

Pressemitteilung**Technische Universität Darmstadt****Mareike Hochschild**

24.05.2019

<http://idw-online.de/de/news716383>Forschungsprojekte
Maschinenbau
regionalTECHNISCHE
UNIVERSITÄT
DARMSTADT**Schweißen ohne Wärme**

TU-Forscherteams wollen unterschiedliche Werkstoffe innovativ verbinden Für die moderne Fertigungstechnik sind zunehmend leichte und smarte Bauteile erforderlich. Ein Ansatz besteht darin, unterschiedliche Werkstoffe zu verbinden, um so optimale Eigenschaften zu erreichen. Koordiniert durch die TU Darmstadt untersuchten Forscherteams, durch welche neuen Verfahren sich Werkstoffe dauerhaft verbinden lassen, welche Technologien dafür geeignet sind und wie eine industrielle Anwendung der neuen Verfahren ermöglicht werden kann.

Wie in allen Industriebereichen müssen auch im Maschinenbau Rohstoffe und Energie effizient genutzt werden. In der Fertigungstechnik kann dies durch den Einsatz möglichst leichter Werkstoffe erreicht werden. Durch geschickt gewählte Kombinationen verschiedener Ausgangsstoffe, die zu einem neuen Produkt beziehungsweise Bauteil gefügt werden, lassen sich beispielsweise Gewicht und Material einsparen, aber auch die spezifischen Eigenschaften zweier Werkstoffe in einem Bauteil gezielt kombinieren.

Neben klassischen Fügeverfahren wie Schweißen, Nieten oder Schrauben geraten dabei auch neue Methoden in den Fokus. Im Rahmen des Schwerpunktprogramms (SPP) 1640 der Deutschen Forschungsgemeinschaft (DFG) wurden Fügeverfahren untersucht, die auf plastischer Deformation mindestens eines Fügepartners beruhen. In 16 Arbeitsgruppen wurde dabei von Wissenschaftlerinnen und Wissenschaftlern aus verschiedensten Forschungsrichtungen ermittelt, welche Fügetechnologien sich für die plastische Deformation eignen könnten, welche grundlegenden Bindemechanismen beim Fügen gleicher und unterschiedlicher Werkstoffe auftreten und welche Eigenschaften die so hergestellten Verbindungen aufweisen. Außerdem wurden geeignete Prüfmethoden erarbeitet, ohne die ein industrieller Einsatz neuer Verfahren nicht möglich ist.

Nach sechsjähriger Laufzeit endet das SPP 1640 nun mit einem Kolloquium. Im Vorfeld haben wir mit dem Leiter des Programms, Professor Peter Groche vom Institut für Produktionstechnik und Umformmaschinen (PtU), gesprochen.

Welche neuen Verfahren wurden untersucht?

Im Fokus des SPP standen Fügeverfahren, mit denen Bauteile aus unterschiedlichen Werkstoffen, sogenannte Multimaterialverbünde, hoch belastbar verbunden werden können. Untersucht wurde das Kollisionsschweißen – mit Hilfe eines neuartigen Modellprüfstandes sowie dem elektromagnetischen Pulsschweißen, außerdem diverse neuartige Clinchverfahren, wie das Rotationsclinchen, das sich durch seine hohe Produktivität auszeichnet sowie unterschiedliche Verfahren des Kaltpressschweißens, bei denen Bauteilherstellung und Fügeoperation in einem Prozessschritt erfolgen können.

Welche Erkenntnisse konnten Sie gewinnen?

Zu Beginn des Projekts konnten wir zunächst feststellen, dass die Realisierung reproduzierbarer und hochfester Fügeverbindungen für jedes Projekt eine große Herausforderung dargestellt hat. Diese Erkenntnis verhalf uns jedoch dazu, die Forschungsschwerpunkte auszubauen und schlussendlich viele Schwierigkeiten zu lösen. Der fortwährende Austausch zwischen den Projekten war äußerst fruchtbar, gerade durch die Kooperationen zwischen den einzelnen

Projekten konnten die individuellen Herausforderungen erfolgreich gemeistert werden.

Lassen sich die Forschungsergebnisse in die industrielle Anwendung übertragen?

Wir haben bereits aus dem SPP einige Transferprojekte generieren können, die genau darauf abzielen, die Ergebnisse gemeinsam mit einem oder mehreren Industriepartnern der industriellen Anwendung ein weiteres Stück näher zu bringen. Außerdem sind wir zuversichtlich, weitere Projekte nach Abschluss des SPP vorantreiben zu können, um langfristig möglichst viele Verfahren der Industrie zur Verfügung zu stellen. Hierzu bestand in den letzten Förderperioden ein fortwährender Austausch zwischen Industrie und dem SPP, der sicherlich auch an unserer Abschlusstagung nochmal intensiviert und vertieft werden wird.

Schweißen ohne Wärme

Die TU Darmstadt war mit zwei Arbeitsgruppen vom PtU am SPP 1640 beteiligt. Ein Team um Maschinenbauingenieurin Christiane Gerlitzky hat dabei das Kaltpressfließschweißen, ein Verfahren der Kaltmassivumformung, wissenschaftlich untersucht. Das Besondere an dieser Technologie: Zwei Metalle, zum Beispiel Stahl und Aluminium, werden ohne das Zuführen von Wärme dauerhaft miteinander verbunden. Was magisch klingt, hat einen chemisch-physikalischen Hintergrund. Die Ausgangsmaterialien werden bei hohem Druck umgeformt, wobei die Oberflächenschichten der beteiligten Metalle aufgerissen werden. Die freigelegten Grundmaterialien können nun miteinander reagieren und es bildet sich eine gemeinsame Grenzschicht aus. Die so entstandene Verbindung ist hochfest und elektrisch leitfähig.

„Das neue Produkt verbindet die Festigkeit von Stahl mit dem geringen Gewicht von Aluminium“, erklärt Gerlitzky. „Industriell eingesetzt ließen sich so sowohl Material als auch Gewicht einsparen.“ Die Eigenschaften durch Kaltpressfließschweißen verbundener Metalle wie etwa Dauerfestigkeit, Leitfähigkeit, Korrosionsneigung und die für die Umformung nötigen Prozessparameter hat die Wissenschaftlerin im Rahmen ihrer laufenden Promotion erforscht.

Verbinden durch Kollision

Einen alternativen Ansatz untersuchte die Arbeitsgruppe um Benedikt Niessen. Auch in diesem Teilprojekt sollten zwei Metalle bei Raumtemperatur stoffschlüssig miteinander verbunden werden. Das hochreaktive metallische Grundmaterial wird hier jedoch durch die Kollision der Fügepartner unter hohen Aufprallgeschwindigkeiten freigelegt. Diese Füge-technologie, auch Kollisionsschweißen genannt, wird auch beim elektromagnetischen Pulsschweißen eingesetzt. Allerdings erfolgt die Auslegung aufgrund fehlenden Wissens über die beteiligten Mechanismen meist empirisch, was teuer und zeitaufwendig ist.

Um die Grundlagen dieses Verfahrens zu verstehen, wurden experimentelle Arbeiten an einem eigens dafür entwickelten Versuchsstand durchgeführt. Darin werden Metallproben an Rotoren befestigt, die sich bei Aufprallgeschwindigkeiten von bis zu 500 Metern pro Sekunde treffen. Wenn die Metalle miteinander kollidieren, werden die Oxidschichten und Verschmutzungen der Oberflächen „weggesprengt“, so dass diese miteinander reagieren können und sich eine metallische Bindung ausbildet. Eine besondere Kamera macht es möglich, Hochgeschwindigkeitsaufnahmen vom Aufprall anzufertigen und so den Prozess umfassend zu untersuchen.

Niessen ist den grundlegenden Phänomenen bei diesen Fügeprozessen auf der Spur. Dank faszinierender Zeitlupenanalysen kann er die Vorgänge hoch auflösen und die Modellbildung für diese Fügeprozesse vorantreiben. Auch er hat im Rahmen des SPP 1640 wichtige Erkenntnisse für seine Dissertation gewonnen. „Wir forschen hier sehr grundlegend“, sagt der Maschinenbauingenieur. „Die Einblicke, die wir hier gewinnen, erhöhen das Prozessverständnis und reduzieren die Unsicherheiten in der industriellen Anwendung.“

Hintergrund

Das Schwerpunktprogramm 1640 „Fügen durch plastische Deformation“ wurde 2012 initiiert und lief insgesamt über sechs Jahre, die in drei Phasen untergliedert waren. Das PtU der TU Darmstadt übernahm dabei die Koordination der 16 Teilprojekte.

In der letzten Phase des SPP 1640 arbeiten 80 Wissenschaftlerinnen und Wissenschaftler von 24 Forschungsstellen aus ganz Deutschland an der Erforschung der Fügeverfahren. Ein entscheidender Vorteil bei der Zusammenarbeit war die Interdisziplinarität der Projektpartner. So waren Fachbereiche wie Maschinenbau, Materialwissenschaften, Chemie und Physik an den Untersuchungen beteiligt.

Originalpublikation:

<https://bit.ly/2HzirIN>