

Stoffschlüssig fügen beim Schmieden

Stahl und Aluminium allein durch Presskraft miteinander verbinden

Ein Stahlblech und ein Aluminiumbolzen lassen sich durch Druck stoffschlüssig miteinander verbinden – und zwar genauso fest wie beim Schweißen. Das haben Wissenschaftler des IPH und des ISAF in einem gemeinsamen Grundlagenforschungsprojekt gezeigt.

Stahl und Aluminium zu verbinden ist nicht einfach: Wenn sich die beiden Metalle vermischen, kann es zu unerwünschten Effekten wie Sprödigkeit und Kontaktkorrosion kommen. Die Fügezone ist dadurch nicht belastbar und für viele Anwendungen ungeeignet. Möglich ist eine stabile stoffschlüssige Verbindung trotzdem, wenn Zink als Lotwerkstoff genutzt wird. Zink verbindet sich stoffschlüssig sowohl mit Aluminium als auch mit Stahl und ist damit der optimale Vermittler zwischen den beiden Werkstoffen, wenn es darum geht, sowohl spröde intermetallische Phasen als auch Korrosion zu vermeiden.

Im Forschungsprojekt "Verbundhybridschmieden" hat das IPH mit dem Institut für Schweißtechnik und Trennende Fertigungsverfahren (ISAF) der TU Clausthal zusammengearbeitet – mit dem Ziel, ein Stahlblech und einen Aluminiumbolzen während eines Umformprozesses stoffschlüssig zu fügen. Die Oberfläche des Aluminiums wurde zunächst verzinkt und anschließend gemeinsam mit dem verzinkten Stahlblech in die Schmiedepresse gelegt. Der Aluminiumbolzen wurde gestaucht und dabei auf das Blech gepresst. Durch den Pressdruck beim Schmieden hat sich zwischen den beiden Zinkschichten eine stoffschlüssige Verbindung ausgebildet. In Belastungstests hat die Fügezone Kräften von bis zu 2,1 Kilonewton standgehalten. Auch bei einer anschließenden Umformoperation – das Blech wurde tiefgezogen – hielt die Verbindung.

Optimale Prozessparameter

Das Verbundhybridschmieden kombiniert Umformen und Fügen in einem Prozess. Die optimalen Parameter haben das IPH und das ISAF im Forschungsprojekt ermittelt. Den Ingenieuren am IPH gelang ein stabiles Verfahren bei einer Presskraft von 1.500 Kilonewton, einer Umformtemperatur von 350 Grad Celsius, einer Umformgeschwindigkeit von 26,6 Millimetern pro Sekunde und einem Stauchweg von mindestens 9 Millimetern.



Je länger der Stauchweg, desto besser ist zwar tendenziell der Zusammenhalt, allerdings darf der Aluminiumbolzen auch nicht zu stark umgeformt werden, damit sich das Blech nicht ungewollt verformt oder das Aluminium Risse bekommt. Eine geringe Umformgeschwindigkeit ist zuträglich, weil die Diffusionsprozesse dann besser ablaufen können und die Moleküle Zeit haben, sich zu verbinden. Zudem kommt es auf die Geometrie des Aluminiumbolzens an: Er sollte weder spitz zulaufen noch abgerundet sein, sondern flach, damit er möglichst großflächig auf dem Blech aufliegt.

Die optimale Temperatur für das Umform-Füge-Verfahren liegt bei 350 Grad Celsius, da sich bei dieser Temperatur das Aluminium gut umformen lässt und das Zink noch nicht schmelzflüssig ist. Optimale Ergebnisse haben die Forscher erzielt, indem sie sowohl den Aluminiumbolzen als auch das Stahlblech vor der Umformung auf 350 Grad Celsius erwärmt haben.

Alternative zum Schweißen

In Zukunft könnte das Verbundhybridschmieden eine Alternative zum Schweißen darstellen: Die Verbindung hält genauso fest, ist für Schmiedeunternehmen aber möglicherweise einfacher herzustellen. Sie können Bauteile aus Stahl und Aluminium auf ihren ganz normalen Schmiedepressen stoffschlüssig verbinden, ohne zusätzlich schweißen zu müssen.

verbundhybridschmieden.iph-hannover.de

Das Projekt mit dem Förderkennzeichen 340490925 wurde mit Mitteln der Deutschen Forschungsgemeinschaft (DFG) gefördert.