

Unfallrekonstruktion

Der Pkw-Fußgänger-Unfall

von Dipl.-Ing. Michael Rohm, Münster

Fußgänger-Unfälle erfordern auf Grund der häufig schweren Verletzungsfolgen für den ungeschützten Verkehrsteilnehmer eine detaillierte Rekonstruktion. Im Allgemeinen sind dabei insbesondere die Kollisionsgeschwindigkeit des Pkw, der Kollisionsort sowie das Bewegungsverhalten des Fußgängers zu rekonstruieren. Mit diesen Anknüpfungspunkten erfolgt anschließend die Vermeidbarkeitsbetrachtung. Die Kernfrage ist dabei, unter welchen Umständen der Unfall für die Beteiligten vermeidbar gewesen wäre. Der vorliegende Artikel gibt einen Überblick über die Rekonstruktionsparameter und erläutert die Fachbegriffe.

I. Dynamischer Unfallablauf

Um eine Vorstellung des dynamischen Unfallablaufs zu erhalten, wird der Ablauf zuerst schematisch erläutert:

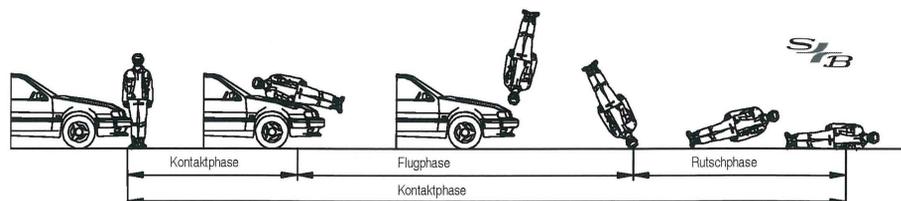


Abb. 1: Schematischer Ablauf einer Pkw-Fußgänger-Kollision in der Seitenansicht

- **Kontaktphase**

Die **erste Berührung** zwischen einem erwachsenen Fußgänger und einem Pkw findet beim Frontanstoß mit dem Stoßfänger statt. Die Kontaktkraft bewirkt eine translatorische und eine rotatorische Bewegung. Letztere beruht streng genommen auf dem durch den Hebelarm hervorgerufenen Drehmoment; je weiter der Anstoßpunkt vom Schwerpunkt des Fußgängers entfernt liegt, desto größer ist der Anteil der Rotation. Durch den Drehimpuls schlagen Brust und Kopf im Bereich der Motorhaube, des Scheibenrahmens, der Frontscheibe oder des Daches auf den Pkw. Dieser Teil der Kollision wird als Primärstoß bezeichnet.

- **Flugphase**

In der Kontaktphase wird der **Fußgänger in Bewegungsrichtung des Pkw beschleunigt**. Anschließend löst er sich im weiteren Bewegungsablauf vom Fahrzeug und befindet sich in der Flugphase. Bei höherer Kollisionsgeschwindigkeit und ungebremster Kollision ist es möglich, dass der Fußgänger unterfahren wird, d.h. der Pkw überholt den Fußgänger. Nach der Flugphase schlägt der Fußgänger auf die Fahrbahn auf (Sekundärstoß). Wenn der Fußgänger nach dem Sekundärstoß noch gegen ein Hindernis prallt, spricht man von einem Tertiärstoß.

- **Rutschphase**

Die Rutschphase umfasst die **Erstberührung** des Fußgängers mit der Straße bis zu dem Punkt, an dem er zur **Endlage** kommt.

Um eine Vorstellung der Kontaktphase zu erhalten, zeigt die Abb. 2 eine Prinzipskizze des Kontaktvorgangs bei einer Kollisionsgeschwindigkeit des Pkw von 34 km/h und die Abb. 3 eine Pkw-Dummy-Kollision, bei der ein bewegter Dummy (ca. 6 km/h) von einem Pkw mit einer Kollisionsgeschwindigkeit von 49 km/h erfasst wird.

Kollisionsgeschwindigkeit: $v_0 = 34 \text{ km/h}$
gebremst
Abwicklung: 2,00 m

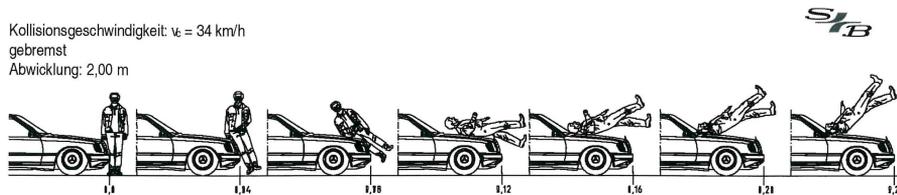


Abb. 2: Kontaktphase bei Pkw-Fußgänger-Kollision

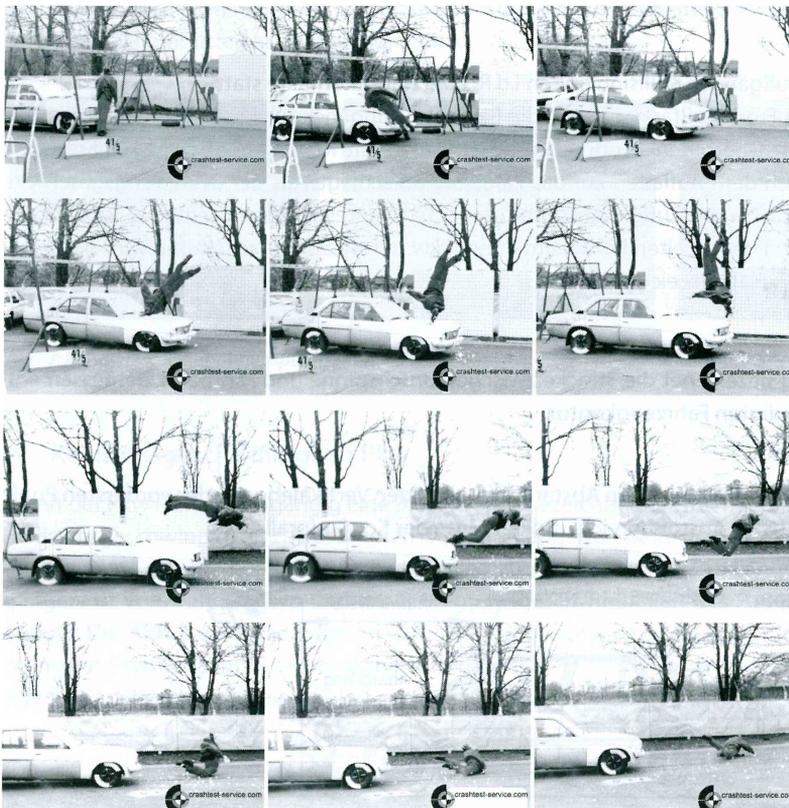


Abb. 3: Unfallablauf; Geschwindigkeit Pkw 49 km/h, Geschwindigkeit Dummy 6 km/h

Primärstoß

Sekundärstoß/ggf. Tertiärstoß

Straßenberührung

Kontaktvorgang

Pkw-Dummy-Kollision

II. Grundlagen für die Rekonstruktion

1. Begriffe

Bei der Rekonstruktion von Fußgänger-Unfällen wird man häufig mit Fachbegriffen konfrontiert, die teilweise genormt sind:

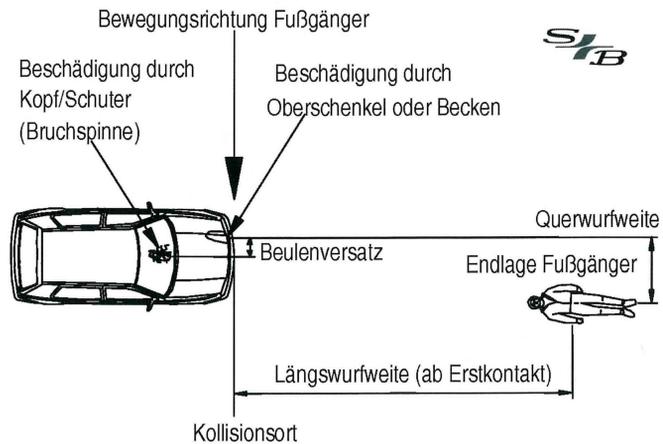


Abb. 4: Begriffsdefinitionen

Flug- und Rutschweite

- **Längswurfweite**

Die Längswurfweite bezeichnet den Abstand zwischen dem Kollisionsort und der Endlage des Fußgängers (Schwerpunkt) in Fahrtrichtung des Pkw. Die Längswurfweite addiert sich aus der Flug- und Rutschweite.

Quer zur Fahrtrichtung des Pkw

- **Querwurfweite**

Mit Querwurfweite wird der Abstand zwischen dem Kollisionspunkt am Fahrzeug und der Endlage des Fußgängers quer zur Fahrtrichtung des Pkw bezeichnet.

Zwei Kontakte Fußgänger/Pkw

- **Beulenversatz**

Bei einer Pkw-Fußgänger-Kollision finden i.d.R. zwei Hauptkontakte statt: Zuerst stößt der Frontstoßfänger gegen die Beine des Fußgängers bzw. die Haubenvorderkante kontaktiert die Oberschenkel oder das Becken. Der zweite Kontakt folgt, wenn der Kopf bzw. die Schulter nach dem Aufladen auf das Fahrzeug aufschlägt. Aus der Bewegungsgeschwindigkeit und Rotation des Fußgängers um die Hochachse resultiert ein seitlicher Versatz zwischen dem ersten und zweiten Kontakt mit dem Pkw. In Fahrzeugquerrichtung wird diese Distanz als Beulenversatz bezeichnet.

- **Abwicklung**

Die Abwicklung bezeichnet die Strecke zwischen Bruchspinne und Fahrbahn, gemessen entlang der beschädigten Fahrzeugkontur.

- **Aufwurfweite**

Die Aufwurfweite bezeichnet den Abstand zwischen den Vertikalebene des vordersten Punktes des Fahrzeugs im Anstoßbereich und der Mitte der Kopfaufprallstelle.

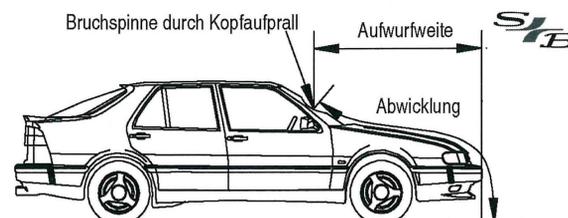


Abb. 5: Definitionen Abwicklung und Aufwurfweite

- **Spurverdickung**

Durch die Radlasterrhöhung beim Aufladen des Fußgängers auf die Motorhaube eines vollgebremsten Pkw kommt es zu einer Spuranomalie, d.h. einer Spurverdickung eines blockierenden Reifens (Abb. 6). Anhand der Spurverdickung ist der Kollisionsort eindeutig zu bestimmen. Zwischen dem ersten Kontakt (Kollisionsort) und der Blockierspurverdickung liegt eine Distanz, da die Verdickung erst zum Zeitpunkt des Schulteraufpralls entsteht. Die Zeitdauer ist von der Kollisionsgeschwindigkeit abhängig, sie beträgt ca. 0,1 – 0,15 s.

Nur bei Fahrzeugen ohne ABS!

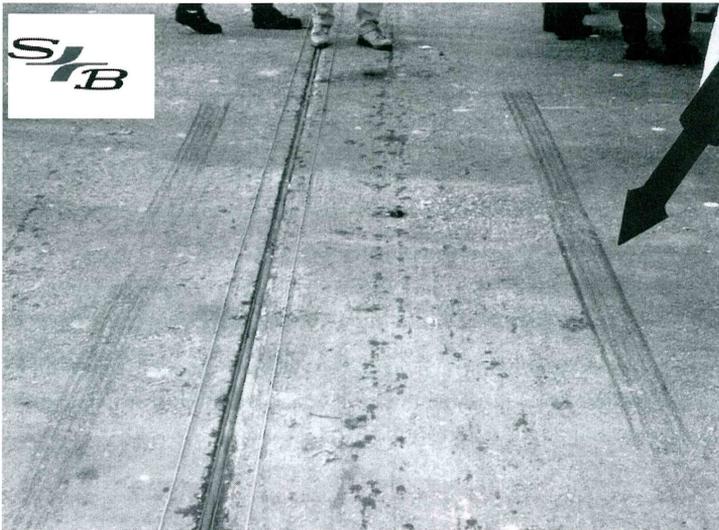


Abb. 6: Spurverdickung in Blockierspur

- **Schuhabriebspuren**

Schuhabriebspuren (Substanzübertragung von Schuhen auf die Fahrbahn) sind Spuren, durch die der **Kollisionsort exakt bestimmbar** ist. Die Spuren können entstehen, wenn das belastete Standbein des Fußgängers horizontal angestoßen wird. Die Schuhabriebspuren befinden sich demnach unmittelbar am Kollisionspunkt.

Unmittelbar am Kollisionsort



Abb. 7: Beispiel für Schuhabriebspuren

2. Kollisionsgeschwindigkeit Pkw

Wenn der Pkw nicht durchgängig eine Blockierspur gezeichnet hat, mit der die Annäherungs- bzw. Kollisionsgeschwindigkeit zu bestimmen ist, ist die Längswurfweite des Fußgängers der geeignete Parameter, um die Kollisionsgeschwindigkeit zu rekonstruieren. Die Längswurfweite des Fußgängers ist vom Fahrzeugtyp und der Bewegungsgeschwindigkeit des Fußgängers relativ unabhängig. Die Abb. 8 zeigt die Ergebnisse für die Längswurfweite von Dummies mit einem vollgebremsten Pkw. Um sämtliche Unwägbarkeiten zwischen Versuch und realem Unfall zu berücksichtigen, ist es sinnvoll, mit einem Toleranzbereich von ± 5 km/h zu arbeiten.

Rekonstruktion anhand der Längswurfweite des Fußgängers

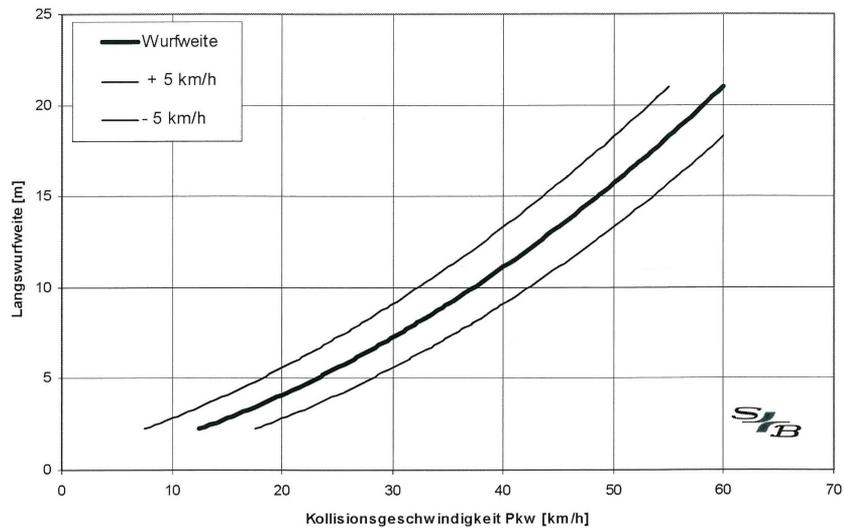


Abb. 8: Längswurfweite mit Toleranzbereich

Rekonstruktion anhand des Schadensumfangs

Wenn der Kollisionsort nicht bekannt ist, ist es häufig schwierig, die Längswurfweite zu bestimmen. In diesen Fällen steht häufig als einziger Anknüpfungspunkt der Schadensumfang am Pkw für die Rekonstruktion der Kollisionsgeschwindigkeit zur Verfügung.

Praxistipp:

Neuere Untersuchungen haben gezeigt, dass die Abwicklung bzw. die Aufwurfweite äußerst sensibel auf unterschiedliche Fahrzeugtypen reagieren. Insofern ist die Abwicklung ein stark toleranzbehafteter Konstruktionsparameter, dessen Aussagekraft mit Vorsicht zu beugen ist.

Möglich ist es hingegen, das gesamte Schadensbild zu beurteilen. Auf der Grundlage von gut dokumentierten Vergleichsfällen und Versuchen ist dabei die Kollisionsgeschwindigkeit zumindest einzugrenzen. Auch hierbei gilt jedoch, dass eine enge Eingrenzung nicht möglich ist; ein **Toleranzbereich von ± 5 km/h** ist durch eine derartige Bestimmung der Kollisionsgeschwindigkeit zu berücksichtigen.

Rekonstruktion anhand Querswurfweite und Beulenversatz

3. Bewegungsgeschwindigkeit Fußgänger

Um die Bewegungsgeschwindigkeit des Fußgängers einzugrenzen, stehen als technische Parameter die Querswurfweite und der Beulenversatz zur Verfügung. Durch den **Beulenversatz** ist grds. ein Rückschluss auf die Bewegungsrichtung des Fußgängers möglich. Bis zu einem Geschwindigkeitsbereich des Pkw von ca. 45 km/h ist sogar ein tendenzieller Rückschluss auf die Bewegungsgeschwindigkeit des Fußgängers zulässig. Eine Untersuchung über die **Querswurfweite** ergab, dass bis zu einer Pkw-Geschwindigkeit von ca. 45 km/h eine Aussage über die Bewegungsgeschwindigkeit des Fußgängers anhand der Querswurfweite möglich ist. Bei höheren Geschwindigkeiten treten am **Pkw** i.d.R. **plastische Verformungen** ein, wodurch die Eigengeschwindigkeit des Fußgängers – unabhängig von ihrer Höhe – vollständig abgebaut wird.

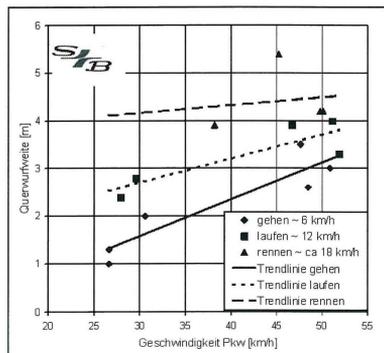


Abb. 9: Querswurfweite

Des Weiteren ist man häufig darauf angewiesen, die Bewegungsgeschwindigkeit von Fußgängern anhand von Zeugenaussagen einzugrenzen. Hierbei gibt es jedoch zwei Schwierigkeiten:

- (1) Umgangssprachlich wird nahezu ausschließlich die Beschreibung benutzt, dass ein Fußgänger vor ein Fahrzeug **gelaufen** ist, obwohl er tatsächlich **gegangen** ist. Vor ein Fahrzeug **gegangen** klingt ungewöhnlich.
- (2) Zeugen stufen Bewegungsgeschwindigkeiten von Fußgängern unterschiedlich ein. Allein hierdurch entsteht bereits ein Toleranzbereich.

Eine umfassende Untersuchung zu Bewegungsgeschwindigkeiten nicht motorisierter Verkehrsteilnehmer wird in einer der nächsten Ausgaben vorgestellt.

III. Fazit

Es ist grds. schwierig, einen Pkw-Fußgänger-Unfall rezeptartig zu rekonstruieren. Es gibt **viele Besonderheiten und Unwägbarkeiten** bei der Rekonstruktion.

Als stabilster und geeignetster Rekonstruktionsparameter erweist sich die **Längswurfweite**. Voraussetzung ist jedoch dabei, dass der Kollisionsort bekannt ist. Dieser ist jedoch – leider zu selten – durch konkrete Spuren, wie z.B. Schuhabriebspuren oder Spuranomalien in einer Blockierspur, eindeutig festzulegen.

