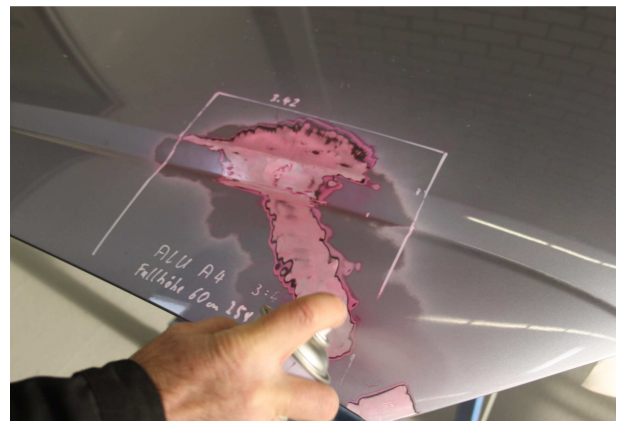


## Technische Information 05/2012

Fahrzeugart	Pkw
Fahrzeughersteller	alle
Fahrzeugtyp	alle
Baujahr	alle
Schadenbereich	Aluminium-Bauteile in der Außenhaut
Betreff	Instandsetzung statt Neuteilersatz



Rissprüfung an einer Aluminium Haube

## Einleitung

Dem Trend nach Leichtbau in der Fahrzeugindustrie zur Reduktion von CO<sub>2</sub>-Emissionen und Senkung des Kraftstoffverbrauches wird unter anderem durch den verstärkten Einsatz von Aluminium und Kunststoffen Rechnung getragen. Da in den letzten Jahren gerade im Bereich der Außenhaut der Anteil an Bauteilen aus Aluminium stark zugenommen hat, stellt sich die Frage nach den Möglichkeiten einer Instandsetzung in diesen Bereichen (siehe Bilder 1 und 2). Das KTI testet in dieser Untersuchung sowohl die Anwendbarkeit derzeit am Markt verfügbarer Ausbeulsysteme, als auch deren technische Wirkungsweisen und qualitative Eigenschaften. Ebenso werden die Informationen der Fahrzeug-Hersteller bezüglich Vorgaben über Instandsetzungsmöglichkeiten untersucht, um letztendlich eine Entscheidungshilfe für Sachverständige und Werkstattpersonal zu geben.



Bild 1: Aluminiumanteile (grün), Außenhaut BMW 7er, Typ F01/F02

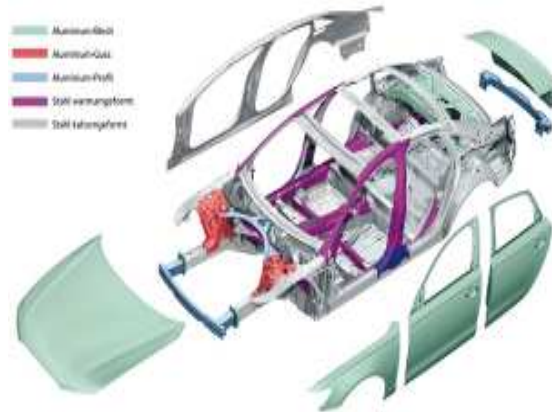


Bild 2: Aluminium-Außenhaut Audi A6, Typ 4G

## Anwendungstechnische Untersuchungen

Die Versuche wurden mit Außenausbeulsystemen der Firmen Carbon, Kamatec, Cebotech und GYS durchgeführt. Diese Systeme bestehen aus einem Transformator zur Stromerzeugung und einer Vielzahl an Hebel- und Rückformelementen. Basis der Anwendung bilden Bits bzw. Bolzen, die auf den deformierten Bereich aufgeschweißt werden und der Kraftübertragung dienen. Einige Hersteller bieten zusätzlich ein System an, bei dem durch aufgeklebte Pads die Ausbeulwerkzeuge ebenfalls zur Anwendung kommen können. Diese eignen sich in vielen Fällen gut zum groben Vorrichten der Beschädigung.

Die Untersuchung wurde an Türen und Probeblechen des aktuellen Audi A8 (Typ D4/4H) durchgeführt. In Bild 3, Seite 3 sind die definierten Beschädigungen zu sehen, die in die Bauteile eingebracht und anschließend mittels der aufgeführten Werkzeuge instandgesetzt wurden.



Bild 3: beschädigte Aluminium Tür



Bild 4: Beispiel für Zugvorrichtung



Bild 5: Feinausbeulen mit aufgeschweißten Bits



Bild 6: instandgesetzte Tür mit Oberflächenqualität Lackstufe 3

Mit diesem Versuchsaufbau wurden anwendungstechnische Kriterien und Rahmenbedingungen analysiert und bewertet. Dabei wurden definierte Beschädigungen durch wahlweise kombinierte Anwendung von aufgeklebten Pads und aufgeschweißten Bolzen bzw. Bits bis zu einer Oberflächengüte mit Lackstufe 3 rückgeformt (Bild 6).

Dies war mit allen getesteten Systemen sehr gut möglich. Es traten keine besonderen Schwierigkeiten bei der Instandsetzung auf. Jedoch sollte eine intensive Schulung bezüglich Handhabung der Werkzeuge sowie der Besonderheiten im Umgang mit dem Material Voraussetzung einer Instandsetzung sein.

## Weiterführende Untersuchungen

Für diese Versuche wurden Probebleche angefertigt, auf denen Bits/Bolzen aufgeschweißt und hinsichtlich Kraftübertragung, Korrosionsverhalten und Veränderungen des Gefüges beim Schweißprozess untersucht wurden. Es wurden Aluminium-Bleche der gleichen Spezifikation verwendet, um an diesen die ausgewählten Reparatursysteme zu untersuchen.

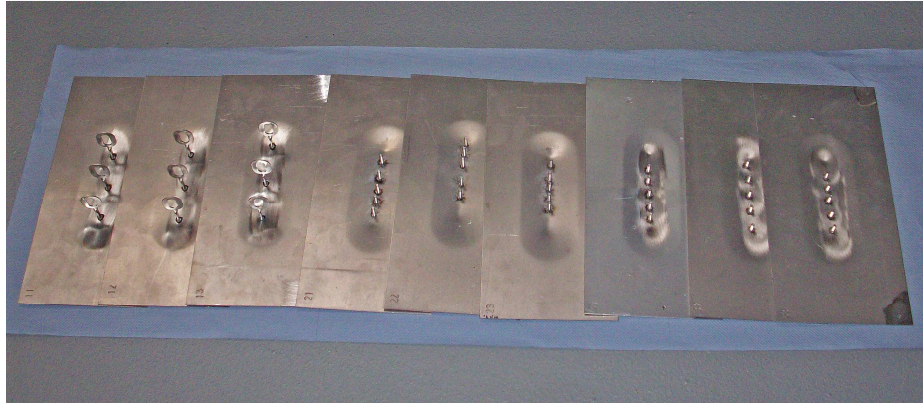


Bild 7: Probebleche mit aufgeschweißten Bits/Bolzen

## Untersuchungen zur Kraftübertragung

Betrachtet man die möglichen Kraftübertragungswerte, die mit einem einzelnen Bit oder Bolzen übertragen werden können, so liegen diese in einem Bereich, der für eine Rückverformung ausreichend bemessen ist. Die eingestellten Parameter entsprachen bei dieser Messung denen der Rückverformung der anwendungstechnischen Untersuchungen.

Tabelle 1: ermittelte Kraftübertragung

System „Miracle“	Kraft [N]	Bemerkung
Versuch 1	830	gute Rückformung
Versuch 2	880	gute Rückformung
Versuch 3	660	gute Rückformung
<b>System „Flatliner“</b>		
Versuch 1	300	ausreichende Rückformung
Versuch 2	380	ausreichende Rückformung
Versuch 3	360	ausreichende Rückformung
<b>System „Gysliner“</b>		
Versuch 1	750	gute Rückformung
Versuch 2	690	gute Rückformung
Versuch 3	740	gute Rückformung



## Metallurgische Untersuchungen

Hinsichtlich Korrosionsverhalten gibt es auch nach Anwendung eines kombinierten Salzkammer- und Bewitterungstests keine Auffälligkeiten oder Beanstandungen (siehe Bild 8). Die metallurgischen Untersuchungen, die mithilfe von Schliffmustern (siehe Bild 9) unter einem Rasterelektronenmikroskop ausgewertet wurden, zeigen detailliert einen möglichen Abbrand des Grundmaterials als auch die Änderungen in der Gefügestruktur (siehe Bild 11).



Bild 8: Versuchsblech nach Bewitterung

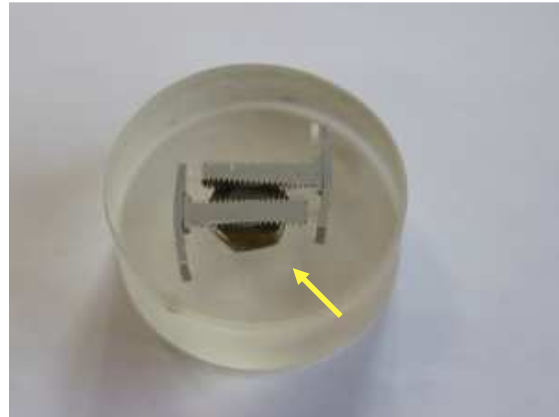


Bild 9: Schliffmuster

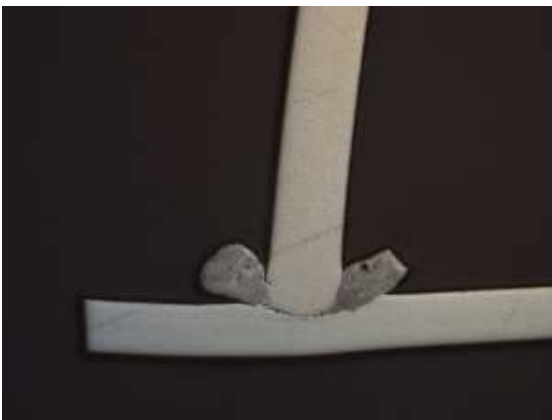


Bild 10: vergrößertes Schliffbildmuster

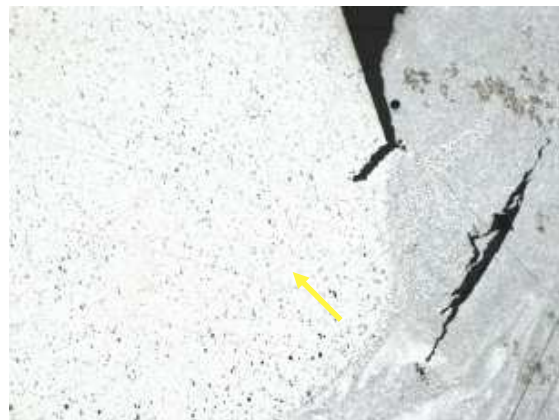


Bild 11: mikroskopische Aufnahme der Struktur

Sind Parameter wie Stromstärke und Zeit nicht entsprechend am Gerät eingestellt, kann es zu einem erhöhten Abbrand kommen (siehe Bild 13).

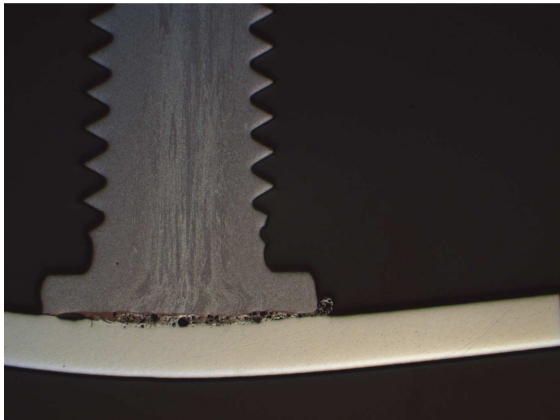


Bild 12: optimal angeschweißter Bolzen

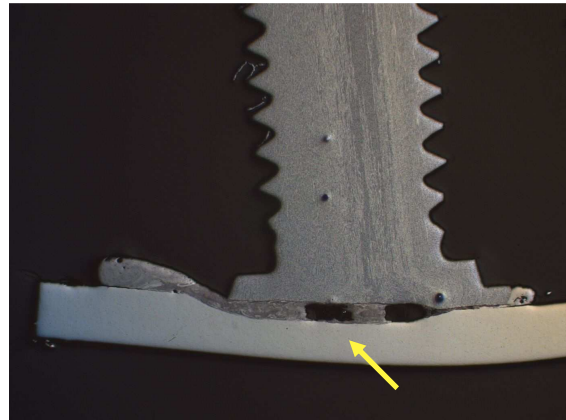


Bild 13: erhöhter Abbrand beim Schweißprozess

## Fazit

Mit Hilfe der in dieser Studie betrachteten Ausbeulsysteme ist es möglich, Bauteile aus Aluminium im Außenhautbereich fachgerecht instand zu setzen. Dabei sind jedoch die richtige Handhabung und Einstellung der Geräte ebenso wichtig wie die Ausbildung und das notwendige Know-how des Anwenders.

Ein weiterer wichtiger Aspekt bei der Einschätzung der Reparaturwürdigkeit im Sinne von Ausbeulen oder Erneuern ist das Erkennen der Grenzen einer Instandsetzung. Diese erfolgt in erster Linie durch einen Sachverständigen, der bei seiner Begutachtung den wirtschaftlich sinnvollsten Reparaturweg festlegt oder durch die Werkstatt, die beispielsweise dem Kunden eine mögliche Vorgehensweise argumentiert. Das KTI erarbeitet hierzu einen Leitfaden zur Aluminium-Instandsetzung, der sowohl Grenzen darstellt, als auch eine Vorgehensweise bei der Begutachtung vorschlägt.

Dipl.-Ing. (FH) Uwe Schmorte

**Impressum:**

**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](mailto:info@k-t-i.de)  
Internet: [www.k-t-i.de](http://www.k-t-i.de)