

## MIKRO-GENERIERTE VERKLAMMERUNGS- STRUKTUREN

### DIE AUFGABE

Die Produktoptimierung hinsichtlich Leichtbau, Funktionsintegration und Kostenersparnis ist branchenübergreifend ein wesentlicher Bestandteil der Forschung und Entwicklung. In diesem Zusammenhang ist die Multimaterial-Mischbauweise ein global zu beobachtender Trend. Gemäß dem Leitspruch »Das richtige Material am richtigen Ort.« verspricht eine solche Hybridbauweise beispielsweise eine Gewichtsersparnis durch den Einsatz von leichten Kunststoffen in mechanisch geringer belasteten Bauteilregionen oder eine Erhöhung der Betriebstemperaturen von Strahltriebwerken durch den Einsatz von keramischen Dämmschichten in thermisch hochbelasteten Bauteilregionen, während die nötigen Festigkeiten durch metallische Komponenten erreicht werden.

Gleichzeitig können durch eine solche Materialkombination Zusatzfunktionen im Bauteil integriert werden, die eine reine Metallbauweise nicht ermöglichen kann. Dazu zählen beispielsweise Schwingungsdämpfung, thermische und elektrische Isolation oder Korrosionsschutz.

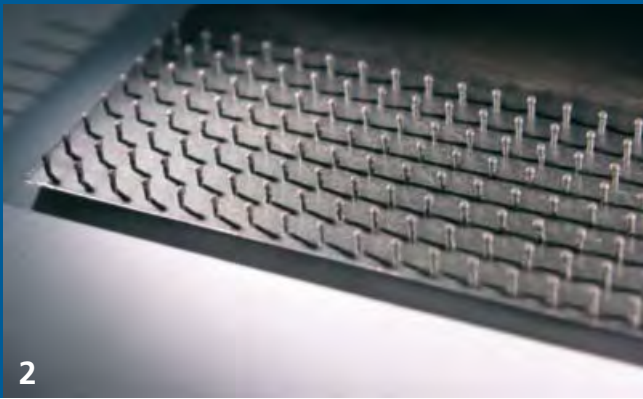
Der Übergang vom klassischen »monolithischen«, aus einem einzigen Material gefertigten Bauteil hin zu Mischbauweisen aus artfremden Werkstoffen bringt große Herausforderungen mit sich. Per Definition ist hierbei ein Fügeprozess von Nöten, der in der Lage ist, derartig unterschiedliche Materialien dauerhaft und robust miteinander zu verbinden.

### UNSERE LÖSUNG

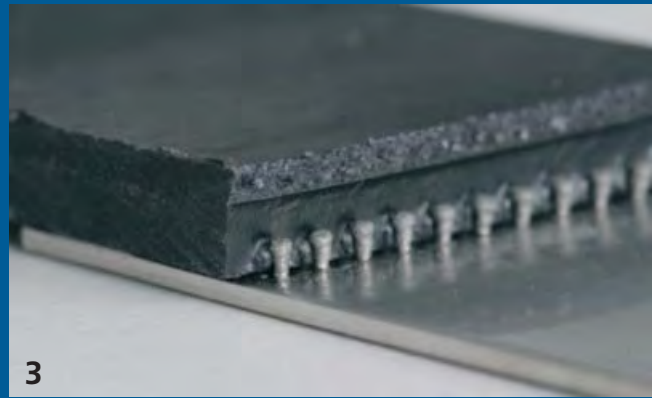
Mit Hilfe der additiven Verfahren lassen sich skalenübergreifend sowohl sehr filigrane als auch große Bauteildimensionen im Bereich von mehreren Metern realisieren. Für die zuvor angesprochene Übergangsstelle zwischen Kunststoff und Metall oder Keramik und Metall bieten sich Strukturen an, die direkt auf dem metallischen Substrat generativ durch eine Vielzahl übereinanderliegender Schweißraupen hergestellt werden, um anschließend mit dem Kunststoff oder der Keramik verankert zu werden. Besonders der reproduzierbare Aufbau von filigranen Mikrostrukturen mit variierenden Querschnittsformen in großer Stückzahl erfordert allerdings ein präzises Vorgehen in allen Prozessbereichen und Genauigkeit in der systemtechnischen Komponentenfertigung.

Die maßgeschneiderten Mikrostrukturen lassen sich individuell z. B. mit Hinterschneidungen ausführen (Abb. 1). Letztere ermöglichen im späteren Einsatz eine mechanisch hochbelastbare Verklammerung zwischen einem metallischen Substrat und dem darüber liegenden Fügepartner.

Zur Gewährleistung einer möglichst guten Anhaftung des schmelzflüssigen Kunststoffs, der auch faserverstärkt sein kann, wurden entsprechende CAD- / CAM-Werkzeuge angepasst und eingesetzt. Auf diese Weise kann der Herstellungsprozess optimiert werden.



2



3

## ERGEBNISSE

Mit Hilfe des Hochpräzisions-Laser-Pulver-Auftragschweißens ist es möglich, sowohl auf rotationssymmetrische oder ebene Substrate als auch auf Freiformflächen präzise Strukturen mit einem hohen Gestaltungsspielraum reproduzierbar, prozesssicher, schnell und wirtschaftlich zu applizieren.

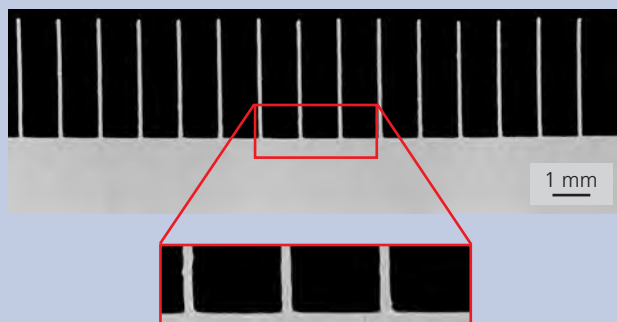
Ein wesentlicher Vorteil der entwickelten Übergangsstelle liegt dabei in der Kräfteinleitung in das Volumen des Kunststoffes gegenüber einer reinen Grenzflächenwirkung im Falle herkömmlicher Verbindungsverfahren, wie z. B. adhäsiver Verbindungen. Durch komplex aufgebaute Strukturen lassen sich sensible Übergangsstellen abdichten sowie vor der eigentlichen Verbindung mit einer Zwischenlage versehen. Insbesondere im Medizin- / Dentalbereich ist Letzteres notwendig, um z. B. einer bakteriellen Schädigung durch eine nicht intakte Verbindungsstelle entgegenzuwirken.

Darüber hinaus lassen sich auch unterschiedliche metallische Werkstoffe einsetzen, die entsprechend der notwendigen Belastungen im Einsatzfall angepasst sind. Selbst die Variation der Werkstoffzusammensetzung, z. B. für den Aufbau von Gradienten, ist in Dimensionen bis hin in den zweistelligen Mikrometerbereich möglich. Direkt auf die generierten Strukturen lassen sich gegebenenfalls funktionale Elemente weiter generativ aufbauen.

Wie Abbildung 4 veranschaulicht, lassen sich trotz der geringen Dimensionen metallurgische Werkstoffverbunde lagenweise und porenfrei aufbauen. Dank der sukzessiven Weiterentwicklung von Prozessen und Systemen sowie begleitenden Maßnahmen zur Qualitätssicherung wird die Technologie bereits heute erfolgreich in zivilen Strahltriebwerken der neuesten Generation eingesetzt.

2-3 Struktur zur Verbindung von Metall und Kunststoff

Querschnitt einer porenfreien stegförmigen Verklammerungsstruktur mit fester metallurgischer Substratanbindung



4

## KONTAKT

Dipl.-Ing. Mirko Riede

+49 351 83391-3188

mirko.riede@iws.fraunhofer.de

