

## Crashversuche am Fahrwerk Wann entstehen Schäden an der Radaufhängung?

von Dipl.-Ing. Hans Otto Rausch, Oldenburg\*

*Dieser Beitrag beschäftigt sich mit dem Thema Achsfehlstellungen und -beschädigungen infolge eines Bordsteinanpralls.*

*Im Verlauf eines Unfalles kann es bei einem Ausweichmanöver oder in der Auslaufbewegung zu einer Bordsteinberührung kommen. Für den Schadengutachter stellt sich dann die Frage, ob durch das Überfahren oder Anstreifen des Bordsteins ein Schaden an der Radaufhängung entstanden ist.*

*Häufig wird schon „auf Verdacht“ bei Kontakts Spuren am Reifen (in Form von Reibspuren an der Reifen-seite) die komplette Radaufhängung in der Schadenkalkulation berücksichtigt.*

*Sind Teile der Radaufhängung zu erneuern, dann schreiben Hersteller – aus Sicherheitsgründen – vor, auch die Servolenkung zu ersetzen. Und dabei bleibt es i.d.R. nicht: Muss z.B. ein Stoßdämpfer oder ein Federbein ersetzt werden, dann fallen Teile für beide Fahrzeugseiten an, da diese stets paarweise erneuert werden müssen.*

*Die Bauteile einer Radaufhängung sind relativ teuer; eine Servolenkung alleine kostet schon um 1.000 €. So können bei der Schadenkalkulation nicht unerhebliche zusätzliche Kosten entstehen.*

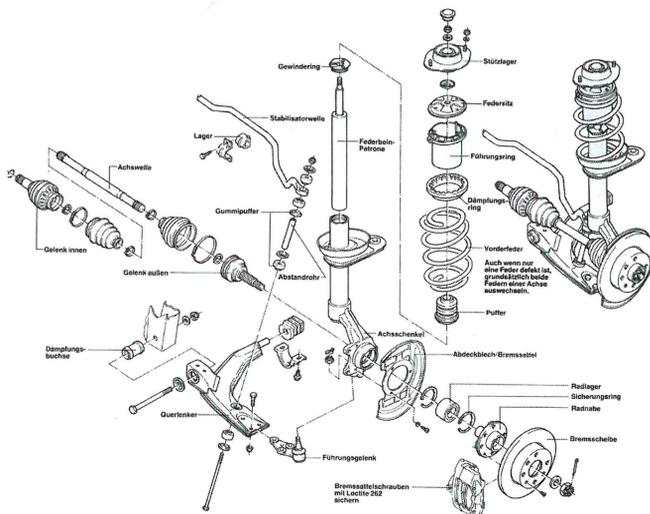
*Die Möglichkeiten der Beurteilung sind bei der Schadenaufnahme begrenzt, zwar ist eine erhebliche Fehlstellung schon mit bloßem Auge erkennbar, für genauere Feststellungen ist eine Fahrwerksvermessung unbedingt notwendig. Dies ist aber selten an Ort und Stelle möglich, weshalb darauf häufig verzichtet wird.*

*Zu der Frage, welche Schäden an einer Radaufhängung beim Kontakt mit einem solchen Hindernis entstehen können, wurden fünf Versuche durchgeführt, bei denen mit einem Versuchsfahrzeug (Opel Kadett E) eine Bordsteinkante unter verschiedenen Winkeln und Geschwindigkeiten mit dem rechten Vorderrad überfahren wurde.*

*Der Opel Kadett verfügt über eine heute weit verbreitete Vorderachskonstruktion mit McPherson Federbein. Das Fahrzeug wurde vor und nach jedem Versuch auf Fehlstellungen und Beschädigungen untersucht und auf einem Prüfstand vermessen.*

*Zentrale Bauteile einer solchen Vorderradaufhängung sind das Federbein und der sog. Achsschenkel. Der Achsschenkel ist unten am Federbein befestigt, das Federbein stützt sich oben im Radhaus ab. Im Achsschenkel befindet sich die Lagerung des Rades. Der Achsschenkel wird unten über ein Gelenk von dem Querlenker getragen, der Querlenker ist mit der Karosserie verbunden. Für die Lenkbewegung wird das gesamte Federbein von der Spurstange ebenfalls am Achsschenkel verdreht.*

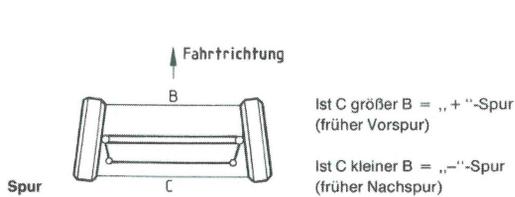
\*Der Autor ist öffentlich bestellter und vereidigter Sachverständiger für Fahrzeugschäden und -bewertung



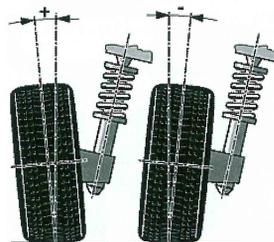
Die folgenden Abbildungen sollen kurz die wichtigsten Fahrwerksdaten veranschaulichen:

## I. Spur und Sturz

Die Spur ist die Differenz der Breiten, um die Räder bei Geradeausfahrt vorn und hinten auseinander stehen. Die Spur liegt i.d.R. etwa bei Null. Der Sturz ist die Neigung der Radebene zu einer im Radaufstandspunkt errichteten Senkrechten. Bei negativem Sturz ist die Radebene nach innen geneigt, dies ist häufig bei sportlichen Fahrzeugen der Fall.



Spur

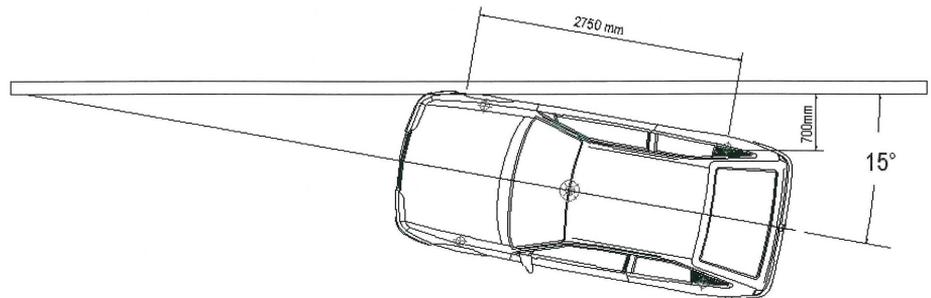


Sturz

Auf weitere Fahrwerksparameter wie **Nachlauf**, **Spreizung** und **Spurdifferenzwinkel** usw. soll hier nicht weiter eingegangen werden. Alle Komponenten sind wichtige Faktoren für einen stabilen Geradeauslauf, das Kurvenverhalten und die Straßenlage eines Fahrzeugs. Eine Überprüfung kann, wie gesagt, nur auf einem Vermessungsprüfstand erfolgen. In diesem Zusammenhang soll kurz auf eine vorherige Versuchsreihe eingegangen werden, die hier zur Frage der Messgenauigkeit/Fehlergrenzen bei Fahrwerksvermessungen durchgeführt wurde. Bei der Untersuchung war ein fabrikanes Fahrzeug auf Prüfständen verschiedener Hersteller vermessen worden. Die Messungen wurden am gleichen Tage unmittelbar nacheinander in Auftrag gegeben. Dabei kamen sehr unterschiedliche Messergebnisse zu Tage. In einem Fall wurde sogar eine erhebliche Verstellung gemessen, demzufolge wären Einstellarbeiten am Fahrwerk notwendig gewesen. Tatsächlich war die Einstellung am Fahrwerk jedoch einwandfrei. Ursache dieser Abweichungen sind Messungenauigkeiten, aber auch Bedienungsfehler. So werden von den Herstellern bei der Vermessung bestimmte Randbedingungen gefordert (z.B. die Beladung des Fahrzeugs), die häufig nicht eingehalten werden. Auch ist zu berücksichtigen, dass von dem Messcomputer Einstellwerte auf eine Gradminute genau ausgegeben werden. Eine Gradminute ist 1/60 eines Winkelgrades. Damit wird bei einer Vermessung eine Messgenauigkeit suggeriert, die tatsächlich in der Realität nicht eingehalten werden kann. Bereits eine Lageveränderung am Fahrzeug führt zu Abweichungen, dies allerdings im Minuten- nicht im Gradbereich. Eine andere Ursache kann Spiel in der Lagerung sein, das natürlich das Messergebnis verfälscht. Daher ist es stets notwendig, das Ergebnis einer Vermessung zu analysieren, insbesondere im Hinblick darauf, ob es sich um eine maßgebliche Fehlstellung handelt oder nicht, oder ob die Verstellung eine andere Ursache hat.

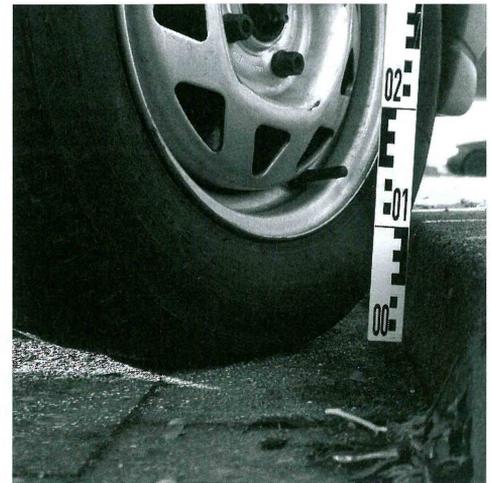
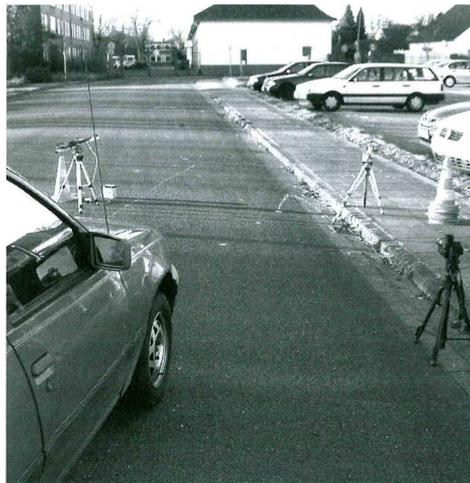
## 1. Versuche V1 und V2

Versuch V1 und V2 wurden unter einem Winkel von  $15^\circ$  gefahren. Dieser Winkel ist für ein Überfahren im Zuge eines Ausweichmanövers durchaus typisch. Die Fahrgeschwindigkeiten und die Randbedingungen wurden erst im Versuchsablauf verschärft, um nicht sofort einen größeren Schaden zu erzeugen. Im Versuch V1 lag die Geschwindigkeit bei  $19 \text{ km/h}$ , im Versuch V2 bei  $40 \text{ km/h}$ .



Überfahrwinkel von  $15^\circ$

Die Geschwindigkeit wurde durch eine Lichtschranke gemessen und die Versuchsdurchführung durch Videoaufnahmen dokumentiert. Im Fahrzeug war ein Verzögerungsmessgerät installiert, das die Verzögerung in Fahrzeuglängsrichtung ermittelt. Das nachfolgende Bild zeigt die Versuchsanordnung. Im rechten Bild ist die Bordsteinkante zu erkennen. Diese hat eine übliche Kantenhöhe von  $11 \text{ cm}$ . Das Versuchsfahrzeug in der Anfahrposition ist im linken Bild ersichtlich.



## 2. Versuche V3 und V4

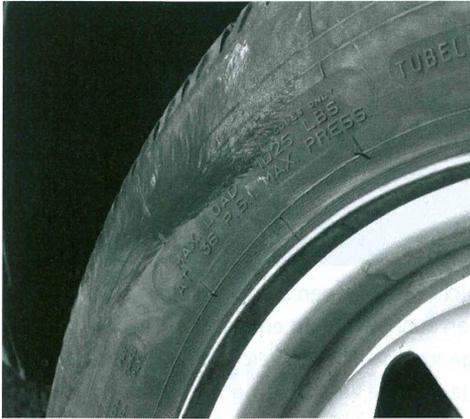
Der Versuchsaufbau des Versuchs 3 und 4 ist identisch mit den vorherigen Versuchen, nur wurde der Anstoßwinkel von  $15^\circ$  auf  $35^\circ$  vergrößert, es handelt sich also um einen stumpferen Anprall. Die Geschwindigkeit im Versuch V3 betrug  $30 \text{ km/h}$ . Versuch V4 wurde mit einer Geschwindigkeit von  $28 \text{ km/h}$  durchgeführt. Im Versuch V4 war das Fahrzeug im Anprallzeitpunkt vollverzögert, d.h. unmittelbar vor dem Überfahren der Bordsteinkante wurde eine Vollbremsung mit blockierendem Rad eingeleitet.

## 3. Versuch V5

Die Versuchsbedingungen im Versuch V5 wurden weiter verschärft und ein höherer Bordstein mit  $15 \text{ cm}$  gewählt, da sich in den vorherigen Versuchen keine wesentlichen Schäden ergeben hatten, worauf nachfolgend eingegangen wird. Die Fahrgeschwindigkeit betrug  $44 \text{ km/h}$ , im Anprallzeitpunkt war das Fahrzeug ebenfalls vollverzögert. Der stumpfere Winkel von  $35^\circ$  wurde beibehalten.

#### 4. Ergebnisse

Versuch V1 (15°, 19 km/h):



Versuch V2 (15°, 40 km/h):

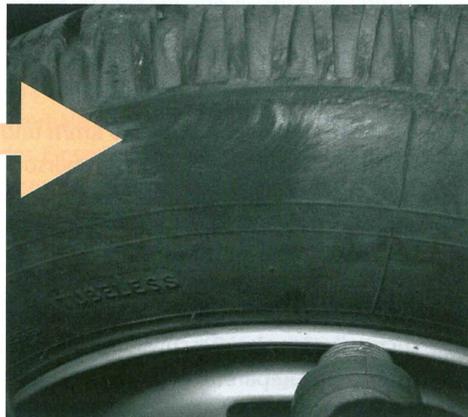
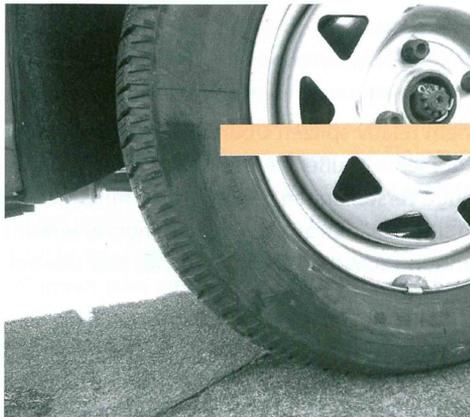


Nun aber zu den Versuchsergebnissen: In Versuch 1 und Versuch 2 ergaben sich durch den relativ spitzen Winkel von 15° nur leichte Kontaktsuren (dunkle Reibspuren) an der Seitenfläche von Vorder- und Hinterradreifen. Die Achskomponenten zeigten **keine** Verformungen. Die Vorderachsgeometrie war nur geringfügig innerhalb der Toleranzgrenzen verändert, was unter Berücksichtigung der vorstehend angesprochenen Messgenauigkeit zu vernachlässigen ist. Eine Achsvermessung wäre bei diesem Spurenbild ggf. zu empfehlen. Schäden an einer vergleichbar dimensionierten Vorderachskonstruktion sind unter diesen Bedingungen unwahrscheinlich. Die auf die Radaufhängung wirkenden Kräfte können von der Radaufhängung problemlos ertragen werden, weil das Rad die Bordsteinkante überrollt. Die verbreitete Ansicht, dass ein Bordsteinkontakt schon bei einem Einparken zu Schäden führen kann, ist nach diesem Versuchsergebnis nicht zu bestätigen.

Versuch V3 (35°, 30 km/h):



Versuch V4 (35°, 28 km/h, gebremst):



Videosequenzen V4::



Die Versuche 3 und 4 verursachten ebenfalls nur leichte Reibspuren an der Reifenseitenflanke. Deformationen der einzelnen Achskomponenten waren auch hier nicht entstanden. Der Versuch 3 ergab eine nur geringe Verstellungen an der Achsgeometrie. Die Abweichungen lagen auch hier innerhalb der Toleranzwerte, nur die Spur zeigte eine geringe Veränderung. Auch der Versuch 4, der immerhin mit knapp 30 km/h und vollverzögertem Fahrzeug gefahren wurde, zog immer noch keine Deformationen an der Radaufhängung nach sich. Auch dort lagen die Werte innerhalb der Toleranzfelder, nur die Spur zeigte eine schon deutlichere Überschreitung des Grenzwertes. Die Verstellung macht aber deutlich, dass ggf. Einstellarbeiten an der Achsgeometrie gerechtfertigt sein können. Die Achskomponenten sind zu überprüfen, massive Beschädigungen, d.h. Verformungen an Teilen der Radaufhängung, sind eher unwahrscheinlich.

*Versuch V5 (35°, 44 km/h, Bordstein 15 cm, gebremst, 2,0 bar):*



Erst durch die „verschärften“ Bedingungen im Versuch 5 platzte der Reifen durch eine Quetschung der Seitenwand an der Bordsteinkante, die Vorderradfelge war am Felgenhorn verformt. Eine messbare Verstellung von Nachlauf und Sturz war vorhanden, erstaunlicherweise jedoch noch innerhalb der zulässigen Toleranz. Eine gravierende Verstellung zeigte insbesondere die Spur, die nach dem Versuch deutlich außerhalb des Toleranzfeldes lag. Eine Achseinstellung/Reparatur wäre notwendig. Eine optisch erkennbare Beschädigung der Achskomponenten konnte mit Ausnahme für Reifen und Felge nicht festgestellt werden. Die im Versuch V5 gemessene Verstellung (vor und nach dem Versuch) lagen bspw. für den Nachlauf bei  $0^{\circ} 50'$ , für die rechte Spur bei  $1^{\circ} 07'$ . Diese Veränderungen sind durchaus als erheblich zu bezeichnen.

## II. Zusammenfassung

Bei Geschwindigkeiten von **unter 30 km/h** und einem relativ spitzen Überfahrwinkel von  $15^{\circ}$  ergaben sich am Versuchsfahrzeug (McPherson-Vorderachse) außer Reibspuren am Reifen keine Schäden an der Radaufhängung, es wurden nur geringe Verstellungen gemessen, die innerhalb der Einstelltoleranz lagen. Bei diesen Randbedingungen sind Schäden an der Radaufhängung unwahrscheinlich, solche Belastungen kann eine Radaufhängung schadlos überstehen. Das Rad überrollt den Bordstein, ein Aufschlagen der Felge wird verhindert.

Im Versuch waren erst bei Geschwindigkeiten von **über 30 km/h** mit gebremstem Rad Schäden festzustellen, die eine Reparatur erfordern. Bei dieser Belastung ist die Radaufhängung nicht mehr in der Lage, das Hindernis schadenfrei zu überfahren. Bei massiven Reibspuren oder Verformungen an der Radfelge ist eine Kontrolle der Achsgeometrie in jedem Fall anzuraten. Ob eine Radaufhängung

einen Anprall schadlos übersteht, hängt letztlich immer davon ab, welche Kräfte in das Rad eingeleitet werden und aus welcher Richtung die Belastung erfolgt. Erst nach einer Vermessung kann entschieden werden, ob und welche Teile erneuert werden müssen.

Als Fazit ist festzustellen, dass durch das Überfahren einer Bordsteinkante mit geringer Geschwindigkeit und bei geringen Kontaktsuren am Reifen, Schäden am Fahrwerk unwahrscheinlich sind und daher die Erneuerung kostenintensiver Fahrwerkteile nicht notwendig ist. Bei höheren Geschwindigkeiten sind Schäden nicht auszuschließen, der Schadenumfang hängt vom Einzelfall ab. Eine Fahrwerksvermessung ist zur Beurteilung des tatsächlich erforderlichen Reparaturumfangs in jedem Fall unbedingt notwendig.