

TOX[®]-Rund-Punkte: Bestens elektrisch leitfähig!

TU Dresden weist in einer Untersuchung elektrische Leitfähigkeit von Clinch-Verbindungen nach und bestätigt dem Blechverbindungsverfahren TOX[®]-Rund-Punkt „die mit Abstand beste elektrische Leitfähigkeit“ im Vergleich mit anderen mechanischen Fügeverfahren.

Nun ist es amtlich: Die hervorragende elektrische Leitfähigkeit von TOX[®]-Rund-Punkten und TOX[®]-SKB-Punkten zum Verbinden von Blechen aus gleichen oder unterschiedlichen Materialien gleicher oder verschiedener Dicken wurde in einem umfangreichen Test der Technischen Universität Dresden nachgewiesen! Die intensive Untersuchung zum Thema „Elektrisches Eigenschaftsprofil umformtechnischer Fügeverbindungen“ wurde vom Institut für Oberflächen- und Fertigungstechnik gemeinsam mit dem Institut für Elektrische Energieversorgung und Hochspannungstechnik der TU Dresden durchgeführt. An den im Vorfeld vom Arbeitskreis „Fügen“ durchgeführten Sitzungen des PbA (Projektbegleitender Ausschuss) nahmen führende Vertreter der Automobilindustrie und deren Zulieferer sowie mehrere Hersteller von Füge- und Verbindungstechnik-Produkten teil. Dabei wurden unter anderem ein Anforderungsprofil und ein Versuchsplan entwickelt, wobei der Versuchsplan in der praktischen Durchführung dann in vollem Umfang zur Anwendung kam. Grundsätzlich wurde unterschieden zwischen dem mechanischen Verbinden (z. B. Druckfügen/Clinchen), der Bauteil-Anbindung (z. B. Setzen von Bolzen, Setzmutter) und dem mechanischen Verbinden mit Bauteil-Anbindung (z. B. Stanzmutter). Definiert wurde der Versuch zum „langzeitstabilen, mechanischen Verbinden von Bauteilen bei zum Teil vorhandener Funktionsintegration durch Befestigen von Anbauteilen (Funktionselemente)“. Dabei floss, unter Berücksichtigung des Stands der Technik, die mechanische Festigkeit (Abscher-, Zug- und Abdrehfestigkeit) genauso ein, wie die bis dato geringe bis gar nicht vorhandene Forderung an die elektrischen Eigenschaften solcher Verbindungen. Der praktische Hintergrund hierbei ist der, dass sich die Suche nach energie- und materialsparenden Füge- und Verbindungslösungen nunmehr auf elektrische Bauteile und Baugruppen ausweitet. Gerade um von den zusätzlichen, material- und energieintensiven Verfahren wie Punktschweißen, Löten oder Laserschweißen wegzukommen und neuen, wirtschaftlicheren Fertigungsprozessen Raum zu geben.

Doppel-Nachweis erbracht bei mechanischen und elektrischen Untersuchungen

Das Projektziel „Untersuchen der bekannten Fügeverfahren hinsichtlich elektrotechnischer Anwendungen“ bezog zum einen die elektrischen Eigenschaften, und zum anderen auch die Bewertung des Langzeitverhaltens (Qualifizieren/Optimieren) mit ein. Dies vor allem deshalb, weil die mechanischen und elektrischen Eigenschaften der jeweiligen Verbindung den Anforderungen im besagten Langzeiteinsatz genügen müssen. Untersucht wurden Verbindungen ohne und mit Verbindungselementen (VE) wie beispielsweise der Clinchpunkt, der

Halbhohlstanzniet und der Vollstanzniet. Ferner wurden Verbindungen mit Funktionselementen (FE) wie die Blindnietmutter und die Blindnietmutter sowie Schraubverbindungen getestet. Geplant sind auch Nietmutter, Stanzbolzen und Einpressbolzen. Die Versuche wurden mit den Blechwerkstoffen AlMg_{0,8}Si_{0,9} (Al) und DX54 + Z140 durchgeführt. Die Versuchsdurchführung wiederum gliederte sich in den Teil 1 – Mechanische Untersuchungen und in Teil 2 – Elektrische Untersuchungen. Teil 1 war durch Zugversuche sowie Widerstand und Gütefaktor im Neuzustand nach dem Aushärten gekennzeichnet. Den Teil 2 bestimmten Widerstand und Güte der Verbindungen und Funktionselemente nach Montage, Aushärten und Auslagern bei 80°C im Wärmeschrank. Die Versuche selbst gliederten sich in die Prozessschritte Reinigen, Fügen (Werkstoffzustand T4), Messung des Verbindungswiderstands R_v, Aushärten (Werkstoffzustand T6) als Warmauslagerung bei 185 °C für 20 Minuten und Messung R_v in Bezug auf Langzeitversuche (LVZ) bzw. Messung R_v in Bezug auf Kurzzeitversuche (KVZ). Damit wurde die Leitfähigkeit des Blechwerkstoffs AlMg_{0,8}Si_{0,9} im Zustand T4 und im Zustand T6 ermittelt, sowie der Widerstand der Verbindungen und der Funktionselemente im Ausgangszustand, nach dem Aushärten und nach dem Lagern im Wärmeschrank bei 80 °C.

Resümee

Die Auswertung erbrachte bei den Mechanischen Untersuchungen (Teil 1) den Nachweis, dass der Stand der Technik gegeben ist und die Verbindungssysteme die mechanischen Anforderungen erfüllen. Bei den elektrischen Untersuchungen (Teil 2) wurde schließlich festgestellt, dass geclinchte Verbindungen die Anforderungen der Elektrotechnik (Gütefaktor $k_u < 1,5$) erfüllen! Damit ist erwiesen, dass der getestete TOX[®]-Rund-Punkt energietechnisch eine herausragende Verbindung bietet. Auch dauerhaft unter thermischer und mechanischer Last sowie unter Strom. Die unter dem Mikroskop erstellten metallographischen Schlibbilder zeigen die metallischen Mikrokontakte, die sich bei massiver Kaltumformung zwischen den Werkstücken ausbilden und die der Grund für die gute Leitfähigkeit sind. Weiter geforscht wird insbesondere an Aluminium-Kupfer-Bimetallverbindungen, bei denen die üblichen Verfahren wie z.B. das Schweißen bisher an Grenzen stoßen (siehe Bild 5). Stichwort: intermetallische Phasen. Erste Versuche deuten beim Clinchen wieder auf eine besonders gute Leitfähigkeit des TOX[®]-Punktes hin.

Bildbeschreibungen:

Bild 1 zeigt die metallischen Mikrokontakte, die sich bei massiver Kaltumformung (beim TOX[®]-Rund-Punkt) zwischen den gefügten Blechen ausbilden

Bild 2 zeigt das Prinzip der Versuchsdurchführung

Bild 3 zeigt die Versuchsergebnisse und die entsprechende Eignungszuordnung zum jeweiligen Fügesystem

Bild 4 zeigt die Gütefaktoren, die im Langzeittest für das Clinchen mit TOX[®]-Rund-Punkten für mit Isopropanol gereinigte Bleche erzielt wurden

Bild 5 zeigt die ermittelten Verbindungswiderstände der TOX[®]-Rund-Punkte für Bimetallverbindungen

Ansprechpartner für Rückfragen:

TOX[®] PRESSOTECHNIK GMBH & CO. KG
Herr Dr.-Ing. Wolfgang Pfeiffer
Geschäftsleitung
Riedstraße 4
D-88250 Weingarten

Telefon: 0751/50 07-0
Fax: 0751/5 23 91
E-Mail: info@tox-de.com
www.tox-de.com

Juni 2013

Bild 1 zeigt die metallischen Mikrokontakte, die sich bei massiver Kaltumformung (beim TOX[®]-Rund-Punkt) zwischen den gefügten Blechen ausbilden

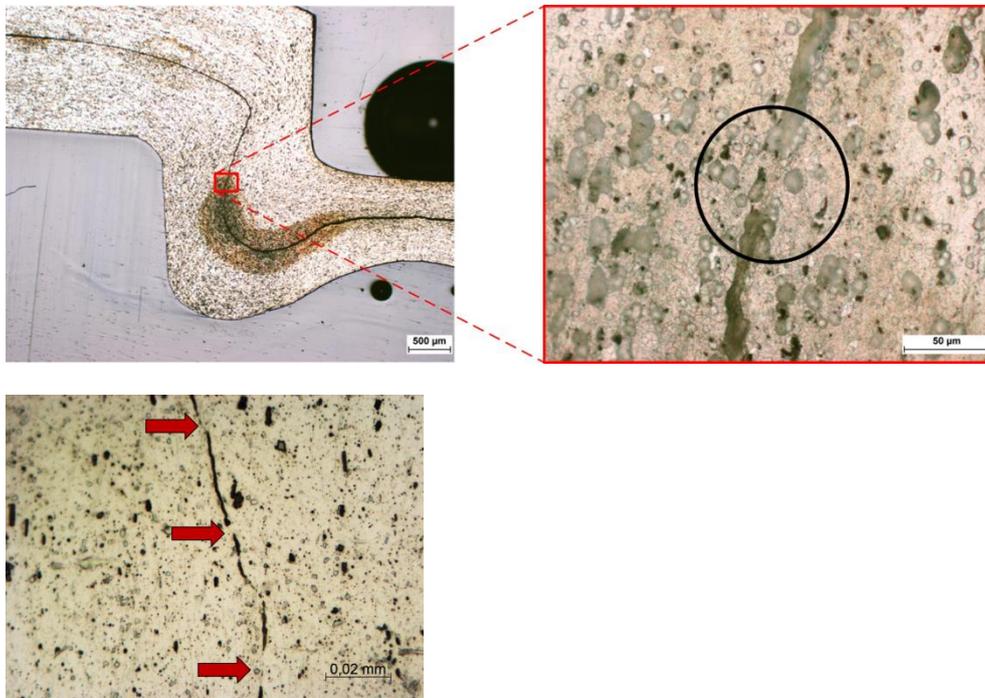


Bild 2 zeigt das Prinzip der Versuchsdurchführung

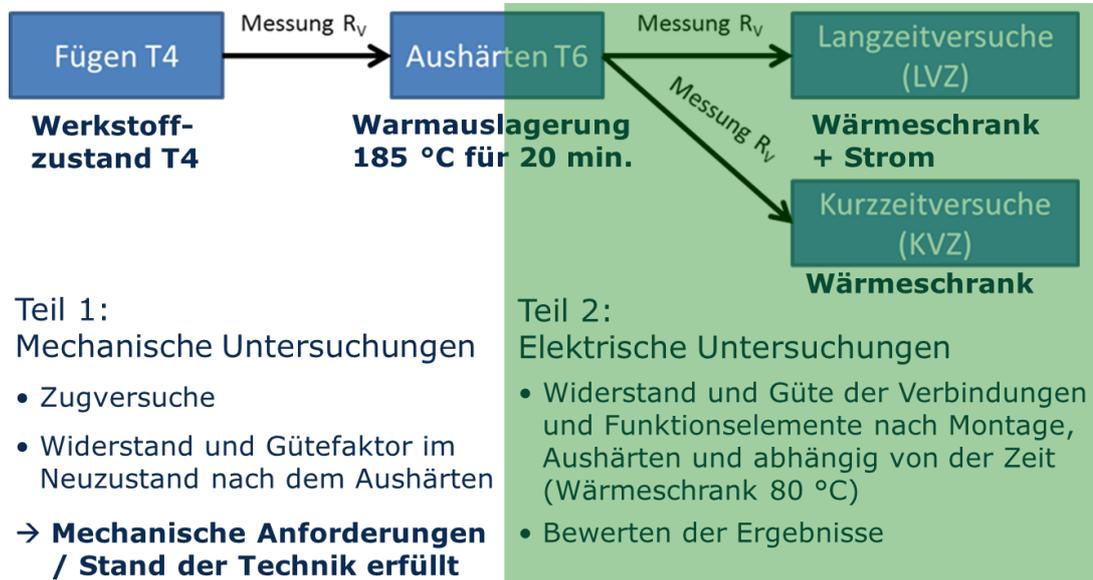


Bild 3 zeigt die Versuchsergebnisse und die entsprechende Eignungszuordnung zum jeweiligen Fügesystem

Bewerten der Ergebnisse aus energietechnischer Sicht

Fügesystem	Bewertung	
	Elektroenergietechnik $k_u < 1,5$	Langzeitversuche
Clinchen/TOX-Punkt	$k_u < 1,5$	
Stanznieten SN14 (5,3x6 H4)	$k_u = 6,2$	
Blindniet Al	$k_u = 170$ (instabil)	
Blindniet St	$k_u = 22,7$	
Blindnietmutter Al	$R_v = 478 \mu\Omega$	
Blindnietschraube St	$R_v = 501 \mu\Omega$	
Nietmutter Al	$R_v = 15 \mu\Omega$	
Stanzbolzen aluminert	$R_v = 25 \mu\Omega$	

■ Nicht geeignet
 ■ Optimieren / Anforderungen festlegen
 ■ geeignet

Die Blechvorbereitung beim Clinchen der Bimetallverbindungen, bei denen der Gütefaktor $< 1,5$ erreicht wird, erfolgte durch Reinigen der Oberfläche mit Isopropanol.

Bild 4 zeigt die Gütefaktoren, die im Langzeittest für das Clinchen mit TOX[®]-Rund-Punkten für mit Isopropanol gereinigte Bleche erzielt wurden

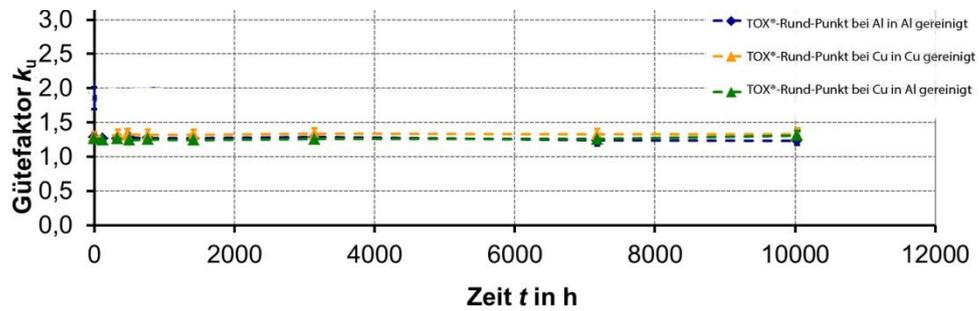


Bild 5 zeigt die ermittelten Verbindungswiderstände der TOX[®]-Rund-Punkte für Bimetallverbindungen

