

5.6 Der Gegenverkehrsunfall

Hohe Sachschäden und vor allem verletzte oder getötete Personen – dies sind oft die Folgen von schweren Gegenverkehrsunfällen, wie sie sich typischerweise im ländlichen Bereich ereignen. Durch die hohe Differenzgeschwindigkeit werden die Fahrzeuge bis an ihre konstruktiven Grenzen oder darüber hinaus belastet. Die passiven Insassenschutzsysteme müssen hier ihre Leistungsfähigkeit beweisen und werden aufs Äußerste strapaziert.

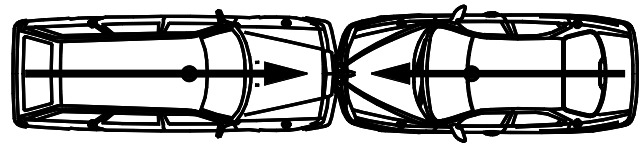
Allen Varianten dieses Unfalltyps ist gemeinsam, dass die Einlaufrichtungen der Fahrzeuge gegengerichtet sind. Dennoch können sich daraus verschiedene Szenarien entwickeln. Ausschlaggebend ist die Anstoßkonstellation, insbesondere die Überdeckung, aus der sich dann unterschiedliche Auslaufbewegungen ergeben.

Die Schwere der Kollision zieht entsprechende Deformationen nach sich. Beim Kollisionstyp «Vollstoß» wird ein Großteil der kinetischen Energie in Verformungsarbeit umgesetzt. Infolgedessen kommt es häufig neben den Fahrzeugschäden auch zu Spuren auf der Straße. Hierdurch ist dann der Kollisionsort gekennzeichnet, der in vielen Fällen für die Schuldfrage ausschlaggebend ist. Kollisionen mit streifendem Charakter sind meist von geringeren Deformationen, aber langen Auslaufbewegungen geprägt.

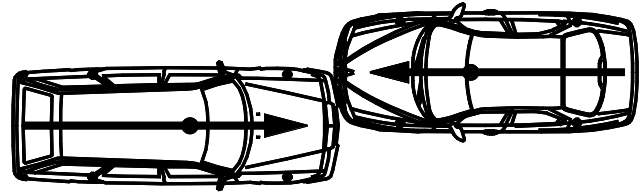
Diese allgemeingültigen Gesichtspunkte werden im ersten Teil des Kapitels behandelt. Da sich aber nicht alle Unfälle in ein festes Raster bringen lassen und vor allem für die Ermittlung der Unfallursache individuelle Besonderheiten aufzugreifen sind, folgen im zweiten Teil Fallbeispiele. Hierbei handelt es sich um Material, das im Zuge von Unfallaufnahmen gewonnen wurde. Die Beispiele erheben nicht den Anspruch, sämtliche Gesichtspunkte von Gegenverkehrsunfällen zu behandeln. Sie machen jedoch deutlich, in welche verschiedenen Richtungen die Antwort auf die Frage nach der Unfallursache zu finden sein kann.

5.6.1 Anstoßkonstellation

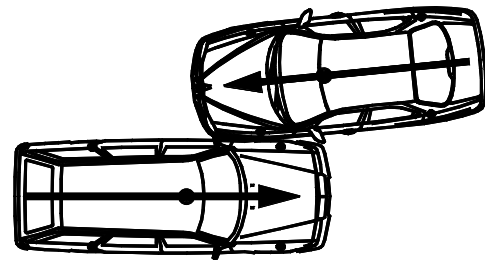
Aus den Fahrzeugschäden lässt sich auf die Anstoßkonstellation schließen, also die relative Position der Fahrzeug zueinander. Große Winkel zwischen den Fahrzeuglängsachsen geben an dieser Stelle schon einen Hinweis darauf, dass eins der Fahrzeuge zum Kollisionszeitpunkt schleuderte. Ein solcher Fall wird im ersten bebilderten Fallbeispiel aufgegriffen. Man unterscheidet zwischen dem Erstkontakt und dem Zeitpunkt der tiefsten Eindringung, dem Hauptkraftaustausch. Für die Auslaufanalyse ist weiterhin die Trennungsphase der Fahrzeuge von Bedeutung. Zu beachten ist, dass



a) Vollstoß



b) teilüberdeckter Vollstoß



c) Streifkollision

Abb. 5.6.1: Kollisionstypen

die sich nach dem Unfall offenbarenden Fahrzeugschäden lediglich die statischen, also bleibenden Deformationen zeigen. Während der Kollision treten zusätzlich erhebliche dynamische Verformungen auf.

Durch eine teilüberdeckte und damit meist exzentrische Kollision werden die Fahrzeuge in Rotation um die Hochachse versetzt. Die Drehbewegung setzt nicht gleich beim Erstkontakt ein, sondern erst mit zunehmender Eindringung, wie bei Crashversuchen zu beobachten ist. Diese Drehbewegungen beeinflussen dann oft die Schadenausprägung: Die beaufschlagten Fahrzeugzonen werden nicht nur nach hinten gestaucht, sondern auch seitlich verzogen, oder die Fahrzeuge rollen seitlich an einander ab. Diese Umstände sind bei der Rekonstruktion des Erstkontakts zu beachten.

5.6.2 Kollisionstypen

Abhängig von der Anstoßkonstellation und dem Winkel zwischen den Einlaufrichtungen sind verschiedene Kollisionstypen zu unterscheiden, die mit jeweils typischen Aus-

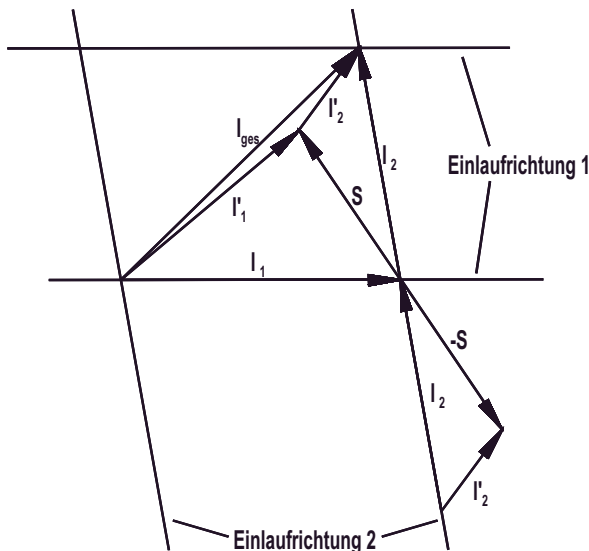


Abb. 5.6.2: Impulsdiagramm Kreuzungsfall

laufbewegungen verknüpft sind. Zu unterscheiden sind drei Kollisionstypen: der eindimensionale Vollstoß, der teilüberdeckte Vollstoß und der Streifstoß, Abb. 5.6.1.

5.6.2.1 Eindimensionaler Vollstoß

Unter dem «klassischen» Vollstoß versteht man im Zusammenhang mit Gegenverkehrsunfällen die Frontalkollision zweier Fahrzeuge mit voller Überdeckung. Die Bedingung ist, dass der Stoßantrieb durch die Schwerpunkte beider Fahrzeuge verläuft. Die Lage des Stoßantriebs hat maßgebliche Auswirkungen auf die Auslaufbewegungen. Unter der eben genannten Bedingung handelt es sich um eine streng eindimensionale Kollision, sodass keine Fahrzeugverdrehungen auftreten. Kommen massengleiche Fahrzeuge am Kollisionsort zum Stillstand, weiß man, dass beide gleich schnell waren.

5.6.2.2 Teilüberdeckter Vollstoß

Meist kollidieren Fahrzeuge im Gegenverkehr teilüberdeckt, sodass der Stoßantrieb nicht durch die Schwerpunkte der Fahrzeuge verläuft. Bei ausreichender Überdeckung gleiten die Fahrzeuge jedoch nicht aneinander ab, sondern verhaken sich im Kontaktpunkt. Da die resultierende Stoßkraft einen Hebelarm zum Schwerpunkt bildet, werden die Fahrzeuge in Drehung versetzt.

Tritt trotz ausreichender Differenzgeschwindigkeit keine Fahrzeugdrehung auf, muss der Stoßantrieb beim betreffenden Fahrzeug durch den Schwerpunkt verlaufen sein. Dies lässt sich bei Teilüberdeckung meist nur über einen entsprechenden Schwimmwinkel realisieren, was bereits einen Rückschluss auf den vorkollisionären Fahrzustand erlaubt. Der Schwimmwinkel äußert sich dann meist auch in den Beschädigungen.

5.6.2.3 Streifstoß

Der Streifstoß ist dadurch gekennzeichnet, dass es im Verlauf des Kraftaustauschs zu keiner Angleichung der Kontaktpunktgeschwindigkeiten beider Fahrzeuge kommt; die Fahrzeuge gleiten aneinander ab. Streifkollisionen sind meist von geringer Überdeckung geprägt. Eine Abgleitkollision ist im Gegenverkehr üblicherweise dann zu beobachten, wenn ein Fahrzeug unter flachem Winkel gegen die Flanke eines anderen Fahrzeugs prallt. Die Folge sind längere Auslaufbewegungen als beim Vollstoß.

Die Kollisionsanalyse wird dadurch erschwert, dass kaum geeignete Crashversuche vorliegen. Folglich lässt sich die EES der Fahrzeuge nur unter erheblichem Aufwand eingrenzen, da entsprechende Versuche für streifend beanspruchte Fahrzeugzonen auf hohem Geschwindigkeitsniveau sehr aufwendig sind. Positiv schlägt zu Buche, dass sich Berechnungen in solchem Fall sehr robust gegenüber variierender Verformungsarbeit zeigen. Aus diesem Grund ist die grobe Ermittlung der EES meist ausreichend.

5.6.3 Kollisionsmechanische Grundlagen

Die Kollisionsmechanik des Gegenverkehrsunfalls birgt besondere Probleme, da die Einlaufimpulse der Fahrzeuge (nahezu) kollinear sind. Während das Kapitel «Kollisionsmechanik» die Grundlagen erörtert, werden im Folgenden die speziellen Aspekte bei Gegenverkehrsunfällen behandelt. Bei diesem Unfalltyp trägt die Fahrgeschwindigkeit allenfalls mittelbar zur Unfallentstehung bei, bspw. wenn ein Fahrzeug aus der Kurve getragen wird. Es genügt daher meist, die Kollisionsgeschwindigkeiten überschlägig zu berechnen. Weit interessanter ist meist die Frage nach den Einlaufrichtungen, d.h. ob sich nachweisen lässt, dass eines der Fahrzeuge die eigene Fahrbahnhälfte in Richtung der anderen verließ.

5.6.3.1 Impulsbetrachtungen

Wesentlicher Bestandteil nahezu aller Rekonstruktionsverfahren zur Bestimmung der Kollisionsgeschwindigkeiten ist der Impulssatz. Dieser besagt, dass die Vektorsummen der Impulse vor und nach der Kollision gleich groß sind, der Gesamtimpuls des Systems also konstant ist. Dieser Gesamtimpuls lässt sich beim Kreuzungsunfall gemäß Abb. 5.6.2 in seine Komponenten bezüglich der Einlaufrichtungen zerlegen. Daraus wird dann auch die Lage des Stoßantriebs bestimmt.

Beim Gegenverkehrsunfall sind die Einlaufimpulse kollinear, sodass diese Zerlegung nicht möglich ist. Da eingangs der Kollision allenfalls eine geringe Impulskomponente in Fahrbahnquerrichtung vorliegt, müssen sich die Querimpulse ausgangs der Kollision nahezu aufheben, Abb. 5.6.3a. Aus dem Impulsiagramm lässt sich dann lediglich der Gesamtimpuls in Fahrbahnlängsrichtung bestimmen. Da sich die Einlaufimpulse bei der Gegenverkehrskollision teilweise aufzehren, ist nicht exakt zu ermitteln, wie dieser Gesamtimpuls zustande kommt. Im reinen Impulsiagramm ist also keine Entscheidung über die Beträge der Einlaufimpulse möglich. Kennt man die Richtung des Stoßantriebs, so ist die Zerlegung jedoch wieder möglich, Abb. 5.6.3b.

Diese theoretischen Überlegungen sollen im Folgenden an einem Versuch illustriert werden. Ein Ford Orion prallt mit einer Geschwindigkeit von 49,5 km/h gegen einen mit

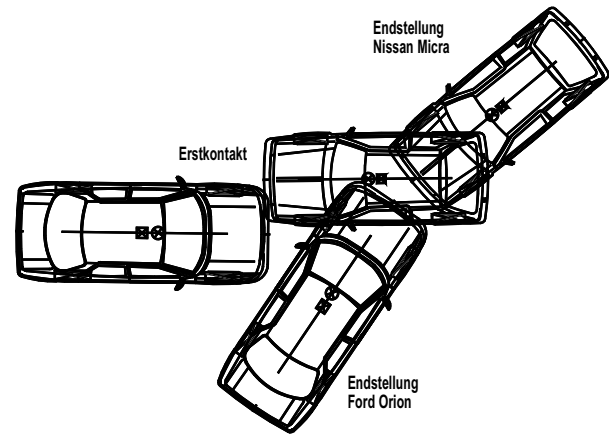


Abb. 5.6.4: Kollisions- und Endstellungen (Versuch Abb. 5.6.5)

25 km/h fahrenden Nissan Micra. Die Bildfolge Abb. 5.6.5 zeigt den Versuchsablauf in der Draufsicht. Der Ford nähert sich von links, der Nissan von rechts. Deutlich ist zu erkennen, dass die Fahrzeuge zunächst ineinander eindringen bevor die Drehbewegungen einsetzen. Abb. 5.6.4 zeigt die Kollisionspositionen und die Endstellungen der beiden Fahrzeuge. Der Kollisionswinkel beträgt 180° bei einer Überdeckung von knapp 50%. Die Schadenbilder gehen aus Abb. 5.6.6 hervor.

Dieser Versuch soll mit dem Impulsspiegelverfahren nachgerechnet werden [S1]. Für die Anwendung des Impulsspiegelverfahrens trägt man im Kontaktpunkt zunächst die Einlaufrichtungen an. Der Kollisionswinkel von 180° führt hier dazu, dass diese Linien genau aufeinander liegen. Im nächsten Schritt sind die Auslaufimpulse – unter Berücksichtigung von Toleranzen als Fächer – an beliebiger Stelle an der Linie der Einlaufrichtung abzutragen, Abb. 5.6.7. Die Richtung der Auslaufimpulse ergibt sich aus den Schwerpunktpositionen der Fahrzeuge beim Hauptkraftaustausch und zu Beginn der Auslaufbewegung, Abb. 5.6.8. Die geradlinigen Verbindungen zwischen Erstkontaktposition und Endstellung hingegen würde zum falschen Ergebnis führen. Als Nächstes zeichnet man zu den Einlaufrichtungen parallele Linien, die durch die Spitzen der Auslaufvektoren verlaufen. Danach werden diese Linien an der Einlauflinie gespiegelt. Bei einem Kreuzungsunfall würden sich nun Rhomboide ergeben. Die Verbindung des Kontaktpunkts mit den Eckpunkten der Rhomboide stellen die Stoßimpulse dar. Da sich die Einlaufrichtungen aber nicht schneiden, entstehen keine Rhomboide, sondern Bänder, Abb. 5.6.9.

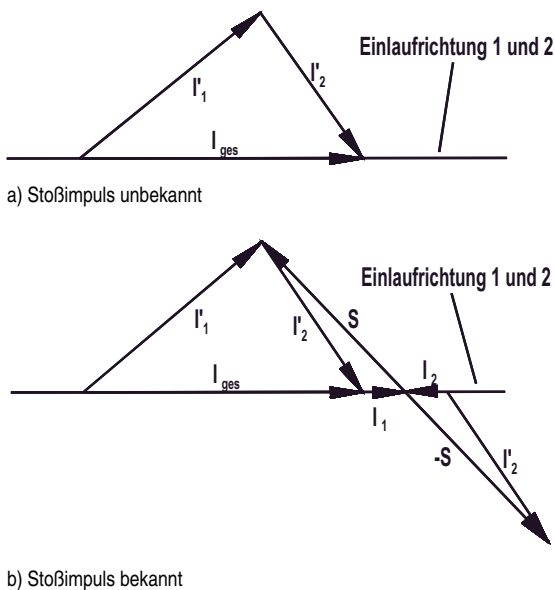


Abb. 5.6.3: Impulsiagramm Gegenverkehrsunfall

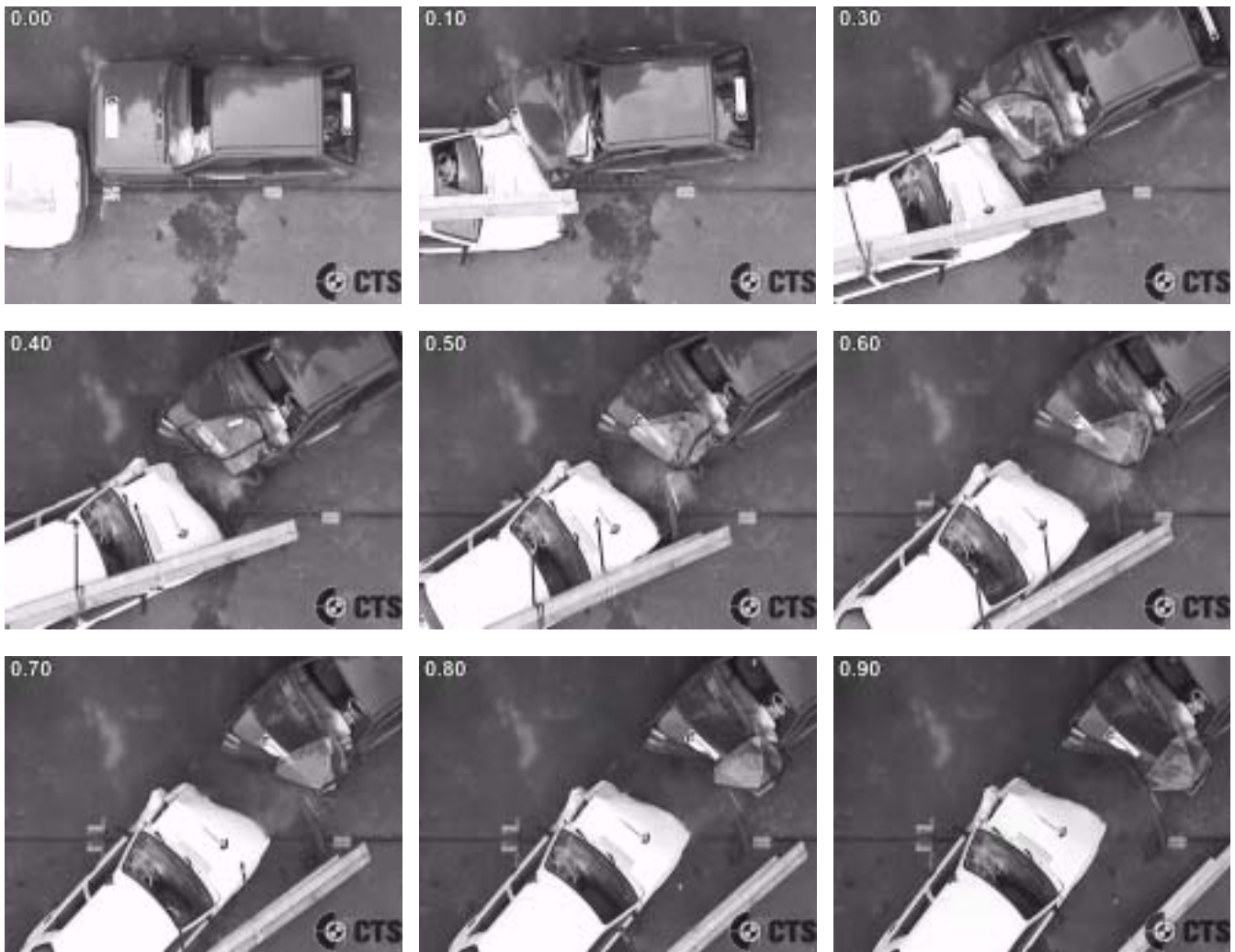


Abb. 5.6.5: Crashversuch

Man könnte zwar den minimal denkbaren Stoßimpuls (rechtwinklig auf den Einlaufrichtungen stehend) einzeichnen, dieser stellt aber keine sinnvolle Lösung dar. Denn aus einer Frontalkollision muss immer auch eine Frontalbelastung resultieren, zumindest eine frontal einwirkende Komponente. Der senkrecht auf der Einlaufrichtung stehende Stoßimpuls würde aber eine reine Querbelastung bedeuten. Der maximale denkbare Stoßimpuls kann hingegen nicht konstruiert werden, sodass die Kollisionsgeschwindigkeiten nach oben unbegrenzt sind.

Keine wesentlich anderen Erkenntnisse erhält man, wenn sich die Einlaufrichtungen unter sehr flachem Winkel schneiden, wie dies bei einer Gegenverkehrskollision ebenfalls denkbar ist. Dann entstehen zwar wieder die beschriebenen Rhomboide, diese sind aber dermaßen lang gestreckt, dass sich auch daraus keine akzeptable Lösung ableiten lässt. Die Analyse eines Gegenverkehrsunfalls allein mit dem Impulssatz ist deshalb unmöglich.