

## Unfallrekonstruktion

### Höhenzuordnung von Schäden an Unfallfahrzeugen – mögliche Fehlerquellen

von Dr. rer. nat. Jens Bastek (Dipl.-Phys.), Münster\*

*In vielen Unfallrekonstruktionsgutachten ist es von entscheidender Bedeutung festzustellen, ob ein Schaden an einem Unfallfahrzeug von einem anderen Fahrzeug verursacht werden konnte. Neben der Analyse der Schadensintensitäten sowie der prinzipiellen Anstoßkonfiguration wird dabei sehr oft eine Höhenzuordnung der Schäden an den entsprechenden Fahrzeugen durchgeführt. Gerade im Bereich der Unfallmanipulation sind solche Detailbetrachtungen von besonderer Bedeutung, da sie oftmals eine Aussage darüber erlauben, ob der geschilderte Unfallhergang mit den Schäden kompatibel ist. In diesem Artikel werden einige Aspekte diskutiert, welche mögliche Fehlerquellen für eine genaue Höhenzuordnung, auch in Bezug auf konkrete Fallautos, darstellen und in welcher Größenordnung diese Unsicherheiten anzusetzen sind.*

\* Der Autor ist Sachverständiger für Straßenverkehrsunfälle im Ingenieurbüro Schimmelpfennig + Becke, Münster.

## I. Mögliche Einflüsse

Die im Folgenden beschriebenen Einflüsse auf die Höhe eines Fahrzeugs sind rein statischer Natur. Fahrdynamische Einflüsse wie Wankbewegungen der Karosserie bei Kurvenfahrt oder das Einfedern der Fahrzeugfront bei einer starken Bremsung werden nicht behandelt.

Bei allen folgenden Überlegungen wird davon ausgegangen, dass Höhenzuordnungen bei Fahrzeugen durchgeführt werden, die auf festen und planen Oberflächen stehen, bzw. Vergleichsfahrzeuge auf solchen vermessen werden. Bei Unfällen, die auf unbefestigtem Untergrund (Schotter, Grünstreifen) stattgefunden haben, oder bei denen spezielle örtliche Begebenheiten vorliegen (Neigung der Straße, Schlaglöcher, ...) muss dies entsprechend bei einer Höhenzuordnung berücksichtigt werden.

Bei allen durchgeführten Höhenmessungen wurden jeweils zwei Messwerte im selben Fahrzeugzustand aufgenommen. Dazu wurde an dem vorderen und hinteren Radhauskasten eine Markierung angezeichnet, welche als Messstelle diente. Anschließend wurde eine Nullmessung durchgeführt, welche als Referenz dient. Diese Referenzmessung wurde am unbeladenen Fahrzeug durchgeführt, wobei alle vier Reifen mit dem vorgesehenen Luftdruck befüllt waren. Für

alle Messungen des Luftdrucks wurde ein geeichtes Luftdruckmessgerät der Firma Würth verwendet.

### 1. Luftdruck von Reifen

Bei der Ausführung von Unfallrekonstruktionsgutachten kommt hin und wieder die Frage auf, ob der Luftdruck der Reifen einen Einfluss auf die Höhe der Fahrzeugkarosserie hat. Hierzu wurden an zwei Fahrzeugen entsprechende Untersuchungen durchgeführt. Bei den beiden Fahrzeugen handelte es sich zum einen um einen Audi A 6 Avant (Bj. 2012) sowie um einen VW Golf III (Bj. 1995). Beim Audi waren Reifen vom Typ Pirelli P Zero mit den Maßen 255/45 R 19 montiert. Diese wurden nach den Angaben auf dem Typenschild mit 2,2 bar Druck vorne und 2,0 bar Druck hinten befüllt. Am VW Golf III waren Reifen von Typ Hankook Optimo 4S mit den Dimensionen 175/70 R 13 montiert. Bei diesen Reifen ist ein Druck von 2,1 bar für die Vorderreifen sowie 1,9 bar für die Hinterreifen laut Typenschild vorgesehen.

Nachdem an beiden Fahrzeugen die wie oben beschriebenen Referenzmessungen durchgeführt worden sind, wurden alle Reifen mit einem Bar mehr Druck befüllt, als es das Typenschild vorsieht. Die vier folgenden Bilder zeigen die Höhen bei empfohlenem Druck und bei einem Bar mehr Druck als vorgesehen.

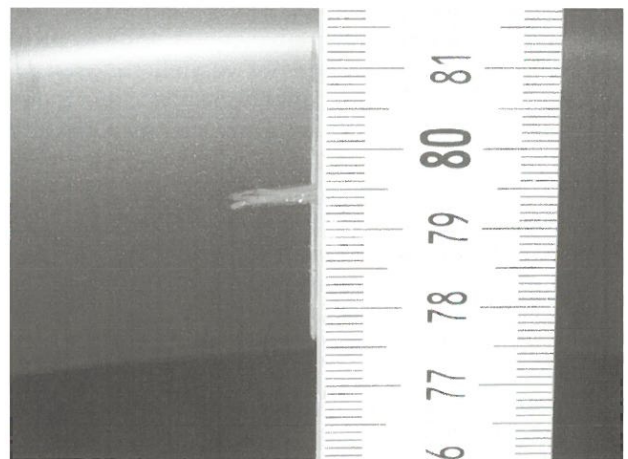
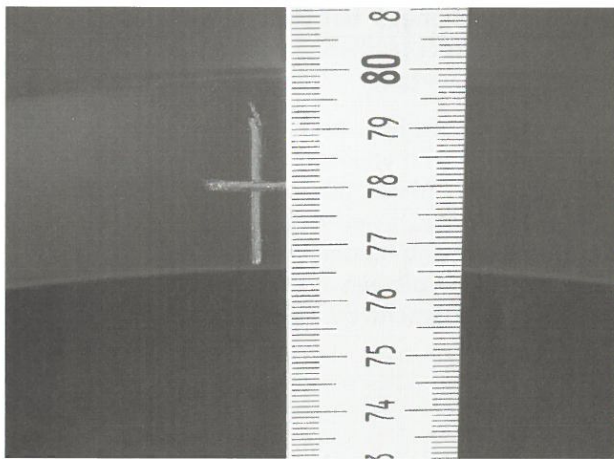


Abb. 1: Höhe der Markierungen beim Audi A 6 Avant bei Befüllung der Reifen mit dem Standarddruck. Linkes Bild – vorne; rechtes Bild – hinten

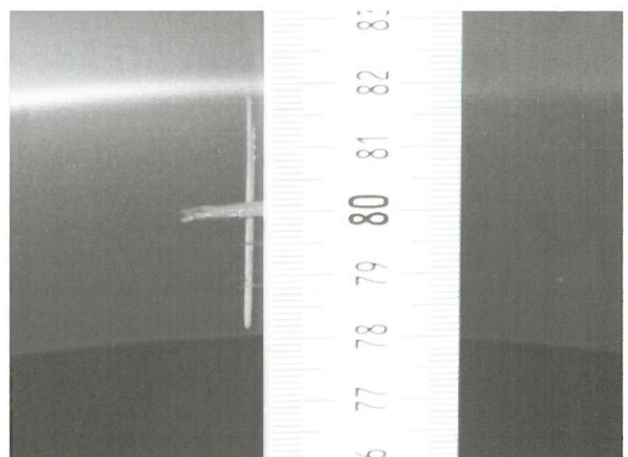
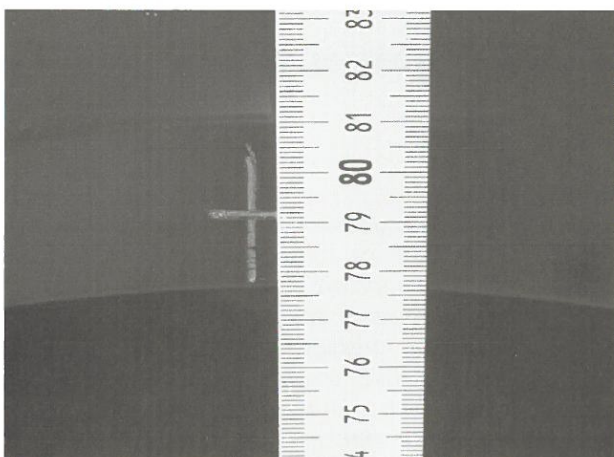


Abb. 2: Höhe der Markierungen beim Audi A 6 Avant bei Befüllung der Reifen mit einem Bar mehr als dem Standarddruck. Linkes Bild – vorne; rechtes Bild – hinten



Als Ergebnis lässt sich festhalten, dass der Audi durch die Befüllung der Reifen vorne um ca. 11 mm und hinten um ca. 7 mm höher liegt als bei Standarddruck in den Reifen. Für den VW Golf III zeigt sich ein ähnliches Ergebnis. Dort liegt das Fahrzeug vorne 10 mm und hinten 3 mm höher.

Weiter wurde dann untersucht, was passiert, wenn der Reifendruck unter den Standardwerten liegt. Dazu wurden alle Reifen mit einem Druck von genau einem Bar befüllt. Hierbei zeigt sich, dass der Audi A 6 Avant vorne um 13 mm und hinten um 14 mm tiefer liegt als bei Standarddruck. Der VW Golf III liegt bei einem Bar Luftdruck ebenfalls tiefer. Vorne sinkt die Karosserie um 11 mm und hinten um 7 mm ein. Alle gemessenen Werte sind zur Übersicht nochmals in Tabelle 1 wiedergegeben.

<b>Audi A 6</b>		
	Höhe Radhaus vorne [mm]	Höhe Radhaus hinten [mm]
Normdruck (2,2/ 2,0)	781	794
+1,0 bar über Normdruck	792 (+11)	801 (+7)
1 bar Druck	768 (-13)	780 (-14)
<b>VW Golf III</b>		
	Höhe Radhaus vorne [mm]	Höhe Radhaus hinten [mm]
Normdruck (2,1/ 1,9)	657	661
+1,0 bar über Normdruck	667 (+10)	664 (+3)
1 bar Druck	646 (-11)	654 (-7)

Tabelle 1: Gemessene Höhen der Markierungen an den Radhäusern für unterschiedlichen Luftdruck

## 2. Unterschiedliche Fahrwerkseinstellungen

Modernere Fahrzeuge verfügen oftmals über die Möglichkeit, das Fahrwerk mittels des Bordcomputers auf gewisse Höhen einstellen zu können. Dabei stehen Einstellungen wie „Sport“ oder „Komfort“ zur Auswahl.

Um dies zu untersuchen, wurden wiederum zwei Fahrzeuge vermessen. Zum einen nochmals der Audi A 6 Avant (Bj. 2012) und zum anderen ein Mercedes Benz CLS 500 (Bj. 2006).

Beim Audi lag der Unterschied zwischen der höchsten Einstellung (All-Road) und der niedrigsten Einstellung (Sport) vorne bei 48 mm und hinten bei 57 mm. Zusätzlich zu den festen Einstellungen war es möglich, jede Höhe zwischen der Allroad- und Sporteinstellung manuell einzugeben. Somit besteht die Option einer stufenlosen Regelung der Fahrwerkshöhe.

Beim Mercedes Benz CLS 500 konnte ein durchschnittlicher Höhenunterschied von 50 mm zwischen der niedrigsten und höchsten Fahrwerkseinstellung bestimmt werden. Hierbei wurde allerdings lediglich an einem Messpunkt die Höhe des Fahrzeugs gemessen (Türgriff), und nicht wie bei den hier sonst vorgestellten Messungen jeweils vorne und hinten am Radhauskasten.

## 3. Anheben des Fahrzeugs – Fahrwerkszustand

Wenn eine Höhenzuordnung von Schäden durchgeführt werden muss und das entsprechende Fahrzeug nicht mehr zur Verfügung steht, werden oftmals Detailfotos der Schäden über das Bild eines Vergleichsfahrzeugs gelegt, indem eine Messlatte mit abgebildet ist. Diese Bilder von Vergleichsfahrzeugen werden sehr häufig in Werkstätten erstellt, da es sinnvoll ist, zusätzlich Bilder zu fertigen, in denen die Stoßängerverkleidung demontiert wurde. Da in solchen Fällen das Fahrzeug i.d.R. mit einer Hebebühne angehoben wird, um die Stoßängerverkleidung zu demontieren, wird im Folgenden untersucht, ob das Anheben und Absetzen des Fahrzeugs einen Einfluss auf die Höhe der Karosserie hat.

Dieser Sachverhalt wurde an einem VW Fox (Bj. 2005) sowie einem VW Touran (Bj. 2005) untersucht. Nach der Referenzmessung wurden beide Fahrzeuge mittels einer Hebebühne angehoben und nach ca. 30 Sekunden wieder auf den Boden abgesenkt. Beim VW Fox ergab sich dadurch vorne eine Erhöhung der Messstelle um 15 mm und hinten um 4 mm. Der VW Touran erhöhte sich vorne um 6 mm und hinten um 20 mm.

Anschließend wurden die Fahrzeuge vorne und hinten mehrmals durch Aufstützen runtergedrückt, um die Fahrzeuge wieder einzufedern. Ein erneutes Messen der Höhe zeigte, dass der VW Fox anschließend vorne noch 7 mm und hinten noch 2 mm höher liegt im Vergleich zum Wert der Referenzmessung. Der VW Touran liegt nach dem Runterdrücken vorne noch 4 mm und hinten noch 11 mm höher.

Danach wurden die beiden Fahrzeuge ca. 500 m gefahren. Die abschließende Messung ergab, dass sich beide Fahrzeuge wieder auf der Höhe der Referenzmessungen befanden.

<b>VW Fox</b>		
	Höhe Radhaus vorne [mm]	Höhe Radhaus hinten [mm]
Referenzmessung	669	696
Hoch-/ Runterfahren	684 (+15)	700 (+4)
Drücken vorne/ hinten	676 (+7)	698 (+2)
Nach Fahren	669 (±0)	696 (±0)
<b>VW Touran</b>		
	Höhe Radhaus vorne [mm]	Höhe Radhaus hinten [mm]
Referenzmessung	710	704
Hoch-/ Runterfahren	716 (+6)	724 (+20)
Drücken vorne/ hinten	714 (+4)	715 (+11)
Nach Fahren	710 (±0)	706 (+2)

Tabelle 2: Gemessene Höhen der Markierungen an den Radhäusern nach Anheben der Fahrzeuge

## 4. Beladung

Um den Einfluss der Beladung auf die Fahrzeughöhe zu untersuchen, wurden zwei Fahrzeuge mit nahezu ihrer maximalen Zuladung belastet und anschließend



der Höhenunterschied zur Referenzmessung bestimmt. Die untersuchten Fahrzeuge waren ein Mazda 6 (Bj. 2008) mit einer maximalen Zuladung von 565 kg, sowie eine Mercedes-Benz E-Klasse (Modelljahr 2007) mit einer maximalen Zuladung von 575 kg. Die Besonderheit der Mercedes-Benz E-Klasse lag darin, dass sie über eine automatische Niveauregulierung der Hinterachse verfügt. So kann aus den durchgeführten Messungen auch eine Aussage über den Einfluss eines solchen Systems abgeleitet werden.

Nach der Referenzmessung wurde der Mazda 6 zuerst so beladen, dass das Gewicht relativ homogen im Fahrzeug verteilt war. Es befanden sich ca. 160 kg auf den Vordersitzen, ca. 300 kg auf der Rückbank und weitere 80 kg im Kofferraum. Durch diese Gewichtsverteilung liegt der Wagen vorne 24 mm und hinten 71 mm tiefer im Vergleich zur Referenzmessung. Abschließend wurde eine Gewichtsverteilung gewählt, in der sich ein Großteil der Masse im Kofferraum befindet. Die ungefähre Gewichtsverteilung lag bei ca. 80 kg vorne, ca. 160 kg auf der Rückbank und etwa 300 kg im Kofferraum. Dadurch liegt der Wagen vorne nur noch 7 mm tiefer, hinten aber 93 mm im Vergleich zur Referenzmessung.

Wie bereits beschrieben, verfügt die Mercedes-Benz E-Klasse über ein Sportfahrwerk mit Niveauregulierung der Hinterachse. Nach der Referenzmessung im unbeladenen Zustand wurde das Fahrzeug homogen beladen, wie es auch beim Mazda 6 der Fall war. Dadurch liegt der Wagen vorne 25 mm und hinten 55 mm tiefer. Dann wurde der Wagen gestartet und eine Strecke von ca. einem Kilometer gefahren. Im Anschluss wurde wieder die Höhe gemessen. Nach der Fahrt liegt der Wagen vorne 30 mm und hinten nur noch 14 mm tiefer gegenüber der Referenzmessung. Die Niveauregulierung der Hinterachse sorgt dafür, dass die Karosserie bei dieser Beladung um etwa 40 mm angehoben wird. Nachdem die Beladung aus dem Fahrzeug entfernt wurde, war die Höhe vorne und hinten am Fahrzeug wieder im Bereich der Referenzmessung. Die aufgenommenen Messwerte sind in Tabelle 3 nochmals zusammengefasst.

<b>Mazda 6</b>	Höhe Radhaus vorne [mm]	Höhe Radhaus hinten [mm]
Referenzmessung	694	728
Voll beladen verteilt	670 (-24)	657 (-71)
Voll beladen hinten	687 (-7)	635 (-93)

<b>MB E-Klasse</b>	Höhe Radhaus vorne [mm]	Höhe Radhaus hinten [mm]
Referenzmessung	675	660
Voll beladen verteilt	650 (-25)	595 (-55)
Nach Fahren	645 (-30)	646 (-14)
Nach Entladen	674 (-1)	661 (+1)

Tabelle 3: Gemessene Höhen der Markierungen an den Radhäusern nach Beladung

## II. Fazit

Anhand der hier durchgeführten Untersuchungen zeigt sich, dass sich die Höhe der Karosserie eines Fahrzeugs durch viele Faktoren beeinflussen lässt. Der Einfluss des Reifendrucks von  $\pm 10 - 15$  mm ist als eher gering anzusehen, besonders vor dem Hintergrund, dass der hier untersuchte Druckbereich von ca.  $\pm 1$  bar um den empfohlenen Druck für die Reifen in der Praxis kaum ausgeschöpft wird.

Auch der Einfluss des Fahrwerkzustands, welcher durch Anheben und Absenken des Fahrzeugs geändert werden kann, ist mit  $\pm 5 - 10$  mm als eher unkritisch zu betrachten. Obgleich es ratsam ist zu überprüfen, ob Fotos von Vergleichsfahrzeugen direkt nach dem Absenken von einer Bühne gefertigt wurden, oder ob das Fahrzeug anschließend nochmals bewegt wurde.

Zwingend erforderlich hingegen ist es, dass die Fahrwerkeinstellung, in der das Fahrzeug zum fraglichen Zeitpunkt bewegt wurde, bekannt ist, soweit das Fahrzeug über eine solche Einstellungsmöglichkeit verfügt. Der Unterschied von der höchsten zur niedrigsten Einstellung bei den untersuchten Fahrzeugen liegt im Bereich von  $\pm 25 - 30$  mm.

In den hier untersuchten Einflussfaktoren ist die Beladung des Fahrzeugs als größter Faktor zu nennen. Beim Fahrzeug ohne Niveauregulierung und einer hecklastigen Beladung kann das Heck in einer Größenordnung von um die 100 mm tiefer liegen als im unbeladenen Zustand. Für eine seriöse Höhenzuordnung ist es daher erforderlich, den konkreten Beladungszustand eines Fahrzeugs zu berücksichtigen.

## III. Danksagung

Der Autor dankt Kfz-Techniker STEPHAN OHM für die Hilfe bei der Durchführung der Höhenmessungen an den verschiedenen Fahrzeugen.