

Unfallrekonstruktion

Unfälle bei Park- und Rangiermanövern

von Dipl.-Ing. Markus Nickel und Dipl.-Ing. Joost Wolbers, Münster*

I. Einleitung

Auffahrunfall

Bei rückwärtigen Park- und Rangiermanövern kommt es oftmals zu leichten Pkw-Kollisionen. Die Sicht nach hinten ist bei Rückwärtsfahrt deutlich eingeschränkter, als bei Vorwärtsfahrt, sodass Fahrzeuge, die sich aus einem der nicht einsehbaren Bereiche während des Rückwärtsrangierens annähern, oft vom Rangierenden übersehen werden. I.d.R. kommt das vorwärtsfahrende Fahrzeug in einer solchen Situation, aufgrund der besseren Übersicht, vor der Kollision zum Stehen. Die Verschuldensfrage ist hierbei in den meisten Fällen eindeutig: Es handelt sich im **Prinzip** um einen **Auffahrunfall** bei dem der Auffahrende Schuld ist.

Problematisch wird die Schuldzuweisung immer dann, wenn **beide** beteiligten **Fahrer** diametral **behaupten**, vor der **Kollision gestanden** zu haben. In vielen Fällen wird bei diesen Bagatellkollisionen keine oder nur eine sehr spärliche Spurensicherung betrieben. Oft liegen zur Auswertung nur Schadensgutachten der am Unfall beteiligten Fahrzeuge vor, deren Fotoqualität zudem sehr unterschiedlich ausfällt, sodass es im Nachhinein nur bedingt gelingt, zwischen den konträren Unfallversionen zu unterscheiden. Wenn die tatsächliche Bewegungsrichtung im Anschluss an die Kollision nicht bekannt ist, besteht aus physikalischer Sicht kein entscheidungsrelevanter Unterschied, ob das hintere Fahrzeug vorwärts oder das vordere Fahrzeug rückwärts mit dem vermeintlichen stehenden Fahrzeug kollidierte.

Crashversuche

Eine **Möglichkeit der Klärung** besteht aus technischer Sicht darin, das Schadenausmaß an den Unfallfahrzeugen mit Hilfe von Crashversuchen energetisch zu bewerten, um so Rückschlüsse auf das Geschwindigkeitsniveau bei der Kollision zu erhalten. Ein erster Anhaltspunkt ergibt sich z.B. dann, wenn die Schadenintensitäten an den Fahrzeugen derart gravierend sind, dass die notwendige Geschwindigkeit, um das Schadenausmaß

* Die Autoren sind Sachverständige im Ingenieurbüro Schimmelpfennig + Becke, Münster

an den Fahrzeugen erzielen zu können, nicht allein durch die typische Geschwindigkeit bei Rückwärtsfahrt erklärt werden kann. Ist die rückwärtige Anfahrstrecke zudem durch die Unfallörtlichkeit auf wenige Meter begrenzt, ist es naheliegend, dass hier nur relativ geringe Geschwindigkeiten aufgrund der kurzen Beschleunigungsstrecke beim Rückwärtsfahren erzielt werden können. Welche Anfahrbeschleunigungen beim Rückwärtsfahren zu erwarten sind und welche Geschwindigkeiten von Normalfahren beim Rückwärtsfahren in Alltagssituationen erreicht werden, wurde durch eine Versuchsreihe mit zehn Probanden untersucht.

Die Probanden (6 Männer und 4 Frauen im Alter von 26 – 51 Jahren) wurden instruiert verschiedene Rangier- und Parkmanöver mit ihren eigenen Fahrzeugen auf einem öffentlichen Parkplatz zu absolvieren, Abb. 1.

Fahrer	Fahrzeug	Schaltung	Geschlecht	Alter
JW	Opel Vectra Caravan	Hand	m	30
MN	Audi TT	Hand	m	33
BW	Mini	Hand	m	39
UG	Audi Q7	Automatik	m	51
MO	Opel Vectra Caravan	Hand	m	33
JDS	Mazda 6	Hand	m	26
IL	VW Fox	Hand	w	41
JvzG	Citroen Xsara Picasso	Hand	w	41
CR	VW Fox	Hand	w	35
CM	VW Golf III	Hand	w	48

Abb. 1: Fahrerkollektiv

Fahrerkollektiv

Zur **Auswertung** wurden drei alltägliche Situationen beim Rückwärtsfahren nachgestellt:

- I. Ausparken aus einer Parkbox
- II. Einparken in eine Parklücke (Pkw in 6,5 m Abstand dahinter)
- III. Einparken in eine Parklücke (ohne Pkw dahinter)
- IV. Rückwärtssetzen über eine Wegstrecke von ca. 10 m

Untersuchungen und Versuche

II. Rückwärts ausparken

Bei der ersten Versuchsreihe sollte nach eigenem Ermessen rückwärts aus einer Parkbox ausgedockt werden, an der rechts und links Fahrzeuge geparkt waren, Abb. 2.

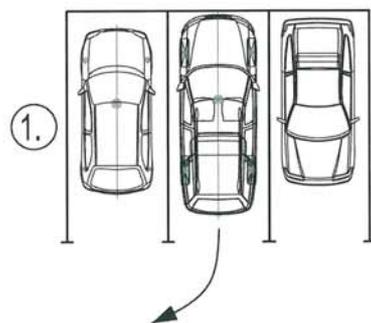


Abb. 2: Versuch 1

Versuch 1
Ausparken

Die Auswertung der Videoaufzeichnungen und der Messschriebe ergab, dass **sämtliche Probanden** den Ausparkvorgang **ähnlich** gestalteten:

Zunächst setzten alle Probanden sehr langsam und nahezu bedacht über eine Wegstrecke von ca. 4 m zwischen den parkenden Pkw zurück. Hierbei wurden Höchstgeschwindigkeiten von 2 bis max. 8 km/h (Mittelwert 4 km/h) erreicht. Erst nachdem die Fahrzeuge so weit aus der Parkbox zurückgesetzt waren, dass ein Anstoß gegen die geparkten Fahrzeuge nicht mehr zu erwarten und der bevorrechtigte Fahrraum weit genug einsehbar war, wurde auf Geschwindigkeiten von 6 bis max. 12 km/h (Mittelwert 8,5 km/h) beschleunigt, Abb. 3.

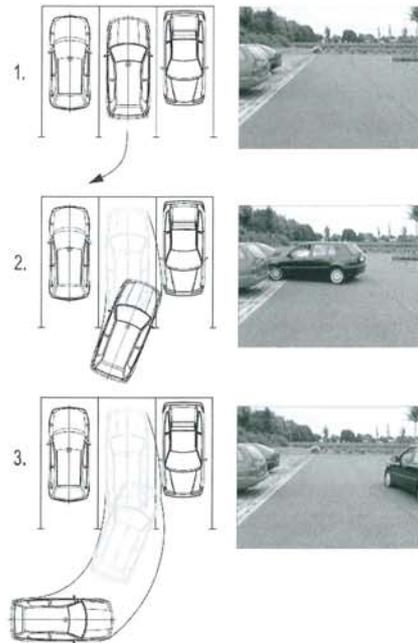


Abb. 3: Sequenzen des 1. Versuchs

Ein signifikanter **Unterschied** bzgl. der gewählten Geschwindigkeit zwischen **Männern** und **Frauen** konnte **nicht** festgestellt werden. Jedoch fiel bei diesem und auch den nachfolgenden Versuchen auf, dass die Fahrer und Fahrerinnen der kompakteren Fahrzeuge die höchsten Geschwindigkeiten beim Rückwärtsrangieren erzielten. Dies wird auf die bessere Überschaubarkeit der kompakteren Fahrzeuge (nicht nur nach hinten) und die in Relation zu den anderen Fahrzeugen größeren Platzverhältnisse, bezogen auf die Örtlichkeit, beim Rangieren zurückgeführt.

III. + IV. Rückwärts einparken

Bei der 2. Versuchsreihe wurden die Geschwindigkeiten beim Rückwärtseinparken untersucht. Die Probanden sollten hierbei rückwärts zunächst zwischen zwei geparkten Fahrzeugen in eine 6,5 m lange Parklücke einparken, Abb. 4.

Versuch 2 Einparken in Parklücke

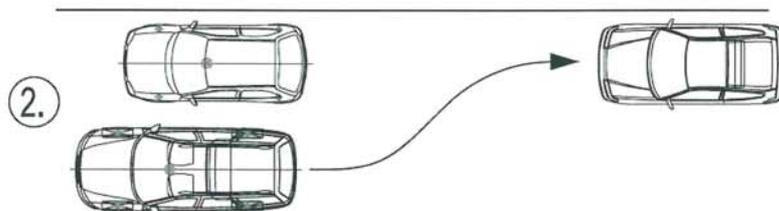


Abb. 4: Versuch 2

Das Geschwindigkeitsspektrum reichte hierbei von 3 bis max. 9 km/h (Mittelwert 6 km/h). Um den Einfluss der Größe der Parklücke auf die gewählte Geschwindigkeit ermitteln zu können, wurde direkt im Anschluss das hintere Fahrzeug entfernt, sodass die hintere Begrenzung der Parklücke wegfiel, Abb. 5.

Versuch 3 Freies Einparken

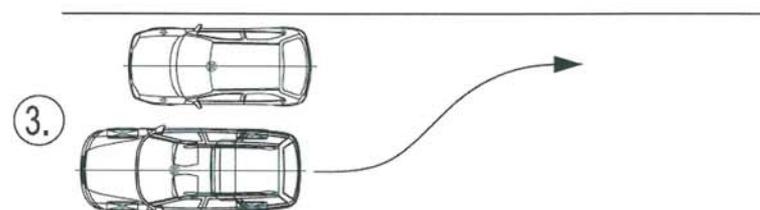


Abb. 5: Versuch 3

Wie zu erwarten, wurden durchweg **höhere Geschwindigkeiten** bei der **größeren Parklücke** erzielt (bis auf eine Ausnahme: für den Fahrer des Mini, also des kleinsten Pkw im Kollektiv, war die 6,5 m lange Parklücke auch beim ersten Durchgang so groß bemessen, dass unabhängig von der im Anschluss vergrößerten Parklücke keine höhere, sondern die gleiche Geschwindigkeit erzielt wurde). Tendenziell erhöhte sich das Geschwindigkeitsniveau jedes Einzelnen beim zweiten Durchgang aber nur marginal um ca. 0,5–2 km/h. Die gemessenen Geschwindigkeiten lagen zwischen 3,5 und 11 km/h (Mittelwert 7,5 km/h). Abgesehen davon, dass der Einparkvorgang nicht so eindeutig in zwei Phasen zu unterteilen ist wie der oben vorgestellte Ausparkvorgang, sind die maximal erzielten Geschwindigkeiten sehr ähnlich. Demnach sind im Alltagsverkehr bei normalen Park- und Rangiermanövern keine Geschwindigkeiten deutlich oberhalb von 12 km/h zu erwarten. Um diese These zu stützen wurde eine weitere Versuchsreihe durchgeführt, bei der beim Rückwärtsfahren nicht auf geparkte Fahrzeuge geachtet werden musste und die zurückgelegte Wegstrecke und der dahinter befindliche Freiraum auch größere Geschwindigkeiten als die bisher erzielten zuließ.

V. Rückwärtssetzen über eine Wegstrecke von ca. 10 m

Bei der letzten Versuchsreihe wurden die Probanden instruiert, über eine gut überschaubare Wegstrecke ca. 10 m geradeaus mit einer für sie normalen Geschwindigkeit zurückzusetzen, Abb.6.



Abb. 6: Versuch 4

Versuch 4
Gerades Zurücksetzen

Die gemessenen Höchstgeschwindigkeiten lagen dabei zwischen 7 und max. 13 km/h (Mittelwert 10 km/h). Dieser Wertebereich **bestätigt** somit die oben aufgestellte **These**, dass bei normaler Fahrweise **keine Geschwindigkeiten deutlich oberhalb** von 12 km/h zu erwarten sind. Die gleiche Wegstrecke sollte im Anschluss möglichst **schnell** absolviert werden. Die Geschwindigkeiten die hierbei erzielt wurden lagen zwischen 11 und max. 19 km/h (Mittelwert 15 km/h). Obwohl auch bei diesem Versuch die Fahrstrecke völlig frei war, die Probanden nicht auf abgestellte Fahrzeuge und Verkehr achten mussten, wurden in der Spitze nur um 50 % höhere Geschwindigkeiten erzielt, als bei normaler Rückwärtsfahrt. Die mittleren Beschleunigungen die bei den einzelnen Versuchsreihen erzielt wurden sind der Abb. 7 zu entnehmen.

Versuchen	Beschleunigungen	Mittelwert
Ausparken bis 4 m (1)	0,1 bis 0,8 m/s ²	0,3 m/s ²
Ausparken nach 4 m (1)	0,2 bis 1,1 m/s ²	0,6 m/s ²
Einparken Pkw in 6,5 m dahinter (2)	0,1 bis 0,9 m/s ²	0,4 m/s ²
Einparken ohne Pkw dahinter (3)	0,3 bis 1,1 m/s ²	0,6 m/s ²
Rückwärtsfahren 10 m (normal) (4)	0,5 bis 1,6 m/s ²	0,8 m/s ²
Rückwärtsfahren 10 m (schnell) (4)	1,0 bis 2,5 m/s ²	1,8 m/s ²

Abb. 7: Beschleunigungen

Beschleunigungswerte
beim Rückwärtssetzen

Da bei den meisten Pkw der Rückwärtsgang ähnlich übersetzt ist, wie der erste Vorwärtsgang, sind theoretisch beim Rückwärtsfahren die gleichen Beschleunigungen bzw. Geschwindigkeiten zu erzielen, wie bei der Vorwärtsfahrt im ersten Gang. Tatsächlich wird das zur Verfügung stehende Beschleunigungsvermögen beim Rückwärtsfahren somit bei weitem nicht ausgenutzt. Ein Grund hierfür wurde oben bereits genannt und ist auf die eingeschränkte Sicht nach hinten zurückzuführen. Auch das Umdenken bei rückwärtigen Lenkmanövern im Zusammenspiel mit den Platzverhältnissen und der angestrebten Bewegungsrichtung spielt bei der Wahl der Geschwindigkeit eine wesentliche Rolle. Der ausschlaggebende Grund für das nicht Ausnutzen der möglichen

Geschwindigkeit liegt aber wohl in der geänderten Fahrphysik beim Rückwärtsfahren; es ist zu berücksichtigen, dass bei schneller Rückwärtsfahrt schon bei kleinsten Lenkbewegungen das Fahrzeug instabil wird und nicht mehr abzufangen ist. Die Ursache begründet sich darin, dass die Spurführungsarbeit bei Rückwärtsfahrt nicht durch die „starr“ und somit spurstabilisierenden Hinterräder geleistet wird, sondern durch die lenkbaren Vorderräder. Schon kleine Lenkbewegungen oder Lastwechsel durch plötzliche Gaswegnahme bei höheren Geschwindigkeiten führen hierbei zwangsläufig zu einem instabilen oft nicht mehr aufzufangenden Fahrzustand. Die unterschiedlichen Geschwindigkeiten des Einzelnen bei allen Versuchen in Bezug zu den Geschwindigkeitsschwankungen des Kollektivs zeigt die Abb. 8.

Geschwindigkeitsbandbreiten

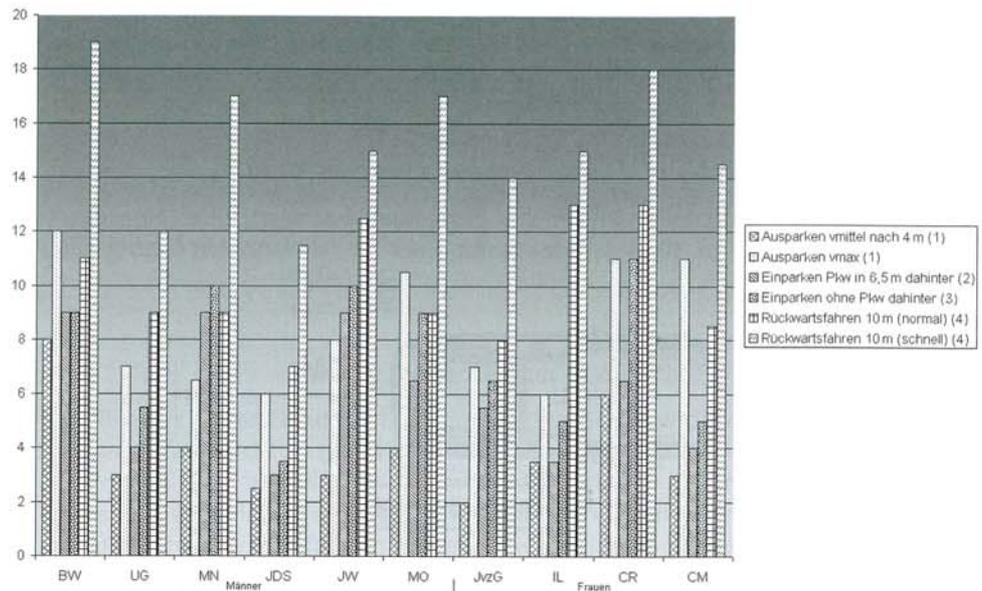


Abb. 8: Geschwindigkeitsschwankungen des Kollektivs

VI. Vorgehensweise bei der Rekonstruktion

Geschwindigkeitsprognose

Mit Hilfe der vorgestellten Ergebnisse kann eine **erste Prognose** zur Geschwindigkeit des mutmaßlich Rückwärtsfahrenden gegeben werden. Ist die zu erwartende Geschwindigkeit des Rückwärtssetzenden deutlich geringer, als es das Schadensausmaß an den Fahrzeugen erfordert (z.B. bei Kollisionsgeschwindigkeiten > 20 km/h), so ist dies ein erster Hinweis darauf, dass der fehlende Geschwindigkeitsanteil durch das vermeintlich stehende, vorwärtsfahrende Fahrzeug eingebracht wurde. Es kann somit zwar ausgeschlossen werden, dass der Vorwärtsfahrende stand, nicht auszuschließen ist jedoch, dass das rückwärtsfahrende Fahrzeug stand oder aber beide Fahrzeuge zum Kollisionszeitpunkt in Bewegung waren. Eine eindeutige Zuweisung des Bewegungszustandes beider Fahrzeuge ist allein mit dem vorgestellten Anknüpfungsparemter der zu erwartenden Geschwindigkeit nicht möglich.

VII. Höhenänderung beim Bremsen oder Beschleunigen

Fahrdynamische Überlegungen

Eine weitere Eingrenzung der Bewegungszustände kann u.U. durch fahrdynamische Überlegungen erfolgen. Können die Schadenszonen an den Fahrzeugen wechselseitig wie ein Stempelabdruck einander zugeordnet werden (z.B. die punktuelle Durchstoßung der Stoßfängeraußenhaut durch eine Abschleppöse am gegnerischen Fahrzeug), so lässt sich die Anstoßkonfiguration der Fahrzeuge zum Zeitpunkt der Kollision sowohl horizontal als auch vertikal eindeutig zuordnen. Bei einer **Gegenüberstellung** (möglichst mit den Originalfahrzeugen) sind dann die statischen Höhen dieser markanten Kontaktstellen zu ermitteln. Ist ein deutlicher Höhenversatz bei der statischen Zuordnung gegenüber der Schadenszuordnung der Kontaktbereiche auszumachen, so ist dies auf die dynamische Achslaständerung (verbunden mit einer Höhenänderung des Fahrzeugaufbaus) beim Bremsen oder Beschleunigen zurückzuführen.

Es kann also mitunter festgestellt werden, ob ein Fahrzeug gebremst bzw. beschleunigt oder aber ungebremst mit konstanter Geschwindigkeit auffuhr, Abb. 9.

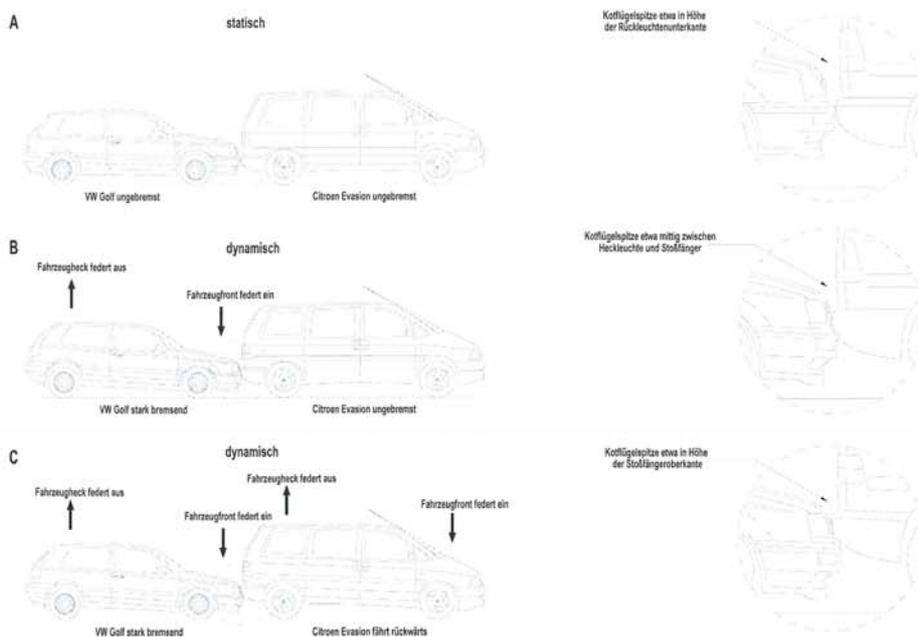


Abb. 9: Zuordnung der Kontaktbereiche

Ein gebremster oder beschleunigter Fahrzustand bedingt gleichzeitig eine Bewegung des Fahrzeugs, anhand derer der Wahrheitsgehalt einer Aussage evtl. überprüft werden kann. Bei einem eindeutigen Höhenversatz von mehreren cm ist es erstrebenswert, die Höhenänderungen der Fahrzeugaufbauten beim Bremsen oder Beschleunigen durch Videoaufnahmen oder berührungslose Abstandssensoren (o.Ä) zu ermitteln.

Zu berücksichtigen ist hierbei, dass der **gleiche Beladungszustand** vorliegen muss, wie beim Unfall. Hier können sich mitunter Fehler einschleichen, da auf die nicht nachprüfbareren Angaben der Beteiligten abgestellt werden muss. Der Unfallzeitpunkt liegt jedoch meist mehrere Monate zurück, sodass sich spätestens bei der Angabe der Tankfüllung Ungenauigkeiten einschleichen können. Den Angaben zur Beladung ist also mit Vorsicht zu begegnen, sie sind deshalb mit entsprechenden Toleranzen zu versehen.

Zu berücksichtigen ist neben dem Aspekt der Beladung auch die **Oberflächenbeschaffenheit** der **Fahrbahn** am Kollisionsort. Unberücksichtigte Unebenheiten der Fahrbahnoberfläche können mitunter zu falschen Schlüssen bei der Höhenzuordnung führen.

Zudem kommt es gerade bei **älteren Fahrzeugen** zu ausgeprägten Fahrwerkselastizitäten, die Höhenänderungen von bis zu 2 cm trotz gleichem Beladungszustand ausmachen können. Verlässliche Ergebnisse sind je nach Fahrzeugtyp deshalb erst bei Höhenunterschieden von mehreren cm zu erzielen. Tendenziell wird das auffahrende Fahrzeug stärker verzögern, als das rückwärts fahrende Fahrzeug beschleunigen kann. Deshalb senkt sich die Fahrzeugfront beim Bremsen stärker ab, als sich das Fahrzeugheck beim Beschleunigen aus den Federn heben kann. Hieraus lässt sich ableiten, dass große Höhendifferenzen, bezogen auf den statischen Zustand, auf ein gebremstes Auffahren zurückzuführen sind, während nur geringe Höhendifferenzen, bei gleichzeitig geringer Geschwindigkeit, für ein beschleunigtes, rückwärtiges Auffahren sprechen können. Höhenunterschiede von nur wenigen cm sind hingegen nur bedingt aussagekräftig. Hier kann wiederum der Bewegungszustand nicht eindeutig unterschieden werden (z.B. konstante Geschwindigkeit beider Fahrzeuge).

VII. Spuren bei unterschiedlicher Bewegungsrichtung

Ein weiteres Kriterium zur Bestimmung des Bewegungszustandes kann je nach Güte des Fotomaterials anhand der Spurencharakteristik abgeleitet werden. Voraussetzung hierfür ist allerdings, dass die Fahrzeuge in einer deutlichen Schrägstellung miteinander

Vergleich zwischen statischer und dynamischer Höhe

Beladungszustand beachten

Besichtigung der Örtlichkeit

Sonstige Höhendifferenzen

Unterschiedliche Kontaktpuren

kollidierten, also **nicht** im **gleichgerichteten Verkehr** zusammenstießen. Befindet sich bei einer Kollision das Rad oder die Felge eines Fahrzeugs im Kontaktbereich, so ergeben sich je nach Bewegungszustand unterschiedliche Kontaktspuren. War das angestoßene Rad zum Kontaktzeitpunkt bspw. ebenfalls in Bewegung, so verlaufen die Kontaktspuren aufgrund der Drehbewegung des Rades bogenförmig, während die Kontaktspuren bei Stillstand des Rades waagrecht oder richtiger ausgedrückt parallel zur Fahrbahnebene verlaufen, Abb. 10.

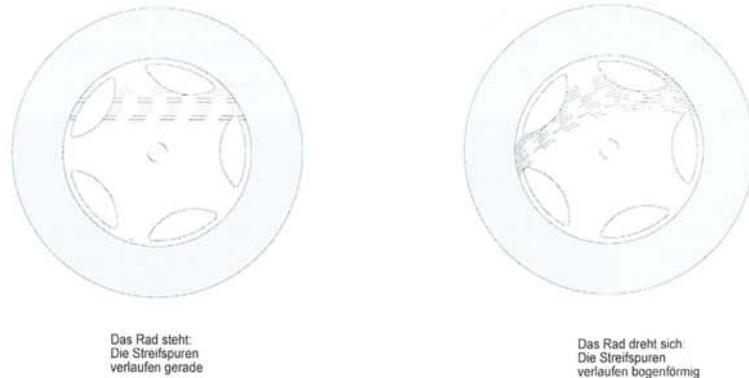


Abb. 10: Bogenförmig und waagrecht verlaufende Kontaktspuren am Rad

U.U. befinden sich je nach Unfallkonstellation an der Oberseite von Stoßfängern oder auf Motorhauben und andern nach oben zeigenden Flächen schräg verlaufende Kontaktspuren. Je nach Verlauf (Krümmung und Winkel) dieser Spuren, kann mit Hilfe von fahrdynamischen Randbedingungen, wie z.B. dem maximalen Lenkeinschlag, rekonstruiert werden, ob ein Fahrzeug in Bogenfahrt vorwärts auffuhr oder ob die Spuren auf ein geradeaus zurücksetzendes Fahrzeug zurückzuführen sind, Abb. 11.

Spurencharakteristik am Pkw

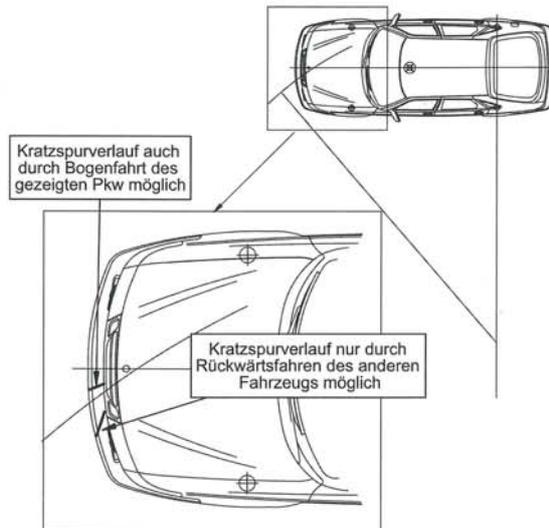


Abb. 11: Klärung des Hergangs nach dem Winkel von Kratzspuren

Die Anstreichrichtung an vertikalen Flächen liefert hingegen wegen der identischen Relativbewegung zwischen den Fahrzeugen bei Vorwärtsfahrt bzw. Rückwärtsfahrt keine weitere Entscheidungshilfe.

VIII. Fazit

Die Ausführungen zeigen, dass es kein Patentrezept gibt, anhand dessen Unfälle bei Park- und Rangiermanövern gelöst werden können. Da die klassischen Methoden der Stoßrechnung oft nicht zum Tragen kommen, sind **immer fallabhängige Randbedingungen mit einzubeziehen**. Mit steigender Anzahl der Anknüpfungspunkte wächst die Wahrscheinlichkeit, eine der konträren Unfallschilderungen aus technischer Sicht widerlegen zu können. Eine qualitativ gute Schadensdokumentation und eine ausführliche Unfallschilderung nebst Angaben zur Unfallörtlichkeit sind hierfür unabdingbar.

Wichtige Anknüpfungspunkte