der Größe des Fußgängers oder insbesondere der Länge der Motorhaube abhängig ist, ist bekannt. Es wird nicht möglich sein, die Bewegungsgeschwindigkeit aus Beulenversatz und Querswurfweite zum Beispiel auf exakt 3,0 m/s festzulegen. Eine Toleranz von 10 % ist sicherlich zu berücksichtigen. Über Zeugenaussagen die Geschwindigkeit noch näher einzugrenzen, gestaltet sich in der Regel noch schwieriger.

Wird zum Beispiel ein stehender Fußgänger von einem geradeaus fahrenden Pkw mittig erfasst, dann gibt es keinen nennenswerten Beulenversatz und auch keine nennenswerte Querswurfweite, wie dies der Versuch in **BILD 1** zeigt. In diesem Versuch wurde der Fußgänger mit 40 km/h



Anstoß



Endlage

BILD 1: DTC – Crashversuch mit 40 km/h

FIGURE 1: DTC – crash test at 40 km/h

ungebremst quer stehend erfasst. Eine Querspurweite ist praktisch nicht vorhanden. Die Versuchsreihe [2] wurde im Jahr 1995 durchgeführt. Zwischenzeitlich sind die Fahrzeuge in der Front keilförmiger gestaltet und haben in der Regel auch einen flächigen Stoßfänger. Wird jetzt ein Fußgänger nicht absolut mittig getroffen, dann stellt sich bei fast gleicher Geschwindigkeit zum beigezogenen Versuch nach Bild 1 bereits eine Querspurweite von circa 3 m allein aus der Formgebung ein, siehe **BILD 2**.

Ist die Ausgangsgeschwindigkeit zum Beispiel nennenswert höher als die Kollisionsgeschwindigkeit, dann stellt die Handlung des Pkw-Fahrers vor der Kollision eine weitere mögliche Einflussgröße auf die Querspurweite dar.

Bewegt sich ein Fußgänger aus Sicht eines Pkw-Fahrers von rechts nach links auf die Fahrbahn und erkennt dies der Pkw-Fahrer zum Beispiel 1,5 s vor der Kollision, dann konnte mindestens 0,5 s gehandelt werden und zwar im Automatismus, ohne vielschichtige Überlegungen von der Gefahr weg, also nach links. Dies ist nicht zwingend, aber häufig vorzufinden.

3 Praxisversuche

Welchen Einfluss der Ausweichvorgang (in der Regel liegt ein Verreißen der Lenkung vor) auf die Wurfbahn des Fußgängers (das heißt auf die Querspurweite) hat, wurde im Rahmen einer kleinen Versuchsreihe näher untersucht.

Es wurden vier Versuche durchgeführt. Bei allen Versuchen war der Pkw ungebremst und der Fußgänger-Dummy wurde seitlich angefahren. Es wurden zwei Geschwindigkeiten gefahren, eine Geschwindigkeit um 25 km/h und die andere um 35 km/h. Bei zwei Versuchen wurde der Radius so gewählt, dass eine Querspurbeschleunigung von etwa 2 m/s^2 vorlag. Die beiden weiteren Versuche wurden mit einer Querspurbeschleunigung von circa 4 m/s^2 gefahren. Dieser relativ niedrige Querspurbeschleunigungsbereich wurde gewählt, da zwischen Reaktionsende und Kollision in der Regel keine Zeiten deutlich

über 0,5 beziehungsweise 1 s gegeben sind und damit die Querspurbeschleunigung in dieser Phase bis zur Kollision auch erst aufgebaut werden muss. In den seltensten Fällen wird der Grenz-

bereich der Querspurbeschleunigung bis zur Kollision erreicht.

BILD 3 und **BILD 4** zeigen zwei dieser Versuche. Der erste Versuch wurde mit einer Querspurbeschleunigung von circa



BILD 2: CTS – Crashversuch mit 37 km/h

FIGURE 2: CTS – crash test at 37 km/h

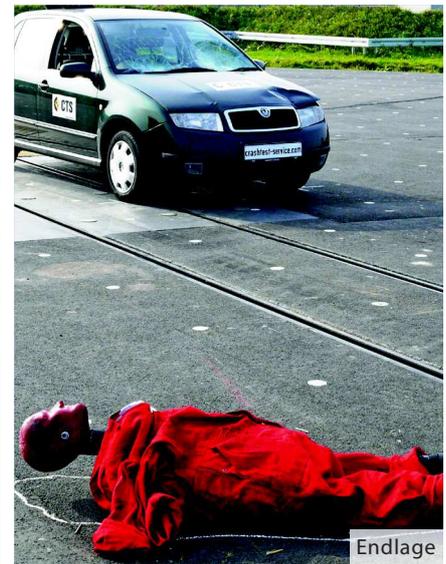


BILD 3: CTS – Crashversuch mit 32 km/h

FIGURE 3: CTS – crash test at 32 km/h



BILD 4: CTS – Crashversuch mit 28 km/h

FIGURE 4: CTS – crash test at 28 km/h



2 m/s² gefahren. Ein Beulenversatz am Fahrzeug ist kaum vorhanden. Der zweite Versuch wurde mit einer Querbeschleunigung von 4 m/s² durchgeführt. Der Beulenversatz an diesem Fahrzeug ist trotz etwas niedrigerer Geschwindigkeit des Pkw sehr deutlich. In **BILD 5** sind die Fahrzeuge in der Front zur Verdeutlichung des Beulenversatzes gegenübergestellt worden. Die Endlagen im Bezug zur Kollisionssituation und den gefahrenen Radien werden durch **BILD 6** für die Querbeschleunigung von 4 m/s² gezeigt und in **BILD 7** für die Querbeschleunigung von 2 m/s².

Bei dem Versuch mit der höheren Kollisionsgeschwindigkeit gibt es eine Querswurfweite von circa 2 m. Es ist auch ein deutlicher Beulenversatz vorhanden. Konkret stand aber der Dummy zum Zeitpunkt der Kollision. Im Versuch mit der niedrigen Geschwindigkeit und hoher Querbeschleunigung ist nur eine minimale Querswurfweite festzustellen, aber ein sehr großer Beulenversatz. Auch in diesem Versuch stand der Dummy.

Bei der niedrigeren Querbeschleunigung liegt ein umgekehrtes Verhältnis vor. Bei niedrigerer Geschwindigkeit (32 km/h) beträgt die Querswurfweite 2,25 m. Der Beulenversatz ist aber gleich null. Bei der höheren Geschwindigkeit gibt es nur einen geringen Beulenversatz. Auch bei diesen Versuchen stand der Dummy.

Die Versuche verdeutlichen damit, dass die gefahrene Querbeschleunigung des Pkw zum Zeitpunkt der Kollision einen Einfluss auf den Beulenversatz und die Querswurfweite hat.



BILD 5: CTS – Crashversuch: Vergleich des Beulenversatzes aus Bild 3 und Bild 4
FIGURE 5: CTS – crash test: comparison of the dent pattern from Figure 3 and Figure 4

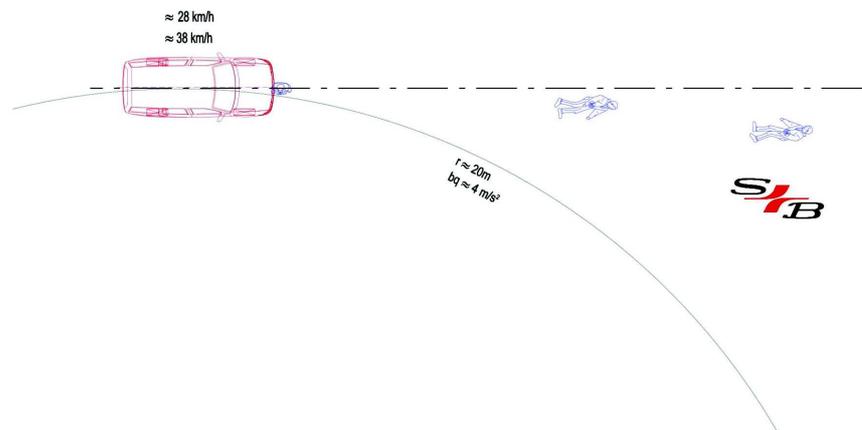


BILD 6: CTS – Crashversuch: Vergleich der Querswurfweiten aus Versuchen mit 4 m/s²
FIGURE 6: CTS – crash test: comparison of lateral throw distances from tests at 4 m/s²

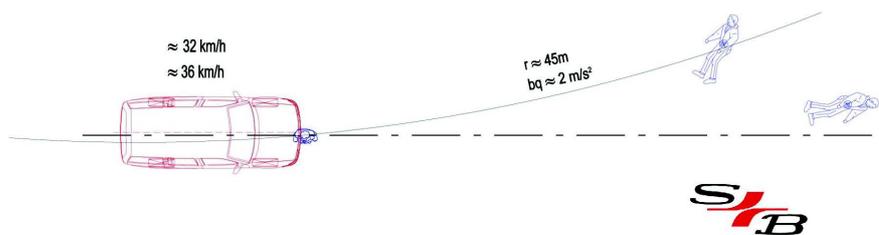


BILD 7: CTS – Crashversuch: Vergleich der Querswurfweiten aus Versuchen mit 2 m/s²
FIGURE 7: CTS – crash test: comparison of lateral throw distances from tests at 2 m/s²

An einem Beispiel soll diese Problematik konkretisiert werden. Ist aus der Unfallaufnahme der Unfallort zum Beispiel über deutlichen Schuhabrieb bekannt, ebenfalls die Endlage des Fußgängers, siehe **BILD 8**, und keine Endstellung des Pkw direkt nach dem Unfallgeschehen oder sogar gezeichnete Spuren vom Pkw, dann wird in der Regel aus der Vorgabe eine Grundsituation unter Beachtung des Anstoßpunktes

am Pkw (zum Beispiel nach **BILD 9** oder **BILD 10**) angesetzt. Dies bedeutet zwangsläufig, dass eine nennenswerte Bewegungsgeschwindigkeit des Fußgängers zum Kollisionszeitpunkt hieraus folgt.

Über den Versuch nach Bild 2 zeigte sich bereits, dass aus der Formgebung des Pkw eine hohe Querswurfweite folgen kann, obwohl der Fußgänger stand, siehe Bild 10. Werden jetzt die Erkennt-



BILD 8: Festpunkte aus der Unfallaufnahme
FIGURE 8: Fixed points from the accident data

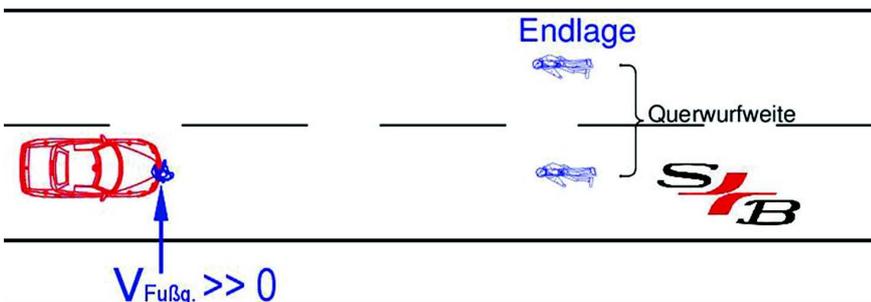


BILD 9: Pkw mit gerader Front erfasst Fußgänger aus Geradeausfahrt
FIGURE 9: Car with a straight front-end hits a pedestrian when travelling straight ahead

Querswurfweite aus Formgebung

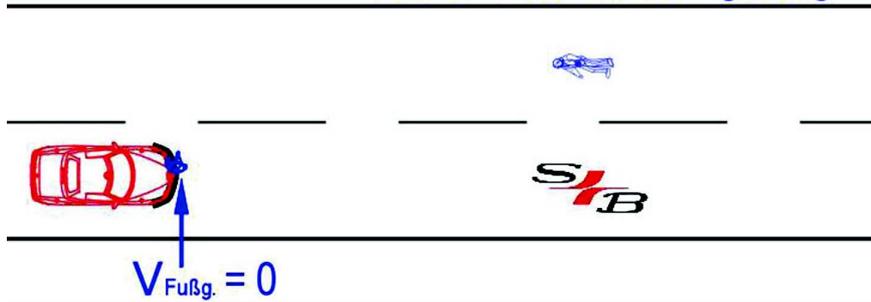


BILD 10: Pkw mit keilförmiger Front erfasst Fußgänger aus Geradeausfahrt
FIGURE 10: Car with a wedge-shaped front-end hits a pedestrian when travelling straight ahead



Alles im Blick?
Jetzt kostenlos
anmelden.

Der kostenlose VKU-Newsletter

Monatliche Branchennews bequem
per E-Mail

www.VKUonline.de/newsletter

Die VKU Verkehrsunfall und Fahrzeugtechnik informiert Sie monatlich mit dem aktuellen Newsletter über die neuesten Ergebnisse aus der **Schadenspraxis, Unfallforschung** und Kfz-Technik. Entdecken Sie **News**, aktuelle VKU **Beiträge**, unseren **Veranstaltungskalender** sowie eine exklusive Vorschau auf die nächste Ausgabe der VKU!

Jetzt kostenlos anmelden:
www.VKUonline.de/newsletter



nisse aus dem Verreißen der Lenkung mit in den Fall einbezogen, dann folgt die Darstellung nach **BILD 11**. In diesem Fall stand der Fußgänger zum Zeitpunkt der Kollision.

Abschließend wurde noch zur Überprüfung der Versuche eine Computersimulation gemäß **BILD 12** durchgeführt.

Der Einfluss, der sich aus den unterschiedlichen Auslegungen ergibt, wird zeit- und wegmäßig unter dem Gesichtspunkt der Vermeidbarkeitsbetrachtung in **BILD 13** und **BILD 14** gezeigt. Wird der Fall unter dem Gesichtspunkt des Tangentialwurfs rekonstruiert, dann kann eine überhöhte Ausgangsgeschwindigkeit vorgelegen haben und aus der zulässigen Geschwindigkeit wird der Verkehrsunfall dann auch für den Pkw-Fahrer vermeidbar.

4 Zusammenfassung

Der „Beulenversatz“ und die „Querwurfweite“ sind feststehende Anknüpfungstatsachen in der Unfallrekonstruktion.

Ein Beulenversatz beziehungsweise eine Querwurfweite ist aber nicht allein aus der Bewegungsgeschwindigkeit ei-

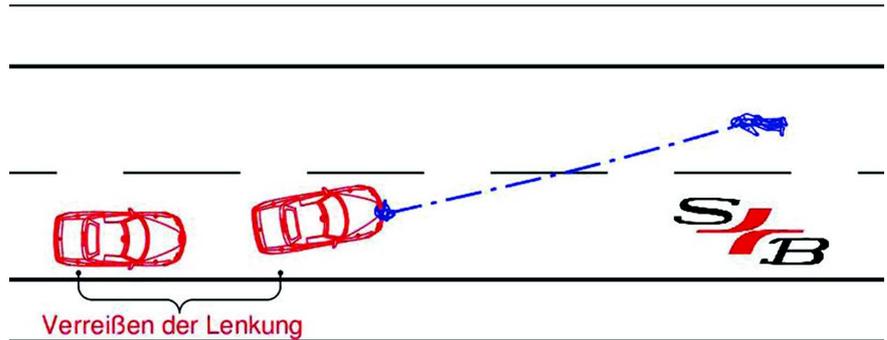


BILD 11: Pkw in deutlicher Ausweichbewegung erfasst Fußgänger

FIGURE 11: A car performing an obvious avoidance manoeuvre hits a pedestrian

BILD 12: Ergebnis der Computersimulationen
FIGURE 12: Result of the computer simulations

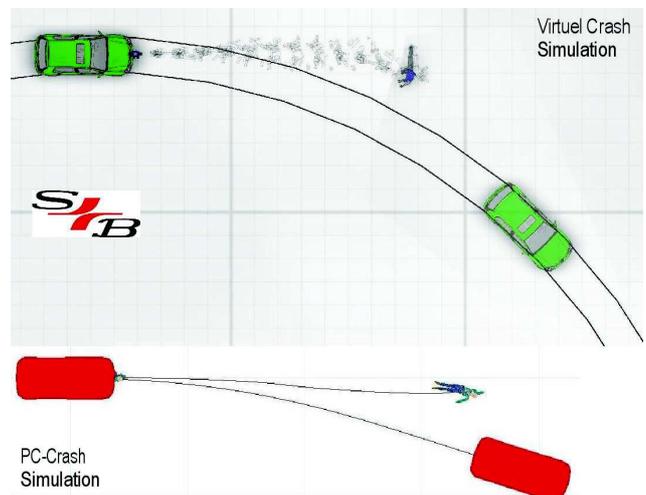


Bild 13:

Weg-Zeit-Erfassung gemäß Bild 9

Figure 13:

Travel / time - summary based on Figure 9

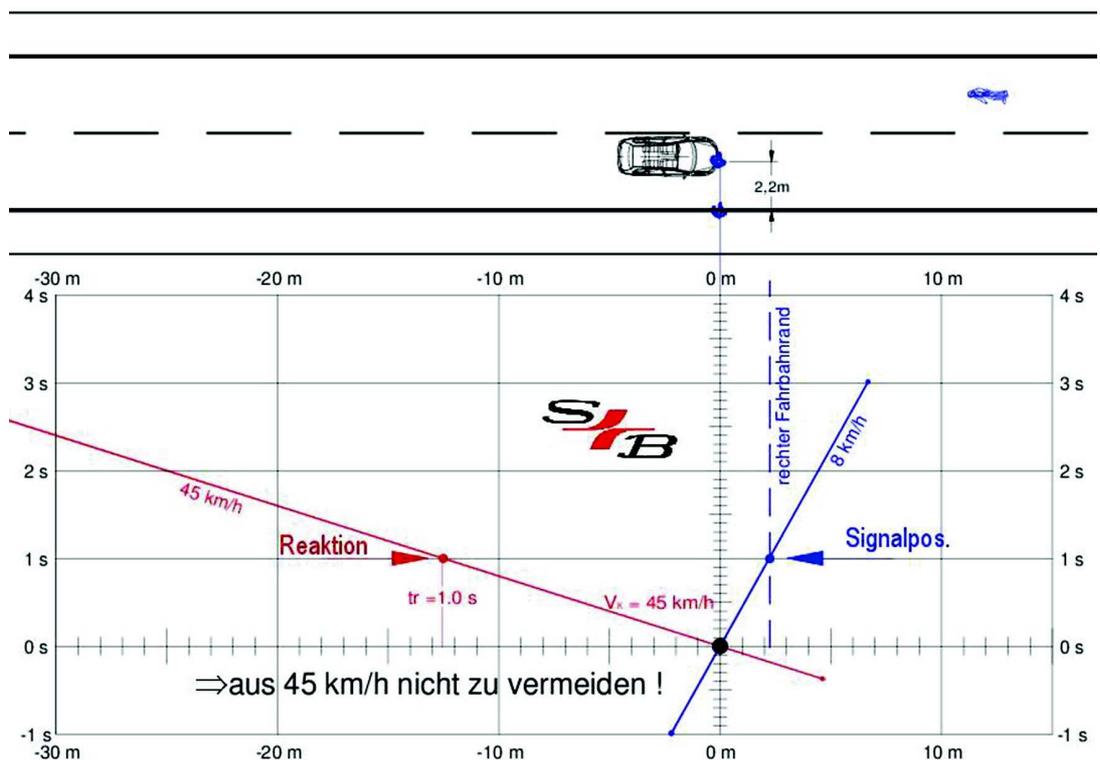
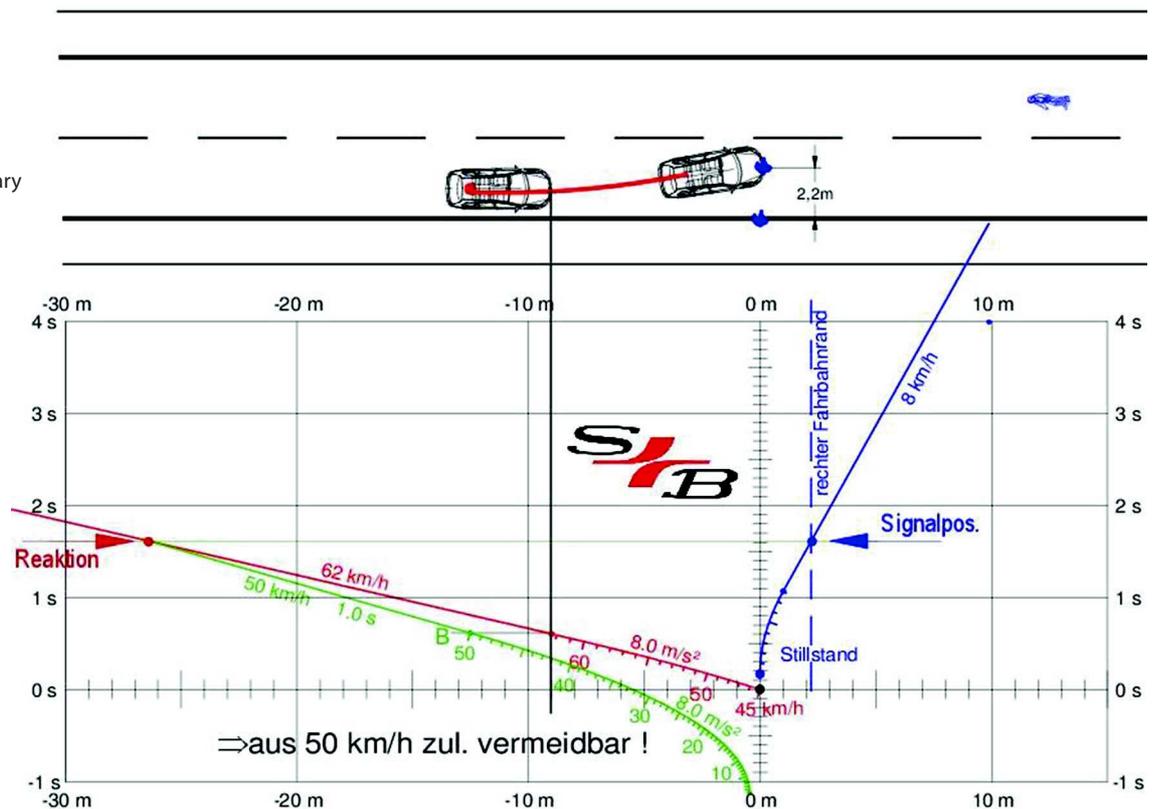


Bild 14:

Weg-Zeit-Erfassung
gemäß
Bild 11

Figure 14:

Travel/time-summary
based on Figure 11



nes Fußgängers abzuleiten. Befand sich der Fußgänger zum Beispiel länger als die Reaktionsdauer des Pkw-Fahrers erkennbar auf der Fahrbahn, dann weicht der Pkw-Fahrer häufig im Automatismus aus. Der Fußgänger wird erfasst und tangential abgeworfen. Die hieraus vorgefundene Querwurfweite ist dann nicht aus einer Bewegungsgeschwindigkeit des Fußgängers zu erklären, sondern aus dem Verreißen der Lenkung des Pkw-Fahrers. Hieraus können sich deutliche Unterschiede für die Vermeidbarkeit ergeben.

Literaturhinweise

- [1] Hoger, T.; Schimmelpfennig, K.-H.: „Darstellung von Warnpunkt und Signalposition“; Ureko-Spiegel 17 (2015).
- [2] Rohm, M.; Schimmelpfennig, K.-H.: „Einfluss der Bewegungsgeschwindigkeiten beim Pkw-Fußgängerunfall“; Verkehrsunfall und Fahrzeugtechnik 5 (1995), S. 122 - 128.

The influence of avoidance manoeuvres on the lateral throw distance in accidents involving pedestrians: the tangential throw

The dent pattern and the lateral throw distance are fixed reference points for accident reconstructions. But neither the dent pattern nor the lateral throw distance can be determined solely on the basis of the pedestrian's speed of movement. A small series of tests has been carried out to investigate the influence of avoidance manoeuvres on the trajectory of the pedestrian (in other words, the lateral throw distance).

*Autor

Prof. Karl-Heinz Schimmelpfennig ist seit 40 Jahren öffentlich bestellter Sachverständiger für Kfz-Technik und Straßenverkehrsunfälle im eigenen Sachverständigenbüro in der Sozietät Schimmelpfennig und Becke in Münster.

::