

Manfred Becke*

**Darstellungsmöglichkeiten
zur Verdeutlichung des Einflusses
verschieden hoher Reaktionsdauern**

Fortsetzung

*Dipl.-Ing. Manfred Becke, öffentlich bestellter und vereidigter Sachverständiger für Straßenverkehrsunfälle
Ingenieurbüro Schimmelpfennig-Becke
Im Bilskamp 2 F, 4400 Münster-Wolbeck

4. Bearbeitung spezieller Zusammenhänge über die Reaktionsdauer

4.1 Ermittlung der Geschwindigkeit

In einem äußerst schweren Verkehrsunfall wurde die Frage nach der Ausgangsgeschwindigkeit eines PKW gestellt, der bei regnerischem Wetter auf das waghalsige Überholmanöver eines entgegenkommenden PKW eine Vollbremsung einleitete und sofort ins Schleudern geriet. Der PKW prallte quer vor einen entgegenkommenden Lastzug. Das Fahrzeug wurde in viele kleine Stücke zerissen, die in einem weiten Bereich verstreut zur Endlage kamen, Bild Nr. 15 und 16.

Die in der Unfallrekonstruktion üblichen Verfahren eine Geschwindigkeit zu bestimmen, waren hier nicht zu verwenden. Ein Ergebnis über den Impuls-Erhaltungssatz war nicht zu erarbeiten, eine Aussage über die Verformungen des Fahrzeuges war ebenfalls unmöglich. Schließlich sollte versucht werden, anhand der Zeugenaussage des Lkw-Fahrers Rückschlüsse auf die Fahrgeschwindigkeit des entgegenkommenden PKW zu ziehen. Der Lkw-Fahrer sagte aus, daß er sofort eine Vollbremsung einleitete, als er den beginnenden Ausbrechvorgang des entgegenkommenden Fahrzeuges erkannte. Zu diesem Zeitpunkt soll ein Abstand von ca. 50 m zwischen den Fahrzeugen vorgelegen haben. Anhand der Tachografenscheiben-Auswertung war die Lkw-Geschwindigkeit vor Vollbremsbeginn bekannt. Weitere Aufzeichnungen waren infolge der blockierenden Antriebsachse nicht vorhanden.



Bild 15 ▲

Bild 16 ▼



Unter der Voraussetzung einer bestimmten System-Reaktionsdauer für den Lkw-Fahrer + Lkw-Zug unter der Annahme, daß die geschätzte Entfernung richtig sei, kann auf die Summe der Fahrgeschwindigkeiten beider Fahrzeuge geschlossen werden, Bild Nr. 17. Bei einer System-Reaktionsdauer von 1,0 s ergibt sich eine starke Abhängigkeit von der geschätzten Entfernung. Da die Lkw-Fahrgeschwindigkeit zum Zeitpunkt der Kollision mit

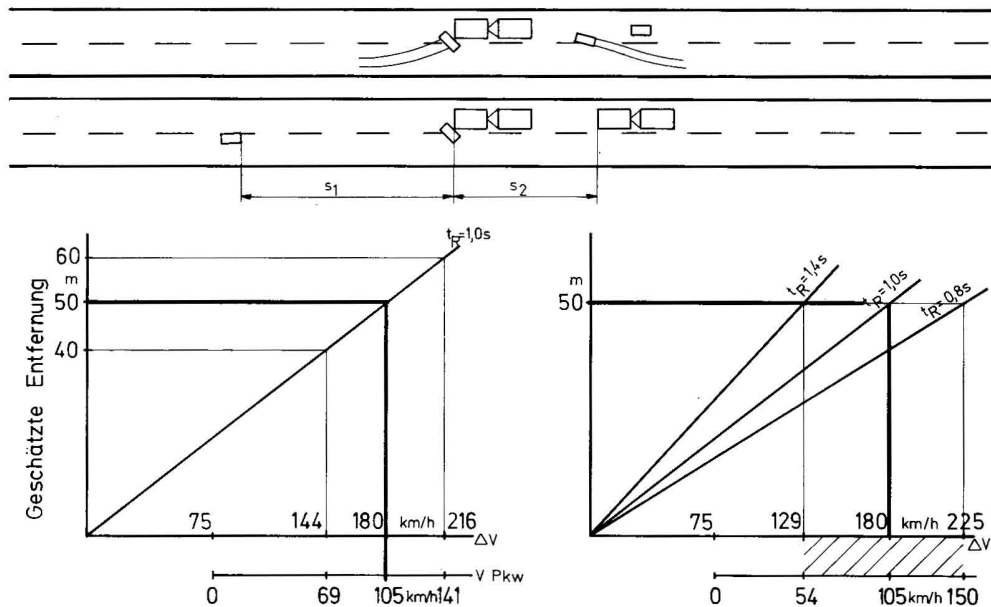


Bild 17

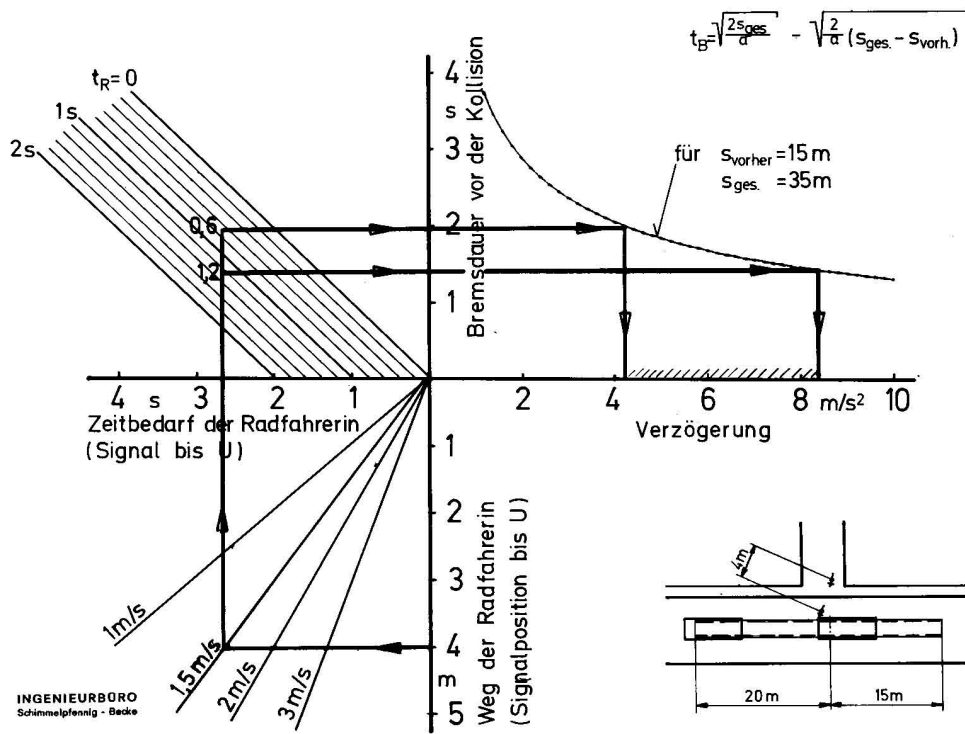


Bild 18

75 km/H bekannt war, ergibt sich für eine Reaktionsdauer von 1,0 s und für eine geschätzte Entfernung von 50 m eine PKW-Annäherungsgeschwindigkeit von 105 km/h. Variiert man 40 und 60 m, so ergeben sich Annäherungsgeschwindigkeiten von 69 – 141 km/h. Man erkennt also eine äußerst starke Abhängigkeit von der geschätzten Entfernung.

Auch wenn hier die Entfernung von 50 m als absolut richtig hingestellt wird, bleibt dennoch eine sehr starke Abhängigkeit von der Höhe der System-Reaktionsdauer. Für eine Reaktionsdauer von 1,0 s ergibt sich eine Annäherungsgeschwindigkeit von 105 km/h, für eine Reaktionsdauer von 0,8 s eine Geschwindigkeit von 150 km/h, für eine System-Reaktionsdauer von 1,4 s ergibt sich eine Annäherungsgeschwindigkeit von 54 km/h.

Da eine derart starke Abhängigkeit von nicht exakt näher zu bestimmenden Größen vorhanden ist, ist es unmöglich, durch diese Überlegungen die Annäherungsgeschwindigkeit des entgegenkommenden PKW näher einzugrenzen. Dieses ist erst durch eine weitere Eingrenzung der Ausgangsdaten denkbar.

4.2 Ermittlung von Fahrzeugverzögerung, Zeitbedarf, Reaktionsdauer aus realem Unfallgeschehen.

Bei einem Unfall, bei dem ebenfalls eine Radfahrerin von rechts aus einer Einfahrt auf die Fahrbahn fuhr, wurde insbesondere die Frage gestellt, ob die von den Polizeibeamten angegebenen Spuren mit Sicherheit eine Bremsspur darstellten oder eine bloße Fahrspur, da sich eine Fahrspur über einen längeren Zeitraum auf regennasser Straße halte. Abgesehen von weiteren Begründungen konnte eine Antwort durch rein mathematische Zusammenhänge gegeben werden. Die Zeitdauer, die der PKW benötigte, um vom Reaktionsbeginn des PKW-Führers bis in die Unfallposition zu gelangen, mußte genauso groß sein, wie der Zeitbedarf der Radfahrerin, um von einer Signalposition in die Unfallstellung zu gelangen. Für eine vorgegebene Spurenlänge vor und nach der Kollision, unter Vernachlässigung des Geschwindigkeitsverlustes bei der Kollision, kann ein Zusammenhang zwischen der erforderlichen Verzögerung des PKW und der Bremsdauer vor der Kollision gefunden werden, siehe Bild Nr. 18. Über die Reaktionsdauer des Fahrzeugführers hat man einen direkten Vergleich zum Zeitbedarf der Radfahrerin vom Signal bis in die Unfallstellung. Mit Hilfe eines Zeit-Weg-Diagrammes kann der Zeitbedarf der Radfahrerin in Abhängigkeit vom Fahrweg und von der Bewegungsgeschwindigkeit ermittelt werden. Kann man die Bewegungsgeschwindigkeit der Radfahrerin aufgrund von Zeugenaussagen und vergleichenden

Darstellungen relativ exakt ermitteln, und geht man weiterhin von einer Reaktion des Fahrzeugführers aus, sobald dieser die Radfahrerin deutlich sehen konnte, so liegt damit der Zeitbedarf der Radfahrerin fest, um vom Signal bis zur Unfallstellung zu gelangen. Berücksichtigt man eine System-Reaktionsdauer in einem bestimmten Bereich, hier von 0,6 – 1,2 s, so führt dieses auf eine bestimmte Bremsdauer vor der Kollision, der durch die festgelegten Spurenlängen bestimmte Verzögerungen zuzuordnen sind. Im vorliegenden Fall ergibt sich eine Lösung im Bereich hoher Verzögerungen, womit die Beweisfrage beantwortet war, daß es sich bei den festgestellten Spuren um Bremsspuren handelte.

Dieses Diagramm-System ermöglicht jedoch bei Festlegung anderer Ausgangsdaten, z. B. der Vollbremsverzögerung auf trockener Fahrbahn im Bereich zwischen 7 und 8 m/s² sowie einer System-Reaktionsdauer, beispielsweise zwischen 0,6 und 1,2 s, die Ermittlung des Zeitbedarfes (Bild Nr. 19) der Radfahrerin von der Signalposition bis in die Unfallstellung. Ist der Weg, den die Radfahrerin hierbei zurücklegen muß, hinreichend genau bekannt, so können hiermit auch Rückschlüsse auf die durchschnittliche Bewegungsgeschwindigkeit gezogen werden, Bild Nr.19.

Es kann auch die Reaktionsdauer (System-Reaktionsdauer), Bild Nr. 20, ermittelt werden, wenn die weiteren Parameter hinreichend genau bekannt sind. Dieses Diagramm-System führt die Abhängigkeiten stark vor Augen.

Bei einer näher einzugrenzenden Verzögerung, einem Weg der Radfahrerin von der Signal-Position bis in die Unfallstellung in engen Grenzen, sowie eine Bewegungsgeschwindigkeit der Radfahrerin in möglichst engen Grenzen, ergibt sich direkt die System-Reaktionsdauer. Ist die mittlere Fahrzeugverzögerung nicht exakt bekannt, so hat dieses keinen sehr großen Einfluß. Bei höheren Annäherungsgeschwindigkeiten der Radfahrerin beispielsweise spielt die Größe des zurückzulegenden Weges ebenfalls keine so große Rolle. Dominierend ist offenbar der Einfluß der Fahrradgeschwindigkeit. Mit der Wahl dieser Geschwindigkeit kann nahezu jede erdenkliche Reaktionsdauer erzeugt werden. Beispielsweise ergibt sich unter Zugrundelegung einer Vollbremsverzögerung von 8 m/s² und einem Weg der Radfahrerin von 5 m eine System-Reaktionsdauer zwischen 1,0 und 1,8 s, bloß weil die Annäherungsgeschwindigkeit im Bereich zwischen 1,5 und 2 m/s variiert wurde. Um eine verlässliche Aussage auf die Reaktionsdauer anhand der Daten aus einem realen Unfallgeschehen schließen zu können, ist es demnach dringend erforderlich, die Annäherungsgeschwindigkeit des 2. Unfallbeteiligten möglichst genau zu kennen.

Bild 19

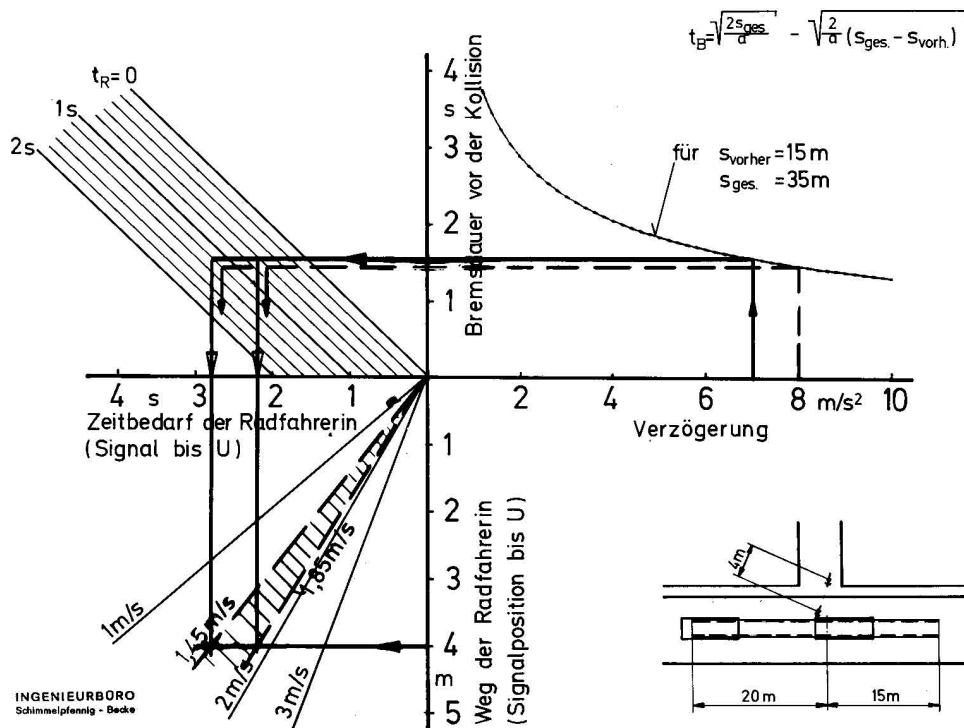
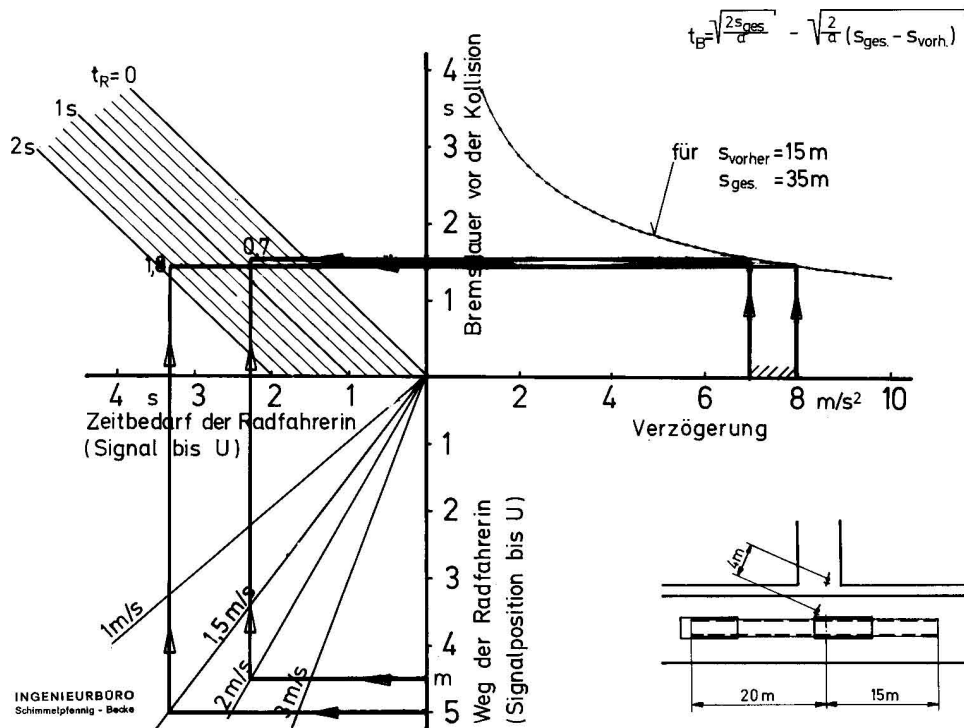


Bild 20



5.Übersicht

Einige Möglichkeiten, den Einfluß verschieden hoher Reaktionsdauern darzustellen, wurden aufgezeigt. Als Ausgangsdarstellung wurde jeweils das Zeit-Weg-Diagramm benutzt, das vielfach Anwendung in der Unfallrekonstruktion findet. Es verbindet die Darstellung mathematischer Zusammenhänge und Ergebnisse mit der Möglichkeit, über die örtlichen Gegebenheiten Zusammenhänge zu erkennen, die allein bei mathematischer Betrachtung unerkant bleiben können.

Zur bildlichen Darstellung eignet sich besonders die Situationsnachbildung direkt an der Unfallstelle, wodurch die Situation besser nachempfunden werden kann. Hilfsweise ist dieses auch durch eine Modelldarstellung möglich, obwohl hier Informationen verloren gehen wie z. B. die Sicht des Fahrzeugführers zu bestimmten Zeitpunkten.

Zur Darstellung der Ergebnisse von mathematischen Zusammenhängen eignen sich besonders Tabellen, die aufgrund ihrer Zahlen häufig den Eindruck von großer Exaktheit vermitteln. Die Darstellung in Diagrammform hat dagegen zweifellos den Vorzug, daß die Abhängigkeiten bestimmter Parameter bildlich dargestellt werden und damit eher erkannt werden können. Mit Hilfe derartiger Diagramm-Systeme, die jedoch speziell für einen bestimmten Fall erzeugt werden müssen, kann gut die Abhängigkeit der Ergebnisse von der Höhe der Reaktionsdauer verdeutlicht werden.

Jede Darstellungsart bietet verschiedene Vor- und Nachteile.

Bei der Bearbeitung würde es sich anbieten, verschiedene Darstellungsformen gemeinsam zu benutzen. Kernpunkt wird weiterhin das Zeit-Weg-Diagramm bleiben. Zur Ermittlung des Einflusses bestimmter Größen, z. B. der Reaktionsdauer ist ein Diagramm-System sehr hilfreich, während mit der Situationsnachbildung die Ergebnisse besonders plastisch dargestellt werden können.