



Info-Nr. 02/09
Audatex-Nr. ohne
Reparatur/Diagnose

Fahrzeugart	Pkw
Fahrzeughersteller	alle
Fahrzeugtyp	alle
Baujahr	alle
Schadenbereich	Pkw-Karosserie, Außenhautbereich, Fahrzeugstruktur, Rahmen
Betreff	Auswirkungen einer nicht fachgerechten Instandsetzung an modernen Fahrzeugkarosserien in Bezug auf einen möglichen Folgeschaden



Seitencrash eines VW Passat B6



KTI Kraftfahrzeugtechnisches Institut
Waldauer Weg 90a
34253 Lohfelden bei Kassel
Telefon 0561/51081-0
Telefax 0561/51081-13

Problemstellung

Fahrzeugkarosserien aktueller Generationen bestehen neben unterschiedlichsten Stahlsorten aus einer Vielzahl von Materialien wie Aluminium, Magnesium, Kunststoffen oder Faserverbundwerkstoffen meist im Mischbauweise.

Dennoch stellen Fahrzeuge mit konventionellen Stahlkarosserien den Hauptanteil der am Markt erhältlichen Kraftfahrzeuge dar. Diese werden jedoch durch den Einsatz von hoch- und höherfesten Stählen in ihrer Festigkeit wesentlich optimiert. Zugleich kann durch die hohen Festigkeiten und der Optimierung der Karosseriestruktur die passive Sicherheit der Fahrzeuge erhöht und gleichzeitig die Masse der Rohbaukarosserie verringert werden. Um die verschiedenen Werkstoffe miteinander

verbinden zu können, werden innovative Fügeverfahren vom Hersteller eingesetzt und bereits bekannte Verfahren weiterentwickelt. Diesen Innovationen der Automobilindustrie muss auch in der Instandsetzung Rechnung getragen werden. Somit sind ebenfalls bei der Reparatur neue Technologien unumgänglich. Bedingt der Komplexität des individuellen Fahrzeugaufbaus können kaum allgemeine Aussagen getroffen werden, wie moderne Karosserien zu bearbeiten sind und welche Reparaturtechniken angewandt werden müssen.

Durch eine Unfallinstandsetzung darf jedoch das Deformationsverhalten und somit die Crashesicherheit der Fahrzeuge nicht beeinflusst werden.

Zielstellung/Vorgehensweise

Das KTI zeigt auf Grund dieser Problematik auf, welche Auswirkungen eine nicht fachgerechte Instandsetzung, im Hinblick auf einen möglichen Folgeschaden haben kann. Dabei gilt das besondere Augenmerk den aktuell in Fahrzeugkarosserien verwendeten Materialien und Strukturen.

Angesichts des geringen Deformationsraums und des damit verbundenen hohen Sicherheitsrisikos der Insassen, liegt der Focus der Untersuchung auf der Instandsetzung von Seitenschäden.

Grundlage zur Durchführung der Versuche bildet der Euro NCAP Test „Seitenaufprall“. Dieser entspricht den europäischen Richtlinien 96/27/EG bzw. ECE-R95 und gewährleistet reproduzierbare Versuchswerte.

Beispielhaft wird ein VW Passat 3C (B6) Variant für die Untersuchungen ausgewählt. Die Karosserie des aktuellen Modells des Passat ist durch den Einsatz einer Vielzahl an hoch- und höherfesten Stählen repräsentativ für moderne Pkw-Karosserien in Stahlbauweise und weist im Segment der Mittelklasse eine

der höchsten Torsionssteifigkeiten von über 30.000 Nm/° auf.

Im Rahmen des Projekts wird das Fahrzeug einem Erstcrash in Anlehnung an den Euro NCAP Seitenaufprall (Konstellation siehe Bild 1 und 2, Seite 3) unterzogen. Dieser Test wird mit einer Geschwindigkeit von 50 km/h (+/- 1 km/h), einer Sitzplatzbelegung des Beifahrersitzes mit einem Dummy ES-1, 50% male, 72 kg (+/- 1,2 kg) und der Fondsitze sowie des Fahrersitzes jeweils mit einem Gewichtsdummy a 76 kg ausgeführt. Dabei sind alle pyrotechnischen Systeme aktiv. Der so entstandene Schaden wird optisch einwandfrei nach handwerklich anerkannten Methoden, jedoch ohne Bezug auf die modellspezifischen Instandsetzungsvorgaben des Automobilherstellers, instand gesetzt. Nach dieser als nicht fachgerecht anzusehenden Instandsetzung wird das Fahrzeug erneut einem Crash in gleicher Konstellation unterzogen. Abschließend sollen etwaige Unterschiede im Deformationsverhalten und daraus resultierend der Insassensicherheit herausgestellt werden.



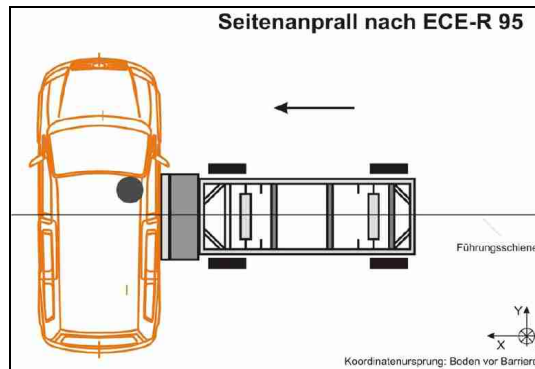


Bild 1: Versuchskonstellation schematisch



Bild 2: Positionierung Stoßwagen

Vorbetrachtung

Um die Beschädigungen ohne Bezug auf modellspezifische Instandsetzungsvorgaben des Herstellers, jedoch nach anerkannten handwerklichen Methoden nachvollziehbar durchführen zu können, wurden die Herstellervorgaben für den VW Passat B4, der bis 1997 produziert wurde, auf den Instand zu setzenden VW Passat B6 übertragen.

Im Vergleich der Instandsetzungsvorgaben beider Modelle fallen signifikante Unterschiede auf. Viele Bereiche der Karosserie, zu denen genaue Beschreibungen im Falle des B6 notwendig sind, werden bei dem älteren Modell nicht beschrieben, da die gesamte Karosserie aus konventionellen Tiefziehstahl besteht. Somit sind in allen Bereichen Schutzgas- sowie Widerstandspunktschweißungen freigegeben.

Dies kann laut Hersteller nicht für den aktuellen Passat gelten, der eine Vielzahl verschiedener Stahlsorten aufweist. Dadurch begrün-

det sich auch die genaue Angabe der Fügeverfahren mit den dazugehörigen Werkzeugen und freigegebenen Maschinen im jeweiligen Instandsetzungsfall. Zusätzlich ist die genaue Lage eventueller Trennschnitte aufgeführt. Am Beispiel der B-Säule sind in den Vorgaben zum VW Passat B6 zu jeder der 3 Schalen eigene detaillierte Anleitungen aufgeführt. Die beiden inneren Schalen sind dabei ausschließlich als komplettes Bauteil auszutauschen. Schweißen oder Richten ist aus Sicherheitsgründen, laut Hersteller, nicht zulässig, da es sich um hochfesten Stahl handelt.

Für die äußere Schale sind mögliche Schnittverläufe mit zugehörigen Fügeverfahren dargestellt. Im Gegensatz dazu sind zur Handhabung der Instandsetzung der B-Säule des Passat B4 keine Angaben aufgeführt. Was den Rückschluss zulässt, dass dabei nach eigenem Ermessen des Handwerkers gearbeitet werden kann.

Crash I

Auf den Bildern 3 bis 5, Seite 4 ist die Deformation der angestoßenen Fahrzeugseite dargestellt. Alle pyrotechnischen Sicherheitssysteme haben ausgelöst. Das heißt Seitenairbag vorn und hinten, Windowbag sowie die Gurt-

straffer vorn links und rechts haben ihre Funktion erfüllt. Die Karosseriestruktur weist hinsichtlich des Deformationsverhaltens das erwartete Verhalten auf. Die in Bild 5 gezeigte, hervorstehende und extrem hochfeste B-Säule



ist im Bereich der Schwelleranbindung deformiert, bietet jedoch im Verbund die konzipierte Steifigkeit der Fahrgastzelle. Neben der äußerlichen Inaugenscheinnahme des Schadenbildes erfolgt anhand festgelegter Messpunkte (siehe Bild 23, Seite 8) eine elekt-

ronische Karosserievermessung. Dabei ist eine maximale Eindringtiefe des Stoßwagens von 161 mm ermittelt worden. Die gemessenen Intrusionstiefen nach dem Erstcrash dienen dem Vergleich mit den Werten des Zweitcrashes.



Bild 3: Ansicht von vorn rechts



Bild 4: Ansicht von vorn

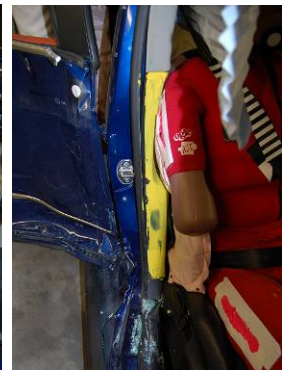


Bild 5: B-Säule

Instandsetzung

Im Anschluss wurde das Fahrzeug nach den Herstellervorgaben für den VW Passat B4 instand gesetzt.

Dabei kam wie im Reparaturleitfaden beschrieben, unter anderem ein Punktschweißgerät älterer Generation mit einem maximalen Nennstrom von 6.400 A und nicht einstellbarem Anpressdruck zum Einsatz. Gefordert ist seitens des Herstellers ein modernes Inverter-

schweißgerät mit mehr als 10.000 A Nennstrom und variablem Anpressdruck (bis ca. 10 bar), um die hochfesten Stähle verbinden zu können. Ebenfalls wurden die höchstfesten Verstärkungsbleche im Schweller- sowie B-Säulenbereich gerichtet oder teilweise ersetzt. Die Bilder 6 und 7 sowie die Bilder 8 und 9, Seite 5 zeigen beispielhaft das Vorgehen bei der Instandsetzung.



Bild 6: MAG-Schweißungen am Schwellerverstärkungsblech



Bild 7: Anpassen der teilersetzten B-Säulenbindung





Bild 8: Anpassung des Seitenrahmens



Bild 9: instand gesetztes Fahrzeug

Crash II

Nach Abschluss aller Instandsetzungsarbeiten wurde das Fahrzeug identisch zum ersten Versuch erneut gecrasht.

Augenscheinlich liegt nach dem zweiten Aufprall eine wesentlich umfangreichere Deformation am Fahrzeug vor. Die B-Säule zeichnet sich im oberen Bereich der Kontur der Karosserie ab, ist jedoch insgesamt tiefer in das Fahrzeug gedrückt worden (Bilder 10 bis 12). Ebenso weisen Dachhaut sowie Mittelunnel starke Wölbungen auf, was Rückschlüsse auf eine veränderte Kraftableitung im zweiten Crash zulässt. Vergleicht man das Schadenbild des ersten Crashes mit dem Schadenbild des zweiten Crashes, lässt sich feststellen, dass

die Windschutzscheibe im zweiten Crash nicht beschädigt wurde. Dies ist ebenfalls ein Indiz dafür, dass aufgrund der nicht nach Herstellerangaben durchgeführten Instandsetzung eine Veränderung der Lastpfade und damit der Energieableitung vorliegt. Die pyrotechnischen Systeme wie Seitenairbags vorn und hinten sowie die Gurtstraffer haben ausgelöst, der Windowbag wurde dagegen nicht geschossen. Vergleicht man die Absolutwerte der elektronischen Karosserievermessung, ergibt sich eine Differenz von 60 mm, die der Stoßwagen im zweiten Crash tiefer in die Fahrgastzelle eingedrungen ist.



Bild 10: Ansicht von vorn rechts



Bild 11: Ansicht von vorn

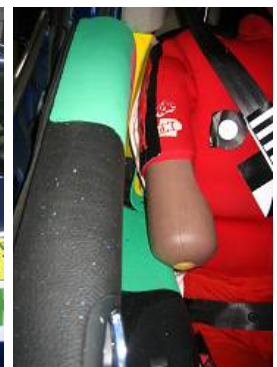


Bild 12: Türverkleidung

Gegenüberstellung/Fazit

Um die Unterschiede zwischen beiden Versuchen aufzuzeigen, werden vergleichende Fotos, Sequenzen aus den Hochgeschwindigkeits-Crashaufnahmen und die Differenzen zwischen beiden elektronischen Karosserievermessungen des Fahrzeugs herangezogen. Mit Hilfe der Zeiteinblendung in den Filmen

können diese direkt miteinander verglichen werden. Einzelne Bilder können dabei im Zeitabstand von 1/1000 s extrahiert werden. Die unterschiedliche Eindringtiefe der Barriere geht aus Bild 13 und 14 hervor. Dabei ist zu erkennen, dass die Barriere im zweiten Versuch tiefer in das Fahrzeug eingedrungen ist.

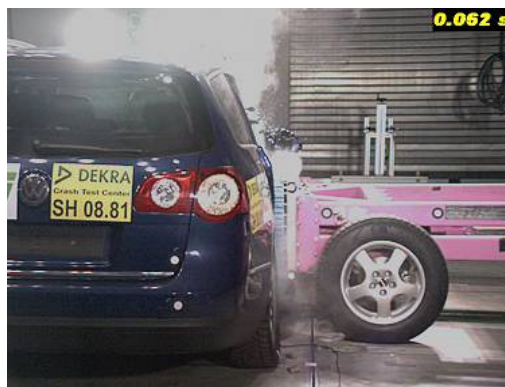


Bild 13: Crash 1



Bild 14: Crash 2

Bei der Gegenüberstellung der Fahrzeuggesamtansichten nach dem jeweiligen Aufprall (Bild 15 und 16) ist eine höhere Deformationstiefe nach dem zweiten Crash ersichtlich. Die B-Säule ist weiter in das Fahrzeug eingedrückt

worden, was sich erheblich auf die Intrusion der Türen und den Sitzbereich und damit auf den Überlebensraum sowie die biomechanischen Belastungen des Beifahrers ausgewirkt hat.

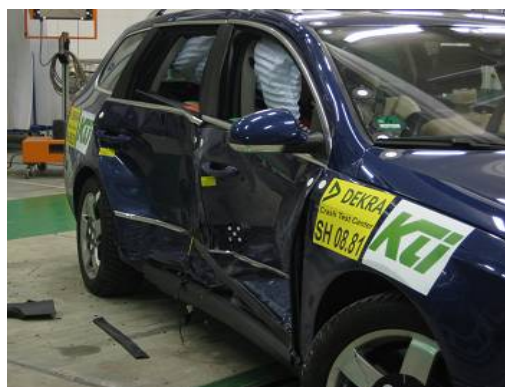


Bild 15: Seitenansicht 1. Versuch



Bild 16: Seitenansicht 2. Versuch



Bild 17: Ansicht von hinten 1. Versuch

Nach Demontage der Türen und Schwellerverkleidung ist die stärkere Deformation des zweiten Crashes anhand des Seitenrahmens ersichtlich (Bild 17 und 18). Dabei hat sich der Schweller weiter nach innen bewegt, wodurch sich der Abstand zu den Sitzen erheblich verringert hat. Dies wird auch durch die folgenden Aufnahmen der vorderen Sitze deutlich (Bild 19 und 20). Im Bild 20 ist zudem eine Verschiebung mit einer starken Verwindung des



Bild 18: Ansicht von hinten 2. Versuch

Beifahrersitzes erkennbar. Als Folge des veränderten Anfallverhaltens der B-Säule sowie strukturell beteiligter Bauteile und der damit verbundenen erhöhten Eindringtiefe, war aufgrund des verringerten Abstandes zwischen B-Säule und Sitz, ein kontrolliertes Entfalten des Seitenairbags nicht möglich. Der Airbag wurde ausgelöst, entfaltete jedoch keine Schutzfunktion des Beifahrers.



Bild 19: Mittelkonsole und Sitz 1. Versuch

Nach Demontage der beiden vorderen Sitze, der Sitzreihe im Fond sowie aller nötigen Verkleidungs- und Schallschutzelemente, ist die Verformung des Mitteltunnels nach dem 2. Versuch zu erkennen. Im Vergleich dazu traten während des ersten Versuchs keine messba-



Bild 20: Mittelkonsole und Sitz 2. Versuch

ren Veränderung am Mitteltunnels auf. Das äußere Sitzaufnahmeblech ist im 2. Crash stärker deformiert worden, d.h. über den Querträger geschoben (Bild 21 und 22, Seite 8). Am Querträger selbst ist jedoch keine Deformation zu erkennen.



Bild 21: Sitzaufnahme 1. Versuch

Durch die Vermessung nach beiden Crashes kann eine Deformationsänderung zwischen Crash 1 und Crash 2 dargestellt werden. So beschreibt Punkt 1 der Oberbauvermessung, welcher ca. 100 mm oberhalb des Schwellers an der B-Säule liegt, eine



Bild 22: Sitzaufnahme 2. Versuch

Differenz von 60 mm. Diese Differenz hat erhebliche Auswirkung auf die anliegenden Karosserieteile, was eine umfangreichere Instandsetzung zur Folge hat, aber sich vor allem auf die Insassensicherheit negativ auswirkt.

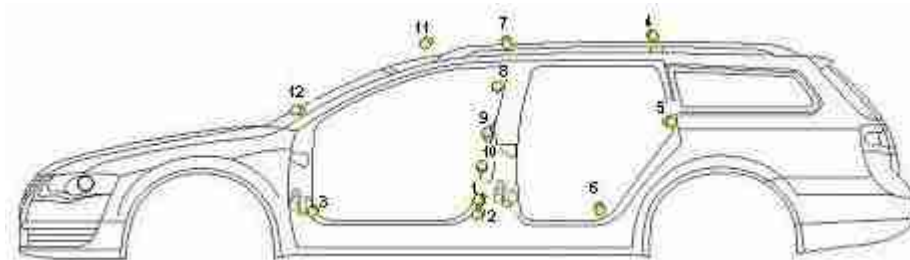


Bild 23: Lage der Vermessungspunkte

Während der Instandsetzung des ersten Crashes wurde nicht nach Herstellervorgaben gearbeitet. Die Auswirkungen an den Fügstellen zeigen folgende Bilder.

In Bild 24 und 25, Seite 9 sind Positionen abgebildet, an denen ein ungeeignetes Punktschweißgerät zum Einsatz kam. Dabei ist besonders an der Verbindung zwischen

Schwellerverstärkung und Bodenblech zu erkennen, dass die Schweißpunkte der Belastung nicht standgehalten haben und ausgerissen sind. Bei einer Blechstärke von 1,5 mm müssten die Schweißpunkte einen Mindestdurchmesser von 4,9 mm, optimal aber 6,7 mm haben. Die Schweißpunkte konnten diese Werte jedoch nicht erreichen.



Bild 24: Abriss der WPS-Naht 2. Versuch (von unten)

Die Verbindung der B-Säule mit dem inneren Schwellerblech wurde mit MAG-Schweißen durchgeführt. Durch die Rückformung sind die hochfesten Bleche in ihrem Gefüge verändert



Bild 26: B-Säulenansatz 1. Versuch

Auf Grund der Versuchsergebnisse kann abschließend festgehalten werden, dass nur eine Instandsetzung nach den Herstellervorgaben als fachgerecht angesehen werden kann. Diese enthalten die anzuwendenden Füge-

Nähere Informationen zum Projekt sowie einen umfassenden Bericht zum Thema können



Bild 25: Abriss der WPS-Naht 2. Versuch

worden. Die Schweißnaht ist nach dem zweiten Crash vollkommen ausgerissen und hat somit den Belastungen nicht standgehalten (Bild 26, 27).



Bild 27: B-Säulenansatz 2. Versuch

und Trennverfahren mit denen gewährleistet ist, dass eine Instandsetzung keine Auswirkung auf Folgeschäden oder erhöhte Risiken bezüglich der Insassensicherheit hat.

unter info@k-t-i.de oder telefonisch unter 0561/510810 erfragt werden.

Dipl.-Ing. (FH) Sebastian Heidrich