

Karl-Heinz Schimmelpfennig*, Dietmar Rennich**

Geschwindigkeit-Weg-Diagramm zur

Bestimmung des Unfallortes bei

Auffahrunfällen – V-S-Verfahren –

Einleitung

In der Unfallanalyse hat man es häufig mit Unfällen zu tun, die sich im Einmündungsbereich von Nebenstraßen in Vorfahrtsstraßen ereignet haben. Dann ist zu klären, ob es sich um einen Auffahrunfall oder um eine Vorfahrtsverletzung handelt. Ein Kriterium, diese Fälle zu unterscheiden, ist die Lage des Kollisionsortes. Ein solcher Unfall lag den Autoren zur Begutachtung vor (Bild 1).

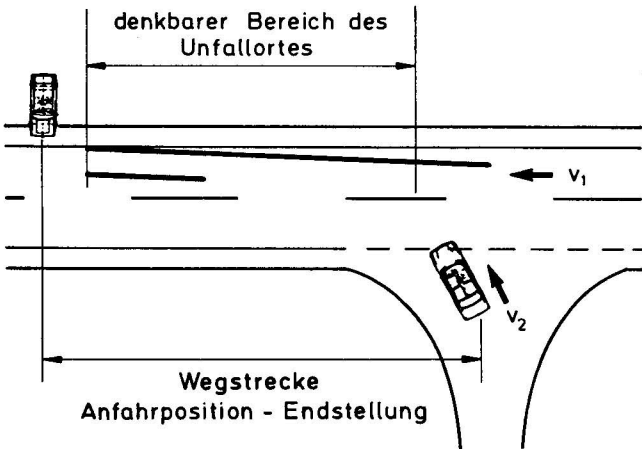


Bild 1 Lageplan zum Verkehrsunfall

Ziel der Analyse war die Bestimmung des Kollisionsortes. Eine Möglichkeit wäre die Untersuchung des Spurenbildes auf Unstetigkeiten. In dem zu analysierenden Fall wurden die Spuren nicht fotografiert; also schied diese Untersuchungsmöglichkeit aus. Der Kollisionsort kann auch über die Endstellung der Fahrzeuge ermittelt werden. Dieses Verfahren wird in [1] dargestellt.

Da im konkreten Fall aber nur die Endstellung eines Fahrzeuges bekannt war, konnte das in [1] beschriebene Verfahren nicht angewendet werden.

Es wurde darum ein neuer Ansatz gewählt. Als Ausgangspunkt der Berechnung dient der Anfahrvorgang des einbiegenden Fahrzeuges. Hierauf aufbauend ist das V-S-Verfahren zur Unfallortsbestimmung entwickelt worden; dabei wurde auf die Gesetze der Kollisionsmechanik zurückgegriffen.

Beschreibung des Verfahrens.

Anknüpfungspunkt für die Konstruktion des Geschwindigkeit-Weg-Diagramm ist der Anfahrvorgang des einbiegenden Fahrzeuges. Bild 2 zeigt die Bewegungslinie (A); sie stellt den Anfahrvorgang dar.

Mit S₁ wird die Halteposition des auffahrenden Fahrzeuges bezeichnet. S₂ gibt die Endstellung von einem beteiligten Fahrzeug wieder.

*Dipl.-Ing. (TU) Karl-Heinz Schimmelpfennig, öffentlich bestellter und vereidigter Sachverständiger für Straßenverkehrsunfälle
**Dipl.-Ing. (TU) Dietmar Rennich, Mitarbeiter im Ing.-Büro Schimmelpfennig und Becke, Münster

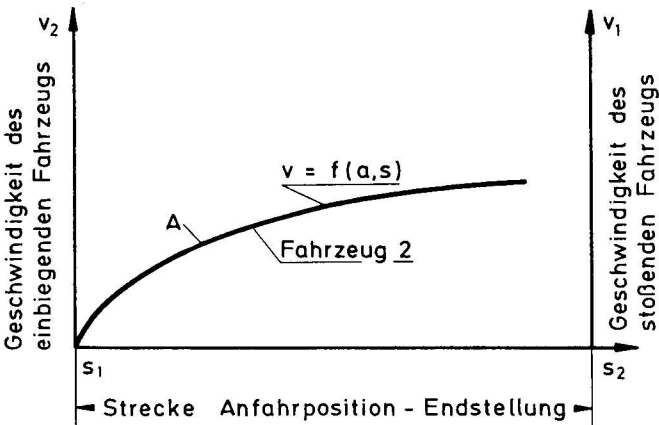


Bild 2 Anfahrvorgang des einbiegenden Pkw

Im nächsten Schritt berechnet man die Differenzgeschwindigkeit zum Kollisionszeitpunkt. Zur Bestimmung der Differenzgeschwindigkeit wird die Formänderungsenergie benötigt. Diese wird wiederum über das Beschädigungsbild der Unfallfahrzeuge abgeleitet. Die mathematische Beziehung zwischen Differenzgeschwindigkeit und Formänderungsenergie lautet:

$$\Delta v = v_1 - v_2 = \sqrt{\frac{2 \cdot \Delta E}{m^*}} \quad (1)$$

Dies gilt für plastische Stöße. Bei teilelastischen Stößen muß die Auslaufdifferenzgeschwindigkeit A berücksichtigt werden [2]. Die Beziehung lautet dann:

$$\Delta v = v_1 - v_2 = \sqrt{\frac{2 \cdot \Delta E}{m^*} + A^2} \quad (2)$$

Die relative Masse wird mit m* bezeichnet.

$$m^* = \frac{m_1 \cdot m_2}{m_1 + m_2} \quad (3)$$

Wenn die Differenzgeschwindigkeit bekannt ist, kann im V-S-Diagramm die Bewegungslinie B eingezeichnet werden (Bild 3); diese stellt die Geschwindigkeit des stoßenden Fahrzeuges zum Zeitpunkt der Kollision in Abhängigkeit vom Kollisionsort und Einbiegevorgang dar.

Aus [2] ist die kollisionsmechanische Beziehung zwischen der Geschwindigkeit vor der Kollision und der Auslaufgeschwindigkeit bekannt.

Um den Kollisionsort zu bestimmen, muß man nur auf eine der Beziehungen zurückgreifen. Es wird die gewählt, bei der der Bewegungsablauf (Endstellung, Verzögerung) genauer bekannt ist. Im V-S-Diagramm gibt die Kurve C die Geschwindigkeit nach der Kollision wieder, sie ist aber erhöht um einen konstanten Wert.

Die Schnittpunkte zwischen den Kurven B und C bestimmen den Kollisionsort.

Da im Rahmen der Unfallrekonstruktion nicht mit festen Größen

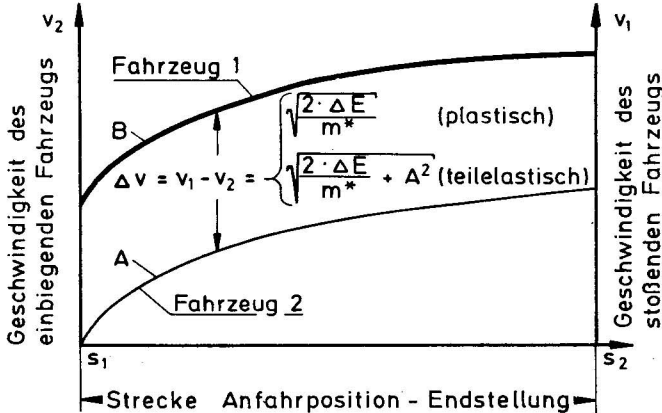


Bild 3 Geschwindigkeit von Fahrzeug 1 in Abhängigkeit vom Kollisionsort, ermittelt aus der Differenzgeschwindigkeit

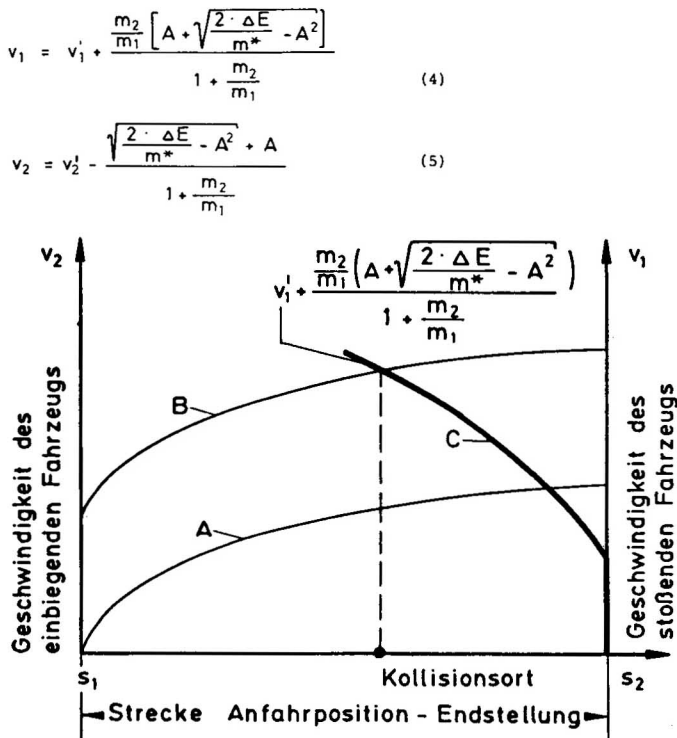


Bild 4 Geschwindigkeit von Fahrzeug 1 in Abhängigkeit vom Kollisionsort, ermittelt aus der Geschwindigkeit nach der Kollision.

gerechnet wird, lassen sich die ermittelten Werte auch in dieses Diagramm problemlos mit Toleranzen versehen. Dann wird nicht ein Kollisionsort, sondern ein Kollisionsbereich bestimmt.

Beispiel

Im folgenden wird der konkrete Fall, der Ausgangspunkt der Überlegung war, beispielhaft bearbeitet. Die verwendeten Werte und der Rechengang zur Ausarbeitung des V-S-Diagrammes sind in

	Fahrzeug		1	2
1	Typ		Opel Kadett	Daimler Benz
2	Gewicht	m	970 kg	1450 kg
3	Anfahrbeschleunigung	a	—	1 - 1,5 m/s ²
4	Auslaufverzögerung	a'	5 - 6 m/s ²	—
5	Strecke Anfahrsposition - Endstellung		26	
6	Differenzauslaufgeschwindigkeit	A	1,5 m/s	
7	Formänderungsenergie	ΔE	45 000 ÷ 70 000 Nm	

Basisdaten:

$$m^* = \frac{m_1 \cdot m_2}{m_1 + m_2}$$

$$\Delta v = v_1 - v_2 = \sqrt{\frac{2 \cdot \Delta E}{m^*} + A^2}$$

$$v_1 - v_2' = \frac{\frac{m_2}{m_1} \left[A + \sqrt{\frac{2 \cdot \Delta E}{m^*} - A^2} \right]}{1 + \frac{m_2}{m_1}}$$

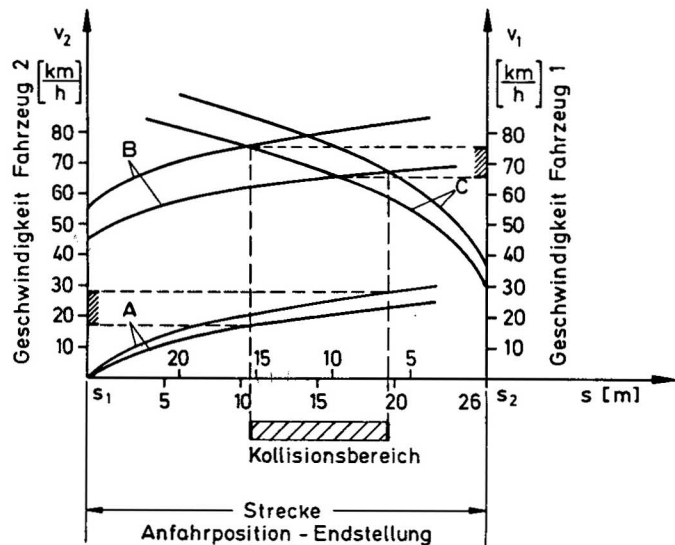


Bild 6 V-S-Diagramm des Rechenbeispiels

Bild 5 zusammengestellt. Bild 6 gibt die Aufbereitung dieser Werte wieder.

Zusammenfassung

Es wurde ein Verfahren für die Bestimmung des Kollisionsortes bei Auffahrunfällen nach Einbiegevorgängen vorgestellt. Ausgangspunkt der Überlegung waren der Anfahrvorgang des einbiegenden und die Endstellung von einem der beteiligten Fahrzeuge. Durch Einarbeitung der Kollisionsmechanik in ein V-S-Diagramm kann ein Kollisionsort für diese typische Art von Unfällen ermittelt werden.

Literatur:

- [1] Schimmelpfennig, K.-H., Nackenhorst, U., Eingrenzung des Unfallortes aus den Fahrzeug-Endstellungen - Stoß-Differenzweg-Verfahren - »Der Verkehrsunfall« 1985 Heft 7/8.
- [2] Schimmelpfennig, K.-H., Die Analyse von Serien-Auffahrunfällen mit Hilfe des Delta V-Schnitt-Verfahrens. »Der Verkehrsunfall« 1984 Heft 3.

581,2 kg

12,54 ÷ 15,60 $\frac{m}{s}$

8,30 ÷ 10,16 $\frac{m}{s}$

Bild 5 Rechenbeispiel zur Anwendung des V-S-Verfahrens