

Karl-Heinz Schimmelpfennig*, Michael Weber**

Sekundärstoß-Betrachtung

Verfahren zur Unterscheidung eines realen Unfalles von einem vorgetäuschten Unfall bei zwei Anstoßzentren.

Zusammenfassung

Nach Fahrzeug-Fahrzeug-Unfällen werden manchmal Merkmale eines zweiten Anstoßes an einem oder an beiden Fahrzeugen gefunden. Daraus wird häufig geschlossen, daß die Fahrzeuge bereits vor dem Unfall Schäden aufwiesen oder daß der gesamte Unfall vorgetäuscht wurde. Diese Schlußfolgerung kann jedoch falsch sein, weil eine zweite Kollision durch den Unfallablauf erklärbar ist.

In dieser Arbeit sollen die Voraussetzungen für diese Erscheinungen und die Kriterien zur Unterscheidung wahrer Unfälle von vorgetäuschten herausgearbeitet werden. Die mathematische Aufbereitung führt zu dem erstaunlichen Ergebnis, daß die Geschwindigkeit der Zweitkollision genau der Geschwindigkeitsdifferenz nach der Erstkollision entspricht.

Summary

After vehicle-vehicle accidents have occurred, marks of a second collision can sometimes be found on one or both of the two cars. Because of these second-collision marks is often concluded, that these vehicles had been damaged before or that the whole accident was faked. But this conclusion may be wrong, because a second collision can be explained by the procedure of the accident.

In this paper we intend to point out the basic requirements for this incident and the different criteria for distinguishing the true accidents from the ones that are faked. The mathematic derivation leads to the amazing result, that the speed of the second collision exactly matches the difference of speed after the original collision.

1 Einleitung

Nach Fahrzeug/Fahrzeug-Kollisionen finden sich in vielen Fällen Merkmale zweier Anstöße an den Kollisionspartnern. Hieraus wird nicht selten von Versicherungssachbearbeitern, Juristen und Sachverständigen auf einen Vorschaden oder auf einen bewußt herbeigeführten zweiten Anstoß geschlossen. Diese Schlußfolgerung ist jedoch nicht haltbar, da es während der Auslaufbewegung nach der eigentlichen Kollision durchaus zu einem zweiten Anstoß kommen kann. Nachfolgend werden die Bedingungen für eine Sekundärkollision analysiert und Zusammenhänge zwischen der Erst- und Zweitkollision hergeleitet.

2 Der teilelastische Stoß

Bei einem Vollstoß besitzt der Kontaktpunkt des gestoßenen Fahrzeuges prinzipiell eine höhere Stoßausgangsgeschwindigkeit als der Kontaktpunkt des stoßenden. In [1] wurden zahlreiche Fahrzeug-Fahrzeug-Kollisionen ausgewertet. Dabei ergab sich stets eine Geschwindigkeitsdifferenz nach der Trennung der Fahrzeuge, wie sie z.B. in Bild 1 dargestellt ist. In [2] ist dann die Geschwindigkeitsdifferenz mit A bezeichnet und quantifiziert worden. Bild 2 belegt, daß sich die Ablösegeschwindigkeit A beim teilelastischen Pkw-Pkw-Aufprall nahezu unabhängig von der Kollisionsdifferenz-

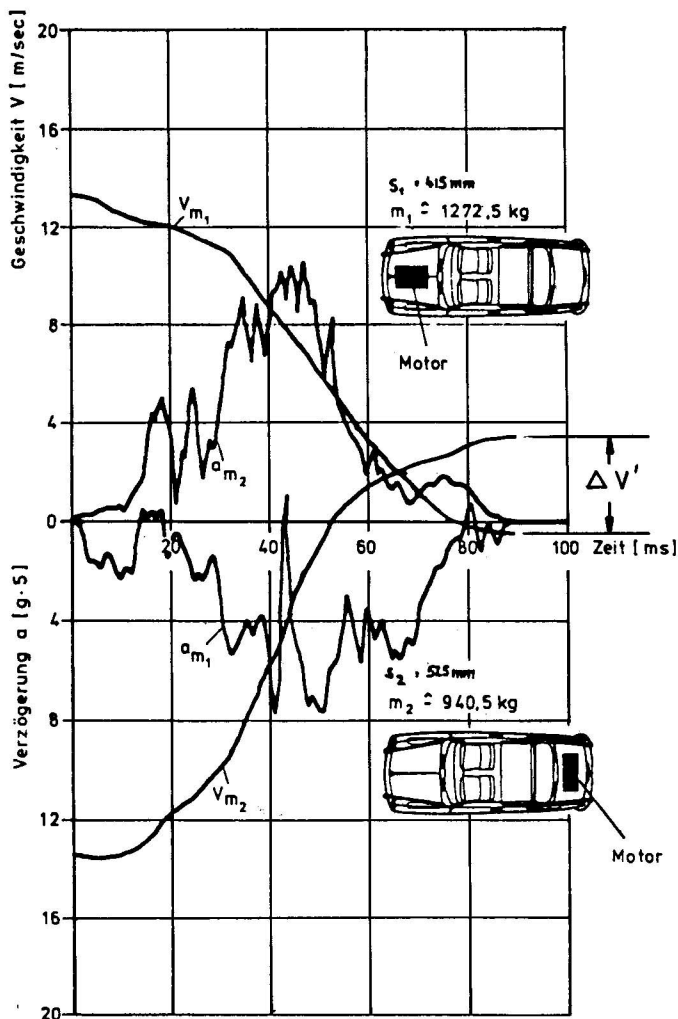


Bild 1 Typischer Geschwindigkeits- und Verzögerungsverlauf während eines Pkw/Pkw-Crash-Versuches

Fig. 1 Typical progress of speed and retardation during a car-car collision

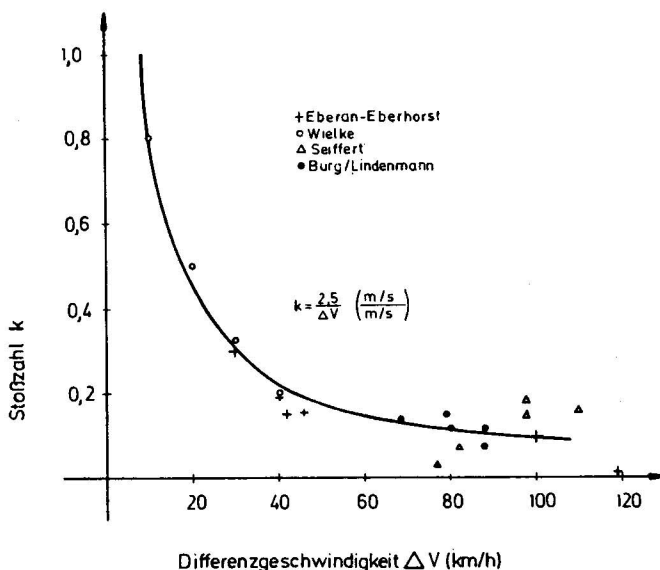


Bild 2 Abhängigkeit der Stoßzahl von der Differenzgeschwindigkeit

Fig. 2 Dependence of the K-factor from the speed-difference

*Dipl.-Ing. (TU) Karl-Heinz Schimmelpfennig, öffentlich bestellter und vereidigter Sachverständiger für Straßenverkehrsunfälle;
**Dipl.-Ing. Michael Weber, Sachverständiger im Ingenieurbüro Schimmelpfennig und Becke, Im Bilskamp 2F, 4400 Münster-Wolbeck

geschwindigkeit der Fahrzeuge in der Größenordnung um 2,5 m/s bewegt. Als Sonderfall ist es aber denkbar, daß während der Kollisionsphase eine Verhakung zwischen den beiden Fahrzeugen auftritt und deshalb A deutlich geringer als 2,5 m/s ist, ja sogar den Wert 0 annehmen könnte.

3 Bedingung für Mehrfachkollisionen

In Bild 3 ist eine Fahrzeug/Fahrzeug-Kollision mit Sekundärkontakt in der Auslaufphase dargestellt und die nachfolgend verwendeten Formelzeichen sind eingetragen. Prinzipiell können zwei Fälle unterschieden werden.

- 3.1 Durch die deutlich höhere Stoßausgangsgeschwindigkeit vergrößert sich der Abstand zwischen den Fahrzeugen nach der Primärkollision. Wenn jetzt die Verzögerung des Fahrzeuges 1 gleichgroß oder größer als die des »gestoßenen Fahrzeuges« ist, kann eine Zweitkollision ausgeschlossen werden. Diese Betrachtung gilt natürlich nur, wenn homogene Auslaufbedingungen vorliegen, d.h. sprunghafte Änderungen der Verzögerung durch Kollisionen mit Hindernissen oder weiteren Fahrzeugen müssen zuvor ausgeschlossen werden. Dies ist in der Regel durch Besichtigung der Unfallörtlichkeit und der beteiligten Fahrzeuge möglich. Anzeichen für sprunghafte Verzögerungsänderungen liegen dann vor, wenn das vorausfahrende Fahrzeug auf der stoßabgewandten Seite ebenfalls Deformationen aufweist. Somit läßt sich in den meisten Fällen eine Zweitkollision bereits ausschließen, wenn vom nachfolgenden Fahrzeug eine Blockierbremsung in der Auslaufphase dokumentiert ist und das gestoßene Fahrzeug keine weiteren Verformungen besitzt.
- 3.2 Anders verhält es sich, wenn das vorausfahrende Fahrzeug stärker verzögert als das nachfolgende. Dann wird ebenfalls eine Trennung zwischen den Fahrzeugen erfolgen, Fahrzeug 1 wird jedoch wieder aufholen und – bei etwa gleicher Auslaufrichtung – ein zweites Mal gegen das vorausfahrende Fahrzeug stoßen. Dieser Fall ist in Bild 3 in einem Weg-Zeit-Diagramm dargestellt.

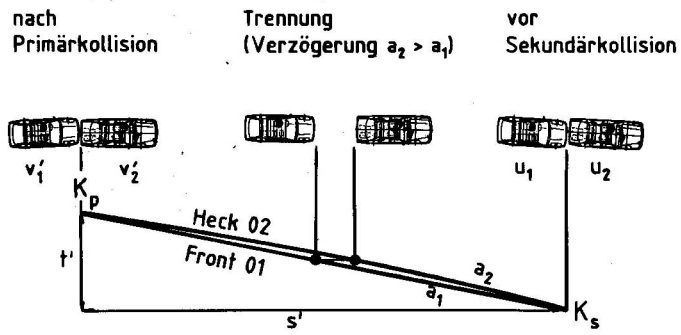


Bild 3 Voraussetzungen für eine Sekundärkollision
Fig. 3 Requirements for a second-collision

Grundsätzlich kann also ein zweiter Anstoßbereich an den Fahrzeugen aus technischer Sicht erklärt werden. In einem zweiten Schritt muß jetzt anhand energetischer Überlegungen sichergestellt werden, ob die zum Zeitpunkt des Sekundärstoßes aus der Geschwindigkeitsdifferenz resultierende kinetische Energie mit dem vorgefundenen Deformationsbild korrespondiert. Die mathematische Aufbereitung dieser Problematik führt auf einen einfachen Zusammenhang zwischen Differenz der Stoßausgangsgeschwindigkeit A und der Relativgeschwindigkeit bei der Sekundärkollision Δu .

4 Relative Kollisionsgeschwindigkeit

Beim Sekundärstoß wird für die Auslaufphase beider Fahrzeuge eine konstante Verzögerung, die auch den Wert 0 annehmen darf, zugrunde gelegt. Unter dieser Voraussetzung lassen sich die folgenden 4 Grundgleichungen angeben:

$$v_1' = u_1 + a_1 t'$$

$$v_1'^2 = u_1^2 + 2 a_1 s'$$

$$v_2' = u_2 + a_2 t'$$

$$v_2'^2 = u_2^2 + 2 a_2 s'$$

Die unbekannte Größen s' , t' sowie die Verzögerungen a_1 und a_2 können eliminiert werden. Nach Verknüpfung der vier Gleichungen folgt:

$$\frac{v_1' - u_1}{v_2' - u_2} = \frac{v_1'^2 - u_1^2}{v_2'^2 - u_2^2}$$

Für $\Delta u = u_1 - u_2$ und $A = v_2' - v_1'$ gilt also

$$\Delta u = A$$

Anschaulich bedeutet dieser Zusammenhang, daß die Kollisionsgeschwindigkeit, die aus der Intensität des Sekundär-Schadens resultiert, nicht oberhalb der Differenzgeschwindigkeit A nach Trennung der Fahrzeuge liegen kann, sofern sich die Auslaufverzögerung vor der Sekundär-Kollision nicht sprunghaft geändert hat.

Prallt dagegen Fahrzeug 2 in der Auslaufphase gegen ein weiteres Hindernis, kann die Kollisionsgeschwindigkeit beim Sekundär-Aufprall nur durch eine zeit-wegmäßige Betrachtung berechnet werden; eine Verallgemeinerung ist hier nicht möglich. Wie bereits erwähnt, müßten sich jedoch in diesem Fall am vorausfahrenden Fahrzeug Deformationen an der stoßabgewandten Seite befinden.

5 Beispiel aus der Praxis

Für den in Bild 4 dargestellten Kreuzungsunfall wurden an beiden Fahrzeugen zwei unterscheidbare Schadenzonen festgestellt. Die Verformungsenergie für die erste Schadenzone liegt bei etwa 60.000 Nm, die der zweiten Schadenzone bei 24.000 Nm. Die Massen der beiden am Unfall beteiligten Pkw liegen jeweils bei etwa 1.000 kg. Eine detaillierte Dokumentation der Unfallzone liegt nicht vor; nach Angaben der Beteiligten standen beide Fahrzeuge nach dem Zusammenstoß im gegenüberliegenden Einmündungstrichter.

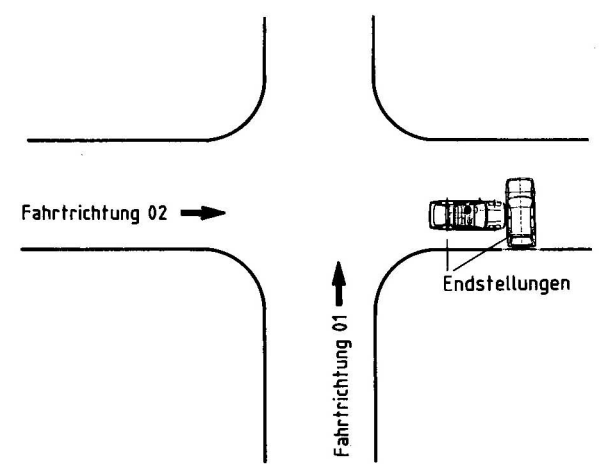


Bild 4 Lageplan für Beispiel mit Sekundärkollision
Fig. 4 Plan for an example with second-collision

Aus dem Anstoßwinkel folgt für dieses Beispiel, daß das seitlich getroffene Fahrzeug in der Auslaufphase unter einem Schwimmwinkel von nahezu 90° seitlich weggeschoben wurde. Wurde das stoßende Fahrzeuge während der Auslaufphase nicht stark verzögert, ist die Bedingung einer höheren Verzögerung des vorausfahrenden Fahrzeuges erfüllt. Eine Sekundär-Kollision kann also technisch erklärt werden. Da das gestoßene Fahrzeug die Fahrbahn nicht verlassen hat, ist eine sprunghafte Änderung der Verzögerung auszuschließen. Somit kann vorausgesetzt werden, daß die Sekundär-Kollisionsgeschwindigkeit der Geschwindigkeitsdifferenz nach dem Primärstoß entspricht. Aus der gesamten Deformationsenergie für die Schadenzone 2 von etwa 24.000 Nm ergibt sich aus der Kollisionsmechanik eine Aufprallgeschwindigkeit von 20 km/h bis 25 km/h. Diese Geschwindigkeit liegt jedoch weit über der Größenordnung der Differenz der Stoßausgangsgeschwindigkeiten von etwa 9 km/h. Deshalb kann in diesem Beispiel das Schadensbild nicht auf eine Sekundärkollision zurückgeführt werden.

6 Zusammenfassung

Grundsätzlich ist es möglich, daß bei einer Fahrzeug/Fahrzeug-Kollision mit ungehindertem Auslauf ein zweiter Zusammenstoß erfolgt, sofern das gestoßene Fahrzeug deutlich höher verzögert als das stoßende. Unterstellt man für beide Fahrzeuge eine konstante mittlere Verzögerung, ergibt sich unabhängig vom Verzögerungsniveau eine relative Sekundär-Kollisionsgeschwindigkeit, die genau der Relativgeschwindigkeit beider Fahrzeuge unmittelbar nach dem Primärstoß entspricht.

Da die Differenzgeschwindigkeit nach dem Primärstoß nahezu unabhängig von den Kollisionsgeschwindigkeiten beim Erstaufprall ist, können auch ohne exakte Kenntnis des tatsächlichen Unfallablaufes Aussagen über die höchstmögliche Deformationsenergie während des Zweitanstoßes getroffen werden. Hierdurch gelingt es oft, einen realen Unfallablauf von einem vorgetäuschten Verkehrsunfall zu unterscheiden.

Literaturnachweis

- [1] Seiffert, U.: Probleme der Automobilsicherheit, Diss. TU Berlin, 1974
- [2] Schimmelpfennig, K.-H.: Die Analyse von Serien-Auffahrunfällen mit Hilfe des Delta-V-Schritt-Verfahrens, Verkehrsunfall, 1984, Nr. 3
- [3] Marquard, E.: Mechanik des Zusammenstoßes von Fahrzeugen, ATZ 64 (1962)
- [4] Schaper, D.: Ist die Fahrzeugdeformation ..., Verkehrsunfall 1979, Nr. 7/8
- [5] Schimmelpfennig, K.-H.: Kollisionsgeschwindigkeitsberechnung ..., Verkehrsunfall 1982, Nr. 11
- [6] Schimmelpfennig, K.-H., Hebing, N.: Der eindimensionale nicht plastische Stoß, Verkehrsunfall 1983, Nr. 12
- [7] Burg, H., Lindemann, M.: Unfallversuche, Verlag Information, Kippenheim 1982 ■