

### 4.3 Unfallspuren auf der Fahrbahn

Die Reifenspur ist eine der wichtigsten Spuren zur Rekonstruktion eines Verkehrsunfalls. Die Reifenspur gibt nicht nur Auskunft über die Position des Fahrzeugs zum Zeitpunkt der Spurzeichnung, sondern auch – je nach Abzeichnung der Reifenspur – über den Fahrzustand des Reifens bzw. des Fahrzeugs. Neben den Reifenspuren sind weitere Spuren, wie z.B. Kratz-, Schlag-, Schleif- und Betriebsflüssigkeitsspuren, an Unfallstellen vorhanden, die ebenso wichtige Bausteine für die Rekonstruktion darstellen.

#### 4.3.1 Fahrspuren

Als «Fahrspur» wird die Reifenspur bezeichnet, die von einem in Umfangsrichtung rollenden Rad gezeichnet wird. Fahrspuren entstehen insbesondere in weichem, formstabilem Untergrund, wie z.B. leicht feuchtem Erdreich, aber auch dann, wenn sich auf der Fahrbahn Betriebsflüssigkeit abgelagert hat und diese vom Reifen durchfahren wird. Zur Abzeichnung einer unverzerrten Fahrspur kommt es, wenn der spurzeichnende Reifen ungebremst oder unbeschleunigt abrollt. Rollt das Rad unter Schlupf auf dem Untergrund ab, so kommt es zur Verzerrung des Profils. Beim gebremst abrollenden Reifen wird das Profil gestreckt, bei einem beschleunigt abrollenden Reifen wird es gestaucht.

Bei einer gut abgezeichneten Fahrspur ist das Profil des spurzeichnenden Reifens in Einzelheiten zu erkennen, sodass es dem verursachenden Reifen (-profil) zugeordnet werden kann. Bei besonders markanter Profilierung besteht die Möglichkeit, den Reifenhersteller über das Profilmuster zu bestimmen. Abb. 4.3.1 zeigt Reifenspuren in einem Waldstück,

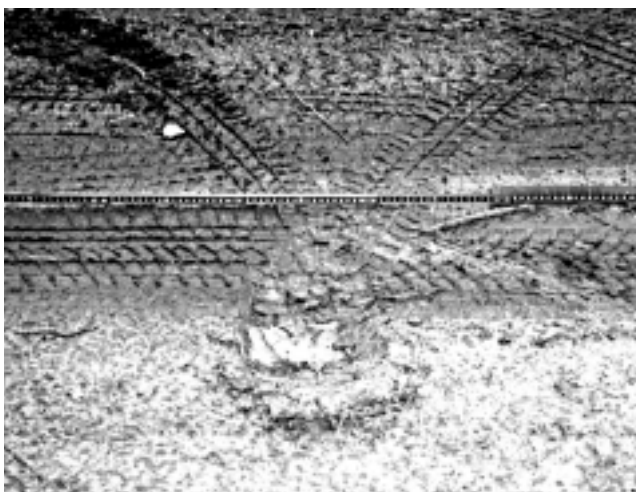


Abb. 4.3.1: Fahrspuren im Erdreich

bei denen es zur Aufklärung eines Mordes erforderlich war, die Reihenfolge festzustellen, in der die Fahrzeuge in den Waldweg hinein und hinaus gefahren wurden. Über die im Untergrund abgezeichneten Fahrspuren konnte die Zuordnung zu den Fahrzeugen vorgenommen werden.

#### 4.3.1.1 Dokumentation der Fahrspur

Die Sicherung der Fahrspur kann bei Unfällen mit Fahrerflucht ein wichtiger Baustein sein, um das unfallbeteiligte Fahrzeug nach Sicherstellung zu identifizieren. Zur Dokumentation sollte die Reifenspur möglichst ohne perspektivische Verzerrung fotografiert werden. Dabei ist ein Größenmaßstab mit abzubilden, um das Foto später skalieren zu können. Später ist das zu vergleichende Reifenprofil ebenfalls mit angelegtem Maßstab zu fotografieren. Die Übereinstimmung kann dann z.B. durch die Überlagerung mittels digitaler Bildbearbeitung nachgewiesen werden, vgl. «Digitale Bild- und Videobearbeitung».

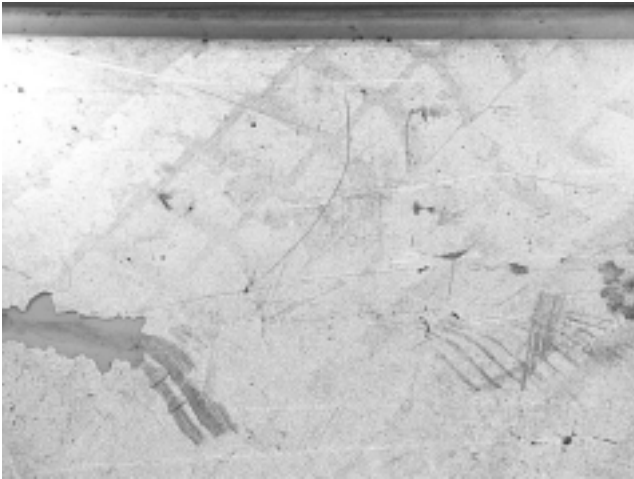
Alternativ dazu können auch Abdrücke von der Reifenlauffläche genommen werden. Dazu wird der Reifenlatsch, die Aufstandsfläche des Reifens, mit Stempelfarbe eingestrichen und auf ein weißes Blatt Papier aufgesetzt. Steht Stempelfarbe nicht zur Verfügung, kann auch Motoröl verwendet werden. Über die Lichtbilder der abgezeichneten Fahrspur ist dann der Vergleich zwischen der Fahrspur und dem Abdruck möglich.

Abb. 4.3.2 zeigt eine Warnbake, die von einem Lkw bei einer Unfallflucht überrollt wurde. Es wurde ein Reifenabdruck des verdächtigen Lkw genommen, auf Folie kopiert und mit dem Abdruck auf der Warnbake verglichen. Neben weiteren Spuren, die an der Vorfallestelle vorgefunden wurden, war die Reifenspur ein Baustein für die Identifizierung des flüchtigen Fahrzeugs.

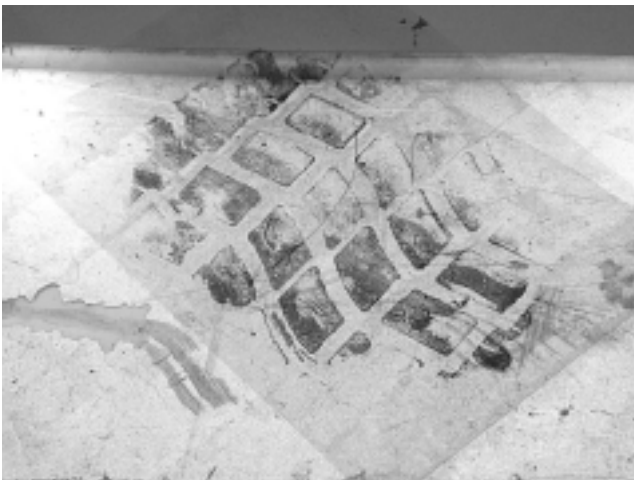
#### 4.3.2 Walkspuren

Walkspuren werden durch drucklose oder stark druckgeminde Reifen gezeichnet. I.d.R. sind solche Walkspuren auf befestigten Fahrbahnoberflächen zu erkennen. Walkspuren zeichnen sich auch auf losen Untergründen ab, naturgemäß jedoch nicht so deutlich wie auf befestigten Fahrbahnen.

Die Spurzeichnung der Walkspur ist darauf zurückzuführen, dass die Reifenflanken auf die Fahrbahn gedrückt werden bzw. der Reifen sich unter die Felge legt und von den Felgenhörnern auf die Fahrbahn gepresst wird. So kommt es zu unregelmäßiger Kantenzeichnung. Dabei handelt es sich i.d.R. nicht um eine durchgängige Kantenzeichnung der Reifenschultern, sondern vielmehr um unterschiedlich breite,



a) ohne Folie



b) mit Folie

**Abb. 4.3.2:** Gegenüberstellung von Fahrspur zum Profil

teilweise ganz verschwindende Spurzeichnungen. Das Reifenprofil ist bei Walkspuren nicht mehr zu erkennen. Ist im Verlauf einer Driftspurzeichnung der Übergang in eine Walkspur zu erkennen, so kann der Übergangsbereich auf den Kollisionsort schließen lassen, wenn bei der Kollision der Reifen beschädigt und deshalb drucklos wurde.

Abb. 4.3.3 zeigt den Übergang von einer Driftspur in eine solche Walkspur. Hier wurde durch die Kollision der Reifen schlagartig entlüftet, sodass die Spurzeichnung von einer Driftspur in eine Walkspur wechselte. Ein druckloser oder druckgeminderter Reifen zeichnet nicht immer eine Walk-

spur, i.d.R. jedoch dann, wenn er unter starker Belastung aus Brems- oder Seitenführungskräften abgerollt wird.

#### 4.3.3 Brems- und Blockierspuren

Eine der wichtigsten Spuren für die spätere Rekonstruktion ist die Bremsblockierspur. Zum einen kennzeichnet sie, wie alle anderen Reifenspuren auch, die Position des Fahrzeugs zum Zeitpunkt der Spurzeichnung. Zum anderen kann sie aber auch Auskunft über die Geschwindigkeit des spurzeichnenden Fahrzeugs und den Reaktionspunkt des Fahrers geben.

Für die Kraftübertragung zwischen Reifen und Fahrbahn ist Reibung in der Aufstandsfläche erforderlich. Die Größe der Reibkraft ist bei der Coulombschen Festkörperreibung von der Reibpaarung und der Normalkraft abhängig. Gummi ist jedoch kein Festkörper, sondern eher eine stark viskose Flüssigkeit, weshalb die Festkörperreibung bei dieser Reibpaarung nicht gilt. In der Praxis wird dennoch in Analogie zur Festkörperreibung ein Reibwert definiert, welcher jedoch nicht konstant ist, sondern von vielen Faktoren abhängt, wie Schlupf, Normaldruck, Auflagefläche, Temperatur, Geschwindigkeit, usw. Abb. 4.3.4 zeigt exemplarisch den Verlauf des Reibwerts über dem Schlupf für verschiedene Fahrbahnoberflächen.

Bei der Übertragung von Antriebs- oder Bremskräften liegt eine Relativbewegung zwischen Reifen und Fahrbahn vor. Das Verhältnis der Geschwindigkeit des Gummis gegenüber der Fahrbahn zur Geschwindigkeit des Fahrzeugs wird als Schlupf bezeichnet. Rollt der Reifen frei ab, so entspricht dies 0% Schlupf, blockiert der Reifen, liegt 100% Schlupf vor. Welchen Wert der Schlupf annimmt, ist stark von der

**Abb. 4.3.3:** Walkspur

Fahrbahnoberfläche abhängig. Der Reifen baut soviel Schlupf auf, wie er für die Kraftübertragung benötigt. Die maximale Kraftübertragung ist unter anderem von der Beschaffenheit der Fahrbahn abhängig und wird auf trockener Asphaltdecke bei einem Schlupf von 10 ... 30% erreicht. Wird die Bremskraft darüber hinaus gesteigert, nimmt der Schlupf zu, wodurch die Bremswirkung gemäß Abb. 4.3.4 wieder abnimmt.

Automatische Blockierverhinderer (ABV) regeln den Bremsdruck so, dass der Reifen im optimalen Schlupfbereich betrieben wird, das Maximum also nicht überschritten wird und der Reifen nicht ins Gleiten gerät. Mit zunehmendem Einsatz von ABV in Fahrzeugen werden ausgeprägte Bremsblockierspuren immer seltener, wodurch es zunehmend schwieriger wird, die Ausgangsgeschwindigkeit verlässlich zu bestimmen. Zwar werden auch von ABV-gebremsten Fahrzeugen Bremspuren gezeichnet, doch ist dies eher die Ausnahme als die Regel. ABV-Spuren sind sehr schwach abgezeichnet und weisen Unterbrechungen durch den Regelleffekt auf. Bei ABV-Bremssungen aus sehr hohen Geschwindigkeiten kann es auch zu einer durchgehenden Spurzeichnung kommen.

Wird ein Fahrzeug über die Reifen abgebremst, so bewegt sich die Kraftübertragung zwischen Reifen und Fahrbahn aus dem stabilen Schlupfbereich entlang der Schlupfkurve in Richtung Maximum. Beim Bremsen ist die Abrollstrecke des Reifens kürzer als die in derselben Zeiteinheit zurückgelegte Fahrstrecke des Fahrzeugs. Der gebremste Reifen ist also ge-

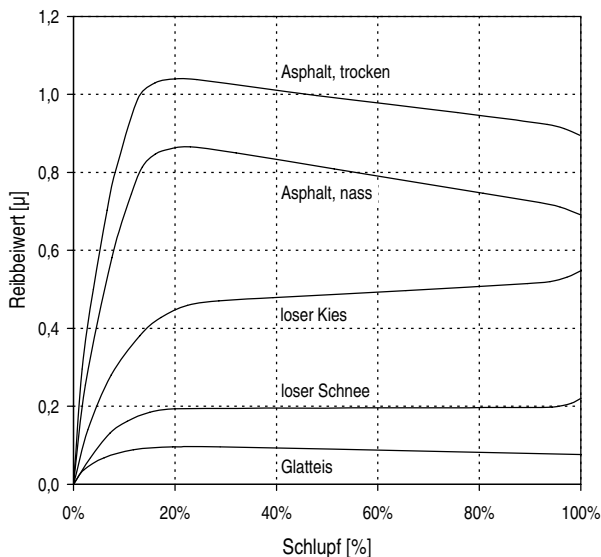


Abb. 4.3.4: Reibbeiwert = f (Schlupf, FB) [R1]



Abb. 4.3.5: Bremsblockierspur verläuft über eine Flickstelle

zwungen, langsamer abzurollen als der ungebremste. Dies ist bei Spurzeichnung des Reifens an der Streckung der Querprofilierung des Reifens abzulesen. Solange die Querprofilierung eines Reifens in einer Spur noch zu erkennen ist, konnte sich der Reifen noch unter Schlupf drehen, sodass dann von einer Bremsspur gesprochen wird.

Rutscht der Reifen blockierend in Umfangsrichtung über die Fahrbahn, wird von einer Blockierspur gesprochen. Die Querprofilierung ist dann nicht mehr zu erkennen, nur die Längsprofilierung des Reifens zeichnet sich noch auf der Fahrbahn ab. Jetzt ist der Reifen allenfalls noch über Anzahl und Breite der Längsrillen und Profilblöcke zu identifizieren. Da der Übergang von einer Brems- in eine Blockierspur kaum zu erkennen ist, wird die gesamte Spur vielfach als Bremsblockierspur bezeichnet.

Die Erkennbarkeit von Bremsblockierspuren ist sehr stark von der Fahrbahnoberfläche abhängig. So erscheint die Bremsblockierspur auf einer Betondecke eher als eine helle Spur, da durch den Bremsvorgang der Fahrbahnschmutz abgerieben wird. Auf frisch geteerten Fahrbahnen zeichnet sich die Bremsblockierspur als satt schwarze Spur ab. Durch die Erwärmung der Asphaltdecke kommt es zum Ausschwitzen von Bindemittel, worauf die Spurintensität im Wesentlichen zurückzuführen ist. Dieser Effekt kann besonders gut bei Bremsblockierspuren beobachtet werden, die über Flickstellen verlaufen, Abb. 4.3.5.

Auch der Betrachtungswinkel hat erheblichen Einfluss auf die Erkennbarkeit einer Bremsblockierspur. Daher sollte man es sich zur Gewohnheit machen, die Unfallstellen immer aus mehreren Richtungen und aus geringer Höhe zu be-



a) verschiedenartige Spurzeichnung Vorder- u. Hinterachse



b) Kantenzeichnung Vorderachse

**Abb. 4.3.6:** Spurzeichnung Vorder- und Hinterachse

trachten. Der Spurverlauf ist besonders gut zu erkennen, wenn man die Spur flach über der Fahrbahn betrachtet.

#### 4.3.3.1 Spuruordnung

Für die spätere Rekonstruktion des Unfallablaufs ist es erforderlich, die vorgefundenen Reifenspuren den spurzeichnenden Fahrzeugen zuzuordnen. Befindet sich das spurzeichnende Fahrzeug in der Endstellung auf dem Spurende, so ist eine weitere Spuruordnung nicht erforderlich. Es sollte die Endstellung des Fahrzeugs auf der Spur fotografisch dokumentiert werden. Befindet sich das Fahrzeug in seiner Endstellung nicht auf dem Spurende, so muss über Spurmerkmale festgestellt werden, ob die vorgefundene Spur dem Fahrzeug zuzuordnen ist.

Oftmals kann die Zuordnung zu Vorder- oder Hinterachse über das Erscheinungsbild der Blockierspur vorgenommen

werden. Bei der Gefahrenbremsung kommt es zur dynamischen Achslastverlagerung, infolge derer die Vorderachse zusätzlich belastet und die Hinterachse entlastet wird. Aufgrund der stärkeren Belastung der Vorderachse ist der ursprünglich eingestellte statische Luftdruck der Vorderachsreifen für diesen Lastfall nicht mehr ausreichend. Die Last verteilt sich nicht mehr gleichmäßig über dem Reifenlatsch, sondern lastet vor allem auf den Reifenschultern, die dann stärker zeichnen als die Mitte der Lauffläche. Es entsteht die sog. Kantenzeichnung, über die die Spur eindeutig der Vorderachse zugeordnet werden kann. Abb. 4.3.6a illustriert den Unterschied zwischen einer spurzeichnenden Vorderachse und einer spurzeichnenden Hinterachse. Abb. 4.3.6b zeigt die Kantenzeichnung einer Vorderachse aus der Praxis.

In der Praxis werden bei Fahrzeugen ohne automatischen Blockierverhinderer überwiegend Bremsblockierspuren der Reifen der Vorderachse festgestellt. Bremsanlagen von zweispurigen Fahrzeugen sind nach der ECE-R 13 so auszulegen, dass die Reibungsbedarfskurve der Vorderachse oberhalb der entsprechenden Kurve der Hinterachse liegt. Bei Einhaltung dieser Forderung und beim idealen System (gleiche Reibbeiwerte aller Räder zur Fahrbahn und ordnungsgemäße Radbremsen) hat dies zur Folge, dass die Räder der Vorderachse vor denen der Hinterachse blockieren. Blockieren die Räder der Hinterachse vor denen der Vorderachse, so kommt es zu einem instabilen Fahrzustand mit der Folge, dass das Fahrzeug sich um die Vorderräder dreht und schleudert. Blockieren zunächst die Vorderräder und im Anschluss daran die Hinterräder, so kommt es beim Auftreten einer Störkraft auch zu einem Drehen des Fahrzeugs um die Hochachse – je-

**Abb. 4.3.7:** Bremsplatte