

Technische Information 04/2015

Instandsetzen vs. Erneuern

Grenzen des Einsatzes von Außenausbeulgeräten an Stahlkarosserien

Fahrzeugart	Pkw
Fahrzeughersteller	alle
Fahrzeugtyp	alle
Baujahr	alle
Schadenbereich	Karosserieaußenhaut

Instandsetzung von Schweller und Kniestück mittels
Außenausbeulgerät



Kontakt:

KTI GmbH & Co. KG
Kraftfahrzeugtechnisches Institut
Waldauer Weg 90a
34253 Lohfelden

Telefon: +49 561 51081 0
Telefax: +49 561 51081 13
E-Mail: info@k-t-i.de
Internet: www.k-t-i.de

© Jede Art der Vervielfältigung ist nur mit schriftlicher Genehmigung des KTI gestattet.

Vorbetrachtung und Ausgangslage

Mit Außenausbeulsystemen können durch Aufschweißen von Zugbits oder -bolzen Deformationen an der Karosserieaußenhaut zurückgeformt werden. Bei dieser Instandsetzungsmethode wird es in bestimmten Anwendungsfällen möglich, durch entfallende De- und montagearbeiten die Arbeitszeit zu verringern und die Originalteile sowie die Fahrzeugstruktur zu erhalten. Es stellt sich hierbei in der Praxis häufig die Frage, wo die Grenzen dieser Methoden liegen. Das KTI hat deshalb im Rahmen einer Musterreparatur einen real verunfallten Pkw, welcher einen solchen Grenzfall darstellt, mit einem Außenausbeulsystem instand gesetzt.

Schadenbeschreibung

Ein Peugeot 307 (Erstzulassung Mai 2003) streifte beim Rückwärtsfahren einen massiven Stahlpoller (vgl. Bild 1). Die dadurch entstandenen Schäden zeigt Bild 2 im Überblick. Demnach wurde der Schweller unterhalb der hinteren rechten Tür (blaue Markierung in Bild 2) und das Kniestück bis etwa zur Höhe der Reifenoberseite eingedrückt (grüne Markierung). Die Tür weist neben waagerechten Schrammen eine senkrechte Delle auf (rote Markierung in Bild 2).



Bild 1: Schadenhergang

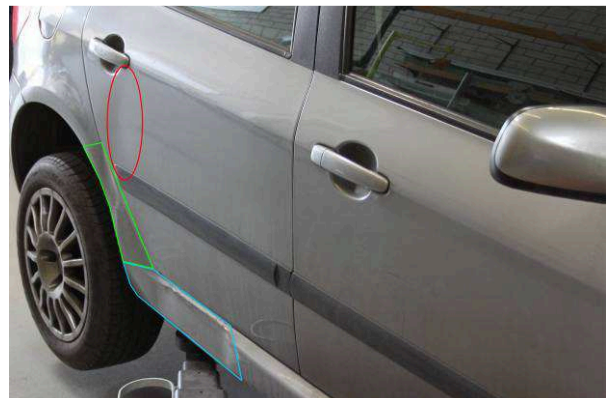


Bild 2: Schäden im Überblick

Instandsetzung der Tür

Die Tür kann instand gesetzt werden. Der dafür erforderliche Arbeitszeitaufwand ergibt sich mit der Ausbeulformel der Deutschen Kommission für Lack und Karosserie-Instandsetzung zu 21 AW (Gleichung 1 auf Seite 3). In diese Kalkulationsempfehlung fließt die Größe der Beschädigung anhand der „Quadrat-Methode“ ein, wobei die gesamte beschädigte Fläche in jeweils 1 dm² große Elemente eingeteilt wird (vgl. Bild 3 auf Seite 3).

Gesamt AW¹ = (Fläche [dm²] x Schwierigkeitsfaktor² + 7) AW (GL 1)

Gesamt AW = 9 x 1,5 + 7 = 21 AW = 2 h 6 min

Der Schwierigkeitsgrad wird durch drei Stufen berücksichtigt. Hierzu wird bei leicht instand setzbaren Schäden³ die beschädigte Fläche mit dem Faktor 1,0 multipliziert, bei mittelschwer instand setzbaren Schäden⁴ mit 1,5 und beim höchsten Schwierigkeitsgrad⁵ mit 2,5. Für das erste auszubeulende Teil am Fahrzeug wird zum Produkt aus beschädigter Fläche und Schwierigkeitsfaktor zusätzlich die Ziffer Sieben addiert und für jedes weitere Teil am Fahrzeug eine Zwei. Im Ergebnis gibt die Formel einen Anhalt für die benötigte Ausbeulzeit in Arbeitswerten (AW) für ein auszubeulendes Bauteil. Hierbei entsprechen 10 AW einer Stunde. Für den beschriebenen Schaden an der hinteren Tür des Peugeot ergibt sich gemäß Ausbeulformel eine Instandsetzungszeit von etwas mehr als zwei Stunden.

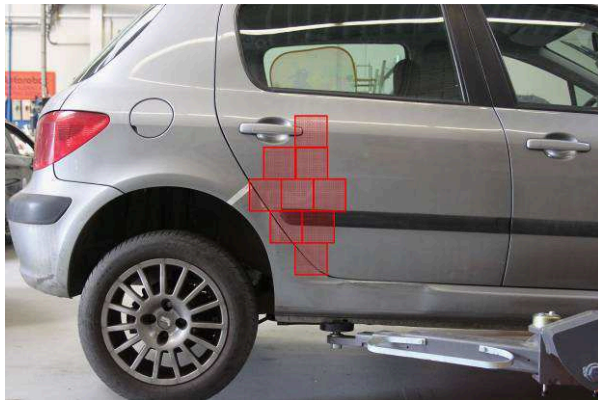


Bild 3: „Quadrat-Methode“



Bild 4: Schnitlinien für Neuteilersatz

¹ Formel für das erste auszubeulende Teil am Fahrzeug.

² Es gibt drei Schwierigkeitsstufen, abhängig von Größe, Lage, Material, Verformungstiefe und Zugänglichkeit (im vorliegenden Fall sind die Schäden der Schwierigkeitsstufe II und damit Faktor 1,5 zuzuordnen).

³ Schwierigkeitsstufe I (Faktor 1,0), Kriterien: Gut zugänglich, geringe Verformungstiefe, weiche Verformung, keine Materialüberdehnung, leicht rückformbares Material, Beschädigung liegt nicht an Bauteilrändern.

⁴ Schwierigkeitsstufe II (Faktor 1,5), Kriterien: Es kommen Kriterien der Stufen I und III zum Tragen.

⁵ Schwierigkeitsstufe III (Faktor 2,5), Kriterien: Schwer zugänglich, große Verformungstiefe, Knicke oder Falten, Materialüberdehnung, schwer rückformbares Material, Beschädigung liegt an Bauteilrändern.

Instandsetzung des Schwellers und Kniestücks

Die Schäden am Schweller und Kniestück können entweder durch einen Neuteilersatz oder alternativ dazu durch Außenausbeulen instand gesetzt werden. Um die Kosten dieser beiden Reparaturwege vergleichen zu können, werden im Folgenden zunächst die Reparaturkosten durch Neuteilersatz ermittelt und dann mit den entstehenden Kosten durch Außenausbeulen verglichen.

Instandsetzung des Schwellers und Kniestücks durch Neuteilersatz

Der eingedrückte Schweller und das deformierte Kniestück kann durch einen Neuteilersatz repariert werden. Den hierfür erforderlichen Schnittlinienverlauf zeigt Bild 4 auf Seite 3. Die gesamten Kosten belaufen sich bei diesem Vorgehen auf etwa 2.070 €.

Tabelle 1: Zusammensetzung der Reparaturkosten durch Neuteilersatz

Kostenposition	Gesamt
Gesamt Klasse 2 (94 AW x 95,00 €/h)	893,00 €
Gesamt Klasse 3 (3 AW x 95,00 €/h)	28,50 €
Gesamt Lackierung (27 AW x 100,00 €/h)	270,00 €
Summe Arbeitslohn und Lackierung	1.191,50 €
Ersatzteile	537,66 €
Kleinteile (10 %)	10,75 €
Summe Teilekosten	548,41 €
Reparaturkosten (ohne MwSt.)	1.739,91 €
Reparaturkosten (mit MwSt.)	2.070,49 €

Instandsetzung des Schwellers und Kniestücks durch Rückformen

Alternativ zu einem Teilersatz (sog. Abschnittsreparatur) sollte für den Schaden am Peugeot geprüft werden, ob Kniestück und Schweller wirtschaftlich günstiger durch Außenausbeulsysteme repariert werden können. Bei dieser Methode wird durch aufgeschweißte Bits oder Bolzen und einem speziellen Zuggerät (z. B. Brücke oder Hebelsystem) eine Zugkraft in das deformierte Blech eingeleitet, welche entgegen der schadenverursachenden Krafrichtung wirkt.

Für die wirtschaftlich zweckmäßige Anwendung der Außenausbeulsysteme sind folgende Punkte zu beachten:

- Material des beschädigten Bauteils (z. B. Stahl)
- Instandsetzung mit oder ohne Lackbeschädigung
- Größe und Tiefe der Schadenfläche
- Form und Lage des zu bearbeitenden Karosserieteils
- Stabilität der zu bearbeitenden Fläche
- Festigkeit der Bereiche, in denen das Außenausbeulsystem abgestützt wird
- Verwendung von Zinn zur Feinbearbeitung der Flächen
- Zeit für die Ausbeularbeit einschließlich Rüst- und Nebenzeiten

Im hier gezeigten Beispiel besteht der beschädigte Bereich aus Stahl und kann nicht ohne Lackbeschädigung instandgesetzt werden. Die Blechoberfläche ist nicht geöffnet und die Eindrückung ist relativ homogen. Je nach Befestigung der Hinterachse ist der hintere Bereich des Schwellers sehr gestaltfest; so auch bei dem instand zu setzenden Peugeot 307. Insbesondere hinsichtlich der Festigkeit sollte im Vorfeld der Reparatur die konstruktive Gestaltung des zu reparierenden Bereiches beachtet werden. Desweiteren ist zu prüfen, ob der Radlauf geklebt ist: Werden durch die Kollision oder Instandsetzung Klebenähte beschädigt, besteht die Gefahr, dass Hohlräume entstehen. Daraus folgt aufgrund der Kapillarwirkung ein erhöhtes Korrosionsrisiko. Die Seitenwand an dem Peugeot ist jedoch konventionell gebördelt und nicht geklebt.

Im vorliegenden Fall wurde eingeschätzt, dass ein Rückformen der Deformation von außen möglich ist und das Außenausbeulsystem ausreichend abgestützt werden kann.

In einem ersten Bearbeitungsschritt ist im Reparaturbereich eine metallisch blanke Oberfläche herzustellen (vgl. Bild 5 auf Seite 6). Nach dem Entfernen der Lackschicht und weiterer Beschichtungen (z. B. Zink) wurden Bits aufgeschweißt, vgl. Bild 6 auf Seite 6.

Hierbei kommt der korrekten Einstellung der Schweißparameter (Schweißzeit, Stromstärke und Spannung) besondere Bedeutung zu: Ist der Wärmeeintrag in das Blech zu hoch, kann das Bauteil beschädigt werden (Gefahr von Lochbildung); bei zu geringer Schweißleistung ist die Kraftübertragung zwischen Blech und Bit (bzw. Bolzen) reduziert. Über die aufgeschweißten Bits wurde anschließend mittels Abstützvorrichtung (sogenannte „Brücke“) eine linienhafte Zugkraft in den eingedrückten Schweller eingeleitet (vgl. Bild 7 auf Seite 6). Beim Aufsetzen der Zugbrücke ist darauf zu achten, dass die Abstützkkräfte in möglichst formsteife („stabile“) Stellen eingeleitet werden. Das durch das Rückformen unter Spannung stehende Blech wird durch gezielte Schläge entspannt (sog. „Spannungsklopfen“ oder „Schlichten“, vgl. Bild 8 auf Seite 6).



Bild 5: Entfernen der Lackschicht



Bild 6: Aufgeschweißte Bits am Schweller



Bild 7: Fixierte Abstützvorrichtung



Bild 8: Schichten des Blechs

Nachdem die Form des Schwellers grob wieder hergestellt wurde, erfolgten die gleichen Arbeitsschritte am Kniestück (vgl. Bild 9). Die Eindrücktiefe am Radlauf und Kniestück zeigt Bild 10.



Bild 9: Eingedrückter Radlauf und Kniestück in der Ansicht von hinten



Bild 10: Aufgeschweißte Bits am Kniestück

© Jede Art der Vervielfältigung ist nur mit schriftlicher Genehmigung des KTI gestattet.

Bei dem hier beispielhaft gezeigten Pkw-Modell stellte sich heraus, dass das Kniestück am Übergang zum hinteren Schwellenteil sehr gestaltfest ist. Das Rückformen mittels Außenausbeulsystem erforderte daher durch mehrmaliges Aufschweißen der Bits und Ziehen erhöhten zeitlichen Aufwand. Des Weiteren wurden trotz optimaler Einstellung der Schweißparameter die maximal von den Bits in das Bauteil übertragbaren Kräfte teilweise überschritten. Infolgedessen wurden Löcher in das Blech gerissen, welche mit zusätzlichem Zeitaufwand, z. B. durch Schweißen, wieder verschlossen werden mussten (vgl. Bild 11). Ein weiteres Problem kann sich aus der Abstützung des Außenausbeulgerätes ergeben: Die hohen Zugkräfte müssen in Form von Druckkräften in die Fahrzeugstruktur eingeleitet werden. Sind hierzu keine ausreichend festen Zonen vorhanden, sind die Zugkräfte zum Rückformen entsprechend begrenzt.

Zum lokal begrenzten und feineren Rückformen wurde mit einem Schnellspotter und Gegenhalter gearbeitet (vgl. Bild 12). Im Anschluss wurde der rückgeformte Bereich gespachtelt, geschliffen und durch Füllerauftrag eine lackierfähige Oberfläche geschaffen (vgl. Abb. 13 und 14).

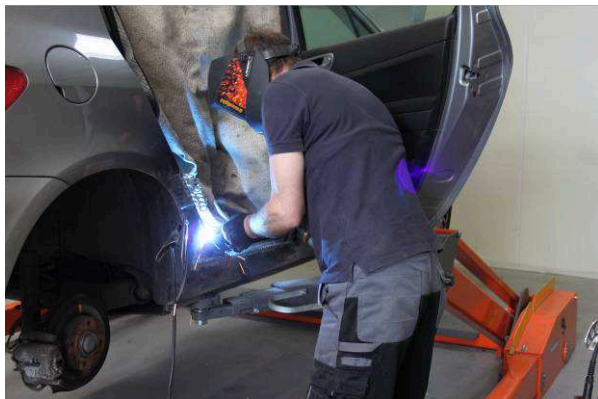


Bild 11: Verschließen aufgerissener Löcher mittels Schweißen

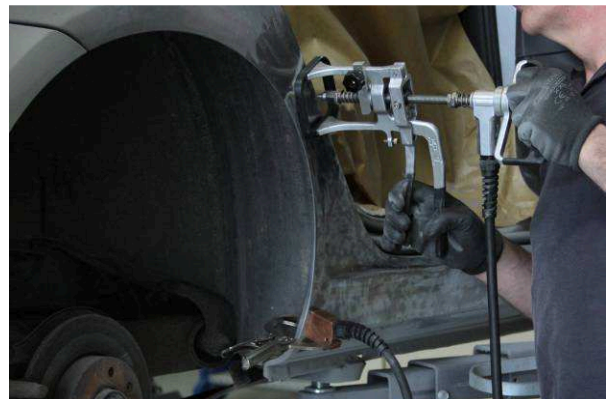


Bild 12: Rückformen mit Schnellspotter und Gegenhalter



Bild 13: Spachtelauftrag

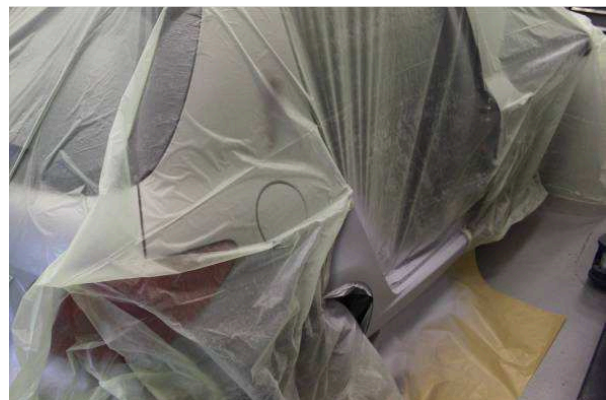


Bild 14: Instandgesetzter und zum Lackieren vorbereiteter Bereich

Der Zeitaufwand für die Instandsetzung durch Rückformen lag insgesamt bei acht Stunden, woraus insgesamt Kosten in Höhe von 1.030 € resultieren.

Tabelle 2: Zusammensetzung der Reparaturkosten durch Außenausbeulen

Kostenposition	Gesamt
Gesamt Klasse 2 (28 AW x 95,00 €/h)	266,00 €
Gesamt Klasse 3 (52 AW x 95,00 €/h)	494,00 €
Gesamt Lackierung (27 AW x 100,00 €/h)	270,00 €
Summe Arbeitslohn und Lackierung	1.030,00 €
Ersatzteile	0,00 €
Kleinteile (10 %)	0,00 €
Summe Teilekosten	0,00 €
Reparaturkosten (ohne MwSt.)	1.030,00 €
Reparaturkosten (mit MwSt.)	1.225,70 €

Fazit

Der Kostenaufwand für die Reparatur lässt sich durch den Einsatz von Außenausbeulsystemen fallweise deutlich verringern; in dem gezeigten Beispiel um ca. 40 %. Ein weiterer Vorteil der Anwendung dieser Geräte liegt darin, dass die Fahrzeugstruktur erhalten bleibt und der originale Korrosionsschutz weniger stark beeinflusst wird.

Da bei modernen Pkw die Festigkeit im Vergleich zu älteren Modellen deutlich höher ist, kann sich die Abstützung des Außenausbeulgerätes als Problem herausstellen: Die hohen Zugkräfte müssen in Form von Druckkräften in die Fahrzeugstruktur eingeleitet werden. Sind hierzu keine ausreichend festen Zonen vorhanden, ist die Zugkraft zum Rückformen nicht ausreichend. Weiterhin zeigt sich, dass in besonders gestaltfesten Bereichen (z. B. an Stellen zur Befestigung des Fahrwerks an die Karosserie) die Kraftübertragung zwischen Außenausbeulgerät und beschädigtem Karosserieblech begrenzt ist. Dies zeigte sich am oben gezeigten Beispiel durch Ausreißen der aufgeschweißten Bits aus dem Blech.

Insbesondere bei modernen Pkw ist zudem zu beachten, aus welchem Material der instanzzusetzende Bereich besteht. Bei Bauteilen z. B. aus höher- und höchstfesten Stählen sowie Aluminium kann sich ein gänzlich abweichendes Materialverhalten zeigen.

Dipl.-Ing. (FH) Helge Kiebach MEng (TAR)

© Jede Art der Vervielfältigung ist nur mit schriftlicher Genehmigung des KTI gestattet.