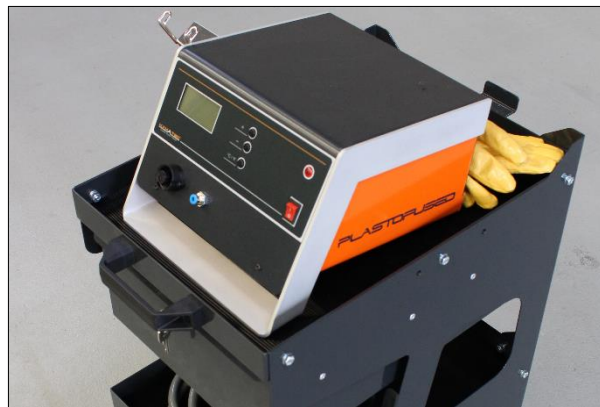


Technische Information 03/2017

KAMATEC PLASTOFUSED

Reparatur von Kunststoffteilen

Fahrzeugart	alle
Fahrzeughersteller	alle
Fahrzeugtyp	alle
Baujahr	alle
Schadenbereich	Thermoplastische Bauteile



KAMATEC Plastofused Basic

Kontakt:

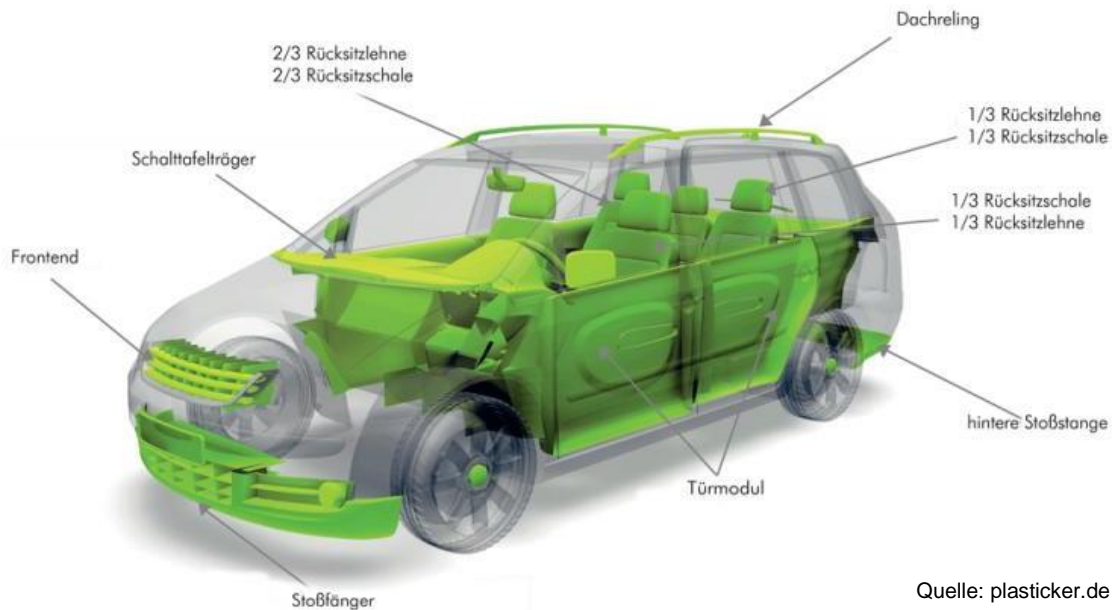
KTI GmbH & Co. KG
Kraftfahrzeugtechnisches Institut
Waldauer Weg 90a
34253 Lohfelden

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.

Einsatzgebiete thermoplastischer Kunststoffe

Im Zuge des Leichtbaus sind bei modernen Fahrzeugen Kunststoffbauteile häufig anzutreffen. Dabei führen leichte Schäden an thermoplastischen Außenhautbauteilen häufig zum Ersatz des gesamten Bauteils.



Quelle: plasticker.de

Abbildung 1: Kunststoffeinsatz am Fahrzeug (grün dargestellt)

Bei Beschädigungen an den Befestigungspunkten eines Stoßfängers oder Scheinwerfers, wird nach Herstellervorgaben meist das gesamte Bauteil ausgetauscht, sofern keine Reparatur-Sätze erhältlich sind. Dies kann auch bei geringen Beschädigungen zu einem erhöhten Sachschaden führen.

Der KAMATEC PLASTOFUSED wurde eigens zur Reparatur von thermoplastischen Kunststoffteilen in der Automobilbranche entwickelt und basiert auf dem Verfahren des Kunststoffschweißens. Dieses Gerät wurde vom KTI getestet.

Welche Kunststoffsorten zum Einsatz kommen ist modellabhängig. Die Kennzeichnung erfolgt meist nach der VDA Norm 260. Hintergrund der Kennzeichnung ist die Materialverwertung im Sinne der Richtlinie 2000/53/EG über Altfahrzeuge der EU. Vier Kunststoffsorten sind etabliert:

- PP-EPDM,
- PP,
- ABS und
- PA

Zum Erreichen optimaler Reparaturergebnisse empfiehlt KAMATEC das Verwenden spezieller Kunststoff Schmelz-Strips mit entsprechender Verarbeitungstemperatur.

PLASTOFUSED-Modellvarianten



Abbildung 2: PLASTOFUSED-Fahrwagen



Abbildung 3: PLASTOFUSED-Zubehör

Der PLASTOFUSED besteht aus einer Steuerungseinheit inklusive Heißluftdüse, Abbildung 2. Je nach Ausstattungsvariante sind verschiedene Hilfsmittel im Lieferumfang enthalten. In Abbildung 2 ist das PLASTOFUSED-Gerät auf einem Fahrwagen integriert. Das Zubehör in Abbildung 3 (von links nach rechts) besteht aus einem pneumatischen Schleifer, einem teflonbeschichteten Stecknippel, einer Spezialzange, einem Haftroller und Schmelz-Strips unterschiedlicher Sorten. Tabelle 1 gibt eine Übersicht der Versionen und Preise wieder.

Tabelle 1: PLASTOFUSED-Versionen

Version	Eco	Basic	Mobile Basic	Pro
Gerät	X	X	X	X
Schmelz-Strip	X	X	X	X
Flachzange		X	X	X
Haftroller		X	X	X
Schleifer		X	X	X
Stecknippel		X	X	X
Fahrwagen			X	X
Gas (Stickstoff)				X
Preis [€]	1.195,00	1.398,00	1.698,00	2.795,00

Reparaturablauf

Die Instandsetzung erfolgt durch die Plastofused Mobile Basic Version. Das Verfahren wird am Beispiel eines Skoda Fabia I, Baujahr 2000, mit einer abgerissenen Lasche des vorderen Stoßfängers, erläutert. Der Laschenabriss ist Folge eines Unfalls, wodurch weitere Beschädigungen am Stoßfänger vorhanden sind, Abbildung 4. Zur Beurteilung des Gesamtschadens ist die Demontage des Stoßfängers notwendig.



Abbildung 4: Unfallbeschädigter Stoßfänger Skoda Fabia I



Abbildung 5: Bruch einer Befestigungslasche am Frontstoßfänger

Nach der Demontage und Beurteilung wird die instand zu setzende Stelle – Abbildung 5 – per Hand, oder mit dem der PLASTOFUSED Basic-Version beiliegenden pneumatischen Schleifer gereinigt. Dabei müssen Lackreste und sonstige Verunreinigungen sorgfältig entfernt werden. Anschließend wird das Material des Kunststoffstoßfängers mit der normierten Kennzeichnung ermittelt und der dazu passende Kunststoff Schmelz-Strip von KAMATEC gewählt. Nach Abbildung 6 wurde der Schmelz-Strip aus PP-EPDM genutzt.

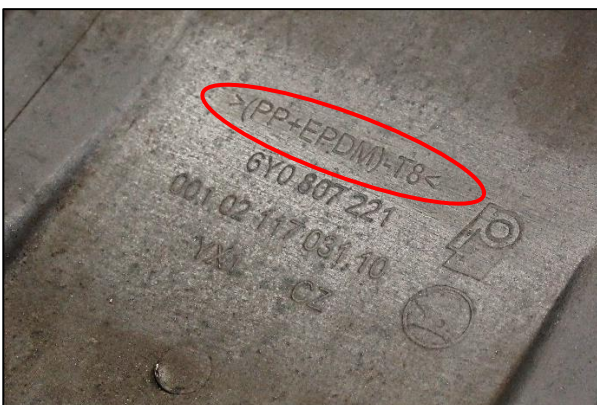


Abbildung 6: Kunststoffkennzeichnung



Abbildung 7: Einschweißen des Stahldrahtes

Zur Stabilisierung können Stahldraht-Klammern in verschiedenen Formen durch den optional erhältlichen PLASTOCLIP in den Kunststoff eingebracht werden. Der PLASTOCLIP dient der Einbringung von Stahldraht-Klammern unterschiedlichster

Formen in den Kunststoff. Die überstehenden Drahtenden werden abgeschnitten und Überstände noch einmal mit einem Schleifgerät entfernt, Abbildung 7 bis 9. Um ein Durchdringen der erhitzten Klammern durch den Kunststoff zu verhindern, bietet KAMATEC einen Abstandhalter an, welcher auf dem PLASTOCLIP befestigt wird. Dadurch erhält man eine regulierbare, millimetergenaue Einschmelztiefe der Klammern in den Kunststoff. Der PLASTOCLIP ist als Zusatzgerät für die Reparatur nicht zwingend erforderlich. Ohne Klammerverwendung können sich Festigkeitsunterschiede ergeben, die im folgenden Kapitel „Überprüfung der Festigkeit“ verglichen werden.



Abbildung 8: Stahl Draht-Klammer zur Stabilisierung



Abbildung 9: Bruchstelle nach dem Schleifen und Reinigen

Sind diese Vorarbeiten abgeschlossen, kommt der PLASTOFUSED zum Einsatz. Um optimale Reparaturergebnisse zu erzielen, sollte die Ober- und Unterseite der Bruchstelle geschliffen, gereinigt und verschweißt werden. Die Temperatur des PLASTOFUSED ist dabei materialabhängig nach folgender Tabelle einzustellen:

Tabelle 2: Material und Temperatureinstellungen [KAMATEC Bedienungsanleitung]

Material	Empfohlene Temperatur [°C]
PP-EPDM	255...280
PP	260...285
ABS	275...310
PA	280...320

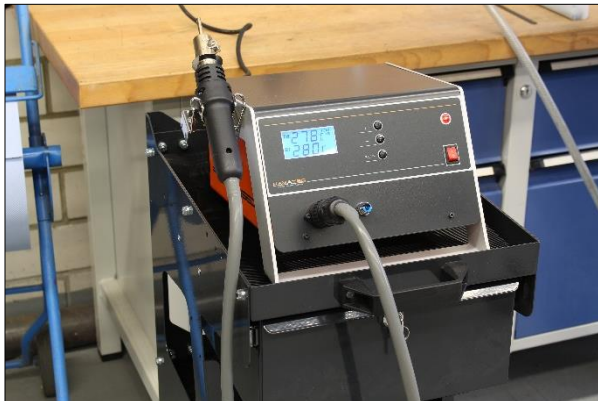


Abbildung 10: PLASTOFUSED-Gerät



Abbildung 11: PLASTOFUSED-Heißluftdüse

Mit der Steuerungseinheit stellt der Bediener die Schmelztemperatur nach Tabelle 2 ein. Der Schmelz-Strip wird etwa 1 cm neben der Beschädigung senkrecht zur Oberfläche angesetzt. Die Heißluftdüse wird im Abstand von ca. 1 cm zum Schmelz-Strip und etwa 45° zur Bauteiloberfläche gehalten. Die Oberfläche des instand zu setzenden Bauteils wird zuerst aufgeschmolzen. Anschließend wird der Schmelz-Strip ebenfalls erwärmt, sodass sich beide Komponenten miteinander verbinden können. Dazu wird ein leichter Druck vom Schmelz-Strip auf das Bauteil ausgeübt. Es bildet sich ein kleiner Kunststoffwulst an der Kontaktfläche zwischen Schmelz-Strip und Bauteiloberfläche, das sogenannte Schweißbad, Abbildung 12.



Abbildung 12: Kunststoffauftrag mit der Heißluft-Düse

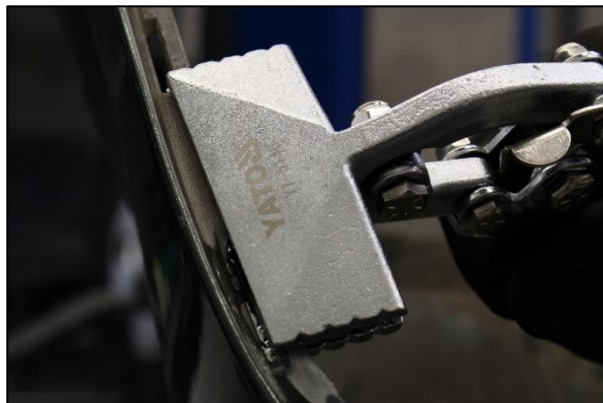


Abbildung 13: Verpressen mit Spezial-Zange

Bevor der geschmolzene Kunststoff vollständig erstarrt, sollte der Verbund mit der der Basic Version beiliegenden Spezial-Zange einige Sekunden verpresst werden. Die Handkraft eines Erwachsenen reicht als Presskraft aus.

Die gleiche Prozedur wird an der gegenüberliegenden Bruchseite durchgeführt. Nach dem vollständigen Erstarren der Schmelzverbindung kann geschliffen und ggf. lackiert werden, Abbildung 14 und 15.



Abbildung 14: Laschen-Reparatur unbearbeitet



Abbildung 15: Laschen-Reparatur geschliffen

Die kompakten Abmessungen der Heißluftdüse ermöglichen ein Erreichen auch schwer zugänglicher Stellen. Durch die Länge des Heißluft-Düsen Schlauchs von 2 m ist die Steuerungseinheit nahe der Bruchstelle zu positionieren. Die Stromversorgung ist durch ein 1 m langes Kabel gewährleistet. Dabei empfiehlt sich die Nutzung eines Verlängerungskabels zur Stromversorgung.

Überprüfung der Festigkeit

Die Festigkeitsprüfung wurde an 15 Laschen mehrerer Stoßfänger aus PP-EPDM mithilfe einer Kraftmessdose durchgeführt. Dabei wurden drei Szenarien zu Grunde gelegt: Festigkeit am originalen Bauteil, Festigkeit nach Reparatur ohne Klammerverwendung und Festigkeit nach Reparatur mit Klammerverwendung.

Der belastete Flächenquerschnitt vor und nach der Reparatur liegt zwischen $14,4 \text{ mm}^2$ und $16,2 \text{ mm}^2$. Beim Ausbruch ohne Verwendung von Klammern sind die Schadenbilder sehr ähnlich, Abbildung 16 und 17.



Abbildung 16: Originalbruch



Abbildung 17: Bruch des instandgesetzten Kunststoffstegs ohne Klammer

Tabelle 3: Messergebnisse Zugkraftversuch

Zustand	Mittlere Zugkraft [N]	Abweichung zum Original [%]	Absolute Abweichung min. [N]	Absolute Abweichung max. [N]
Original	225		-28	+36
Rep. ohne Klammer	187	17	-42	+48
Rep. mit Klammer	203	10	-58	+72

Die durchschnittlichen Messergebnisse aus Tabelle 2 liefern eine Kraftabweichung der Mittelwerte von 10 bzw. 17% zwischen Reparaturmethode und Original. Hervorzuheben ist, dass die minimale und maximale absolute Abweichung der Einzelwerte bei der Reparatur mit Klammern am größten ist. Die Maximalwerte der Zugfestigkeit zwischen den Reparaturmethoden zeigen deutliche Unterschiede. Im optimalen Fall können Maximalwerte ähnlich dem Original erzielt werden. Ohne die Verwendung von Klammern wurde die maximale Festigkeit des Originals nicht erreicht. In Abbildung 18 sind die Ergebnisse und deren absoluten Abweichungen zur Verdeutlichung grafisch dargestellt.

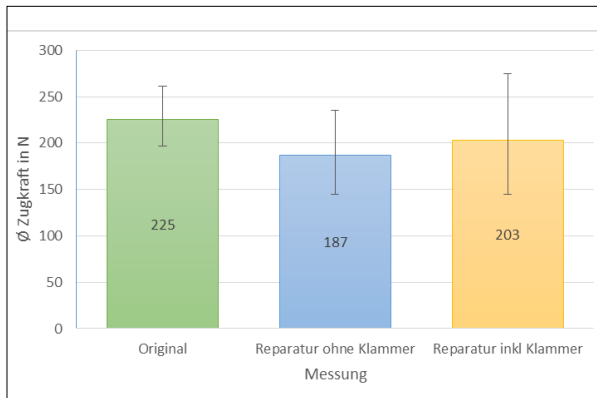


Abbildung 18: Grafische Darstellung der Zugversuchergebnisse

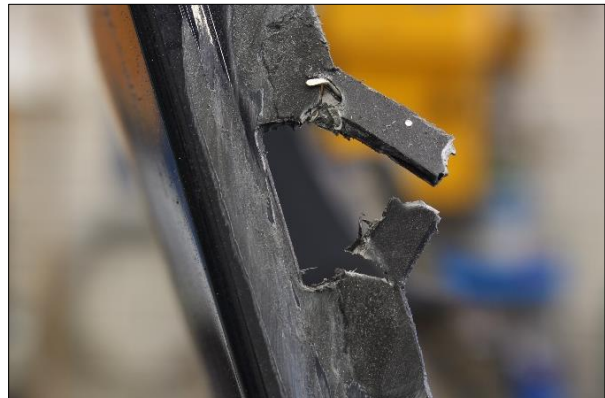


Abbildung 19: Bruch des instandgesetzten Kunststoffstegs mit Klammer

Bei der Verwendung von Klammern entstehen „Sollbruchstellen“ in den Stegbereichen, welche keine Klammerverstärkung aufweisen, Abbildung 19. Zudem ist das Ergebnis stark von der Prozesssicherheit des Anwenders abhängig. Die Kraftabweichungen der Reparaturmethoden resultieren im Wesentlichen aus einer nicht optimalen Kunststoffverschweißung. Dies wird durch die Bruchbilder der Abbildungen 20 und 21 verdeutlicht.



Abbildung 20: Bruchbild einer optimalen Kunststoffverschweißung



Abbildung 21: Bruchbild einer oberflächlichen Kunststoffverschweißung

Abbildung 20 zeigt einen über den gesamten Querschnitt gleichmäßigen Ausbruch und entspricht den Zugfestigkeiten des Originals. In Abbildung 21 wurde der Grundwerkstoff nicht ausreichend erhitzt. Dadurch kam es zu keiner durchgehenden Verschmelzung der Kunststoffe, sondern lediglich zu einer oberflächlichen Verklebung mit anschließendem Ausbruch an der Klebefläche.

Wirtschaftlichkeit am Beispiel eines Skoda Fabia

Zur Reparatur des unfallbeschädigten Stoßfängers werden vier verschiedene Szenarien kalkuliert. Dabei werden die Kosten einer Reparatur mit Ersatz des beschädigten Stoßfängers mit den Kosten der alternativen Reparatur durch den PLASTOFUSED verglichen, Tabelle 4, 5 und 6. In den Tabellen 5 und 6 wurden unterschiedliche Zeitaufwände zur Instandsetzung herangezogen. Zudem wird eine zeitwertgerechte Reparatur in Tabelle 7 kalkuliert. Der Anschaffungspreis des PLASTOFUSED ist in der folgenden Kalkulation nicht berücksichtigt.

Tabelle 4: Kosten herkömmliche Reparaturmethode (AUDATEX)

Kostenposition	Preis €	Zeitaufwand AW	Gesamtkosten €
Arbeitslohn	75,00	9	67,50
Lackierung inkl. Material	75,00	22	165,00
Ersatzteile			185,13
<i>Summe Netto</i>			417,63
<i>Steuer (19% Mwst)</i>			79,35
Brutto			496,98

Tabelle 5: Kostenkalkulation PLASTOFUSED mit 10 AW Reparaturlackierung (AUDATEX)

Kostenposition	Preis €	Zeitaufwand AW	Gesamtkosten €
Arbeitslohn	75,00	10 (Kl.2) + 10 (Kl.3)	150,00
Lackierung inkl. Material	75,00	32	240,00
<i>Summe Netto</i>			390,00
<i>Steuer (19% Mwst)</i>			74,10
Brutto			464,10

Tabelle 6: Kostenkalkulation PLASTOFUSED mit 25 AW Reparaturlackierung (AUDATEX)

Kostenposition	Preis €	Zeitaufwand AW	Gesamtkosten €
Arbeitslohn	75,00	10 (Kl.2) + 25 (Kl.3)	262,50
Lackierung inkl. Material	75,00	32	240,00
<i>Summe Netto</i>			502,50
<i>Steuer (19% Mwst)</i>			95,48
Brutto			597,98

Die Kalkulation zeigt, dass sich in dem genannten Beispiel mit 25 AW die Reparaturmethode des PLASTOFUSED nicht lohnt. Grund dafür ist der Mehraufwand bei der Vorbereitung zum Lackieren des alten Stoßfängers.

Eine weitere Möglichkeit ist eine zeitwertgerechte Reparatur des Fahrzeugs, die eine Instandsetzung ohne die Lackierung des Stoßfängers vorsieht.

Tabelle 7: Kostenkalkulation Zeitwertreparatur PLASTOFUSED (DAT)

Kostenposition	Preis €	Zeitaufwand h	Gesamtkosten €
Abdeckung f. Stoßfänger vorn aus- u. eingebaut	75,00	0,5	37,50
Instandsetzung Stoßfänger vorn	75,00	0,5	37,50
<i>Summe Netto</i>			75,00
<i>Steuer (19% Mwst)</i>			14,25
Brutto			89,25

Die Kosten hierbei betragen nur ca. 18% des Kostenaufwands der herkömmlichen Instandsetzung, da der Frontstoßfänger im ursprünglichen Lackzustand bleibt.

Wirtschaftlichkeit am Beispiel eines BMW 5er (F10)

Bei der Kalkulation eines BMW 5er (F10) mit einem Schaden am Frontstoßfänger werden folgende Stundensätze zu Grunde gelegt:

- Karosseriearbeiten 100€/h
- Lackarbeiten 120€/h

Dabei wird der Abriss einer Befestigungslasche am Frontstoßfänger betrachtet.

Tabelle 8: BMW 5er (F10) herkömmliche Reparaturmethode (Audatex)

Kostenposition	Preis €	Zeitaufwand h	Gesamtkosten €
Arbeitslohn	100,00	1,33 (Kl.2)	133,33
Lackierung inkl. Material	120,00	2,83	340,00
Stoßfänger	542,77	1,00	542,77
Kleinersatzteile (2%)	10,86	1,00	10,86
<i>Summe Netto</i>			1.026,96
<i>Steuer (19% Mwst)</i>			195,12
Brutto			1.222,08

Tabelle 9: BMW 5er (F10) PLASTOFUSED Reparaturkalkulation (Audatex)

Kostenposition	Preis €	Zeitaufwand h	Gesamtkosten €
Arbeitslohn	100,00	1,33 (Kl.2) + 0,5 (Kl.3)	183,33
Kleinersatzteile (Pauschal)	5,00	1,00	5,00
<i>Summe Netto</i>			188,33
<i>Steuer (19% MwSt)</i>			35,78
Brutto			224,11

Dieses Beispiel zeigt, dass der Ersatz des Stoßfängers mit lackieren etwa um den Faktor 5,5 teurer ist als die Reparatur durch den PLASTOFUSED.

Fazit

Der Anschaffungspreis des KAMATEC PLASTOFUSED liegt je nach Ausstattungsvariante zwischen 1.195 € und 2.795 €.

Die Fallbeispiele zeigen, dass eine Reparatur nicht in jedem Fall lohnt, da der zur Instandsetzung notwendige Mehraufwand zur Aufbereitung des Stoßfängers – Lackabtrag, schleifen und grundieren – die Kostenersparnis seiner Neuanschaffung je nach Arbeitszeitbedarf kompensieren kann.

Eine lohnenswerte Alternative für ältere Fahrzeuge bietet eine zeitwertgerechte Reparatur. Bei dieser Reparaturmethode wird lediglich die Lasche instandgesetzt, ohne dass der Stoßfänger lackiert wird, wodurch die Kosten sinken.

Es ist hervorzuheben, dass die kostengünstigste Reparaturmethode im Einzelfall zu ermitteln ist. Außerdem ist auf Herstellervorgaben bzgl. Lackierung und Reparaturfreigaben zu achten.

Aus der Festigkeitsprüfung geht hervor, dass die maximale Festigkeitsabweichung bei gleicher Querschnittsfläche zwischen Original und Reparatur bei 10 bis 17% liegt. Diese Abweichung ergibt sich u.a. aus der Prozessunsicherheit des Anwenders. Somit spielt das Können des Anwenders und die regelmäßige Anwendung dieser Reparaturmaßnahme eine entscheidende Rolle.