



Sanftes Schweißen

Ein Verfahren, bei dem Metalle unter Reibung und Druck zu Knetmasse werden, könnte die Industrie revolutionieren

TEXT: TIM SCHRÖDER

Auminium ist nach wie vor der Leichtbauwerkstoff der Luftfahrt. So besteht etwa der Flugzeugkörper des Airbus A320 – eines Jets mit bis zu 180 Sitzplätzen – zu fast drei Vierteln aus diesem Leichtmetall. Doch obwohl Aluminium seit Jahrzehnten etabliert ist und im großen Stil eingesetzt wird, hat die Produktion von Alubauteilen noch ihre Tücken: Sie kostet viel Energie, Zeit und verbraucht große Mengen des Metalls.

Bislang nämlich werden viele Alu-Bauteile für Flugzeuge aus dem Vollen gefräst. So wie Künstler aus einem groben Stück Holz Skulpturen schnitzen, tragen Fräswerkzeuge von einem Alu-Klotz Schicht für Schicht das Material ab, bis das Bauteil fertig ist – beispielsweise ein Träger, der die Außenhaut des Flugzeugs stützt. Dabei fallen große Mengen an Metallspänen an, die mühsam gereinigt und aufbereitet werden müssen, bevor man sie wieder zu Aluminium einschmelzen kann.

Am Helmholtz-Zentrum Hereon arbeitet die Abteilung »Festphase-Werkstoff-Processing« daran, die Herstellung von Aluminium- und anderen Metallkomponenten schneller, energie- und materialsparender zu gestalten. Dafür nutzen die Forscher reibbasierte Schweißverfahren insbesondere das »Reibauftrags-Schweißen«. Anders als der Begriff »Schweißen« vermuten lässt, dient dieses Verfahren nicht zwingend dazu, Bauteile miteinander zu verbinden. Stattdessen werden dünne Metallschichten schichtweise abgelagert.

Ähnlich wie bei einem 3-D-Drucker wachsen Bauteile durch dieses additive Verfahren langsam in die Höhe. So können beispielsweise gezielte Ver-

P.M. & HEREON
Das Helmholtz-Zentrum »Hereon« in Geesthacht betreibt Spitzenforschung auf Weltniveau. Jeden Monat berichtet P.M. exklusiv über die neuesten Projekte. Zum Nachhören auch in unserem Podcast »Hereon Academy«



Tim Schröder hatte sich gefragt, ob das Verfahren die Verwendung von Nieten im Flugzeugbau überflüssig macht. Doch so weit geht die Technologie nicht.

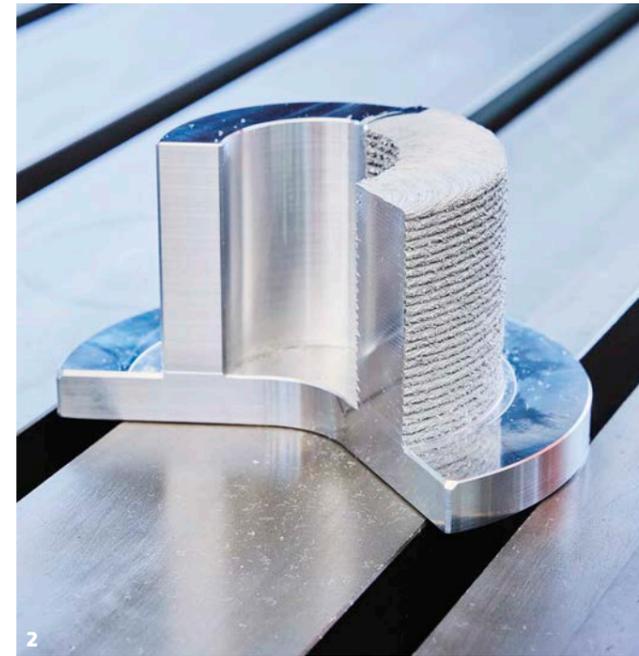
stärkungsstrukturen direkt auf Aluminiumbleche aufgetragen werden, um Stabilität zu gewährleisten – eine deutlich effizientere Alternative zum mühsamen Fräsen aus einem massiven Block. »Das Patent stammt bereits aus dem Jahr 1943«, erklärt Ingenieurin Zina Kallien, »aber lange hat sich niemand so richtig dafür interessiert. Wir und einige andere Forschungsgruppen wollen es jetzt in die Anwendung bringen, weil es viele Vorteile bietet.«

REIBUNG & WÄRME

Das Reibauftrags-Schweißen funktioniert nach einem einfachen Prinzip: Durch Reibung entsteht Wärme. Ein stumpfer Metallstab wird auf eine Unterlage gepresst und wie bei einer Bohrmaschine extrem schnell gedreht. Durch die Kombination von Drehung und Druck erhitzt sich der Kontaktpunkt so stark, dass das Metall am unteren Ende des Stabs plastifiziert – es wird weich, ohne zu schmelzen. Das aufgeweichte Material verbindet sich wie Knetmasse mit der Oberfläche der Platte.

Der Metallstab kann aus verschiedenen Materialien bestehen, je nach den Anforderungen an das Bauteil. Während er unter rotierender Bewegung langsam über die Oberfläche geführt wird, trägt er dünne Metallschichten auf. Dabei verformt sich der Stab zu einem pilzartigen Kopf und nutzt sich wie ein Bleistift langsam ab. Durch mehrmaliges Überfahren der Oberfläche entstehen Schichten, die sich präzise aufeinander ablagern.

Dass das Metall beim Reibauftrags-Schweißen nicht aufgeschmolzen wird, bietet entscheidende Vorteile. Herkömmliche Schweißverfahren bearbeiten Bauteile, indem die Metalle an der Kontakt-



fläche verflüssigt werden. Beim Erstarren verbinden sich die Bauteile zwar fest miteinander, doch die großflächige Einwirkung extremer Hitze kann die Materialeigenschaften verändern. Zudem besteht die Gefahr, dass sich Bauteile verziehen.

Gerade in der Luftfahrt, wo aufgrund strenger Sicherheitsanforderungen enge Toleranzen gelten, sind solche Veränderungen nicht akzeptabel. Ein Verzug oder eine Änderung der Materialstruktur könnte die Funktionalität und Sicherheit eines Bauteils gefährden. Das Reibauftrags-Schweißen minimiert diese Risiken.

REPARATUR STATT AUSTAUSCH

Das Reibauftrags-Schweißen bietet daher eine »sanfte« Alternative zum herkömmlichen Schweißen, was besonders interessant ist für die Reparatur von Rissen oder die Instandsetzung abgenutzter Oberflächen. Bei Flugzeugteilen aus Aluminium, wo das Aufschmelzen problematisch ist, könnte das Verfahren neben Zeit auch erhebliche Kosten sparen. Statt komplette Bauteile auszutauschen, ließen sich Schadstellen künftig einfach mit plastifiziertem Metall auffüllen.

Ingenieurin Zina Kallien, die für ihre Forschung bereits ausgezeichnet wurde, glaubt, das Verfahren könnte sich in den nächsten Jahren erfolgreich in der Metallbranche etablieren. Neben der Luftfahrtindustrie ist auch der Schiffbau ein Bereich, der davon profitieren würde. Eine besondere Stärke des Reibauftrags-Schweißens liegt darin, dass es ermöglicht, verschiedene Metalle unkompliziert miteinander zu verbinden – etwa Stahl und Aluminium oder Stahl und Nickel.

1 Hereon-Ingenieurin Zina Kallien lässt einen »Schweißstab« rotieren. Er hat sich unter dem Druck pilzartig verformt und lässt eine Metallstruktur in die Höhe wachsen **2** An diesem Aluminiumteil sind die Metallschichten gut zu erkennen, aus denen es entstanden ist. Im nächsten Schritt wird die Oberfläche geglättet **3** Im Flugzeugbau bietet das Reibauftrags-Schweißen erhebliche Vorteile: Es spart Zeit und Kosten, da Aluminium mit hoher Festigkeit direkt auf die Flugzeughaut aufgetragen werden kann – ohne dass Teile ausgebaut werden müssen



Ein Beispiel ist der Korrosionsschutz: Stahlkomponenten werden häufig mit dünnen Nickelblechen überzogen. Das dazu gebräuchliche Explosionsschweißen erfordert, wie der Name ahnen lässt, den Einsatz von Sprengstoff und ist entsprechend gefährlich: Zwei Metalle werden durch die Energie einer kontrollierten Explosion miteinander verbunden. Das Reibauftrags-Schweißen bietet hier eine sichere und effiziente Alternative. Ohne Explosion, nicht einmal giftige Dämpfe würden entstehen.

Der rotierende Stab plastifiziert das Material nur oberflächlich, sodass sich die Mikrostrukturen der Metalle in einem dünnen Bereich miteinander vernetzen – ähnlich wie Lego-Steine mit ihren Noppen. Nach dem Abkühlen und Erstarren bleiben die Metalle trotz der dünnen Reaktionszone fest miteinander verbunden. ■