Nr. 1 · Schriftenreihe Unfall-Rekonstruktion

Manfred Becke
Uwe Golder

Vermeidbarkeits-Betrachtungen im Weg-Zeit-Diagramm

Mit einem Beitrag von Senatspräsident a. D. Christoph Brors

Ingenieurbüro Schimmelpfennig und Becke, Münster

Nr. 1 · Schriftenreihe Unfall-Rekonstruktion

Dipl.-Ing. Manfred Becke
Öff. best. u. vereid. S.V. für Straßenverkehrsunfälle
Dipl.-Ing. Uwe Golder

Vermeidbarkeits-Betrachtungen im Weg-Zeit-Diagramm

Eine Einführung für Juristen, Versicherungssachbearbeiter und Techniker

Mit einem Beitrag von
Senatspräsident a. D. Christoph Brors

SCHIMMELPFENNIG + BECKE

Münsterstr. 101
48155 Münster

Tel: 0251 / 820-0
Fax:0251 / 82099

E - Mail :
kontakt@ureko.de

Internet:
www.ureko.de

1985 Ingenieurbüro Schimmelpfennig und Becke
Redaktion: Holger Beitz, Hamm
Druck: Reimann Offsetdruck GmbH, Hamm
Einband: Großbuchbinderei Walter Schomaker, Iserlohn

Vorwort

Das vorliegende Buch ist das erste aus einer Schriftenreihe, in der verschiedene Themen des Fachs 'Verkehrsunfall-Rekonstruktion' behandelt werden sollen.

Die Reihe steht unter dem Motto:

'Aus der Praxis für die Praxis!'

Die 'Verkehrsunfall-Rekonstruktion' ist ein junges Fach, das erst an wenigen Hoch- und Ingenieurschulen gelehrt wird.
Diesem jungen Fach stehen eine jahrelange Rekonstruktionspraxis und viele Forschungsarbeiten gegenüber, die Sachverständige eigenständig und unter großem finanziellen Aufwand durchgeführt haben.

In der 'Schriftenreihe Unfall-Rekonstruktion' wird nun der Versuch unternommen, das Wissen und die Erfahrung der Praxis systematisch aufzubereiten und für den praktischen Gebrauch weiterzugeben.

Die Schriftenreihe wendet sich an alle, die mit dem Thema 'Verkehrsunfall-Rekonstruktion' unmittelbar oder mittelbar beschäftigt sind:

- an Studenten des Fachs 'Maschinenbau', die sich das Gebiet erarbeiten wollen,
- an Techniker, die als Sachverständige Unfälle rekonstruieren müssen,
- an Juristen, Polizisten, Schadensregulierer bei Versicherungen, die sich über die technischen Probleme der Rekonstruktion von Unfällen informieren wollen.

Der Anspruch, sowohl dem Fachmann als auch dem technischen Laien etwas Wissenswertes mitzuteilen, konfrontierte die Autoren häufig mit schwierigen Darstellungsproblemen. Sie haben versucht, in einer leichtverständlichen Sprache zu schreiben, die es auch dem Laien ermöglicht, technische Gedanken nachzuvollziehen. Fachwörter werden falls erforderlich erläutert.

Das Abkürzungs- und das Stichwortverzeichnis sollen ebenso wie das Literaturverzeichnis den Leser bei der Arbeit mit dem Buch unterstützen.

In diesem Zusammenhang danken wir Herrn Holger Beitz, der dieses Buch und die Reihe als Lektor betreut. Er hat uns mit seinen wertvollen Hinweisen für die sprachliche und inhaltliche Gestaltung über viele Probleme hinweggeholfen.

Unser besonderer Dank gilt Herrn Senatspräsident a.D. Christoph Brors, dessen Beitrag 'Vermeidbarkeitsbetrachtungen. Eine Einführung in die juristische Problematik' das Buch um einen wesentlichen Aspekt bereichert hat.

Außerdem sind wir allen Mitarbeitern unseres Büros zu Dank verpflichtet, da sie durch ihre Arbeit und Ratschläge entscheidend dazu beigetragen haben, daß diese Reihe entstehen konnte.

Manfred Becke Karl-Heinz Schimmelpfennig

Inhaltsverzeichnis

1	Zeichenerklärung	S. 9
2	Einleitung	S. 11
3	Grundlagen	S. 13
3.1	Das Weg-Zeit-Diagramm	S. 13
3.1.1	Aufbau des Weg-Zeit-Diagramms	S. 13
3.1.2	Darstellung von Bewegungen	S. 14
3.1.3	Geschwindigkeitsdarstellung im Weg-Zeit-Diagramm	S. 18
3.1.4	Folgerungen	S. 20
3.1.5	Das Weg-Zeit-Diagramm in der Verkehrsunfall-Rekonstruktion	S. 24
3.2	Vermeidbarkeits-Betrachtungen	S. 28
3.2.1	Zeitlicher Ablauf des Notbremsvorgangs	S. 29
3.2.2	Beschreibung eines Unfalls	S. 34
3.2.3	Räumliche Vermeidbarkeit	S. 34
3.2.4	Zeitliche Vermeidbarkeit	S. 39
3.2.5	Folgerungen	S. 40
4	Vermeidbarkeits-Betrachtungen bei verschiedenen Unfalltypen	S. 41
4.1	Zeitliche Vermeidbarkeit bei einem Fußgänger-/Fahrzeug-Unfall	S. 41
4.1.1	Beispiel	S. 41
4.1.2	Reaktion	S. 42
4.1.3	Räumliche Vermeidbarkeit	S. 42
4.1.4	Zeitliche Vermeidbarkeit	S. 44

4.2	Unfälle mit problematischen Sichtverhältnissen bei Tageslicht	S. 45
4.2.1	Ortsfeste Sichthindernisse	S. 47
4.2.2	Beispiel: Unfall an einer Kreuzung	S. 56
4.2.3	Bewegte Sichthindernisse	S. 61
4.3	Unfälle bei Dunkelheit	S. 65
4.3.1	Unfälle auf einer unbeleuchteten trockenen Straße	S. 65
4.3.2	Unfälle auf einer beleuchteten nassen Straße	S. 72
4.3.3	Unfälle auf einer unbeleuchteten Straße bei Gegenverkehr	S. 74
5	Ausblick: Überprüfung von Behauptungen im Weg-Zeit-Diagramm	S. 77
5.1	Beispiel: Unfall an einer durch Ampeln geregelten Kreuzung	S. 78
5.2	Überprüfung der Aussagen	S. 80
6	Anhang: Vermeidbarkeitsbetrachtungen. Eine Einführung in die juristische Problematik von Christoph Brors	S. 84
7	Literatur	S. 93
8	Stichwortverzeichnis	S. 95

1 Zeichenerklärung

Abkürzungen aus der Technik

a - Verzögerung (Einheit m/s^2)

b - Beschleunigung (Einheit m/s^2)

B - Bremsbeginn

K - Kollisionsort, Kollisionszeitpunkt

LZA - Lichtzeichenanlage

m/s - In der Verkehrsunfall-Rekonstruktion wird in der Regel mit der Einheit m/s gerechnet. Will man diese in die gebräuchlichere Einheit km/h umrechnen, muß man die Werte mit dem Faktor 3,6 multiplizieren:

$$3\ m/s = 3{,}6 \times 3\ km/h = 10{,}8\ km/h.$$

P - Kollisionspunkt

P* - fiktiver Kontaktpunkt

R - Reaktionspunkt: (R_{60} bedeutet: Es wird der Reaktionspunkt für eine Geschwindigkeit von 60 km/h betrachtet.)

s - Weg (m)

S - Strecke

t - Zeit (s)

T - Zeitpunkt

T' - Zeit-Hilfslinie im Weg-Zeit-Diagramm

V - Geschwindigkeit (m/s oder km/h)

V_K - Kollisionsgeschwindigkeit

> - größer als: $V_A > V_B$: Geschwindigkeit von Fahrzeug A ist größer als die von B.

< - kleiner als

Abkürzungen aus der Rechtssprechung

BGB	-	Bürgerliches Gesetzbuch
BGH	-	Bundesgerichtshof
BGH St	-	Entscheidungen des BGH in Strafsachen (amtliche Sammlung)
BGH Z	-	Entscheidungen des BGH in Zivilsachen (amtliche Sammlung)
LVG	-	Luftverkehrgesetz
NJW	-	Neue Juristische Wochenzeitschrift (72,151: Jahr 1971, Seite 151)
RHG	-	Reichshaftpflichtgesetz
RZ	-	Randziffer
StVG	-	Straßenverkehrsgesetz
StVO	-	Straßenverkehrsordnung
StVZO	-	Straßenverkehrszulassungsordnung
VersR	-	Versicherungsrecht (75,37: Jahr 1975, Seite 37)
VRS	-	Verkehrsrechtssammlung (1,1: Band 1, Seite 1)

2 Einleitung

Nach einem Unfall wird in der Regel überprüft, ob die Beteiligten den Unfall hätten vermeiden können.
Um diese Frage beantworten zu können, greift man in der Rechtssprechung häufig auf die Hilfe eines Unfallanalytikers zurück.
Aufgabe des Richters ist es festzulegen, wie sich die Beteiligten unter den gegebenen Umständen hätten verhalten müssen. So ist es z.B. eine Frage der rechtlichen Wertung, wie schnell jemand bei bestimmten Straßen- und Sichtverhältnissen fahren darf.
Erst danach kann vom Unfallanalytiker geklärt werden, wie der Unfall verlaufen wäre, wenn die juristisch festgelegte Höchstgeschwindigkeit zu einem bestimmten Zeitpunkt eingehalten worden wäre.
Dazu muß er die Situation rekonstruieren, aus der sich der Unfall entwickelt hat. Diese Situation dient dem Juristen dann zur rechtichen Beurteilung des Unfalls.

Auslaufanalyse und Kollisionsmechanik versetzen den Unfallanalytiker in die Lage, die Positionen der Fahrzeuge und ihre Geschwindigkeit zum Zeitpunkt der Kollision zu bestimmen.
Die Entwicklung des Unfalls, also den Zeitraum vor der Kollision, kann man jedoch nur rekonstruieren, wenn man die Bewegungen der Unfallbeteiligten in Beziehung setzt.
Der Unfallanalytiker muß untersuchen, wer in welcher Zeit welche Strecke zurückgelegt hat und wo sich der Unfallgegner zu dieser Zeit befunden hat.
Auf diese Weise erhält er eine Vorstellung vom Ablauf des Unfalls und kann feststellen, unter welchen Umständen der Unfall vermeidbar gewesen wäre.

In der Praxis hat es sich als sinnvoll erwiesen, die Vermeidbarkeits-Betrachtung in einem Weg-Zeit-Diagramm zu veranschaulichen.
In diesem Diagramm werden Bewegungsgleichungen grafisch und auch für den Nicht-Techniker verständlich dargestellt.

Dieses Darstellungsverfahren hat verschiedene Vorteile:

- Der Unfallablauf wird nicht punktuell betrachtet. Man kann vielmehr die Zusammenhänge zwischen den Bewegungen der Unfallbeteiligten zu jedem beliebigen Zeitpunkt des betrachteten Zeitraums ablesen.

- Es ist möglich, Toleranzen zu berücksichtigen, die in der Unfallrekonstruktion unumgänglich sind, und deren Einfluß auf den Unfallablauf zu beschreiben.

- Außerdem kann man neue Erkenntnisse, die z.B. erst im Laufe einer Gerichtsverhandlung gewonnen werden, meist ohne großen Aufwand in das Diagramm einarbeiten.

- Für den Unfallanalytiker dient es zur Kontrolle der errechneten Daten.

Dieses Arbeitsheft hat zwei Ziele:

- Der technische Laie soll nach der Lektüre in der Lage sein, ein Weg-Zeit-Diagramm zu 'lesen' und die technischen und juristischen Überlegungen zur Vermeidbarkeit nachzuvollziehen.

- Der Techniker soll sich über die Möglichkeiten informieren können, die ihm das Weg-Zeit-Diagramm bei der Analyse eines Unfalls bietet.

Darum werden zunächst die Grundlagen des Weg-Zeit-Diagramms und der Vermeidbarkeits-Betrachtung erläutert. Im Anschluß daran wird gezeigt, wie typische Unfallsituationen in einem Weg-Zeit-Diagramm zu rekonstruieren sind.
Da im Weg-Zeit-Diagramm nicht nur Vermeidbarkeits-Betrachtungen veranschaulicht werden können, soll am Schluß des Buches demonstriert werden, wie man Behauptungen von Unfallbeteiligten überprüfen kann.

3 Grundlagen

3.1 Das Weg-Zeit-Diagramm

3.1.1 Aufbau des Weg-Zeit-Diagramms

Im Weg-Zeit-Diagramm sollen die Bewegungen der Unfallgegner und ihre Verknüpfung dargestellt werden.
Der Begriff 'Bewegung' verbindet die Komponenten 'Weg' und 'Zeit':
Wenn man sich bewegen will, muß man Weg zurücklegen; dafür braucht man Zeit.

Das Verhältnis von Weg und Zeit verleiht einer Bewegung die Attribute 'schnell' und 'langsam'.
Legt ein Auto in einer Stunde eine Strecke von 60 km zurück, fährt es langsamer als ein anderes, das für die gleiche Strecke nur die halbe Zeit benötigt.
Da sich Bewegungen aus den zwei Komponenten 'Weg' und 'Zeit' zusammensetzen, kann man sie grafisch in einem zweiachsigen Diagramm darstellen.

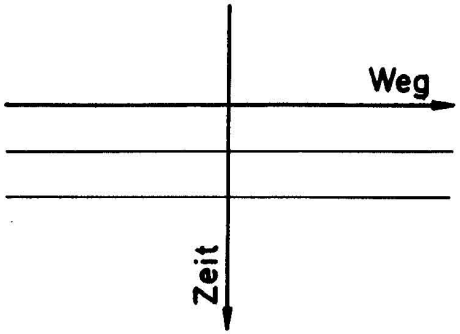


Bild 1

Ein solches Diagramm nennt man Weg-Zeit-Diagramm; es ist in der Regel so aufgebaut:

Auf der waagerechten Achse (Weg-Achse) ist der Weg abgetragen in der Einheit Meter (m), auf der senkrechten Achse (Zeit-Achse) die Zeit in der Einheit Sekunde (s). Parallel zur Weg-Achse zeichnet man mehrere Linien (Zeit-Hilfslinien); ihr Abstand entspricht in der Regel einem Zeitintervall von 1 s (Bild 1).

3.1.2 Darstellung von Bewegungen

Wie man Bewegungen im Weg-Zeit-Diagramm darstellt, soll an einem Beispiel erläutert werden.

Wir verfolgen den Fahrtverlauf eines Fahrzeugs über einen Zeitraum von 15 s (Bilder 2 bis 5).
Die Betrachtung beginnt bei der Sekunde 0, das Fahrzeug ist in Bewegung (Bild 2).

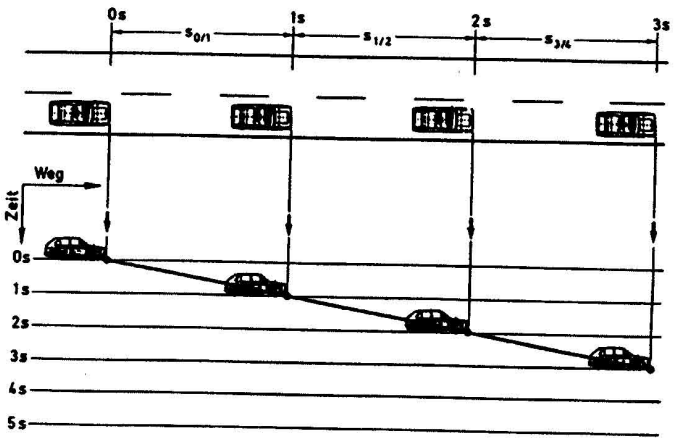


Bild 2

1 s weiter hat der Pkw den Weg $s_{0/1}$ zurückgelegt und noch 1 s weiter den Weg $s_{1/2}$. Bis zur Sekunde 3 wird in den gleichbleibenden Zeitintervallen von 1 s jeweils ein gleich großer Weg durchfahren. Die vier Fahrzeugpositionen werden in das Diagramm gelotet und mit den waagerechten Zeit-Hilfslinien verknüpft. Verbindet man die Schnittpunkte miteinander, erhält man die Bewegungslinie für eine konstante Geschwindigkeit: die Gerade.
Konstante Geschwindigkeit heißt: In gleichen Zeitintervallen werden gleich große Wege zurückgelegt.

In Bild 3 nähert sich der Pkw einer Fußgängerampel, die Rot zeigt. Der Pkw-Fahrer muß bremsen, um sein Fahrzeug vor der Haltelinie anhalten zu können.
Er reagiert in der Sekunde 2 (Reaktionspunkt R) und fängt 1 s später - zum Zeitpunkt 3 s - an zu bremsen. Da er langsamer wird, legt er in den gleichbleibenden Zeitintervallen von 1 s einen stets kleiner werdenden Weg zurück. In der Sekunde 7 steht das Auto. Werden die Pkw-Positionen aus der Zeichnung in das Diagramm gelotet und die einzelnen Schnittpunkte miteinander verbunden, erhält man die Bewegungslinie für eine Verzögerung: die Parabel.

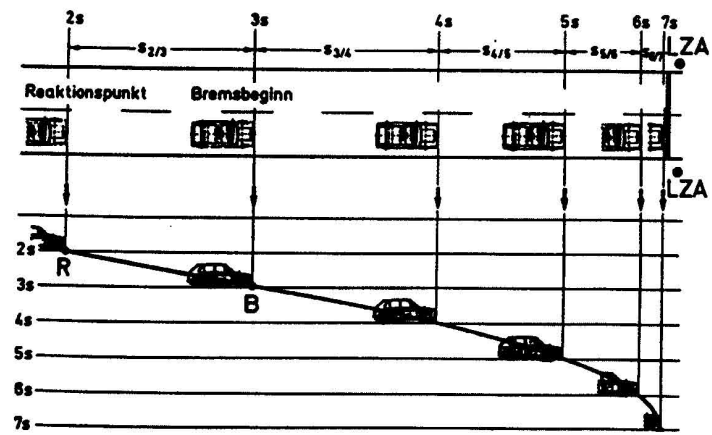


Bild 3

In der Sekunde 7 steht das Auto still (Bild 4); ebenso in den folgenden Sekunden 8, 9, 10. Es vergeht Zeit, aber es wird kein Weg zurückgelegt. Die Bewegungslinie verläuft senkrecht: eine Senkrechte kennzeichnet also den Stillstand.

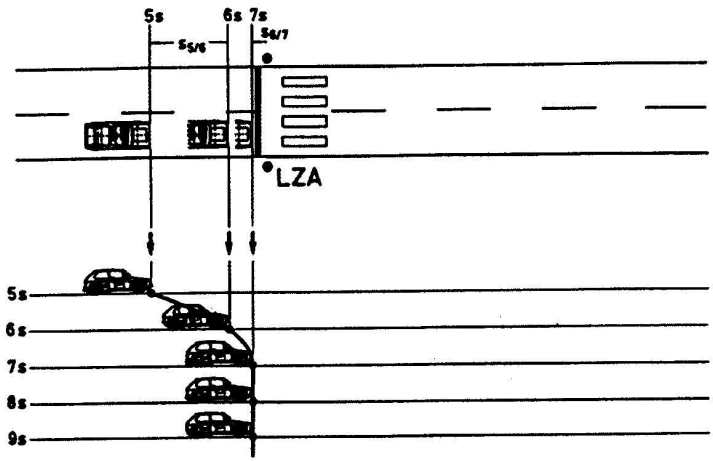


Bild 4

Vor der Sekunde 11 erfolgt der Phasenwechsel von Rot auf Grün; der Fahrer darf in der Sekunde 11 wieder anfahren (Bild 5).
Das Auto wird von Sekunde zu Sekunde schneller und durchfährt in den gleichen Zeitintervallen von 1 s jeweils größer werdende Wege. Lotet man die verschiedenen Pkw-Positionen aus der Zeichnung in das Diagramm, bilden sich Schnittpunkte mit den Zeit-Hilfslinien. Werden diese miteinander verbunden, erhält man die Bewegungslinie für eine Beschleunigung: eine Parabel.

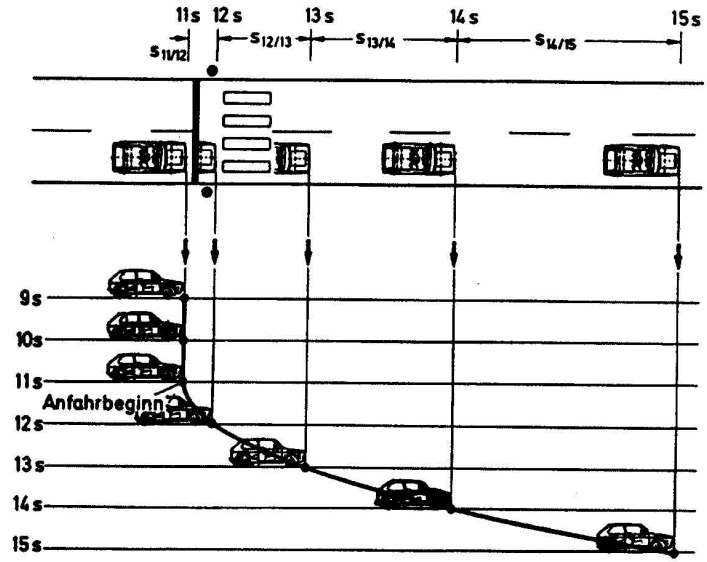


Bild 5

Verzögerungen und Beschleunigungen werden im Weg-Zeit-Diagramm also durch Parabeln dargestellt, die jedoch unterschiedlich verlaufen:

Bei einer Verzögerung bis zum Stillstand endet die Parabel in einer Senkrechten (Bild 3), während bei einer Beschleunigung aus dem Stand die Parabel aus der Senkrechten kommt und mit steigender Geschwindigkeit zu einer Waagerechten tendiert (Bild 5).

3.1.3 Geschwindigkeitsdarstellung im Weg-Zeit-Diagramm

Die Höhe der Geschwindigkeit eines Fahrzeugs wird im Weg-Zeit-Diagramm durch die Steigung der zugehörigen Geraden veranschaulicht.

Betrachten wir zunächst konstante Geschwindigkeiten.

In Bild 6 werden zwei Fahrzeuge gezeigt, die unterschiedliche Geschwindigkeiten fahren. Die Geschwindigkeit von Pkw B ist größer als die von Pkw A.
Zum Zeitpunkt 0 sind die Fahrzeuge A und B auf gleicher Höhe. In dem davorliegenden Zeitintervall von 1 s haben die Fahrzeuge die unterschiedlichen Wege $s_{-1/0}$ zurückgelegt. Im Zeitintervall von 0 s bis 1 s werden die Wege $s_{0/1}$ durchfahren.

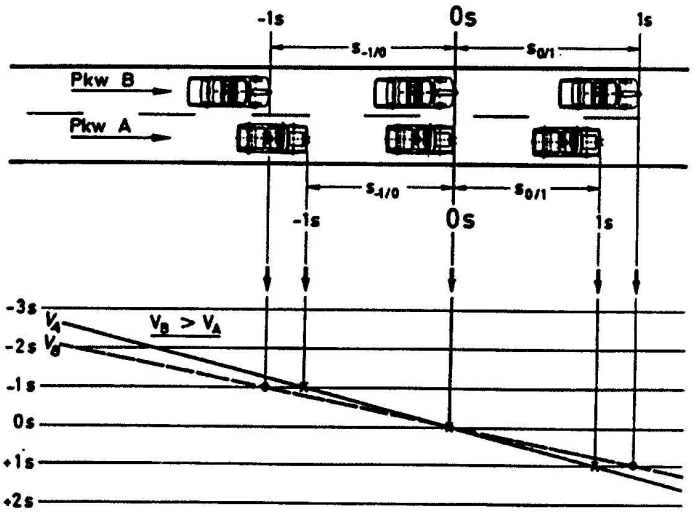


Bild 6

Der Vergleich der Bewegungslinien beider Fahrzeuge im Diagramm zeigt, daß sich eine höhere Geschwindigkeit durch eine flachere Geradensteigung ausdrückt.

Für nicht-konstante Geschwindigkeiten (Beschleunigungen, Verzögerungen) gilt:

Legt man an eine Parabel für eine Beschleunigung oder Verzögerung in einer bestimmten Position eine Tangente, so ist deren Steigung ein Maß für die Geschwindigkeit, die das Fahrzeug zu diesem Zeitpunkt an jenem Ort gefahren ist.

Beispiel:

Es soll anhand des Weg-Zeit-Diagramms in Bild 7 bestimmt werden, wie schnell das Fahrzeug X zu den Zeitpunkten 4 s und 6 s fährt. Zu diesem Zweck muß man an die Punkte 4 s und 6 s auf der Bewegungslinie eine Tangente legen (Bild 7).

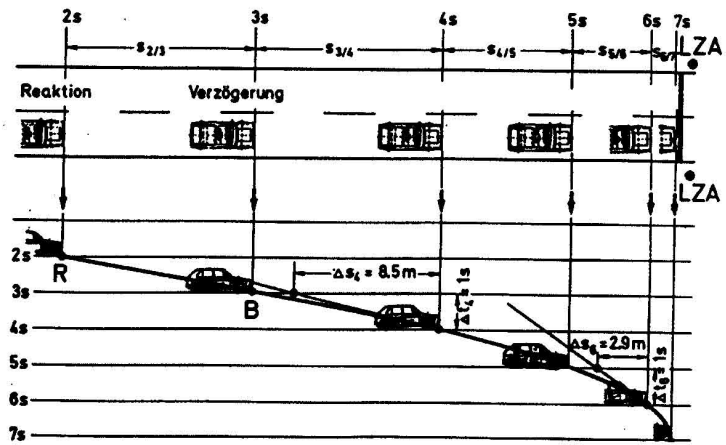


Bild 7

Die Geschwindigkeit berechnet man mit der Formel:

$$v = \frac{s}{t} \left(\frac{m}{s}\right)$$

Daraus errechnen sich folgende Geschwindigkeiten für die Zeiten 4 s und 6 s:

$$v_4 = \frac{8{,}5\ m}{1\ s} = 8{,}5\ m/s$$

$$v_6 = \frac{2{,}9\ m}{1\ s} = 2{,}9\ m/s$$

Man erkennt: Die Tangente liegt steiler, je kleiner die Geschwindigkeit ist.

Fazit: Bei einer Verzögerung nähert sich die Tangente mit fortschreitender Zeit der Senkrechten, d.h. die Geschwindigkeit wird kleiner,
während bei einer Beschleunigung die Tangente zur Waagerechten tendiert, je mehr Zeit vergeht: die Geschwindigkeit nimmt zu.

3.1.4 Folgerungen

In Bild 8 sind die vier möglichen Bewegungsarten zusammengestellt. Es wird deutlich, wie sich höhere Verzögerungen und größere Beschleunigungen auf den Verlauf der Bewegungslinie auswirken.
Bremst man z.B. aus 40 km/h bis zum Stillstand ab, braucht man eine kürzere Strecke und weniger Zeit, je größer die Verzögerung ist.

Das gilt auch für die beschleunigte Bewegung: Um eine gleich hohe Endgeschwindigkeit zu erreichen, benötigt man bei der höheren Beschleunigung b_2 eine kürzere Beschleunigungsstrecke und weniger Zeit.

Darstellung der Bewegungslinien im Weg - Zeit - Diagramm

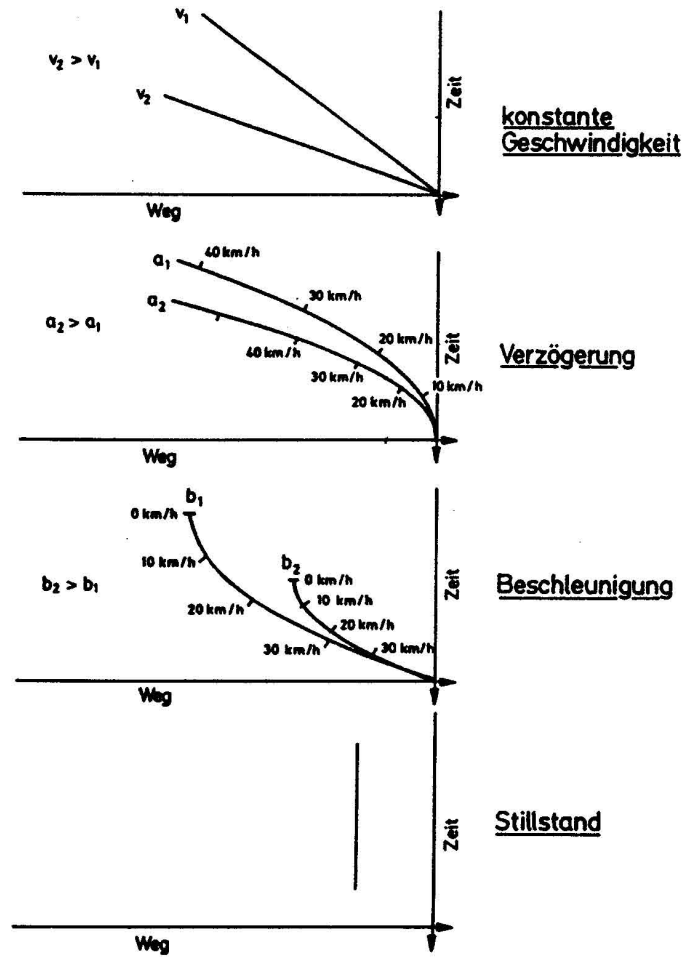


Bild 8

Um Verzögerung und Beschleunigung in ein Weg-Zeit-Diagramm zeichnen zu können, müßten einzelne Punkte der Bewegungslinien berechnet werden.
Die Arbeit mit Schablonen macht jedoch die Berechnungen häufig entbehrlich (Bild 9).

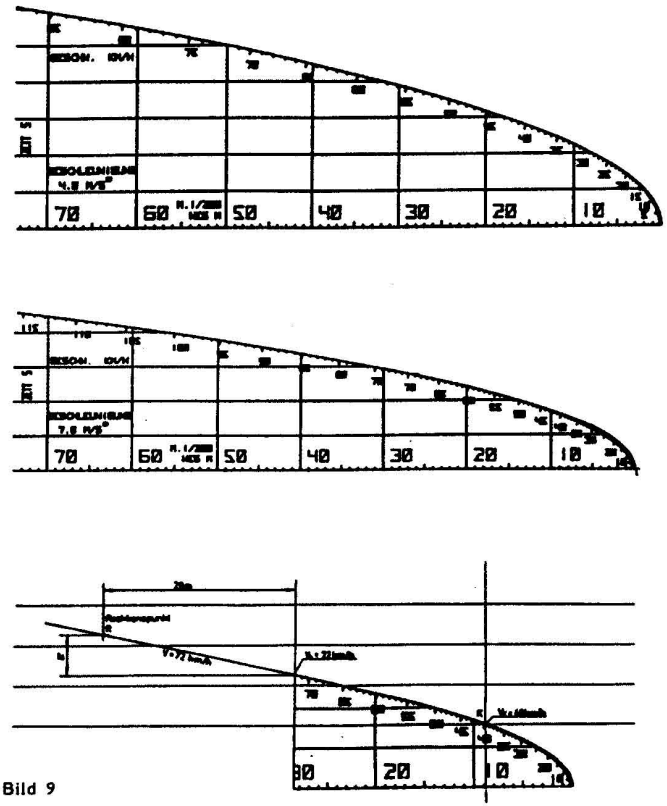


Bild 9

Die Schablonen können problemlos nur verwendet werden, wenn Beschleunigung und Verzögerung konstant sind; das trifft jedoch auf viele Situationen nicht zu.

Bei einer Beschleunigung über einen großen Geschwindigkeitsbereich (0 bis 100 km/h) nehmen z.B. die Fahrwiderstände zu, die Beschleunigung wird deshalb kleiner.

In einem solchen Fall muß man den Geschwindigkeitsbereich in kleinere Teile segmentieren (z.B. 0 bis 20 km/h, 20 bis 40 km/h ... 80 bis 100 km/h). Für diese Bereiche können mittlere Beschleunigungen angenommen werden.
Will man die Bewegungslinie für einen derartigen Bewegungsverlauf zeichnen, muß man für die einzelnen Segmente die Schablonen wählen, die dem jeweiligen Beschleunigungswert entsprechen.
Auf diese Weise erhält man eine Bewegungslinie, die die Beschleunigungsabnahme bei hohen Geschwindigkeiten berücksichtigt.
Auf nassen Straßen muß man auch bei Verzögerungen darauf achten, daß sie geschwindigkeitsabhängig sind. Es gilt:

Je höher die Geschwindigkeit, desto kleiner die Verzögerung.

Die Bewegungslinie wird wie bei einer abnehmenden Beschleunigung konstruiert.

Bisher haben wir die einzelnen Bewegungsarten nur isoliert betrachtet. Während einer normalen Autofahrt treten sie aber in der Regel vermischt auf:

Man beschleunigt bis auf eine bestimmte Geschwindigkeit, fährt dann mit ihr eine Zeitlang weiter, bremst ab, beschleunigt wieder usw.

Ein solcher Bewegungsablauf kann im Weg-Zeit-Diagramm dargestellt werden, indem man die Bewegungslinien der einzelnen Bewegungsarten aneinanderreiht.

3.1.5 Das Weg-Zeit-Diagramm in der Verkehrsunfall-Rekonstruktion

Die Analyse eines Unfalls beginnt in der Regel damit, daß man in einer maßstäblichen Zeichnung festhält, wie die Straße am Unfallort verläuft und in welcher Richtung sich die am Unfall beteiligten Personen oder Fahrzeuge bewegt haben.
Die genauen Maße für diese Zeichnung erhält der Unfallanalytiker manchmal aus der Unfallskizze der Polizei, meistens aber durch eigene Vermessungen.
Die Verkehrsunfallanzeige der Polizei, die Spuren am Unfallort, die Aussagen der Beteiligten und Zeugen liefern ihm die notwendigen Angaben über weitere wichtige Parameter für die Analyse wie Bewegungsrichtung der Beteiligten, Bremsweg, Endstellungen etc.

Bei der Analyse stellt sich dem Sachverständigen zunächst die Frage, wie die Bewegungen der Beteiligten verknüpft werden können. Die Verknüpfung ist meistens durch die Kollision vorgegeben. Den Zeitpunkt des Zusammenstoßes bezeichnet man als 'Kollisionszeitpunkt', ihm entspricht der 'Kollisionsort'. **Im Moment des Zusammenstoßes befinden sich die Kontaktbereiche der Kollisionspartner zur selben Zeit am selben Ort.** Mit den 'Kontaktbereichen' sind die Stellen an den Unfallbeteiligten gemeint, an denen sie aufeinandergestoßen sind: z.B. rechte Fronthälfte (Kontaktbereich Fahrzeug 1) gegen linken Vorderkotflügel (Kontaktbereich Fahrzeug 2). Für die Darstellung im Weg-Zeit-Diagramm werden die Kontaktbereiche zu 'Kontaktpunkten' zusammengezogen. Die Lage der Kontaktpunkte zum Zeitpunkt der Kollision nennt man 'Kollisionspunkt'.

Im nächsten Schritt der Analyse wird unter die Skizze des Strassenverlaufs die Weg-Achse eines Weg-Zeit-Diagramms gezeichnet (Bild 10).

Dazu lotet man den Kollisionspunkt aus der Skizze in das Diagramm. Dieses Lot heißt 'Kollisionslinie'; es ist die Zeit-Achse des Weg-Zeit-Diagramms. Ihrem Schnittpunkt mit der Weg-Achse ordnet man die Koordinaten 0/0 zu. Links und rechts von der Kollisionslinie werden nun auf der Weg-Achse die Strecken abgetragen, die die Kollisionspartner vor dem Unfall zurückgelegt haben. In unserem Beispiel nähert sich A von links der Kollisionslinie, B von rechts (Bild 10).

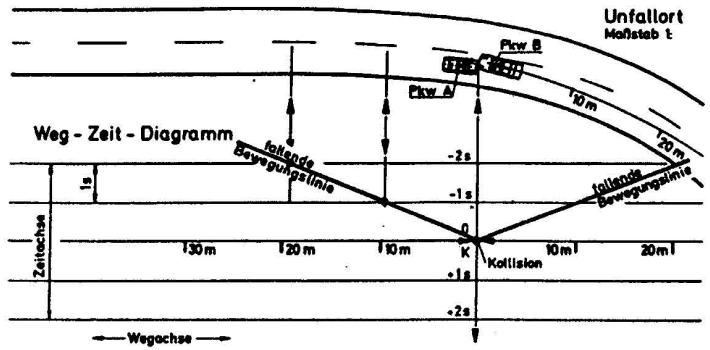


Bild 10

Die Kollisionslinie bildet auch mit den Zeit-Hilfslinien Schnittpunkte. Diese entsprechen Zeitpunkten vor und nach der Kollision. Die Zeitpunkte vor der Kollision werden auf der Kollisionslinie oberhalb der Weg-Achse abgetragen und haben negative Vorzeichen, die nach der Kollision positive (Bild 10). Aus dieser Zuordnung resultieren Bewegungslinien, die zum Kollisionszeitpunkt hin fallen.
Manchmal trifft man auch auf eine umgekehrte Zuordnung der Zeitzählung; in diesen Fällen steigen die Bewegungslinien (Bild 11).

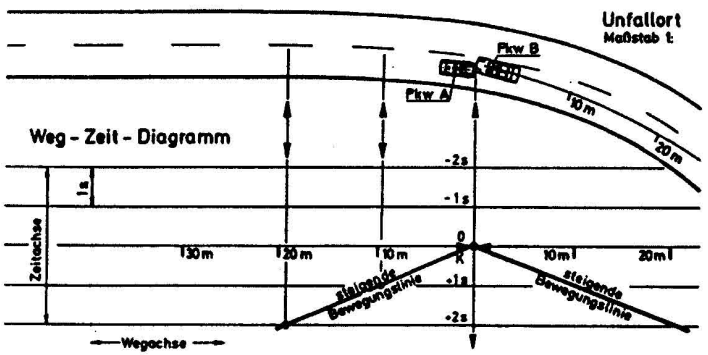


Bild 11

Bisher haben wir nur allgemein von der Bewegungslinie gesprochen und meinten damit eine Linie im Weg-Zeit-Diagramm, die angibt, wann sich ein Fahrzeug vor der Kollision wo befindet.
Ein Fahrzeug ist jedoch ein räumliches Gebilde; Bewegungen von Fahrzeugen stellen sich deshalb grafisch nicht als Linien, sondern als Bänder dar (Bild 12):

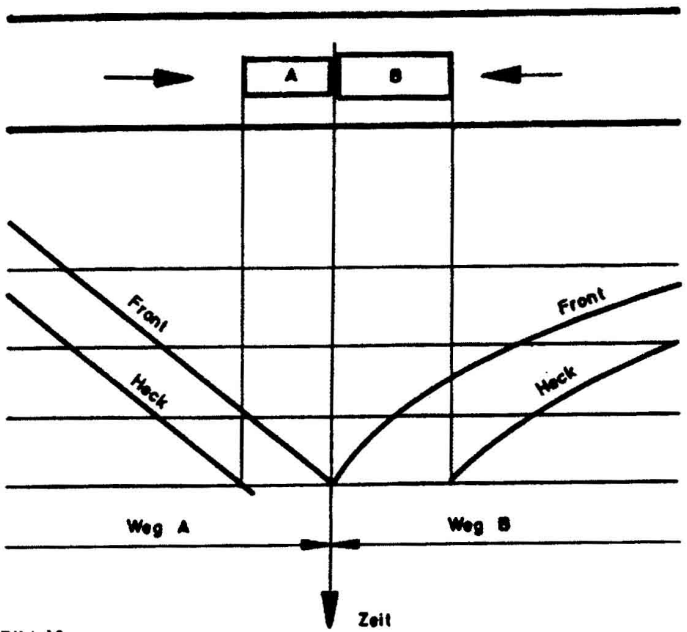


Bild 12

In der Unfallanalyse interessiert aber vor allem der Punkt, an dem ein Fahrzeug mit einem anderen Fahrzeug oder einer Person zusammengestoßen ist, also der Kontaktpunkt.
Die Bahn, auf der sich dieser Punkt in der Unfallskizze bewegt, heißt 'Bewegungsbahn des Kontaktpunkts'; die zugehörige Linie im Weg-Zeit-Diagramm 'Bewegungslinie des Kontaktpunkts'.
Verlaufen die Bewegungsbahnen der Kontaktpunkte parallel zur Weg-Achse, können deren Positionen direkt aus der Zeichnung in das Diagramm gelotet werden. In Bild 10 trifft das auf Fahrzeug A zu.

Bei einer parallelen Lage von Bewegungsbahn und Weg-Achse kann man auch aus dem Diagramm Positionen in die Skizze hochloten. Auf diese einfache Weise läßt sich aufzeigen, wo die betroffenen Personen oder Fahrzeuge vor oder nach der Kollision tatsächlich gewesen sind.

Liegen die Bewegungsbahnen und die Fahrtrichtungen nicht mehr parallel zur Weg-Achse, muß mit Hilfe eines Maßstabs der Weg im Diagramm oder in der Zeichnung ausgemessen und entlang der eingezeichneten Bewegungslinie abgetragen werden (Fahrzeug B in Bild 10).

Wenn sich die Unfallfahrzeuge unter konstantem Winkel aufeinander zubewegt haben (Kreuzungsunfall), können die Positionen aus der maßstäblichen Zeichnung auf geometrischem Weg in das Diagramm übertragen werden.
Man muß dann mit Hilfe eines Zirkelschlags um den Kollisionspunkt P die Fahrzeugpositionen aus der Senkrechten in die Waagerechte projizieren und anschließend in das Diagramm loten (Bild 13).

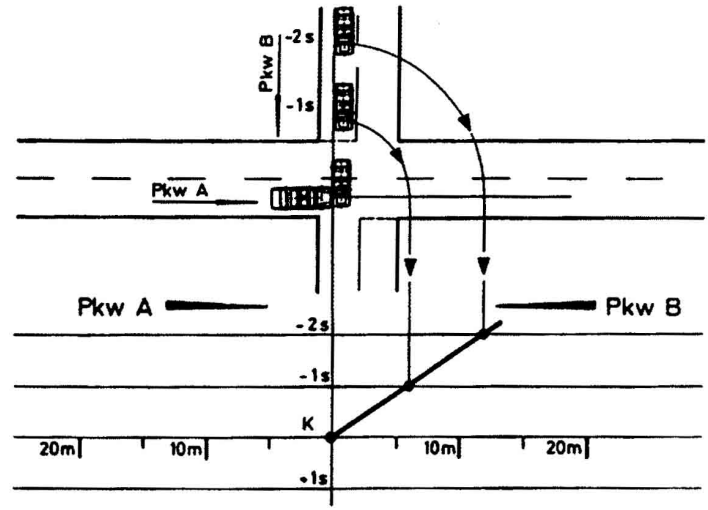


Bild 13

3.2 Vermeidbarkeits-Betrachtungen

Bevor man einen Unfall weg-zeit-mäßig analysieren kann, muß man die Geschwindigkeiten der Kollisionspartner zum Reaktionszeitpunkt bestimmen. Diese Geschwindigkeit nennt man Ausgangs- oder Annäherungsgeschwindigkeit. Um sie zu ermitteln, sind in der Unfallanalyse spezielle Methoden der Geschwindigkeits-Rückrechnung entwickelt worden (siehe u.a. BURG/RAU 1981; DANNER/HALM 1981).

Liegen die Ausgangsgeschwindigkeiten oberhalb der erlaubten Höchstgeschwindigkeit, so ist es naheliegend zu fragen, wie der Unfall verlaufen wäre, wenn die Beteiligten zum Reaktionszeitpunkt oder beim Erkennen der Gefahr die erlaubte Höchstgeschwindigkeit eingehalten hätten.

Die erlaubte Höchstgeschwindigkeit ist aber situationsabhängig und muß nicht zwingend der zulässigen Höchstgeschwindigkeit gleichgesetzt werden. Hier sei erinnert an Unfälle bei Dunkelheit auf unbeleuchteten Straßen oder an Unfälle, in die Kinder verwickelt sind (vgl. 6).

Zu den situativen Bedingungen, die die erlaubte Höchstgeschwindigkeit bestimmen, zählen:

- der Straßenzustand (Eis-, Schnee-, Regenglätte, Matsch etc.),
- die Sicht (Nebel, Dunkelheit, Blendung etc.).

Die obengenannte Frage wird in der Unfallanalyse durch die Vermeidbarkeits-Betrachtung beantwortet.
Sie muß so aufgebaut werden, daß der Unfall einmal mit Daten zugunsten des einen, ein weiteres Mal mit Daten zugunsten des anderen Unfallbeteiligten rekonstruiert wird.
Dabei sind in der Regel die gleichen Reaktionszeiten und Bremsverzögerungen zugrundezulegen wie bei der Ermittlung der Ausgangsgeschwindigkeit.
Da es bei der Vermeidbarkeits-Betrachtung darauf ankommt, die Bewegungen der Unfallgegner zu verknüpfen, bietet sich das Weg-Zeit-Diagramm als geeignetes Darstellungsverfahren an.

Für das Verständnis der Vermeidbarkeits-Betrachtung ist es notwendig, daß man über den zeitlichen Ablauf des Notbremsvorgangs informiert ist. Deshalb wird dieser im folgenden beschrieben.

Im Anschluß daran soll am Beispiel eines Abbiege-Unfalls erläutert werden, wie man bei der Vermeidbarkeits-Betrachtung im einzelnen vorgeht.

3.2.1 Zeitlicher Ablauf des Notbremsvorgangs

Bevor ein Fahrer einen Notbremsvorgang einleiten kann, muß er objektiv durch ein Signal zu einer Reaktion aufgefordert werden.

Wenn ein Fahrer z.B. sieht, daß ihm auf seiner Fahrbahn ein Fahrzeug entgegenkommt, stellt dieses Fahrzeug eine Gefahr dar, auf die er reagieren muß.

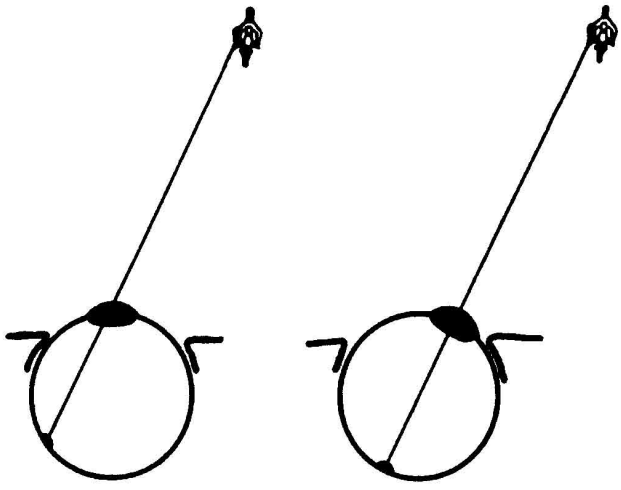
Wann aber ein Kraftfahrer letztlich zu einer Reaktion aufgefordert ist, kann vom Techniker allein nicht entschieden werden, sondern ist eine Frage der rechtlichen Wertung (siehe 6).

Voraussetzung für eine Reaktionsaufforderung ist, daß der Fahrer die Gefahrenquelle wahrnehmen kann (subj. Wahrnehmbarkeit).
Es muß also eine Auffälligkeitsschwelle überschritten werden; erst dann wird das Signal wahrgenommen.

Man muß unterscheiden, ob die Gefahr im Blickwinkel des Fahrers liegt oder außerhalb.

Zum besseren Verständnis dieser Probleme müssen einige physiologisch-optische Erkenntnisse angeführt werden.

Der Bereich des theoretischen Sehens ist wesentlich größer als der Bereich des tatsächlichen bewußten Sehens (Gesichtsfeld):
Nur ein kleiner Teil der Netzhaut, nämlich der foveale und der parafoveale Bereich, verarbeitet die optischen Informationen und leitet sie an das Gehirn weiter.
Um bewußt sehen zu können, was rechts und links vom fovealen und parafovealen Bereich auf die Netzhaut trifft, muß man eine Blickbewegung durchführen (Bild 14)



periphere Erscheinung

nach Blickbewegung Abbildung im fovealen Bereich (Fovea = Bereich des schärfsten Sehens)

Bild 14

Für diese Blickbewegung braucht man Zeit; diese Zeit wird Blickzuwendungsdauer genannt (Bild 15).

Wenn die Blickbewegung größer als 5° ist, muß das Auge noch eine Korrektur der Blickbewegung durchführen; verantwortlich dafür sind physiologische Bedingungen, die hier nicht näher beschrieben werden sollen.

Den Zeitraum für diese Korrektur bezeichnet man als Korrektursaccadendauer.

An die Korrektursaccade schließt sich ein Zeitraum an, in dem die Informationen verarbeitet werden (Informationsverarbeitungsdauer). Der Fahrer benötigt diesen Zeitraum, um die aufgenommenen Informationen zu bewerten und um zu entscheiden, was er tun soll.

Mit dieser Entscheidung ist die erste Phase der Reaktion abgeschlossen (primäre Reaktionsdauer); der Fahrer beginnt nun mit der eigentlichen Handlung (sekundäre Reaktionsdauer):
Sein Fuß löst sich vom Gaspedal und wird auf das Bremspedal gesetzt. Den Zeitraum für diese Bewegung nennt man Umsetzdauer. An das Ende der Umsetzdauer fällt der Bremsbeginn. Der Bremsbeginn markiert das Ende der sekundären Reaktionsdauer.

Bisher haben wir nur den Fahrer und seine Handlungen betrachtet; jetzt werden fahrzeugspezifische Bedingungen in die Darstellung einbezogen. Der Fahrer drückt das Bremspedal nach unten (Anlegedauer) und baut damit Druck im Bremssystem auf. Wenn dieser eine bestimmte Höhe erreicht hat, beginnt die Spurzeichnung.
Den Zeitraum vom Beginn des Druckanstiegs bis zum Beginn der Spurzeichnung bezeichnet man als Spurzeichnungsschwelldauer, den Zeitpunkt, ab dem die maximale Kraft wirkt, Vollverzögerungsbeginn. Hier endet die tertiäre Reaktionsdauer.
Angemerkt sei noch, daß Spurzeichnungsbeginn und Vollverzögerungsbeginn nur ungefähr identisch sind.

Die Reaktionsdauer beginnt also mit der objektiven Reaktionsaufforderung und hört mit dem Vollverzögerungsbeginn auf.

Die Zeit danach heißt Vollverzögerungsdauer; sie reicht bis zum Stillstand des Fahrzeugs oder bis zur Kollision.

Die Gesamtzeit von der objektiven Reaktionsaufforderung bis zum Stillstand des Fahrzeugs bezeichnet man als Anhaltedauer; ihr entspricht der Anhalteweg.

Für den Techniker ist nun die Frage interessant, mit welchen Werten die einzelnen Reaktionsdauern in die Rekonstruktion eines Unfall einfließen müssen.

Die Informationsverarbeitungsdauer, die Umsetzdauer, die Anlegedauer und die Spurzeichnungsschwelldauer sind relativ feste Größen; sie beschreiben die Basisreaktionszeit. Untersuchungen haben ergeben, daß diese in der Regel zwischen 0,6 s und 1 s liegt.

Wichtig für die Analyse eines Unfalls ist es aber zu klären, ob für das Erkennen eine Blickbewegung erforderlich war.
In diesem Fall verändert sich die Reaktionszeit: in die Analyse fließen andere Werte ein (siehe Bild 15).

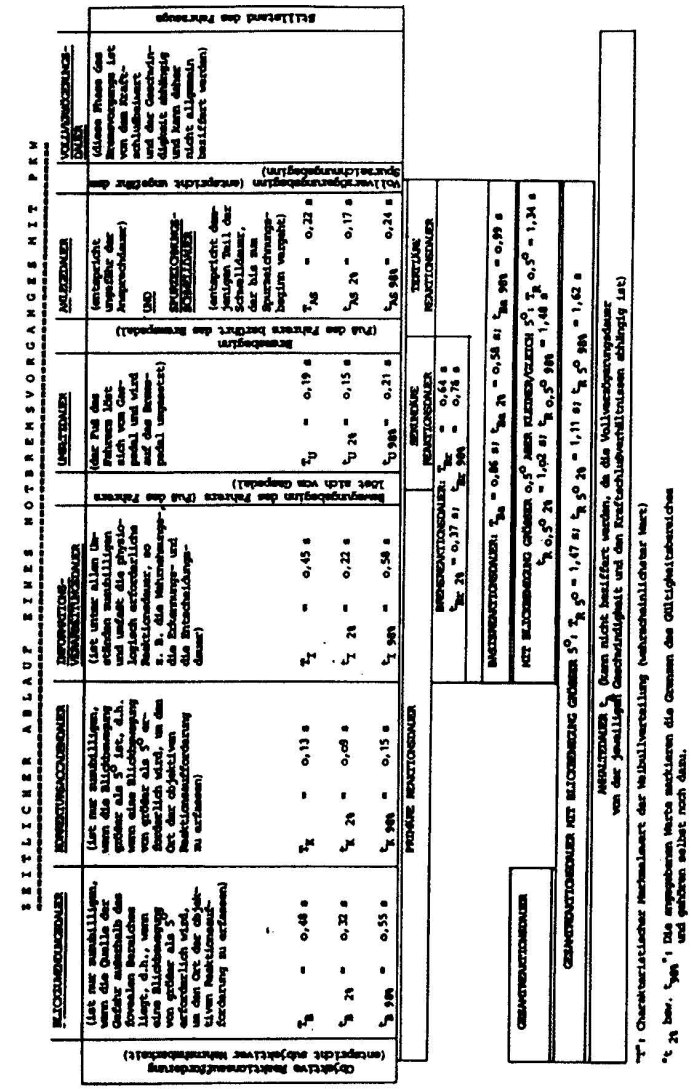


Bild 15

3.2.2 Beschreibung eines Unfalls

Der Fahrer B bog nach links in eine Hofeinfahrt ab. Das geschah ohne Halt aus dem Fahrfluß. Es kam zur Kollision mit dem Pkw A (Bild 16).

Die Geschwindigkeits-Rückrechnung führt zu Kollisionsgeschwindigkeiten für A von 48 bis 58 km/h, für B von 10 bis 15 km/h.

Aus der vor dem Kollisionsort liegenden Blockierspur errechnet sich eine Ausgangsgeschwindigkeit für A von 60 bis 70 km/h. Die zulässige Höchstgeschwindigkeit beträgt 50 km/h. A reagierte nicht verspätet auf den abbiegenden Pkw B.

3.2.3 Räumliche Vermeidbarkeit

Bei der Vermeidbarkeits-Betrachtung wendet man sich zunächst der Frage zu, wieviel Weg Fahrer A zur Verfügung hatte, um sein Fahrzeug anhalten zu können (theoretischer Anhalteweg).
Dieser Weg entspricht der Entfernung zwischen dem Reaktionsort und dem Kollisionsort.
Es ist nun zu fragen, ob Fahrer A sein Fahrzeug innerhalb dieser Strecke hätte anhalten können, wenn er die zulässige Höchstgeschwindigkeit eingehalten hätte.

Dieses Problem zu beurteilen bedeutet: **die räumliche Vermeidbarkeit überprüfen.**

Die Entfernung zwischen Reaktions- und Kollisionsort errechnet sich aus der Ausgangsgeschwindigkeit, der Reaktionsdauer und der Strecke, die zwischen Bremsbeginn und Kollisionsort liegt.

Der Bremsbeginn läßt sich in der Regel dem Spurenbild entnehmen. In unserem Beispiel liegt er ca. 0,4 s bis 0,5 s vor der Kollision (Bild 16).

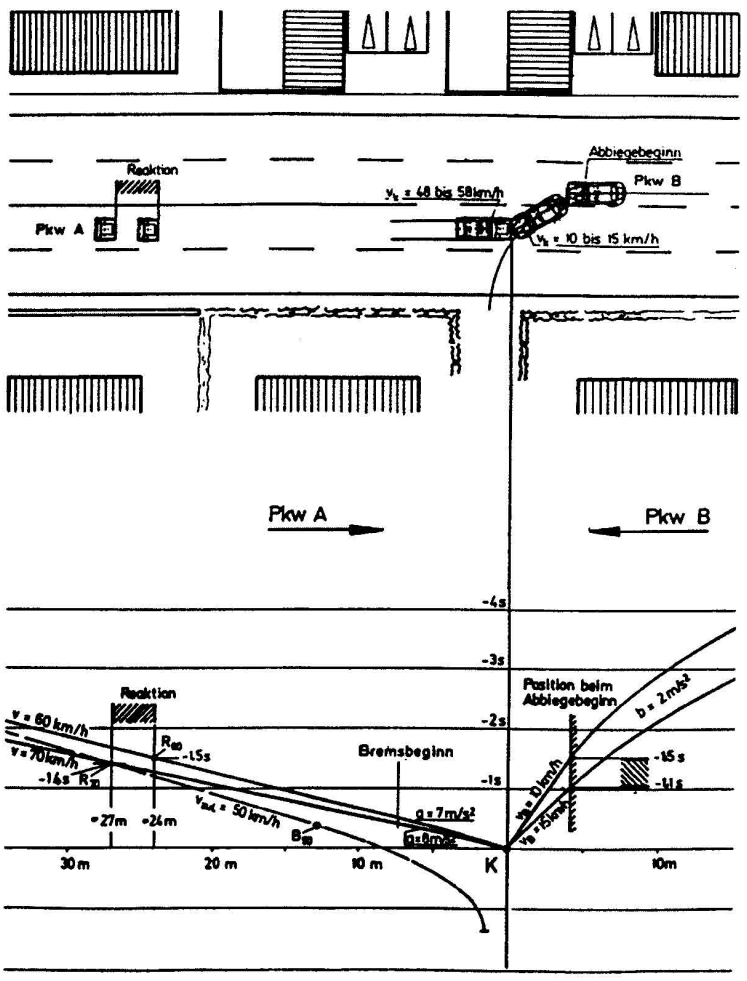


Bild 16

Im folgenden wird mit einer Reaktionsdauer von 1,0 s gearbeitet: der Pkw-Fahrer hat also zwischen 1,4 s und 1,5 s vor der Kollision reagiert.
Während der Reaktionsdauer legen die Kollisionspartner bestimmte Wege zurück: Sie werden mit zunehmender Geschwindigkeit größer.

In unserem Bespiel differiert die Ausgangsgeschwindigkeit von A zwischen 60 km/h und max. 70 km/h. Bei einer Reaktionsdauer von 1 s legt A in dieser Zeit also mindestens eine Strecke 16,7 m, max. eine Strecke von 19,4 m zurück.

Addiert man zu diesen Strecken die Bremsstrecke von 7,5 m, kann man die Entfernung zwischen Reaktionspunkt und Kollisionsort ermitteln.
Sie beträgt:

24,2 m (Ausgangsgeschwindigkeit von 60 km/h),
26,9 m (Ausgangsgeschwindigkeit von 70 km/h).

Auf diese Weise errechnen sich die Reaktionspunkte R_{60} und R_{70} (Bild 16).
Nun kann die Vermeidbarkeits-Betrachtung beginnen.

Wir betrachten die Situation zunächst mit Daten, die für B günstiger sind: A fährt eine Ausgangsgeschwindigkeit von 70 km/h.

Durch den Reaktionspunkt R_{70} muß man eine Geschwindigkeitslinie legen, die der zulässigen Höchstgeschwindigkeit von 50 km/h entspricht. Die Reaktionsdauer von 1 s ändert sich nicht; in ihr wird aber bei 50 km/h ein um 5,6 m kürzerer Weg zurückgelegt als bei 70 km/h.
Der fiktive Bremsbeginn verlagert sich um diese Strecke vor, der zur Verfügung stehende Bremsweg verlängert sich auf 13,1 m.
Auf einer trockenen Asphaltfahrbahn reicht diese Strecke bei einer Geschwindigkeit von 50 km/h aus, um das Fahrzeug vor dem Kollisionsort anzuhalten (Bild 17).

Fazit: A hätte den Unfall räumlich vermeiden können.

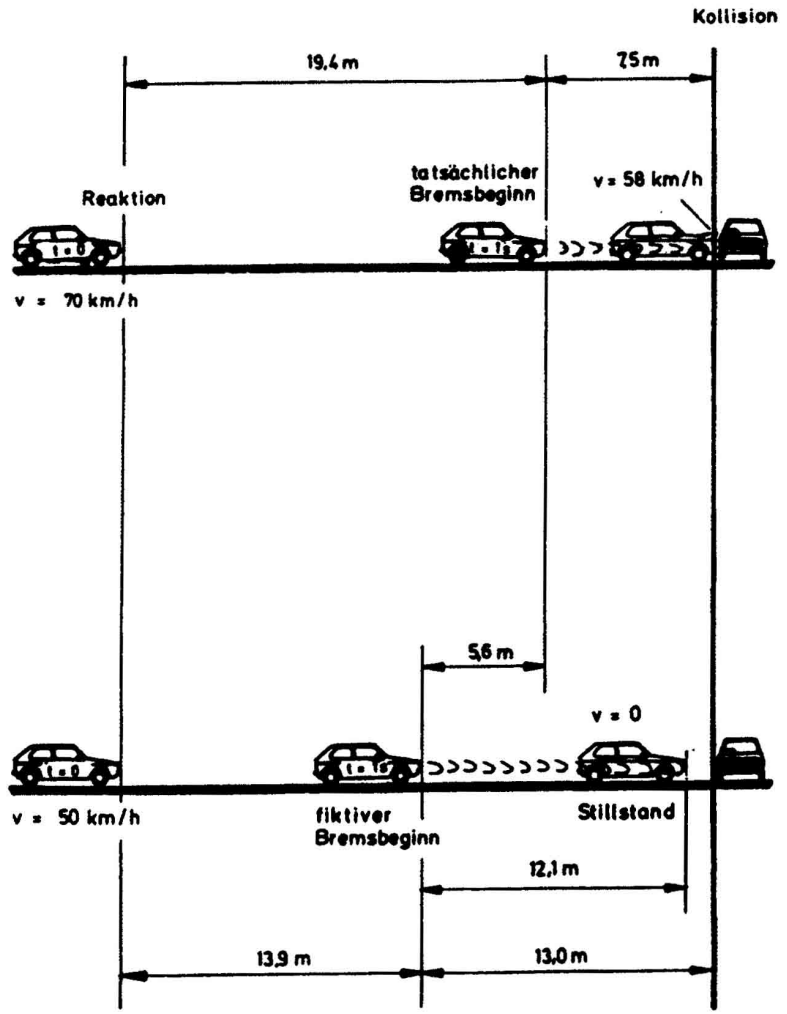


Bild 17

Wird die Vermeidbarkeits-Betrachtung mit Daten zugunsten von A durchgeführt, ist von der unteren Toleranzgrenze der Ausgangsgeschwindigkeit auszugehen:

A fährt also nur 60 km/h.

Der besseren Anschauung wegen ist diese Situation in Bild 18 einzeln dargestellt.

In diesem Fall wird durch den Reaktionspunkt R_{60} eine Geschwindigkeitslinie mit der zulässigen Höchstgeschwindigkeit gelegt. Da lediglich eine Geschwindigkeitsüberschreitung von 10 km/h vorliegt, fällt der fiktive Bremsbeginn nur 2,8 m vor den tatsächlichen. Die Verzögerungslinie endet nicht vor der senkrechten Kollisionslinie, sondern erst 4 m dahinter.

Fazit: A konnte den Unfall räumlich nicht vermeiden, wenn man Daten zugrunde legt, die ihn begünstigen.
Sein Fahrzeug wäre mit eine Geschwindigkeit von 26 km/h mit dem Fahrzeug B zusammenstoßen, wenn sich dieses noch am Kollisionsort befunden hätte.

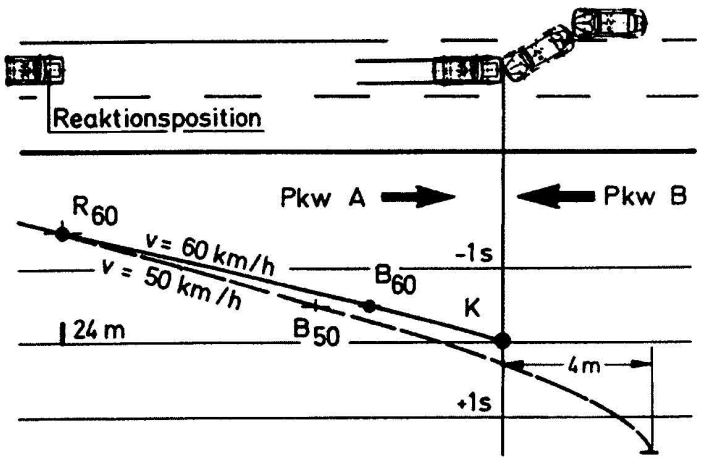


Bild 18

3.2.4 Zeitliche Vermeidbarkeit

Bei der Ausgangsgeschwindigkeit von 60 km/h war der Unfall für A räumlich unvermeidbar; A wäre aber später am Kollisionsort angekommen, wenn er die zulässige Höchstgeschwindigkeit eingehalten hätte.
Es muß nun überprüft werden, ob dieser Zeitraum so groß war, daß B die Bewegungsbahn von A inzwischen verlassen hätte.
In unserem Beispiel wäre Pkw A 0,5 s später am Kollisionsort angelangt. B hätte innerhalb von 0,5 s bei einer Geschwindigkeit von 10 km/h zwar einen Weg von 1,4 m zurückgelegt, die Bewegungsbahn von A aber nicht verlassen (Bild 19).

Fazit: Der Unfall war zeitlich nicht vermeidbar, wenn man von Daten ausgeht, die A begünstigen.

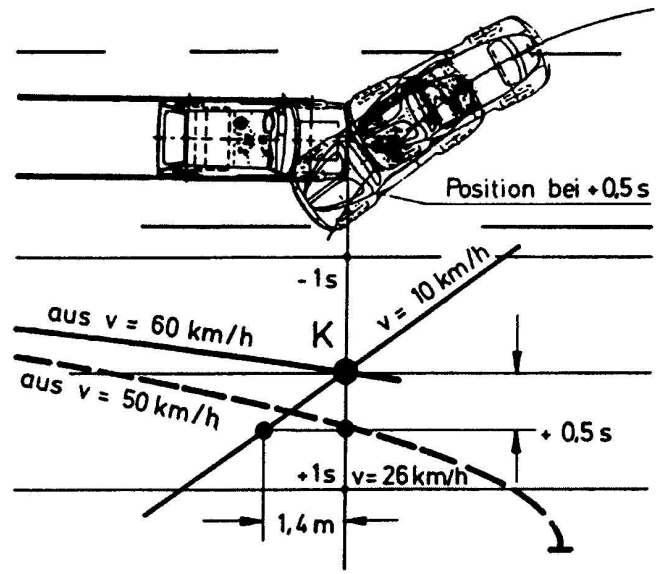


Bild 19

3.2.5 Folgerungen

Die entscheidende Größe bei der Vermeidbarkeits-Betrachtung ist die Strecke zwischen Kollisionsort und Reaktionspunkt. Sie wird von zwei Parametern beeinflußt:

1. der Höhe der Geschwindigkeitsüberschreitung,
2. der Länge der Reaktionsdauer.

Beispiel:

Gehen wir davon aus, daß die Ausgangsgeschwindigkeit eines Fahrzeugs zwischen 70 km/h und 90 km/h variiert. Die zulässige Höchstgeschwindigkeit beträgt 50 km/h, die Reaktionsdauer 1 s.

Bei der zulässigen Höchstgeschwindigkeit von 50 km/h wäre dem Fahrer ein um 5,6 m längerer Bremsweg verblieben als bei 70 km/h, bei 50 km/h statt 90 km/h Ausgangsgeschwindigkeit dagegen doppelt so viel, nämlich 11,2 m.

Fazit: Je größer die Differenz zwischen Ausgangs- und zulässiger Höchstgeschwindigkeit ist, desto mehr Weg hätte der Fahrer zum Anhalten seines Fahrzeugs zur Verfügung gehabt, wenn er mit der zulässigen Höchstgeschwindigkeit gefahren wäre.

Variieren wir nun im obengenannten Beispiel die Reaktionsdauer:

Bei einer Reaktionsdauer von 1,5 s und einer Ausgangsgeschwindigkeit von 70 km/h vergrößert sich die Strecke zwischen Reaktions- und Bremsbeginn um 9,8 m:

Reaktionsdauer	Ausgangs-geschwindigkeit	Strecke zwischen Reaktionsort und Bremsbeginn
1,5 s	70 km/h	29,2 m
1,0 s	70 km/h	19,4 m

Der Fahrer hätte also bei gleicher Ausgangsgeschwindigkeit (70 km/h), aber größerer Reaktionsdauer (1,5 s statt 1 s) 9,76 m mehr Weg zum Anhalten zur Verfügung gehabt.

Fazit: Je größer die Reaktionsdauer, desto größer ist der Weg, der dem Fahrer bei Einhaltung der zulässigen Höchstgeschwindigkeit verblieben wäre, um sein Fahrzeug anzuhalten.

Der letzte Punkt ist für die Praxis der Verkehrsunfall-Rekonstruktion besonders wichtig, da häufig angenommen wird, daß es günstiger sei, für den mit überhöhter Geschwindigkeit fahrenden Kraftfahrer größere Reaktionsdauern anzusetzen.
Wie das vorherige Beispiel gezeigt hat, ist diese Meinung jedoch falsch, wenn eine rechtzeitige Reaktion vorlag.

4 Vermeidbarkeits-Betrachtungen bei verschiedenen Unfalltypen

4.1 Zeitliche Vermeidbarkeit bei einem Fußgänger-/Fahrzeug-Unfall

4.1.1 Beispiel

Auf einer innerstädtischen Straße wurde ein Kind von einem Pkw erfaßt. Zeugen gaben an, daß das Kind aus einer Einfahrt gestürmt und auf die Fahrbahn gelaufen bzw. gerannt sei. Durch einen parkenden Pkw war die Sicht auf die Einfahrt für den Fahrer beeinträchtigt (Bild 20, S. 43).

Die Geschwindigkeits-Rückrechnung ergab, daß der Fahrer mit einer Ausgangsgeschwindigkeit von 55 km/h bis 60 km/h gefahren ist.

Bei dem vorliegenden Unfall interessiert die Frage, ob der Pkw-Fahrer den Unfall vermeiden konnte, wenn er die zulässige Höchstgeschwindigkeit eingehalten hätte.

4.1.2 Reaktion

Für den Pkw-Fahrer kann eine spontane Reaktion auf das sichtbar werdende Kind aufgezeigt werden. Dabei wird eine Reaktionsdauer von 1 s vorausgesetzt. Als der Pkw-Fahrer im Zeitraum 1,5 s bis 1,6 s vor der Kollision reagierte, war das Kind zwischen 1,7 m und 3,8 m vom Fahrbahnrand entfernt - je nach Bewegungsgeschwindigkeit:

1,7 m (wenn es gelaufen ist: v = 2,5 m/s),
3,8 m (wenn es gerannt ist: v = 3,7 m/s).

4.1.3 Räumliche Vermeidbarkeit

Zum Zeitpunkt der Reaktion befand sich der Pkw zwischen 23,1 m und 24,4 m vor dem Kollisionsort. In Bild 20 wurde durch die Reaktionspunkte R_{55} und R_{60} jeweils eine Bewegungslinie mit der zulässigen Höchstgeschwindigkeit von 50 km/h gelegt (gestrichelte Linien). Gegenüber dem konkreten Unfall hätte der Pkw-Fahrer bei einer Ausgangsgeschwindigkeit von 50 km/h in der Position B_{50} mit dem Bremsen beginnen können. Der fiktive Bremsbeginn läge zwischen 1,4 m und 2,8 m vor den tatsächlichen Punkten B_{55} und B_{60}.
In Fahrtrichtung des Pkws enden die gestrichelten Bewegungslinien erst hinter der Kollisionslinie. Der zur Verfügung stehende Anhalteweg hätte auch bei Einhaltung der zulässigen Höchstgeschwindigkeit nicht ausgereicht, um den Pkw vor dem Kollisionsort zum Stillstand zu bringen.

Fazit: Der Unfall war für den Pkw-Fahrer räumlich unvermeidbar.

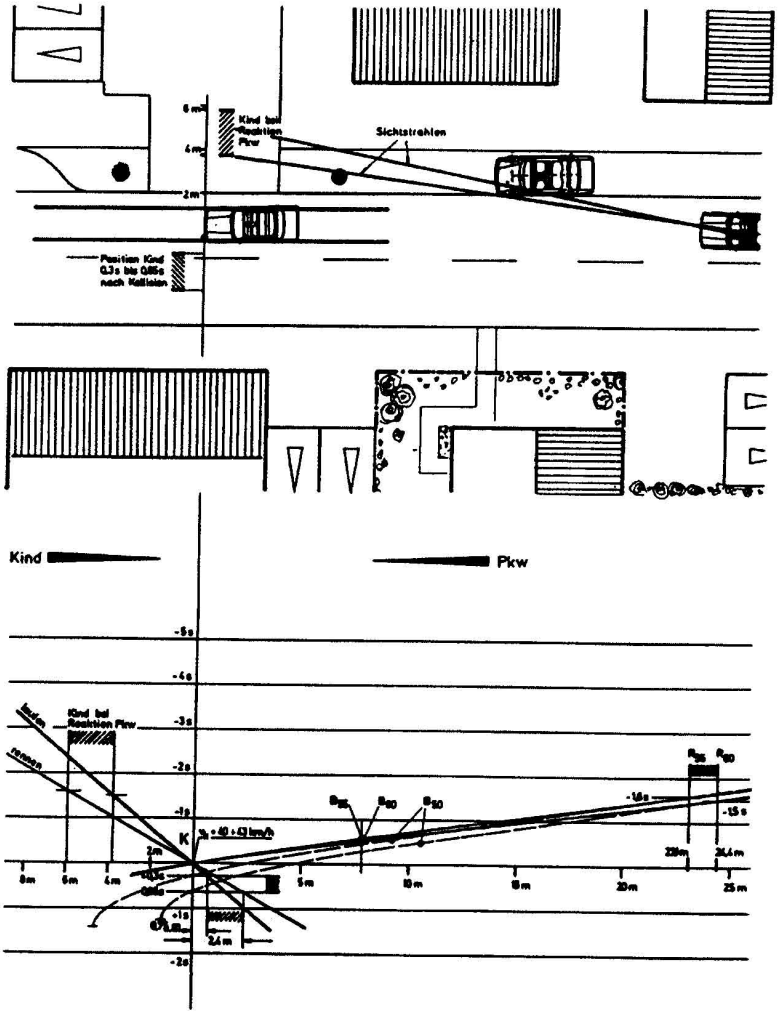


Bild 20

4.1.4 Zeitliche Vermeidbarkeit

Gegenüber dem Kollisionszeitpunkt K hätte der Pkw den Kollisionsort jedoch zwischen 0,3 s und ca. 0,6 s später erreicht.

Konnte das Kind in dieser Zeit die Bewegungsbahn des Pkws verlassen ?

Bei der Analyse der zeitlichen Vermeidbarkeit eines Fußgänger-/Fahrzeug -Unfalls wird in der Regel eine Weiterbewegung des Fußgängers vorausgesetzt. Das muß aber nicht unbedingt so sein !
Ein Fußgänger kann z.B. noch vor der Kollision auf das Fahrzeug reagiert haben und genau dann erfaßt werden, wenn er gerade steht.
Verharrt der Fußgänger am Kollisionsort, ist es uninteressant, ob der Pkw bei Einhaltung der zulässigen Höchstgeschwindigkeit 0,3 s oder 0,6 s später an den Kollisionsort gelangt wäre. Es wäre stets zur Kollision mit dem stehenden Fußgänger gekommen.

In unserem Beispiel wird aber angenommen, daß sich das Kind in gleicher Form weiterbewegt hat.
Das Weg-Zeit-Diagramm (Bild 20) zeigt, daß sich das Kind im Zeitraum von 0,3 bis 0,6 Sekunden 0,75 m bzw. 2,4 m fortbewegt hätte.
Diese Entfernungen sind in der maßstäblichen Zeichnung abzutragen, und zwar vom Kontaktpunkt am Pkw ausgehend in Bewegungsrichtung des Kindes.

Man erkennt an diesem Beispiel, daß das Kind die Bewegungsbahn des Pkws verlassen hätte.

Fazit: Der Unfall wäre für den Pkw-Fahrer zeitlich vermeidbar gewesen, hätte er am Reaktionsort die zulässige Höchstgeschwindigkeit eingehalten.

4.2 Unfälle mit problematischen Sichtverhältnissen bei Tageslicht

Bei der Analyse eines Unfalls muß man u.U. auch die Frage beantworten, ob die Beteiligten rechtzeitig reagiert haben.

Die Einleitung einer Reaktion setzt voraus, daß der Unfallgegner gesehen werden kann: er muß sich im Sichtbereich befinden.
Daneben muß von dem Unfallgegner auch eine Reaktionsaufforderung, d.h. eine Signalwirkung, ausgehen (siehe auch 3.2.3).
Ob der Zeitpunkt der Reaktionsaufforderung identisch ist mit dem Zeitpunkt des ersten Sichtkontakts hängt von den konkreten Umständen ab und unterliegt der rechtlichen Wertung.

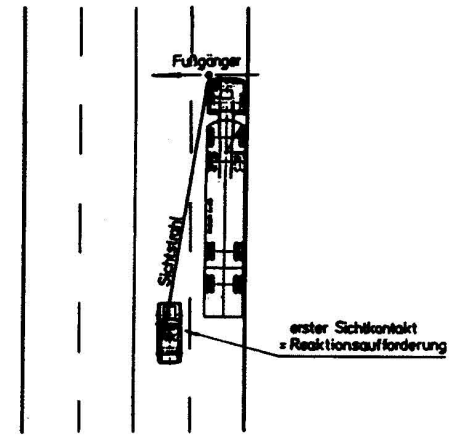


Bild 21

Im Bild 21 will ein Fußgänger von rechts nach links die Straße überqueren. Er taucht plötzlich auf der Fahrbahn des Pkws hinter einem parkenden Lkw auf.
Wir nehmen nun an, daß der Pkw-Fahrer reagieren muß, sobald er den Fußgänger sieht. In diesem Fall gilt:

Erster Sichtkontakt und Reaktionsaufforderung sind identisch.

In einer ähnlichen Situation bewegt sich ein Fußgänger von links nach rechts über die Fahrbahn (Bild 22).

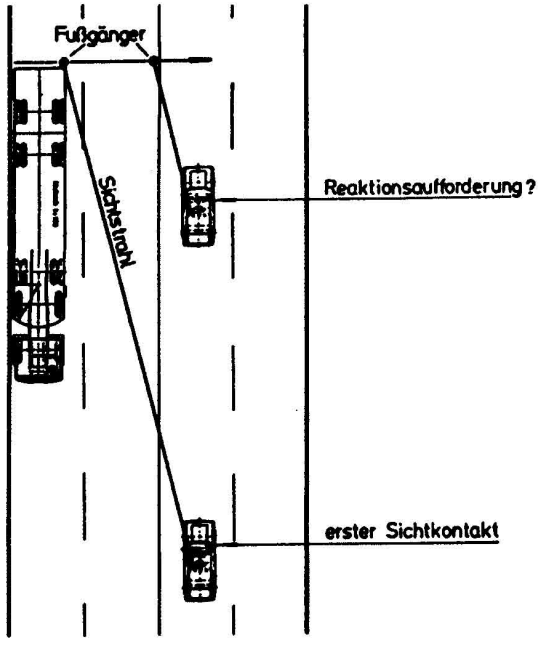


Bild 22

Ein Sichtkontakt besteht, wenn der Fußgänger hinter dem Lkw hervortritt. In diesem Beispiel wäre rechtlich zu würdigen, ob von dem Pkw-Fahrer bereits zu diesem Zeitpunkt eine Reaktion zu erwarten ist oder z.B. erst dann, wenn der Fußgänger die Fahrbahnmitte erreicht hat:

> Zwischen dem ersten Sichtkontakt und der Reaktionsaufforderung kann ein größerer Zeitraum liegen.

Der Techniker kann dem Juristen die Grundlagen für die Diskussion dieser Problematik liefern, indem er den Zeitpunkt des ersten Sichtkontakts rekonstruiert.
Dieser wird bestimmt durch 'Sichtgrenzen'.

Sichtgrenzen geben an, aus welcher Entfernung man den Unfallgegner erkennen kann.
Ein Unfall ist ein dynamischer Vorgang, bei dem sich die Positionen in Abhängigkeit von der Zeit verändern. Die Positionsveränderung wirkt sich auf die Sichtgrenzen aus; diese sind dynamisch und nicht statisch. Sie verändern sich also mit den Positionen der Unfallgegner.

Die Sicht kann begrenzt werden:
- durch Sichthindernissse,
- durch schlechte Sichtverhältnisse wie Nebel, Dunkelheit etc.

In diesem Kapitel sollen nur Sichtgrenzen behandelt werden, die durch Sichthindernisse bei Tageslicht entstehen. Dunkelheitsunfälle werden im Kapitel 4.3 untersucht.

Sichthindernisse bei Tageslicht können:
- ortsfest sein, z.B. eine Hausecke,
- oder beweglich, z.B. ein vorausfahrendes Fahrzeug.

Die Grundkonstruktion der Sichtgrenzen ist jeweils gleich.

4.2.1 Ortsfeste Sichthindernisse

Für das Verständnis der Konstruktion von Sichtgrenzen sind drei Begriffe relevant; sie werden daher im folgenden erläutert:

(1) Augpunktlinie

Bisher wurde im Weg-Zeit-Diagramm nur die Bewegungslinie des Kontaktpunkts eingezeichnet. Kontaktpunkt und Sitzposition des Fahrers sind aber in den wenigsten Fällen identisch; in gleichbleibendem Abstand von der Kontaktpunktlinie verläuft daher die Bewegungslinie der Augen. Der Abstand zwischen ihr und der Kontaktpunktlinie wird auf der Weg-Achse gemessen. Die Bewegungslinie der Augen nennen wir im folgenden Augpunkt- oder Auglinie.

Der Abstand der Auglinie von der Kontaktpunktlinie hängt ab von der Lage des Kontaktpunkts zur Augposition des Fahrers. Der Augpunktlinie im Weg-Zeit-Diagramm entspricht die Augpunktbahn in der Skizze (Bild 23).

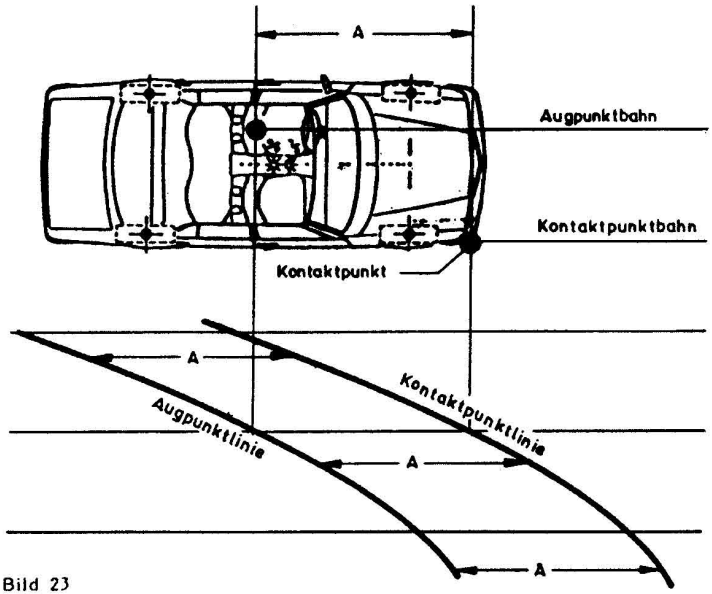


Bild 23

(2) Sichtpunktbahn

In Bild 24 nähert sich ein Pkw einer Einmündung. Durch ein Wohnhaus wird die Sicht auf den von rechts kommenden Verkehr behindert.
Wie weit der Pkw-Fahrer nach rechts in die Einmündung sehen kann (Einsehtiefe), hängt von der gewählten Bezugsbahn ab.
Wird als Bezugsbahn die Gehwegkante A gewählt, ist die Einsehtiefe - ausgehend von der Augpunktbahn - geringer, als wenn man die Gehwegkante B zugrunde legt. Die Bezugsbahn für die Einsehtiefe wird im weiteren Sichtpunktbahn genannt.

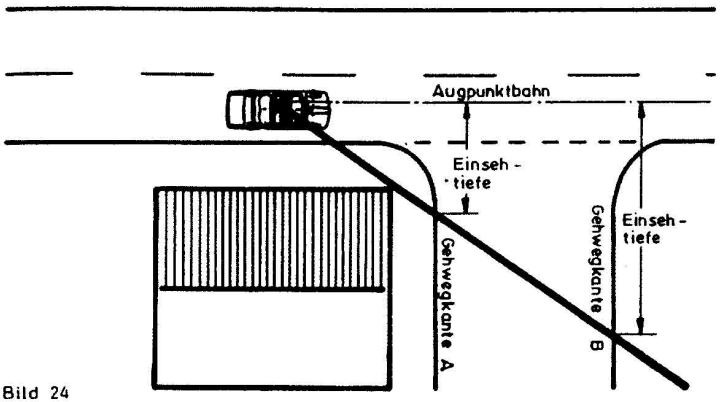


Bild 24

(3) Sichtschattenlinie

Aus Bild 25 geht hervor, daß die Einsehtiefe zunimmt, je mehr sich Pkw A der Hausecke nähert.
Die Abstände zwischen den Fahrzeugpositionen T_1, T_2 und T_3 sind gleich. Die Einsehtiefen s_1, s_2 und s_3 nehmen jedoch nicht-linear zu.

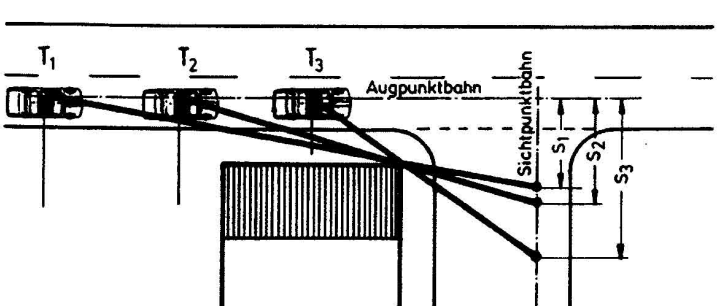


Bild 25

Überträgt man die Einsehtiefen in das Weg-Zeit-Diagramm, erhält man daher eine bogenförmige Linie; sie wird Sichtbegrenzungslinie oder auch Sichtschattenlinie genannt (Bild 26).

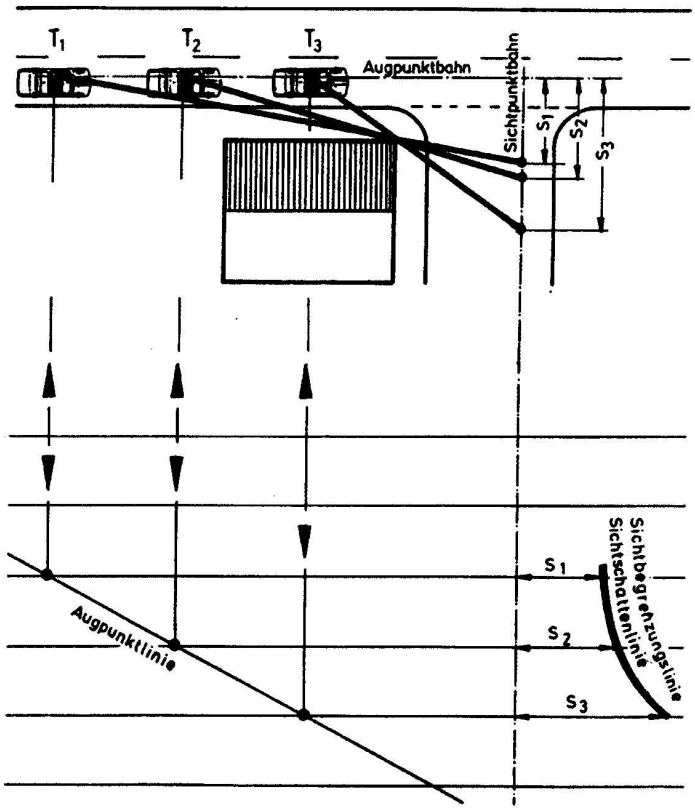


Bild 26

Der Verlauf der Sichtschattenlinie wird durch zwei Parameter bestimmt.

In Bild 27 liegt für Pkw B in Fahrbahnlängsrichtung die gleiche Augposition vor wie für Pkw A. Durch den größeren seitlichen Abstand zum Sichthindernis ist die Einsehtiefe s_B jedoch größer als die Einsehtiefe s_A.

Der seitliche Abstand zwischen Sichthindernis und Augpunktlinie bestimmt als 1. Parameter den Verlauf der Sichtschattenlinie.

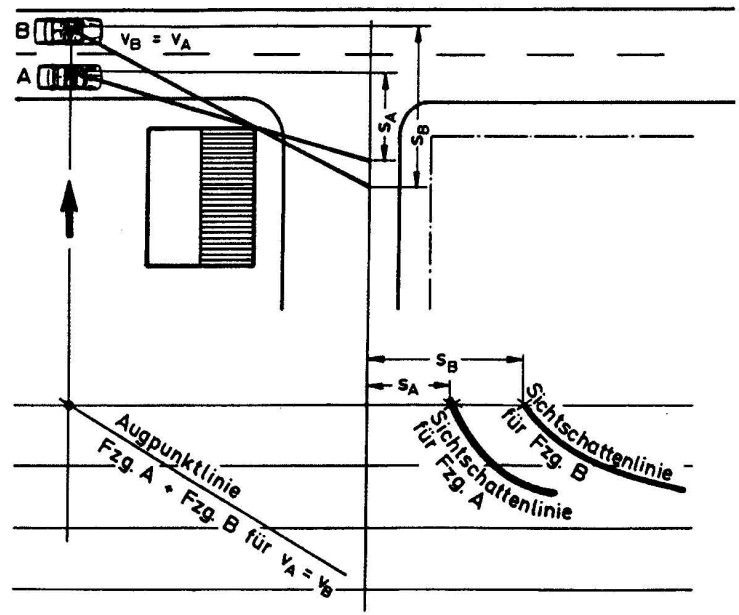


Bild 27

Unabhängig von der Geschwindigkeit ist die Einsehtiefe in bestimmten Fahrzeugpositionen gleich (Bild 28).
Ein Unterschied im Verlauf der Sichtschattenlinie ist allein dadurch gegeben, daß der Pkw diese Positionen zu verschiedenen Zeitpunkten einnimmt.

Die Geschwindigkeit ist also der 2. Parameter, der den Verlauf der Sichtschattenlinie bestimmt.

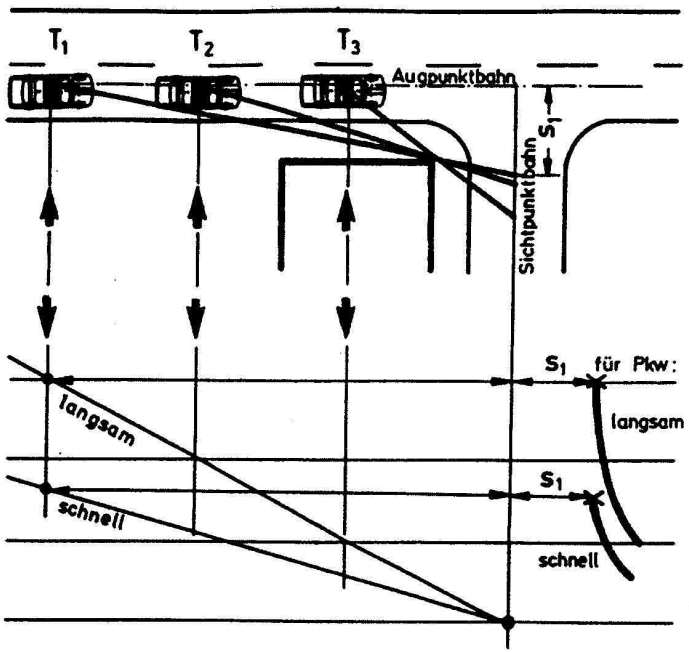


Bild 28

Beispiel:

Unter Punkt 3.1.5 wurde beschrieben, wie die Bewegungen der Kollisionspartner im Weg-Zeit-Diagramm dargestellt und miteinander verknüpft werden.
Normalerweise reichen für die Vermeidbarkeits-Betrachtung die Bewegungslinien der Kontaktpunkte.
Geht es um Sichtprobleme, müssen aber noch die Augpunkt- und die Sichtpunktlinie konstruiert werden.

In Bild 29 wird eine Kollision dargestellt.
Am Fahrzeug A liegt der Kontaktpunkt an der vorderen rechten Fahrzeugecke, am Fahrzeug B am Hinterrad. Fahrer A würde zuerst die Front von Fahrzeug B hinter dem Sichthindernis hervorkommen sehen, in diesem Beispiel genau die vordere rechte Ecke.
Der zuerst sichtbar werdende Punkt wird 'Sichtpunkt' genannt. Er bewegt sich auf der Sichtpunktbahn.

Für die Konstruktion der Sichtschattenlinie muß man den fiktiven Kontaktpunkt P* von Pkw B konstruieren, indem man das Lot vom Kollisionspunkt P auf die Sichtpunktbahn fällt.

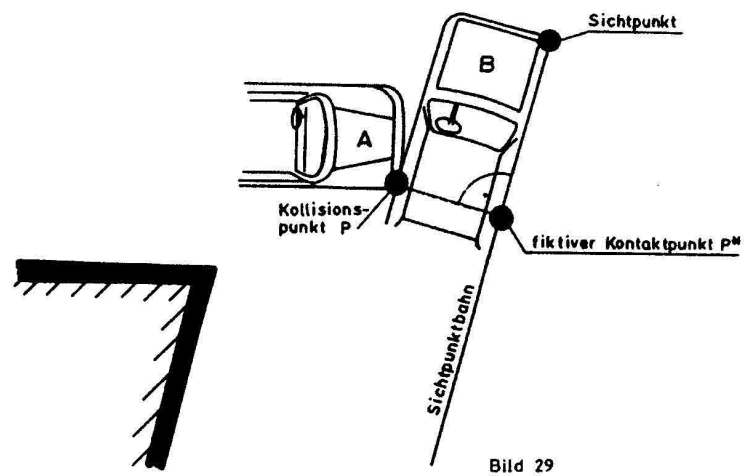


Bild 29

Nun werden in die Skizze für verschiedene Positionen des Fahrzeugs A vor der Kollision Sichtstrahlen eingezeichnet, die an der Sichtkante entlangführen.

Bild 30 zeigt einen Sichtstrahl für den Zeitpunkt T. Dieser bildet mit der Sichtpunktbahn einen Schnittpunkt, der von dem fiktiven Kontaktpunkt die Strecke S* entfernt ist.

Mit Hilfe dieser Strecke kann man nun den entsprechenden Punkt der Sichtschattenlinie im Weg-Zeit-Diagramm konstruieren. Man muß dazu die Strecke S* auf der Zeitlinie T' abtragen, und zwar auf der Seite der Kollisionslinie, auf der die Bewegungsbahn des Fahrzeugs verläuft, für das man die Sichtschattenlinie konstruiert.

In Bild 30 wird die Strecke S* auf der rechten Seite der Kollisionslinie (Bewegungsbahn von Fahrzeug B) abgetragen.

Auf die gleiche Art werden weitere Punkte ermittelt, die verbunden schließlich die Sichtschattenlinie bilden.

Der Sichtpunkt (vordere rechte Ecke von Fahrzeug B) liegt im Abstand L vor dem fiktiven Kontaktpunkt P*. In diesem Abstand eilt er dem Kontaktpunkt von Pkw B voraus.
Im Weg-Zeit-Diagramm muß deshalb die Sichtpunktlinie im Abstand L vor der Kontaktpunktlinie liegen.

Die Sichtpunktlinie bildet mit der Sichtschattenlinie einen Schnittpunkt. Dieser entpricht dem Zeitpunkt des ersten Sichtkontakts.

In unserem Beispiel schneiden sich Sichtschattenlinie und Sichtpunktlinie -2,2 s vor der Kollision: das Fahrzeug B wird erstmals für den Fahrzeugführer A sichtbar.

Dagegen kann Fahrer A das linke Hinterrad von Fahrzeug B (Kontaktpunkt) erst -1,5 s vor der Kollision sehen (Schnittpunkt Kontaktpunktlinie/Sichtschattenlinie).

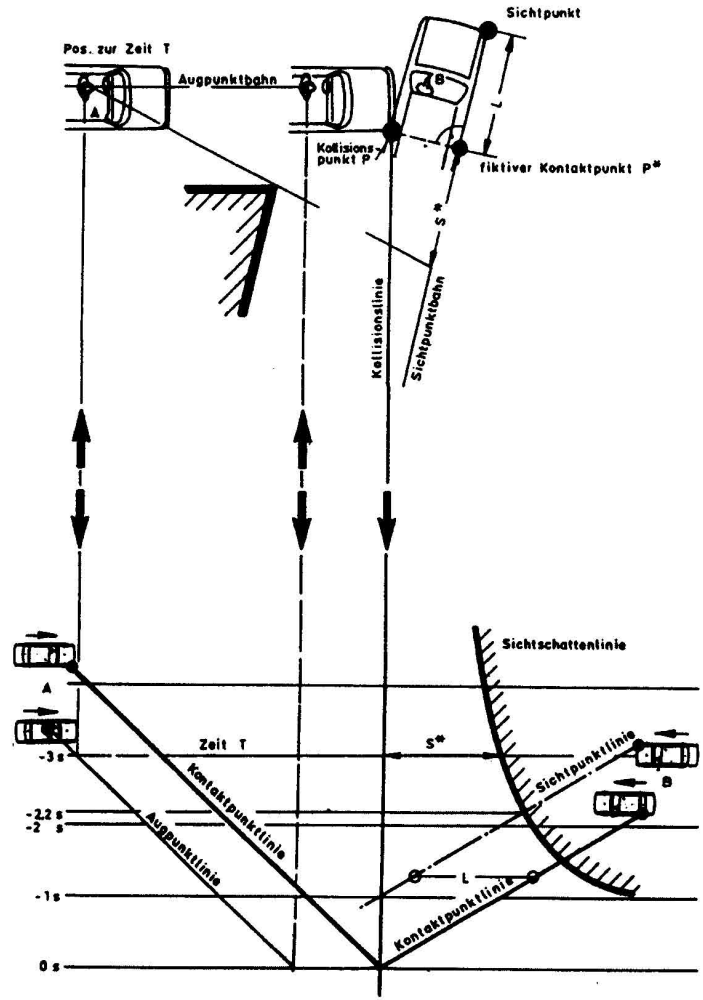


Bild 30

4.2.2 Beispiel: Unfall an einer Kreuzung

An einer Kreuzung kommt es zur Kollision zwischen einem Sattelzug und einem Pkw (Bild 31). Der Sattelzug fährt, ohne anzuhalten, auf die übergeordnete Straße.
Durch die Geschwindigkeits-Rückrechnung und die Auswertung der Diagrammscheibe erhält man folgende Kollisionsgeschwindigkeiten:

Pkw: V_K = 45 - 60 km/h,

Lkw: V_K = 25 - 30 km/h.

Die Ausgangsgeschwindigkeit des Pkws differiert zwischen 65 km/h und 70 km/h. Die zulässige Höchstgeschwindigkeit liegt bei 70 km/h.
Da man nicht ohne weiteres beurteilen kann, ob der Pkw-Fahrer eine Blickbewegung vollziehen mußte, um die Gefahr erkennen zu können, ist die Reaktionsdauer zwischen 1,0 s und 1,5 s zu variieren. Man erhält daher verschiedene Reaktionsorte:

Der Reaktionsort, der vom Kollisonsort am weitesten entfernt ist, liegt bei 42 m, die kürzeste Entfernung beträgt 30,6 m.

Aus dem Weg-Zeit-Diagramm (Bild 31) kann man ablesen, daß der Pkw diese Orte zu verschiedenen Zeitpunkten durchfahren hat:

Die Reaktionszeitpunkte variieren zwischen 2,3 s und 1,7 s vor der Kollision. In diesem Zeitraum hat der Pkw-Fahrer auf den Lkw reagiert.

Es stellt sich nun die Frage, ob der Pkw-Fahrer auch früher hätte reagieren können.

Um diese Frage beantworten zu können, muß man wissen, wann der Lkw in den Sichtbereich des Pkws eingefahren ist.

Im Weg-Zeit-Diagramm (Bild 31) sind die Bewegungslinien für die Kontaktpunkte dargestellt. Beim Pkw liegt der Kontaktpunkt an der Mitte der Fahrzeugfront, beim Sattelzug an der letzten Achse der Zugmaschine.

In der weiteren Rekonstruktion des Unfalls muß man nun die Frage beantworten, zu welchem Zeitpunkt der Sattelzug die Sichtschattenlinie durchstoßen hat.

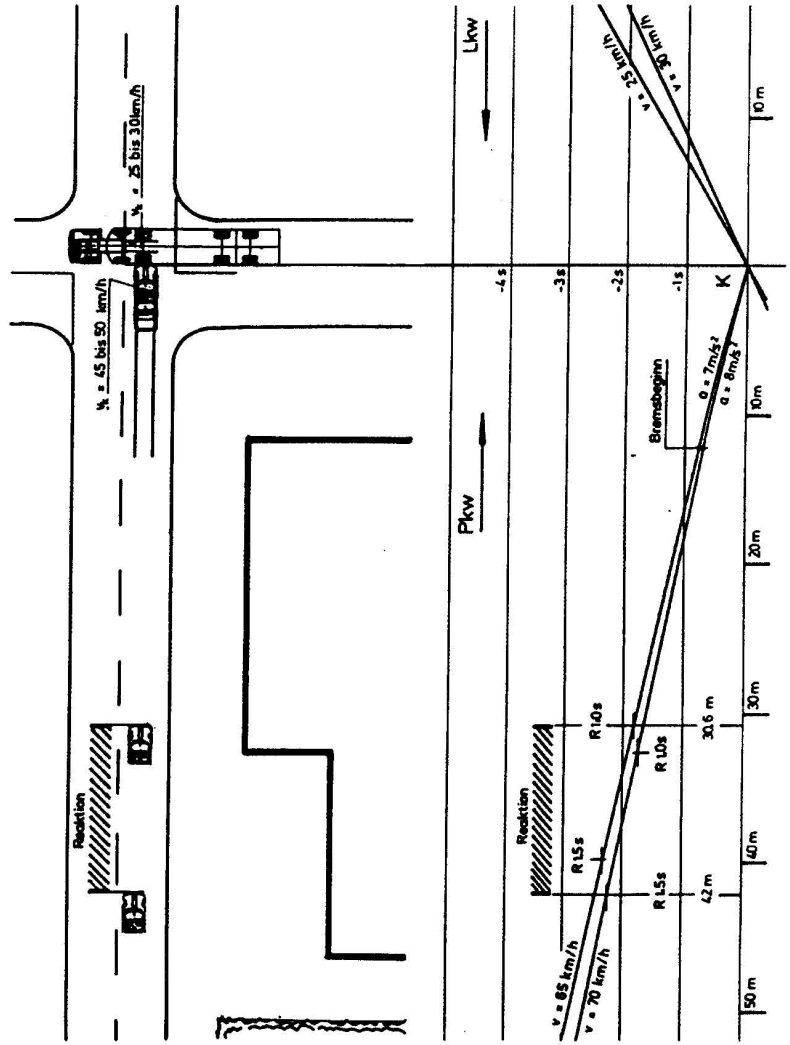


Bild 31

Für die Pkw-Geschwindigkeit von 65 km/h ist in Bild 33 die Konstruktion der Sichtschattenlinie gezeigt.
Die Höhe der Lkw-Geschwindigkeit beeinflußt den Verlauf der Sichtschattenlinie nicht.

Der Pkw-Fahrer sieht zuerst die vordere rechte Ecke des Sattelzugs; ihre Bewegungsbahn muß man daher als Sichtpunktbahn wählen.

Die Augposition des Pkw-Fahrers ist gegenüber dem Kontaktpunkt um die Strecke S_{Pkw} zurückversetzt (Bild 33). Im Weg-Zeit-Diagramm eilt darum die Augpunktlinie der Bewegungslinie des Kontaktpunkts um die Strecke S_{Pkw} nach.
Auf der Augpunktlinie legt man im Weg-Zeit-Diagramm in Abständen von 0,5 s die einzelnen Augpositionen fest. Diese werden auf die Augpunktbahn in der maßstäblichen Zeichnung hochgelotet. Von den Schnittpunkten aus zieht man Sichtstrahlen an der Hausecke vorbei bis zur Sichtpunktbahn (Bild 33).

Zur Konstruktion der Sichtschattenlinie müssen die Entfernungen zwischen dem fiktiven Kontaktpunkt P* und den Schnittpunkten von Sichtstrahlen und Sichtpunktbahn in das Weg-Zeit-Diagramm übertragen werden. Das kann durch Abmessen oder auf zeichnerischem Weg geschehen.

Bild 32 zeigt letztere Möglichkeit:

Der Schnittpunkt X des Sichtstrahls mit der Sichtpunktbahn wird auf die Kontaktpunktbahn gelotet (Punkt X'). Vom Kollisionspunkt P ausgehend kann man dann den Schnittpunkt X' in die Waagerechte projizieren und anschließend in das Weg-Zeit-Diagramm loten.

Der Schnittpunkt mit der Zeitlinie T' liefert einen Punkt der Sichtschattenlinie.

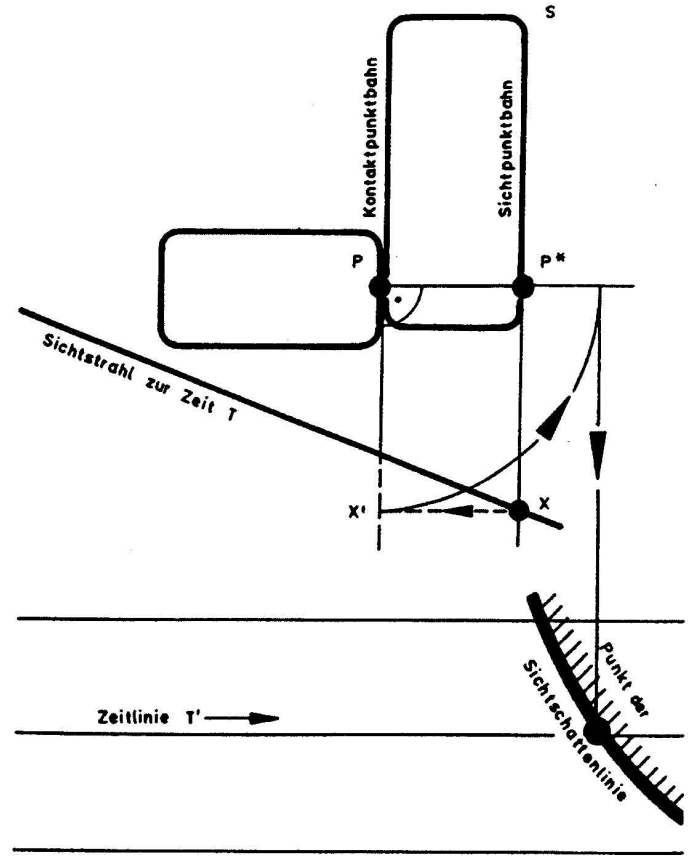


Bild 32

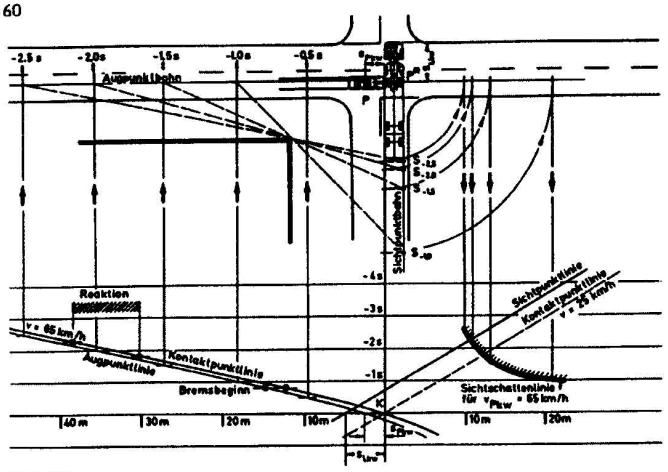


Bild 33

Es war die Frage zu klären, wann der Lkw-Kontaktpunkt in den Sichtbereich des Pkw-Fahrers fährt.
Die Lkw-Front eilt dem Kontaktpunkt um die Strecke S_{Lkw} voraus. Dementsprechend ist in das Weg-Zeit-Diagramm die Bewegungslinie der Lkw-Front in das einzuzeichnen. Der Zeitpunkt des ersten Sichtkontakts liegt vor, wenn die Bewegungslinie der Lkw-Front die Sichtschattenlinie durchstößt.
Das geschah 2,3 s vor der Kollision (Bild 33).

Fazit: Der Pkw-Fahrer hat 1,8 s bis 2,3 s vor der Kollision reagiert. Die vordere rechte Ecke des Lkws wurde gerade 2,3 s vor der Kollision sichtbar. Die Reaktion erfolgte, als der Pkw-Fahrer zum erstenmal den Pkw sehen konnte bzw. 0,5 s danach. Zum Reaktionszeitpunkt taucht die Lkw-Front also entweder gerade hinter der Mauerecke auf oder sie lugte 3,5 m hinter der Mauerecke hervor.
Spricht man dem Fahrer zur Erfassung des Lkws eine Blickbewegung zu, vergrößert sich die Reaktionsdauer auf 1,5 s. In diesem Fall konnte er gar nicht früher reagieren, da der Lkw im Zeitraum vor -2,3 s noch außerhalb seines Sichtbereichs fuhr.

4.2.3 Bewegte Sichthindernisse

In Bild 34 fährt Pkw A seitlich nach links versetzt hinter dem Kastenwagen B. Vor B überquert ein Fußgänger die Fahrbahn. In der linken Fahrspur kommt es zur Kollision zwischen Pkw A und dem Fußgänger.

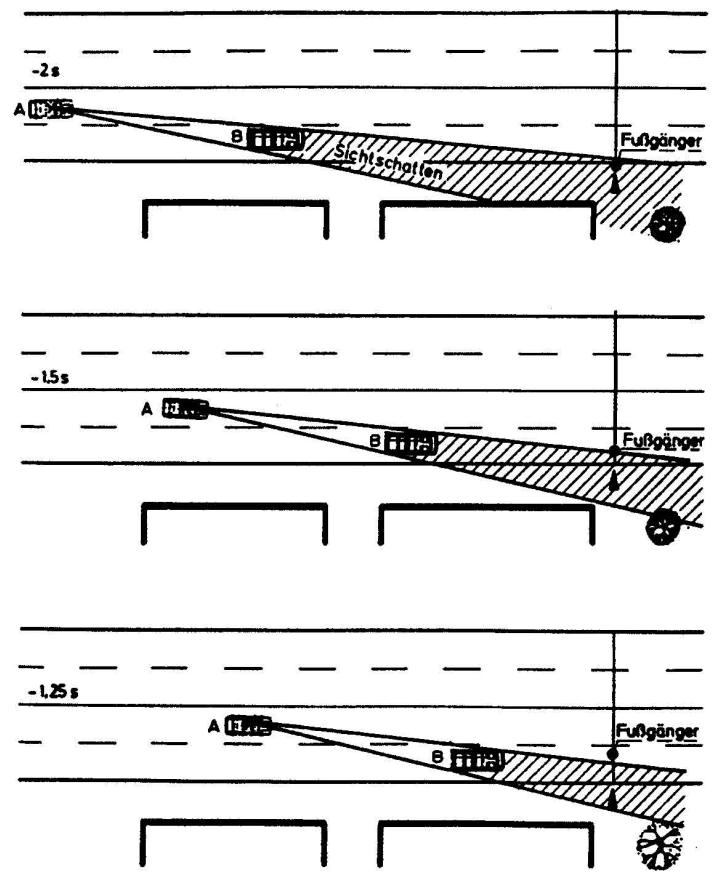


Bild 34

Es soll überprüft werden, ob A den Fußgänger erst wahrnehmen konnte, als dieser sich kurz vor der linken Fahrspur befand.
A behauptet nämlich, das vorausfahrende Fahrzeug habe die Sicht auf den Fußgänger versperrt.

Bild 34 gibt die Situation zu drei verschiedenen Zeitpunkten vor der Kollision wieder.
Der schraffierte Bereich (Sichtschatten) ist aufgrund der Konturen des vorausfahrenden Hindernisfahrzeugs für A nicht einsehbar.
Der Sichtschatten wird durch zwei Sichtstrahlen begrenzt, die an der vorderen linken und der hinteren rechte Ecke des Kastenwagens vorbeiführen.

-2 s vor der Kollision bewegt sich der Fußgänger im Sichtschatten; erst etwa -1,5 s vor der Kollision tritt er aus diesem heraus. Zum Zeitpunkt -1,25 s ist der Fußgänger kurz vor der linken Fahrspur und geht außerhalb des Sichtschattens.
Im Zeitraum von -1,25 s bis -1,5 s vor der Kollision hat der Fußgänger fast die linke Fahrspur erreicht: der Pkw-Fahrer kann ihn erkennen und evtl. reagieren.

Um zu überprüfen, wann der Pkw-Fahrer A den Fußgänger zuerst sehen konnte, wird im Weg-Zeit-Diagramm (Bild 35) ein Sichtschattenfeld konstruiert. Zwei Sichtschattenlinien begrenzen dieses Sichtschattenfeld, das zu den einzelnen Zeitpunkten jeweils so breit ist wie der Sichtschatten an der Bewegungsbahn des Fußgängers.

Wie man ein Punktepaar eines Sichtschattenfeld konstruiert, verdeutlicht Bild 35.

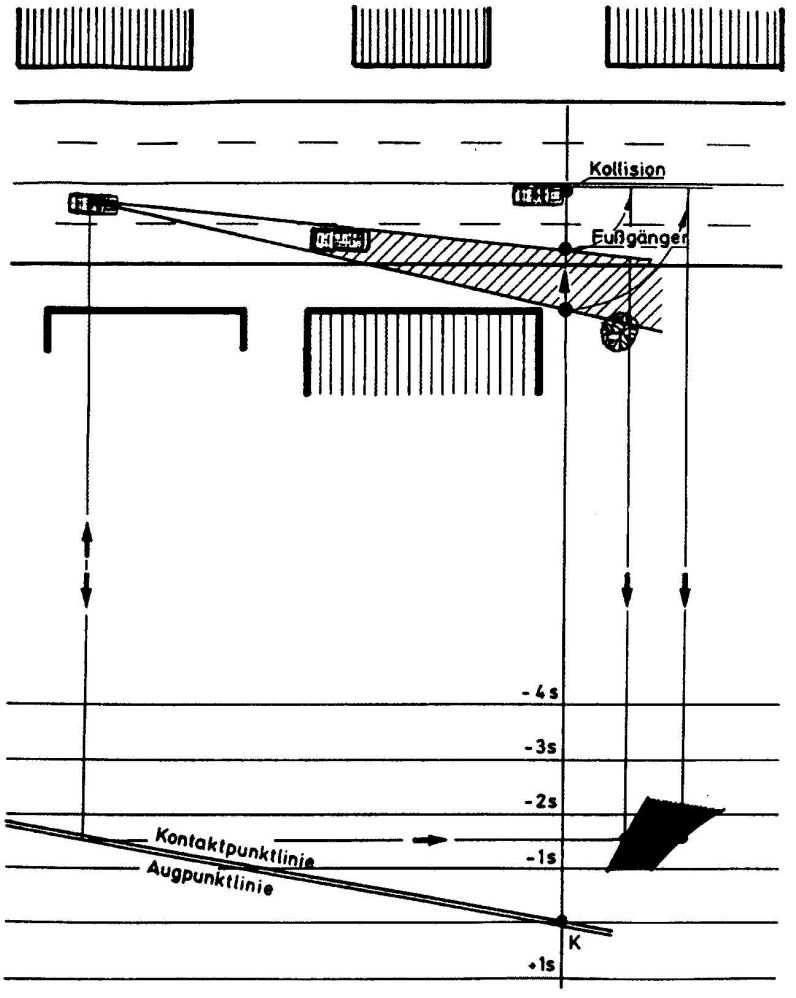


Bild 35

Geht man davon aus, daß der Pkw-Fahrer keine Blickzuwendung benötigte, um den Fußgänger zu erkennen, verblieben ihm noch 0,25 s, um sein Fahrzeug anzuhalten. Diese Zeit reicht aber unter normalen Bedingungen für ein derartiges Manöver nicht aus.
Bild 36 zeigt das für die Beurteilung erstellte Weg-Zeit-Diagramm.

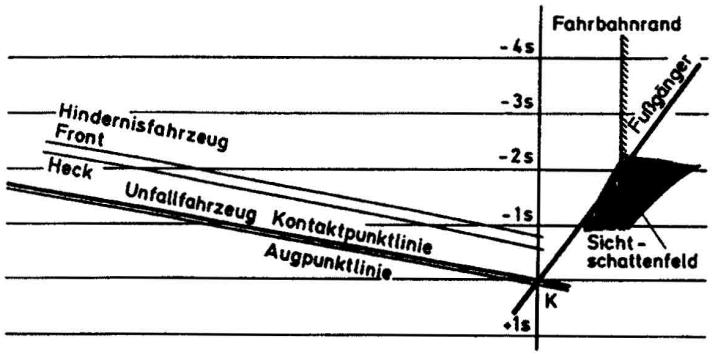


Bild 36

Das Problem liegt in diesen Fällen in der Einarbeitung des Hindernisfahrzeugs in den Unfallablauf. Da es an der Kollision nicht beteiligt ist, kann die Geschwindigkeit häufig nicht berechnet und seine Position nicht exakt festgelegt werden. Man ist auf die Aussagen des Fahrers oder der Zeugen angewiesen.

In unserem Beispiel hatte B den Kollisionsort bereits passiert, als es zum Unfall kam. Es ist möglich, daß der Unfall von B gar nicht registriert wurde; seine Aussage steht dann nicht zur Verfügung. In solchen Fällen liegt häufig nur die Aussage des Unfallfahrers über die Bewegung des Hindernisfahrzeugs vor.
Ohne weitere Hinweise läßt sich daraus die Geschwindigkeit nur sehr ungenau eingrenzen, da der Schätzfehler im allgemeinen sehr groß ist.

4.3 Unfälle bei Dunkelheit

Bei nächtlichen Unfällen zwischen Fußgängern und motorisierten Fahrzeugen findet man häufig in den überlieferten Spuren keine Anhaltspunkte für eine Reaktion des Fahrers vor der Kollision.

Reagierte der Fahrer zu spät oder konnte er den Fußgänger nicht rechtzeitig erkennen ?

In der Literatur werden drei typische Unfallsituationen zwischen 'unbeleuchteten Fußgängern' und Fahrzeugen ausführlich beschrieben (SCHIMMELPFENNIG/HEBING 1984; SCHIMMELPFENNIG 1983).
Ihre Diskussion auf den folgenden Seiten soll zeigen, wie man die obengenannten Fragen zur rechtzeitigen Reaktion im Weg-Zeit-Diagramm klären kann.

4.3.1 Unfälle auf einer unbeleuchteten trockenen Straße

Befährt ein Fahrzeug bei Dunkelheit eine unbeleuchtete Straße, wird die Fahrbahn und der nähere Bereich nur durch das Licht der eigenen Scheinwerfer ausgeleuchtet. Die Erkennbarkeit eines Fußgängers oder eines anderen unbeleuchteten Objekts hängt ab von der Beleuchtungsstärke, die durch die eigenen Scheinwerfer erzielt wird, und vom Reflexionsgrad des Objekts.

Kann man nur mit Abblendlicht fahren, wird die Fahrbahn nur auf einer relativ kurzen Entfernung ausgeleuchtet. Die im Handel erhältlichen Fahrzeuge sind mit asymmetrischem Abblendlicht ausgerüstet.
Für die Verteilung des Lichts müssen bei asymmetrischem Abblendlicht verschiedene Kriterien erfüllt sein, die in den ECE-Normen R2 und R20 festgehalten sind. Vereinfacht dargestellt bedeutet das für Fahrzeuge, die im Rechtsverkehr fahren:

> Der rechte Fahrbahnrand wird weiter ausgeleuchtet als die linke Seite der Straße. Grund: Der Gegenverkehr soll nicht geblendet werden.

Man erkennt das besonders gut an den Kurven gleicher Beleuchtungsstärke, die auf der Fahrbahn gemessen werden.

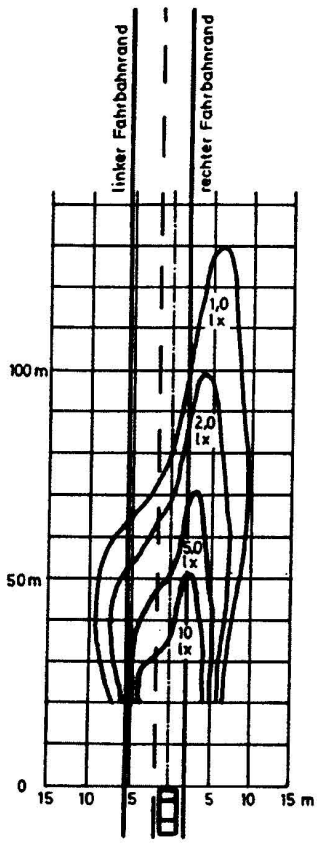


Bild 37

Isoluxkurven

Bild 37 zeigt derartige Isolux-Kurven für H4-Lampen. Während am rechten Fahrbahnrand die Beleuchtungsstärke von 1,0 lx bei 100 m vorliegt, trifft man diese am linken Fahrbahnrand nur noch in 65 m Entfernung an.

Wenn man die Erkennbarkeit eines Fußgängers beurteilt, muß man also unterscheiden, ob sich dieser von links oder von rechts vor das Fahrzeug bewegt. Je weiter links sich der Fußgänger befindet, desto kleiner muß der Abstand zwischen Fahrzeug und Fußgänger sein, damit dieser vom Fahrer wahrgenommen werden kann.

Ein weiterer Parameter für die Größe der Erkennbarkeits-Entfernung ist die Art der Kleidung. SCHMIDT-CLAUSSEN hat für dunkle und helle Kleidung Erkennbarkeits-Entfernungen veröffentlicht (Diagramm Bild 38); diese wurden durch Fahrversuche ermittelt.

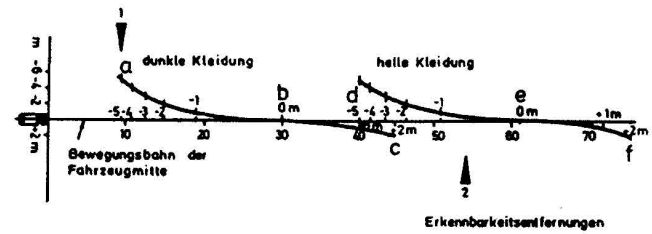


Bild 38

Dieses Diagramm ist so zu lesen:

Nehmen wir an, ein dunkel gekleideter Fußgänger überquert aus der Sicht des Fahrers von links nach rechts die Straße (Richtungspfeil 1). In der Position a ist er 5 m links von der Bewegungslinie der Fahrzeugmitte entfernt; der Fahrer kann ihn erst aus 10 m Entfernung wahrnehmen.
In der Position b steht der Fußgänger genau vor der Fahrzeugmitte, die Erkennbarkeits-Entfernung vergrößert sich auf 30 m.
Geht der Fußgänger aber von rechts nach links über die Straße (Richtungspfeil 2) und ist er 2 m rechts von der Bewegungsbahn der Fahrzeugmitte entfernt (Position c), kann der Fahrer ihn bereits aus ca. 45 m Entfernung erkennen.
Bei heller Kleidung vergrößert sich die Erkennbarkeits-Entfernung (vgl. Positionen d,e,f).

Im Diagramm haben Positionen rechts von der Bewegungsbahn der Fahrzeugmitte positive Vorzeichen, Positionen links von dieser Bahn dagegen negative.

Die Abhängigkeit der Erkennbarkeits-Entfernung von der Position des Fußgängers in Querrichtung stellt sich im Weg-Zeit-Diagramm durch eine besondere Sichtschattenlinie dar; sie wird **E**rkennbarkeits-**Z**eit-**W**eg-Kurve (**EZW**-Kurve) genannt.
Bei ihrer Konstruktion geht man so vor:
Nehmen wir an, ein dunkel gekleideter Fußgänger überquert aus der Sicht eines Pkw-Fahrers eine unbeleuchtete Straße von links nach rechts.
Aus Bild 38 kann man ablesen, daß der Pkw-Fahrer ca. 13 m vor der Überquerstelle den Fußgänger hätte erkennen können, vorausgesetzt der Fußgänger befand sich zu dieser Zeit 3 m links von der Fahrzeugmitte (Bild 39).

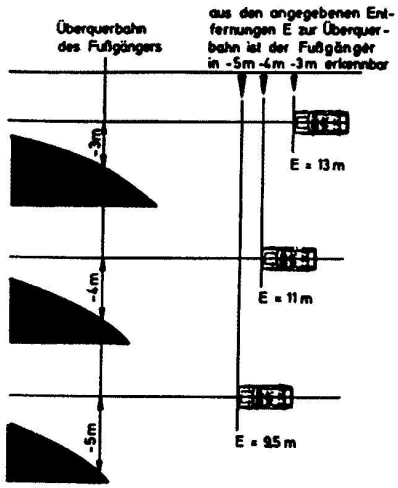


Bild 39

Wenn sich das Fahrzeug der Überquerstelle auf 11 m genähert hätte, wäre der Fußgänger schon in einer Querposition von 4 m erkennbar geworden.
Um ihn 5 m links von der Fahrzeugmitte erkennen zu können, hätte sich der Pkw bis auf ca. 9,5 m nähern müssen.

Im Weg-Zeit-Diagramm werden die Bewegungslinien (Kontaktpunktlinien) am Kollisionsort verknüpft. Die angebenen Querpositionen beziehen sich auf die Fahrzeugmitte. Liegt der Kontaktpunkt nicht auf der Fahrzeugmitte, muß der Abstand 'Fahrzeugmitte - Kontaktpunkt' bei der Konstruktion der EZW-Kurve berücksichtigt werden.

In Bild 40 wird ein Beispiel gezeigt, bei dem der Fußgänger 0,8 m rechts von der Fahrzeugmitte getroffen wurde (Position +0,8 m).
Da sich im Weg-Zeit-Diagramm die Bewegungslinien auf den Kontaktpunkt beziehen, müssen auch die EZW-Kurven zum Kontaktpunkt in Relation gesetzt werden.
Also sind die Querpositionen um den Abstand Kontaktpunkt - Fahrzeugmitte zu korrigieren (Positionslinien A).
Die Fußgängerquerpositionen werden in den zugehörigen Erkennbarkeits-Entfernungen auf der Weg-Achse notiert (B).
In Höhe der Erkennbarkeits-Entfernungen muß man nun senkrechte Linien zeichnen; diese schneiden die Bewegungslinie des Pkws in den Punkten C.
Dadurch erreicht man die zeit-weg-mäßige Verknüpfung der einzelnen Fußgänger-Erkennbarkeits-Positionen mit der Fahrzeugbewegung.

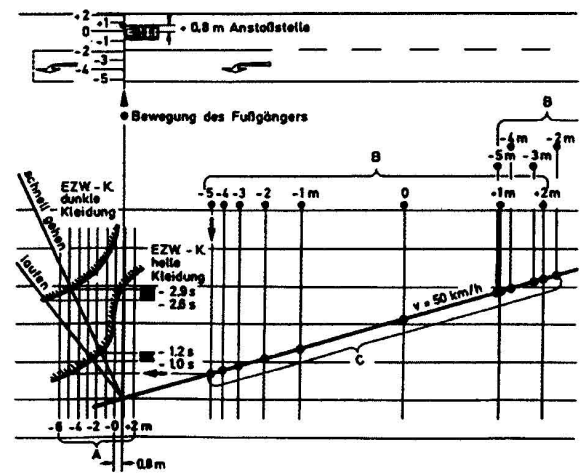


Bild 40

Nun muß man durch die Schnittpunkte C eine waagerechte Linie legen; diese bildet mit den senkrechten Positionslinien des Fußgängers Schnittpunkte.
Die Verbindung dieser Schnittpunkte liefert die Erkennbarkeits-Zeit-Weg-Kurven für einen dunkel und einen hell gekleideten Fußgänger.

In dem Beispiel aus Bild 40 wäre ein dunkel gekleideter Fußgänger, der von links schnell vor den Pkw geht, 1,2 s vor der Kollision erkennbar gewesen. Wenn er gelaufen wäre, hätte der Pkw-Fahrer ihn 1,0 s vor der Kollision sehen können.
Die Kollision fällt an das Ende der Reaktionsdauer, und es wundert nicht, daß der Fahrer vor der Kollision keine Blockierbremsung eingeleitet hat. Ein hell gekleideter Fußgänger aber wäre zwischen 2,6 s und 2,9 s vor der Kollision in den Sichtbereich gelangt; der Fahrer hätte in diesem Fall mit einer Notbremsung reagieren können.

Aus Bild 40 geht hervor, daß die Lage der Punkte C, und damit der Verlauf der EZW-Kurven, abhängt von der Lage der Pkw-Bewegungslinie im Weg -Zeit-Diagramm. Genau wie bei den unter 3.2 beschriebenen Sichthindernissen beeinflußt die Fahrzeuggeschwindigkeit den Zeitpunkt der Erkennbarkeit des Unfallgegners.
Am Beispiel eines dunkel gekleideten Fußgängers wird der unterschiedliche Verlauf der EZW-Kurven für Pkw-Geschwindigkeiten von 50 km/h und 70 km/h in Bild 41 dargestellt.
Je höher die Geschwindigkeit des Unfallfahrers ist, desto weniger Zeit steht ihm für eine Abwehrhandlung zur Verfügung, da der beleuchtete Abschnitt der Fahrbahn in immer kürzerer Zeit durchfahren wird.

Man erkennt an diesem Beispiel, wie gut das Weg-Zeit-Diagramm geeignet ist, um die Verknüpfung von relevanten Daten plastisch darzustellen:

Durch die Einarbeitung von lichttechnischen Grundlagen in das Weg-Zeit-Diagramm können die statischen Daten der Lichttechnik dem dynamischen Ablauf des Unfalls zugeordnet werden.

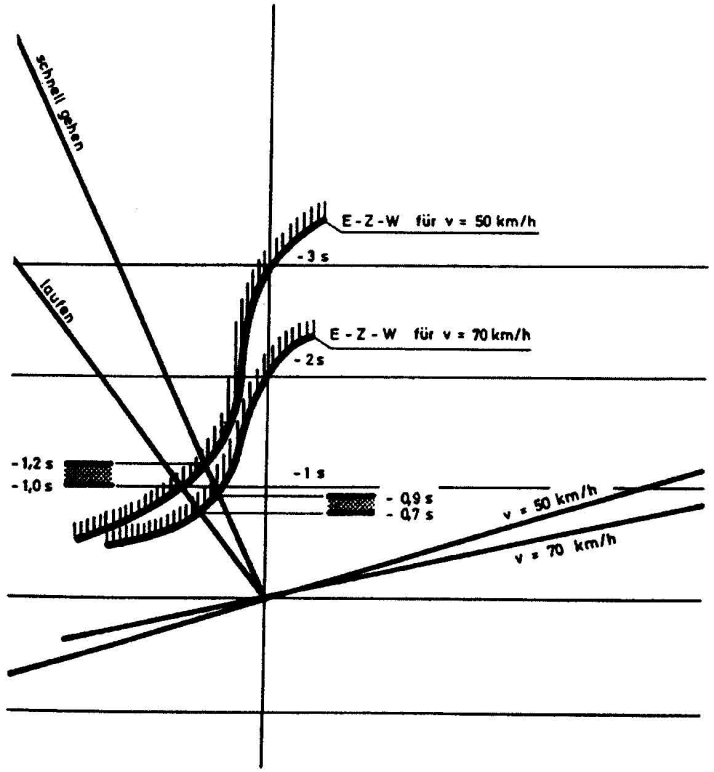


Bild 41

4.3.2 Unfälle auf einer beleuchteten nassen Straße

Bei der Auslegung der Straßenbeleuchtung versucht man, ein gewisses Helligkeitsniveau und eine bestimmte Gleichmäßigkeit in der Fahrbahnausleuchtung zu erreichen. Solange die Straße das auftreffende Licht nach allen Seiten hin gleichmäßig reflektiert, läßt sich das auch realisieren.
Die Straße muß daher trocken sein.
Bei nasser Fahrbahn ist die Reflexion nicht mehr diffus, sondern gerichtet. Es bilden sich sogenannte Glanzstreifen aus, in denen sich das auftreffende Licht im Wasserfilm zum Beobachter hin spiegelt.
Bewegt sich ein Fußgänger innerhalb des Glanzstreifens, ist er aufgrund der Silhouettenwirkung deutlich erkennbar. Der Raum zwischen den Glanzstreifen ist aber absolut dunkel und wird daher als Tarnzone bezeichnet.

Ein Fußgänger, der in einer Tarnzone geht, kann nur sehr schwer oder gar nicht erkannt werden, zumal der Pkw-Fahrer von den benachbarten Glanzstreifen noch zusätzlich geblendet wird.

Die Glanzstreifen bilden sich vom Fußpunkt der Leuchtquelle zum Augpunkt des Beobachters aus und verändern ihre Lage, wenn sich der Beobachter bewegt.

In Bild 42 sind drei Pkw-Positionen und die Veränderung des Glanzstreifenverlaufs für den Beleuchtungskörper L_1 eingezeichnet. Aus den unterschiedlichen Entfernungen a_0, a_1 und a_2 zum Kollisionspunkt resultiert die im Weg-Zeit-Diagramm eingetragene Wanderung des Glanzstreifens L_1. Der Glanzstreifenverlauf für den weiter entfernt liegenden Beleuchtungskörper L_2 ist auf die gleiche Art zu bestimmen.

Bei der angegebenen Bewegungsgeschwindigkeit betritt der Fußgänger die Fahrbahn 2 s vor der Kollision. Er bewegt sich innerhalb der Tarnzone (gepunktetes Feld Bild 42): der Fahrer kann ihn nicht wahrnehmen. Erst 0,2 s vor der Kollision tritt der Fußgänger in den Glanzstreifen L_2 ein.

Zwischen Kollision und der durch die Silhouettenwirkung ausgehenden Reaktionsaufforderung ist nur ein Zeitraum von 0,2 s vorhanden.

Fazit: Der Fahrer kann frühestens 0,2 s vor der Kollision reagieren; der Unfall ist für ihn unvermeidbar, wenn er mit 50 km/h fahren durfte.

Die Lage des Glanzstreifens wird durch die Pkw-Geschwindigkeit bestimmt. Bei einer anderen Pkw-Geschwindigkeit und natürlich auch bei einer anderen Fußgänger-Geschwindigkeit ergeben sich für die Reaktionsaufforderung andere Ergebnisse.
Wenn der Fußgänger z.B. stets innerhalb eines Glanzstreifens geht, kann der Pkw-Fahrer ihn schon zu dem Zeitpunkt erkennen, an dem er die Fahrbahn betritt, und rechtzeitig eine Notbremsung einleiten.

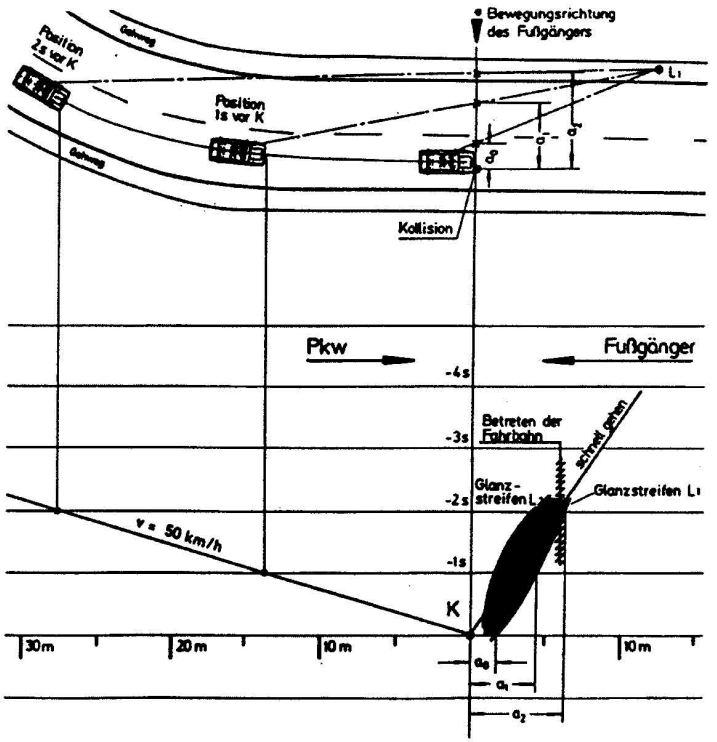


Bild 42

4.3.3 Unfall auf einer unbeleuchteten Straße bei Gegenverkehr

Durch das Licht entgegenkommender Fahrzeuge wird ein Fahrzeugführer geblendet. Läuft ein Fußgänger vor dem Blendfahrzeug aus der Sicht des späteren Unfallfahrers von links nach rechts über die Fahrbahn, so verdeckt er kurzzeitig die Scheinwerfer des Blendfahrzeugs. Sein Körper wird als Silhouette für den Fahrer sichtbar. Diese Silhouettenwirkung könnte eine Reaktionsaufforderung sein.

Durch die Bewegungen des Unfallfahrzeugs und des Blendfahrzeugs verändert sich der Verlauf der Blendstrahlen ständig.
Die Änderung der Blendstrahlenlage kann zeit-weg-mäßig erfaßt und im Weg-Zeit-Diagramm dargestellt werden.
Das geht aber nur dann, wenn man die Fahrgeschwindigkeit des Blendfahrzeugs festlegt und einen Verknüpfungspunkt mit der Bewegung des Fußgängers oder Unfallfahrzeugs definiert (Bild 44).

Bei der Konstruktion der Blendlinien für den linken und rechten Scheinwerfer muß man so vorgehen.
Jeder Scheinwerfer hat Eckpunkte (Bild 43).

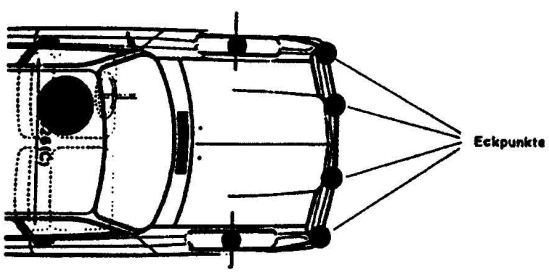


Bild 43

Diese Eckpunkte sind durch Sichtstrahlen mit den Augpositionen des Unfallfahrers zu verbinden (Bild 44).

Für den betrachteten Zeitpunkt sind der Kollisionslinie entlang die Entfernungen a_1 bis a_4 auszumessen; diese entsprechen den Abständen zwischen Kollisionspunkt und den vier Sichtstrahlen. Die Entfernungen a_1 bis a_4 müssen im Weg-Zeit-Diagramm auf der Weg-Achse abgetragen und mit den Zeit-Hilfslinien zum Schnitt gebracht werden. In Bild 44 ist das für den Zeitpunkt -1 s gezeigt.

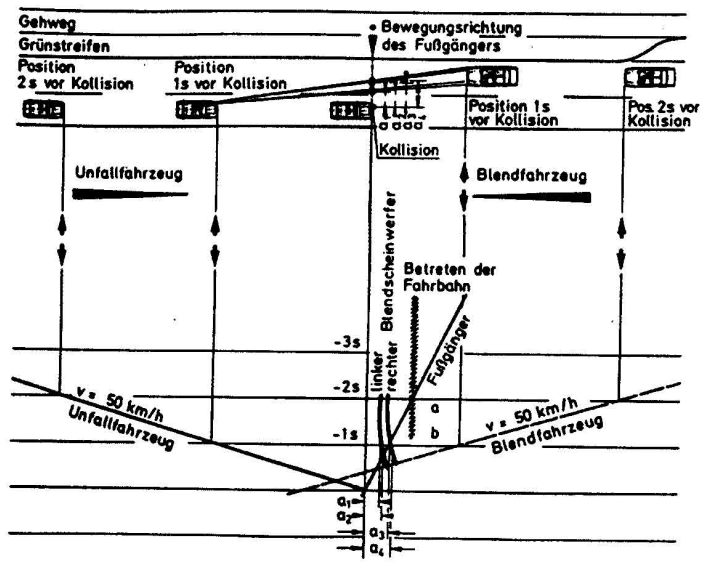


Bild 44

Dieses Verfahren muß für verschiedene Zeitpunkte durchgeführt werden.
Verbindet man die auf diese Art konstruierten Schnittpunkte, erhält man die Blendlinien für beide Scheinwerfer.

Im Beispiel aus Bild 44 betritt der Fußgänger 2 s vor der Kollision die Fahrbahn (Position a). 1 s vor der Kollision durchläuft er den Blendstrahl des rechten Blendscheinwerfers (Position b).
Zu diesem Zeitpunkt könnte der Unfallgegner zu einer Reaktion aufgefordert sein (Silhouettenwirkung !).

5 Ausblick: Überprüfung von Behauptungen im Weg-Zeit-Diagramm

Das Weg-Zeit-Diagramm eignet sich nicht nur zur Vermeidbarkeits-Betrachtung; in ihm können auch Behauptungen überprüft werden.

Kommt es z.B. innerhalb einer durch Ampeln geregelten Kreuzung zu einem Unfall, behaupten beide Fahrzeugführer im Nachhinein manchmal, daß sie bei Grün auf die Kreuzung gefahren seien.

Um die Behauptungen beurteilen zu können, müssen Zeugenaussagen und der Signalphasenplan hinzugezogen und in das Weg-Zeit-Diagramm eingearbeitet werden.
Der Signalphasenplan gibt an, wie die einzelnen Ampeln geschaltet sind (Bild 45).

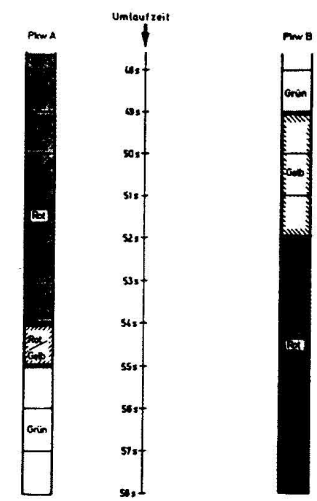


Bild 45

Für die praktische Arbeit hat es sich als sinnvoll herausgestellt, den Signalphasenplan auf eine transparente Folie zu zeichen. Auf diese Weise kann er beliebig verschoben werden.

5.1 Beispiel: Unfall an einer durch Ampeln geregelten Kreuzung

Auf einer Kreuzung stoßen die Fahrzeuge A und B zusammen. Die Ausgangsgeschwindigkeit von A beträgt 55 bis 60 km/h, die von B 20 bis 25 km/h (Bild 46).

Wir gehen davon aus, daß Pkw A vor der Kollision nicht abgebremst wurde. Pkw B erreichte seine Abbiegegeschwindigkeit von 20-25 km/h durch eine leichte Angleichbremsung.

Nach dem Unfall behauptet Fahrer A, die für ihn geltende LZA (Ampel) sei zu dem Zeitpunkt von Rot auf Gelb umgesprungen, als er sich am Beginn der Linksabbiegespur befand (Position I).
Als er die Haltelinie erreicht habe, sei die LZA grün gewesen.

Der Unfallgegner B behauptet, der Phasenwechsel von Grün auf Gelb sei erfolgt, als er gerade die Haltelinie überfahren habe (Position II).

Aus dem Signalphasenplan folgt, daß die hier in Frage kommenden Ampeln so geschaltet sind, daß keine Überschneidung der Grünphasen vorliegt und für B eine ausreichende Räumphase zur Verfügung steht (Bild 45).

Im folgenden soll nun demonstriert werden, wie die Behauptungen von A und B im Weg-Zeit-Diagramm überprüft werden können.
Dazu muß man den behaupteten Fahrtverlauf mit dem Signalphasenplan verknüpfen und zeigen, wie der Unfallgegner unter diesen Voraussetzungen gefahren wäre (Bild 46).

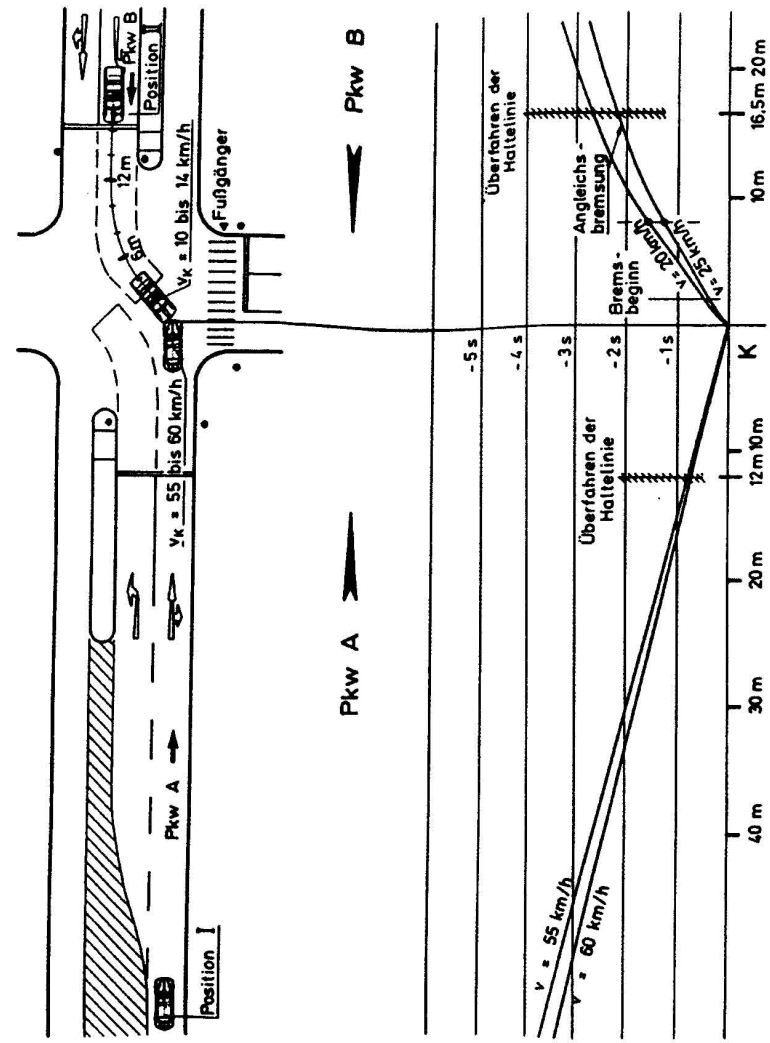


Bild 46

5.2 Überprüfung der Aussagen

Um die Behauptungen der Beteiligten überprüfen zu können, müssen ihre Angaben in das Weg-Zeit-Diagramm eingearbeitet und mit dem Signalphasenplan und den Aussagen der Zeugen verglichen werden.

Version A

Die von A behauptete Position I wird zwischen 3,1 s und 3,4 s vor der Kollision durchfahren (Bild 47). Die Folie mit dem Signalphasenplan muß nun so auf das Weg-Zeit-Diagramm gelegt werden, daß zu diesem Zeitpunkt, also bei 3,4 s, die LZA gerade von Rot auf Rot/Gelb umspringt.
Gegen Ende von Sekunde 3 der Grünphase überfährt A die Haltelinie. Dieser Zeitpunkt liegt zwischen den Sekunden 56 und 57 der Umlaufzeit, d.h. die Ampel ist ca. 2,5 s grün.

Träfe diese Behauptung zu, hätte B die Haltelinie zu einem Zeitpunkt überfahren, als die LZA für ihn bereits ca. 3 s rot war (Umlaufsekunde 55).

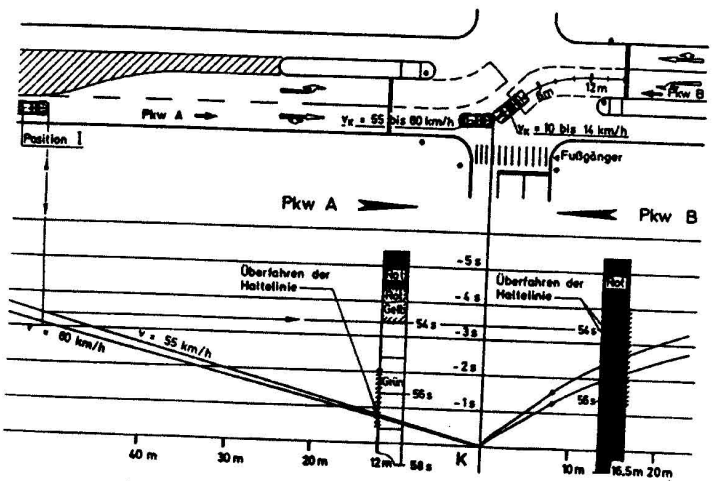


Bild 47

Version B

Der Pkw B überfährt die Haltelinie zwischen 2,2 s und 2,6 s vor der Kollision (Bild 48). Soll zu diesem Zeitpunkt die Ampel von Grün auf Rot gewechselt haben (Sekunde 49 der Umlaufzeit), so wäre A bei Rot auf die Kreuzung gefahren.

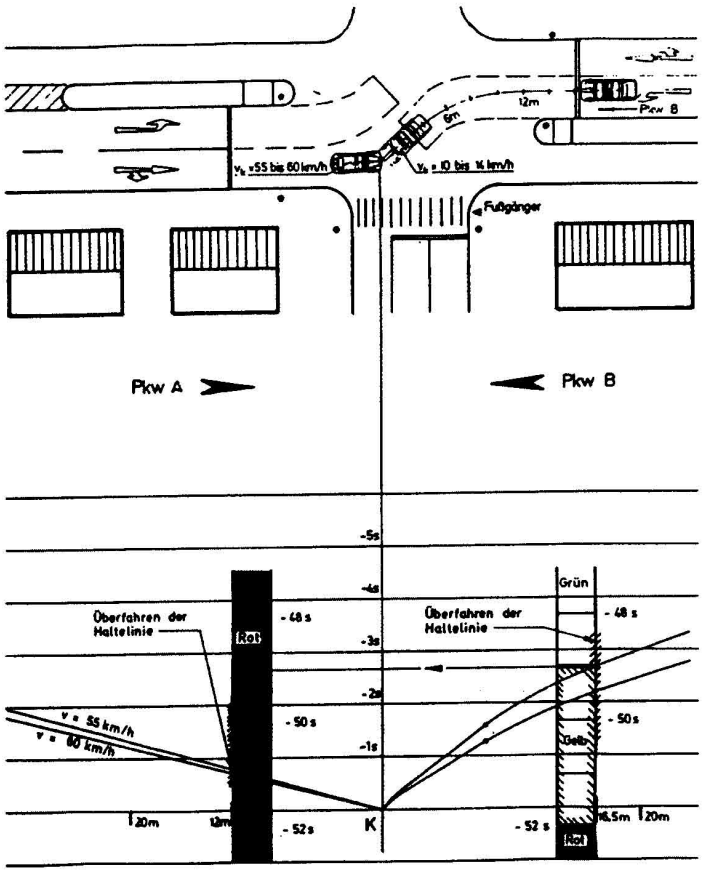


Bild 48

Liegen nur die widersprüchlichen Behauptungen der Unfallgegner vor, kann der Techniker dem Juristen für die rechtliche Beurteilung keine weiteren Anhaltspunkte liefern.
Erst wenn ein Zeuge greifbar ist, kann u.U. aufgezeigt werden, welche Behauptung durch die Einarbeitung des Signalphasenplans in den Unfallablauf unterstützt wird.

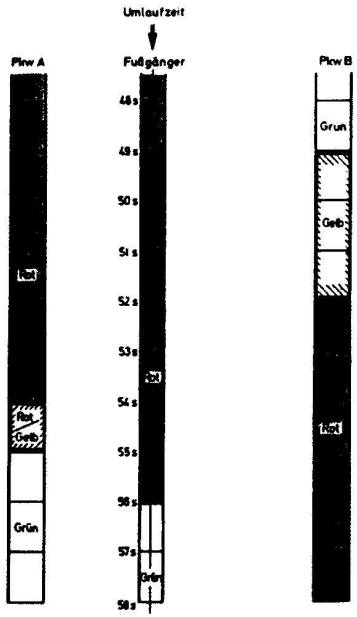


Bild 49

In unserem Beispiel wird von einem Fußgänger die Aussage gemacht, daß es in dem Moment zur Kollision kam, als die Fußgängerampel von Rot auf Grün gewechselt sei und er die Fahrbahn betreten habe.

Die Fußgängerampel zeigte also Grün.

In den Signalphasenplan muß darum noch der Schaltzustand der Fußgängerampel integriert und auf die Folie übertragen werden (Bild 49).

Wenn der Fußgänger die Fahrbahn spontan nach dem Phasenwechsel von Rot auf Grün betritt, muß man eine Reaktionszeit von 1 s berücksichtigen (siehe 3.2.3).

Die Folie ist nun so im Weg-Zeit-Diagramm zu verschieben, daß die Kollision an das Ende der ersten Sekunde der Grünphase der Fußgängerampel fällt (Bild 50). Dieser Zeitpunkt muß sich mit dem Kollisionszeitpunkt überdecken; er entspricht Sekunde 57 der Umlaufzeit.

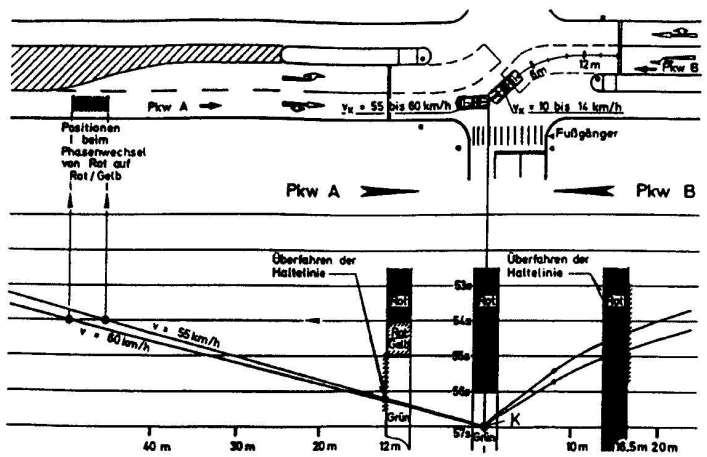


Bild 50

Bild 50 zeigt, daß die Aussage des Fußgängers die Version von A bestätigt.

Fazit: A fuhr innerhalb der zweiten Sekunde der Grünphase auf die Kreuzung, während B bereits 2,5 s Rot hatte, als er die Haltelinie überfuhr.

Wenn der Schaltzustand der einzelnen LZA auf eine verschiebbare Folie gezeichnet wird, kann einfach überprüft werden, wie sich das Ergebnis ändern würde, wenn Toleranzen in der Aussage des Fußgängers zu berücksichtigen wären (Bild 50).

6 Anhang: Vermeidbarkeitsbetrachtungen. Eine Einführung in die juristische Problematik von Christoph Brors

1) Was der Techniker als Vermeidbarkeitsbetrachtung bezeichnet, ist juristisch im Rahmen der strafrechtlichen und der zivilrechtlichen BGH -Haftung (Haftung nach den Vorschriften des Bürgerlichen Gesetzbuchs in unbeschränkter Höhe für materielle und immmaterielle Schäden), also im Rahmen der Verantwortlichkeit aufgrund Verschuldens, die Prüfung der Kausalität einer Pflichtwidrigkeit für den Eintritt eines verbotenen Erfolgs. Im Rahmen der Gefährdungshaftung nach den Vorschriften des Straßenverkehrsgesetzes (StVG) - die Gefährdungshaftung nach RHG und LVG interessieren hier nicht -, nach denen nur für materielle Schäden und nur in beschränkter Höhe gehaftet wird, ist sie die Prüfung auf Vorliegen gefahrerhöhender Umstände und des Haftungsausschlusses nach §7 Abs. 2 StVG wegen Unabwendbarkeit des Unfalls.

2) Verantwortlichkeit aus Verschulden ist straf- und zivilrechtlich dann gegeben, wenn der verbotene Erfolg (Verletzung von Leben, Körper, Eigentum) vorsätzlich oder fahrlässig herbeigeführt worden ist.

Im Unfallhaftpflichtrecht geht es in der Regel nicht um vorsätzliche, sondern um fahrlässige Schädigung.

Fahrlässig im Sinne des Zivilrechts handelt, wer pflichtwidrig, nämlich durch Außerachtlassen der im Verkehr erforderlichen Sorgfalt, in vorhersehbarer Weise den verbotenen Erfolg herbeiführt.

Anders als im Strafrecht, wo die persönlichen Kenntnisse und Fähigkeiten des Täters maßgebend sind, richten sich im Zivilrecht die Anforderungen an die erforderliche Sorgfalt nach dem auf die allgemeinen Verkehrsbedürfnisse ausgerichteten objektiven, abstrakten Sorgfaltsmaßstab.

3) Merkmale des Fahrlässigkeitsbegriffs

Zur Ausfüllung des Fahrlässigkeitsbegriffs müssen danach folgende Merkmale gegeben sein:

a) Es muß ein pflichtwidriges Verhalten vorliegen.

Die Plichtwidrigkeit kann sich aus einem Verstoß gegen ausdrückliche Vorschriften (StVO, StVZO u.a.) ergeben, hängt jedoch nicht vom Vorhandensein ausdrücklicher Regelungen ab. Es gilt nicht der Satz, daß erlaubt sei, was nicht verboten ist. Pflichtwidrig handelt derjenige, der nicht die Umsicht und Sorgfalt aufbringt, die nach dem Urteil besonnener und verständiger gewissenhafter Angehöriger des betreffenden Verkehrskreises von dem in seinem Rahmen Handelnden zu verlangen ist (BGH NJW 72,151).

Regelgemäßes Verhalten - Fahren nach Vorschrift - rechtfertigt im allgemeinen. Nur was hinter dem regelgemäßen und verkehrsgerechten Verhalten zurückbleibt, kommt als Pflichtwidrigkeit in Frage (Jagusch, Straßenverkehrsrecht, E Rz.136).

b) Spezialität der Pflichtwidrigkeit

Da beim Fahrlässigkeitsdelikt der Vorwurf in der Pflichtwidrigkeit liegt, muß gerade diese den Erfolg bewirkt haben. Die Verhaltensregel muß darauf angelegt sein, den Eintritt gerade dieses Erfolgs zu verhindern. Die Folge, für die gehaftet werden soll, muß im Schutzbereich der verletzten Norm liegen. Anders ausgedrückt: Es muß diejenige Gefahr eingetreten sein, um deretwillen die Vorschrift angeordnet worden ist.

Beispiel: Ein Kraftfahrer benutzt die Fahrbahnmitte, ohne daß die Verkehrslage dazu Anlaß gibt. Er fährt einen die Fahrbahn überquerenden Fußgänger an. Wäre er rechts gefahren, hätte sich der Unfall nicht ereignet.

Die Haftung des Kraftfahrers kann nicht schon mit dem Verstoß gegen das Rechtsfahrgebot des §2 Abs. 2 StVO begründet werden. Das Rechtsfahrgebot dient nur dem Schutz derjenigen Verkehrsteilnehmer, die sich in Längsrichtung auf derselben Straße bewegen. Es erstreckt sich nicht auf die Sicherung von Personen, die diese Straße überqueren oder auf sie einbiegen wollen (BGH VersR 75,37). Der hier eingetretene Erfolg - Verletzung des die Fahrbahn überquerenden Fußgän-

gers - liegt daher nicht im Rahmen der Schutzwirkung des §2 Abs. 2 StVO, und es hat sich mit ihr nicht diejenige Gefahr verwirklicht, um deretwillen §2 Abs.2 StVO angeordnet worden ist.

c) Kausalität der Pflichtwidrigkeit für den Erfolg

Die Plichtwidrigkeit muß für den Erfolg ursächlich geworden sein.

Das ist dann der Fall, wenn bei pflichgemäßem Verhalten der Erfolg nicht eingetreten wäre. Das muß positiv festgestellt werden.

aa) Damit scheiden für die Haftungsbegründung zunächst alle Pflichtwidrigkeiten aus, die nur gelegentlich des Unfallgeschehens hervorgetreten sind, sich auf den Unfall aber nicht ausgewirkt haben.

Beispiel: Ein Pkw, dessen Scheinwerfer nicht funktionieren, wird bei Tag in einen Unfall verwickelt. Ob die Scheinwerfer funktionieren oder nicht, ist für das Zustandekommen des Unfalls belanglos.

Es kann nicht argumentiert werden, der Fahrer habe den Unfall schon deswegen zu vertreten, weil er sich mit dem mangelhaften Fahrzeug überhaupt nicht habe in den Verkehr begeben dürfen (§23 StVO). Im Unfallhaftpflichtrecht beginnt die Ursachenreihe erst mit der fehlerhaften Verkehrslage, die unmittelbar zum Schaden führt. Gerade die Umstände, die den Vorwurf der Pflichtwidrigkeit begründen, müssen zum Eintritt des Erfolgs beigetragen haben. Im Beispiel wäre der Unfallablauf derselbe gewesen, auch wenn die Scheinwerfer in Ordnung gewesen wären.

bb) Da zur Bejahung der Kausalität der Pflichtwidrigkeit geprüft werden muß, ob der Unfall bei verkehrsgerechtem Verhalten sich nicht ereignet hätte, bedarf es einer Abgrenzung der Pflichtwidrigkeit dahin, welches Verhalten verkehrsgerecht gewesen wäre.

Beispiel: Ein Kraftfahrer fährt nachts bei Abblendlicht auf nasser Blaubasaltstraße mit 70 km/h bei einer Sichtweite von 30 m. Er überfährt einen die Fahrbahn überquerenden Fußgänger.

Die Pflichtwidrigkeit ist nicht bereits damit abgegrenzt, daß festgestellt wird, der Kraftfahrer habe unter den gegebenen Verhältnissen nicht innerhalb seines Sichtbereichs anhalten können. Es muß außerdem festgestellt werden, mit welcher Geschwindigkeit er bei der beschränkten Sichtweite nur hätte fahren dürfen. Ergibt diese Prüfung z.B., daß er innerhalb der Sichtweite nur mit einer Geschwindigkeit von bis zu 45 km/h hätte anhalten können, dann liegt die Pflichtwidrigkeit des Kraftfahrers darin, daß er schneller als mit 45 km/h gefahren ist. Ergibt die Prüfung, daß der Fußgänger bereits auf der Fahrbahn war, als er auf 30 m Entfernung sichtbar wurde, dann steht fest, daß der Unfall bei pflichtgemäßem Verhalten hätte vermieden werden können und daß mithin die Pflichtwidrigkeit kausal für den Unfall geworden ist.

d) Zeitpunkt, auf den die Vermeidbarkeitsbetrachtung abzustellen ist.

Erhebliche Schwierigkeiten bereitet es den Sachverständigen (und Gerichten) bei bestimmten Fallgestaltungen, den Zeitpunkt herauszufinden, auf den die Vermeidbarkeitsbetrachtung abzustellen ist.

So wird z.B. bei Geschwindigkeitsüberschreitungen deren Kausalität immer wieder mit der Begründung bejaht, daß bei Einhalten der zulässigen Geschwindigkeit das Fahrzeug erst später an der Unfallstelle eingetroffen und deshalb der Unfall unterblieben wäre.

Ähnlich hatte in einem Fall, in welchem ein Lastzugfahrer beim Ausfahren aus einem Grundstück wegen ungünstiger Sichtverhältnisse zunächst hätte anhalten sollen, stattdessen aber mit 17 km/h durchgefahren war, ein Sachverständiger argumentiert, bei richtigem Verhalten, nämlich Anhalten, würde der Lastzugfahrer mit dem Anhalten, Kuppeln und Wiederanfahren soviel Zeit verbraucht haben, daß das Motorrad, mit dem er kollidiert war, längst vorbeigefahren wäre.

Diese Betrachtungsweise ist rechtsfehlerhaft. Die Ursächlicheits-bzw. Vermeidbarkeitsprüfung ist abzustellen auf den Zeitpunkt des Eintritts der kritischen Lage, die unmittelbar zum Schaden führt.

"Die bloße Tatsache, daß ein zu schnell fahrender Kraftfahrer wegen des darin liegenden Verkehrsverstoßes früher an die Unfallstelle gelangt ist, als dies bei Beachtung der Verkehrsregeln geschehen wäre, genügt nicht für die Annahme eines rechtlichen Ursachenzusammenhangs mit dem nachfolgenden Unfall. Ein zurechenbarer Zusammenhang kann vielmehr nur dann bejaht werden, wenn bei dem Unfall eine der Gefahren mitgewirkt hat, um deretwillen die Fahrgeschwindigkeit begrenzt worden war. Von Bedeutung ist somit nur, wie von der Erkennbarkeit der Gefahr an, der konkreten kritischen Verkehrslage (BGH ST 24,31), bei richtiger Fahrweise die Vorgänge, die zum Unfall geführt haben, abgelaufen wären (allgemeine Meinung; vgl. u.a. Senatsurteil vom 27.11.1962 - VI ZR 240/61 - VersR 63,165)." (BGH, Urteil v.11.1.1977 - VI ZR 268/74 -, VersR 77,524; neuestens BGH NJW 85, 1350).

Wenn der BGH in der zitierten Entscheidung auf den **Zeitpunkt der 'Erkennbarkeit der Gefahr'** abstellt, so kann diese Formulierung leicht dahin mißverstanden werden, daß es sich dabei um eine rein tatsächliche Frage handele, die der Sachverständige allein aus technischer Sicht beantworten könnte.
Das wäre aber völlig falsch.
Wann die Gefahr erkennbar wird, hängt regelmäßig von einer rechtlichen Beurteilung ab.
Das wird deutlich, wenn man die entsprechende Formulierung der Entscheidung BGH NJW 67, 211 - Urteil vom 18.11.1966 - 4STR 363/66 - heranzieht, in der es heißt:
"Wie der Senat wiederholt ausgesprochen hat, ist die Ursächlichkeit eines verkehrswidrigen Verhaltens für einen Verkehrsunfall für den Zeitpunkt zu untersuchen, in dem der Kraftfahrer verpflichtet gewesen wäre, Maßnahmen zur Abwendung der den Unfall unmittelbar herbeiführenden Gefahren zu treffen (vgl. BGH VRS 24,124,126 mit weiteren Hinweisen)."

Auch dazu ein erläuterndes Beispiel:

> Ein Fußgänger steht am Fahrbahnrand. Seine Haltung deutet darauf hin, daß er die Fahrbahn überqueren will.

Wann wird die Gefahr des Überquerens 'erkennbar', d.h. wann ist der Kraftfahrer **verpflichtet**, Maßnahmen zu treffen ? Das hängt von den näheren Umständen und deren rechtlicher Bewertung ab.

Handelt es sich beim Fußgänger um eine erwachsene Person, so darf der Kraftfahrer nach dem im Verkehrsrecht geltenden Vertrauensgrundsatz davon ausgehen, daß der Fußgänger die Fahrbahn nur dann betritt, wenn er sich überzeugt hat, daß dies geschehen kann, ohne daß er sich selbst gefährdet oder den bevorrechtigten Verkehr behindert.
Der Kraftfahrer braucht also normalerweise Maßnahmen erst dann zu treffen, wenn erkennbar wird, daß der Fußgänger die Fahrbahn tatsächlich verkehrswidrig betritt.
- Zur Vermeidung von Mißverständnissen sei darauf hingewiesen, daß der Vertrauensgrundsatz eigenes verkehrsrichtiges Verhalten voraussetzt und auch gegenüber erfahrungsgemäß häufiger vorkommenden typischen Verkehrsverstößen nicht in Betracht kommt.

Handelt es sich bei dem Fußgänger hingegen um ein Kleinkind, so ist die Gefahr bereits 'erkennbar', sobald die Anwesenheit des Kindes am Fahrbahnrand wahrzunehmen ist. Denn bei Kleinkindern muß mit jedem, auch einem an sich unsinnigen Verhalten gerechnet werden. Der Kraftfahrer muß also aus Rechtsgründen bereits dann tätig werden, wenn die Anwesenheit des Kleinkinds für ihn wahrnehmbar wird; er darf mit seinem Maßnahmen nicht warten, bis das Kleinkind die Fahrbahn betritt.

Ebenfalls Angelegenheit einer rechtlichen Beurteilung ist es zum Beispiel, ob und wann der Kraftfahrer tätig werden muß, wenn er sieht, daß hinter einem am Fahrbahnrand stehenden Lkw oder Bus ein Fußgänger auftaucht, der die Fahrbahn überqueren will.
Muß er sofort bremsen oder darf er zunächst weiterfahren, wenn er zum stehenden Fahrzeug einen seitlichen Abstand von mindestens 2 Metern hat ?

Das alles - die Beispiele ließen sich uferlos vermehren - sind Rechtsfragen, aber doch Rechtsfragen, deren Beherrschung vom normalen Verkehrsteilnehmer verlangt wird, er könnte ja sonst ggf. nicht verurteilt werden. Also erwartet man, daß sie auch der Sachverständige beherrscht, der einen Unfall rekonstruiert.

Darauf ist es wohl zurückzuführen, daß die Gerichte vielfach davon absehen, dem Sachverständigen Hilfen oder Vorgaben an die Hand zu geben.

Indessen wird der Sachverständige aus verständlichen Gründen dem Eindruck vorbeugen wollen, er nehme rechtliche Wertungen vor; dies schon deswegen, um nicht den Vorwurf zu provozieren, die rechtliche Wertung sei dem Gericht vorbehalten. Er wird sich daher im Zweifelsfall damit begnügen, die unter den verschiedenen möglichen Prämissen sich ergebenden Lösungen alternativ anzubieten. Dem Gericht bleibt dann die Entscheidung überlassen, von welcher rechtlichen Prämisse auszugehen ist und welche Lösung schließlich zum Tragen kommt. Die andere Möglichkeit wäre, daß der Sachverständige beim Gericht erfragt, von welchen Gesichtspunkten und rechtlichen Anforderungen er ausgehen soll.

4) Unabwendbarkeitsprüfung nach §7 Abs.2 StVG

Auch wenn kein Verschulden festgestellt werden kann, haftet der Fahrzeughalter nach §7 StVG aus Gefährdungshaftung, wenn er nicht beweisen kann, daß der Unfall durch ein unabwendbares Ereignis verursacht worden ist, das weder auf einen Fehler in der Beschaffenheit des Fahrzeugs noch auf einem Versagen seiner Einrichtungen beruht; als unabwendbar gilt ein Ereignis insbesondere dann, wenn es auf das Verhalten des Verletzten oder eines nicht bei dem Betrieb des Kfz beschäftigten Dritten oder eines Tieres zurückzuführen ist und sowohl der Halter als auch der Führer des Fahrzeugs jede nach den Umständen des Falls gebotene Sorgfalt beobachtet hat.

Unabwendbar ist ein Ereignis, das auch durch äußerste mögliche Sorgfalt nicht abgewendet werden kann. Dazu gehört sachgemäßes geistesgegenwärtiges Handeln über den gewöhnlichen und persönlichen Maßstab hinaus, gemessen an durchschnittlichen Verkehrsanforderungen, nicht jedoch am Verhalten eines "Superfahrers". Es darf nichts Unmögliches verlangt werden. Unabwendbarkeit ist nicht Unvermeidbarkeit (vgl. näher Jagusch, §7StVG RZ 30ff).

Die praktische Handhabung dieser Bestimmung kann häufig nicht befriedigen. Nicht selten wird die Nichtausschließbarkeit der Haftung floskelhaft lediglich mit dem Gesetzestext und ohne Darlegung begründet, welche Unfallmöglichkeiten noch bestehen, deren Vermeidbarkeit unbewiesen geblieben sei. Häufig werden auch Unfallmöglichkeiten herangezogen, an die niemand gedacht hat und die ernstlich nicht in Betracht kommen.

Der Sachverständige, der vor der Frage steht, wie weit er beim Aufzeigen nicht ausgeräumter Unfallmöglichkeiten gehen soll bzw. darf, befindet sich in einer Sitaution, in der ihm einige Rechtsgrundsätze des BGH hilfreich sein werden:

> "Wer gemäß §7 Abs.2 StVG die Unabwendbarkeit des Unfallgeschehens beweisen muß, ist nicht genötigt, auch alle diejenigen Unfallverläufe auszuschließen, die zwar denkmöglich, für die aber keinerlei tatsächliche Anhaltspunkte festgestellt sind." BGH VersR 70, 423

> "Da der Zivilrichter an das Parteivorbringen gebunden ist, kann er den Entlastungsbeweis nur auf dieser Grundlage beurteilen." BGH VRS 17,102

> "Einen von keiner Partei behaupteten Sachverhalt darf das Gericht bei der Würdigung der Indiztatsachen auch nicht als Möglichkeit berücksichtigen." BGH JR 78,157

> "Auch ein besonders vorsichtiger Fahrzeugführer, wie ihn §7 Abs.2 StVG voraussetzt, darf darauf vertrauen, daß sich andere Verkehrsteilnehmer verkehrsgereht verhalten. Er muß nicht mit groben Verkehrsverstößen rechnen."
> BGH VersR 85,86; 63,674; 67,283

Von besonderem Interesse noch:

> "Ein unabwendbares Ereignis steht nicht fest, wenn und soweit der an sich unvermeidbare Zusammenstoß eines Kfz mit

einem Fußgänger bei gesteigerter Aufmerksamkeit des Fahrers möglicherweise weniger folgenschwer verlaufen wäre.
Daß der Beklagte mit ungenügender Aufmerksamkeit gefahren ist, steht der Feststellung der Unabwendbarkeit nicht entgegen, wenn die ungenügende Aufmerksamkeit nicht schadensursächlich geworden ist. Insoweit trifft aber den Beklagten die Beweislast.

Das Berufungsgericht stellt allerdings fest, daß ein Zusammenstoß auch bei gesteigerter Aufmerksamkeit nicht zu vermeiden gewesen wäre. Es stellt aber nicht fest, daß sich der Zusammenstoß in gleicher Weise und in gleicher Schwere ereignet hätte, wenn der Wagen des Beklagten wenigstens teilweise abgebremst worden wäre. Die verbleibende Ungewißheit genügt für §7 Abs.2 StVG."
BGH VersR 82,441

7 Literatur

(1) BECKE,M (1981): Darstellungsmöglichkeiten zur Verdeutlichung des Einflusses verschieden hoher Reaktionsdauern. Teil 1. In: der Verkehrsunfall, Heft 9
Teil 2. In: der Verkehrsunfall, Heft 10

(2) BECKE,M (1982): Erkennbarkeits-Zeit-Weg-Kurven. In: der Verkehrsunfall, Heft 12

(3) BURG,H/RAU,H (1981): Handbuch der Verkehrsunfallrekonstruktion. Kippenheim

(4) BURKART,F/BERHADT,W/HIMBERT,G/HÖRZ,E/LÖHLE,U (1980): Rekonstruktion von Verkehrsunfällen.

(5) DANNER,M/HALM,J (1981): Technische Analyse von Verkehrsunfällen. München

(6) HEPP,H.P/MARTIN,H.-J (1981): Erweiterte Anwendung des Weg-Zeit-Diagramms. In: der Verkehrsunfall. Heft 7,8

(7) HEPP,H.P/MARTIN,H.J (1982): Erweiterte Anwendung des Weg-Zeit-Diagramms. Fortsetzung. In: der Verkehrsunfall. Heft 6

(8) JAGUSCH,H (1981): Straßenverkehrsrecht. 26. Auflage

(9) SCHIMMELPFENNIG,K.H/HEBING,N (1984): Blendung und Kontrast im dynamischen Ablauf eines Fußgängerunfalles. Silouetten-Darstellung und Kontrastprofil. In: Verkehrsunfall und Fahrzeugtechnik Heft 6

(10) SCHIMMELPFENNIG, K.H (1983): Zeitwegmäßige Erfassung der Glanzstreifenwanderung bei Fußgängerunfällen auf nasser Fahrbahn. Glanzstreifenwanderungs-Kurven. In: der Verkehrsunfall, Heft 11

(12) SCHLIEMANN,J (1973): Unfallrekonstruktion durch graphische Darstellung des zeitlichen Ablaufs. In: der Verkehrsunfall, Heft 4

(13) SPANGE,K (1969): Das Zeit-Weg-Diagramm. In: Information 7.Jahrgang, Heft 54

(14) SPANGE,K/HANKEL,J (1969): Das Weg-Zeit-Diagramm. Teil 2. In: Information, 7.Jahrgang, Heft 66

8 Stichwortverzeichnis

Abblendlicht,
asymmetrisches 65
Anhaltedauer 32
Anhalteweg 32,42
Anlegedauer 31,32
Annäherungsgeschwindigkeit 28
Auffälligkeitsschwelle 29
Auglinie 47,48
Augposition 48,58
Augpunktbahn 48
Ausgangsgeschwindigkeit 34,36

Basisreaktionszeit 32
Bewegung 13
Bewegungsbahnen 26,27
Bewegungslinien 19,25
Blendfahrzeug 74
Blendlinien 74,75
Blendstrahlenlage 74
Blendung 28,93
Blickbewegung 31,56
Blickzuwendungsdauer 31
Bremsbeginn 31-34
Bremsreaktionsdauer 33

Einsehtiefe 48-51
Erkennbarkeit eines Fußgängers 65-71
Erkennbarkeits-Entfernung 67-71
EZW-Kurve 68-70

Gefahrenquelle 29
Geschwindigkeit 18-20
Geschwindigkeit,
konstante 15,18
nicht-konstante 19
Geschwindigkeits-Rückrechnung 28,34
Gesichtsfeld 30
Glanzstreifenverlauf 72
Glanzstreifenwanderung 93

Höchstgeschwindigkeit 28

Informationsverarbeitungsdauer 32
Isolux-Kurven 66

Kleidung 67
Kollisionsgeschwindigkeit 9
Kollisionslinie 24,38,54
Kollisionsort 24,34-44
Kollisionspartner 24,28,36
Kollisionszeitpunkt 24,25,44
Korrektursaccadendauer 31

LZA 78,80,83

Netzhaut,
fovealer Bereich 30
parafovealer B. 30
Notbremsung 70,73

Positionslinien 69,70

Reaktionsaufforderung 29,45,73
Reaktionsdauer 31
Reaktionszeit 32,83

Reaktionszeitpunkt 28

Sichtbegrenzungslinie 50
Sichtbereich 45,56,70
Sichthindernisse
bewegte 61
ortsfeste 47
Sichtkontakt 45,46
Sichtpunktbahn 48,53,54,58
Sichtpunktlinie 53,54
Sichtschatten 62
Sichtschattenfeld 62
Sichtschattenlinie 49-52
Sichtstrahlen 54,58
Signalphasenplan 77,78
Silhouettenwirkung 72-74
Spurzeichnungs-
schwelldauer 31
Straßenbeleuchtung 72

Tarnzone 72

Umlaufzeit 81,83
Umsetzdauer 31,32

Verzögerungslinie 38
Vollverzögerungsbeginn 31,32
Vollverzögerungsdauer 32

Wahrnehmbarkeit 29
Weg-Achse 14
Weg-Zeit-Diagramm 13, 24

Zeit-Achse 14
Zeit-Hilfslinien 14-16