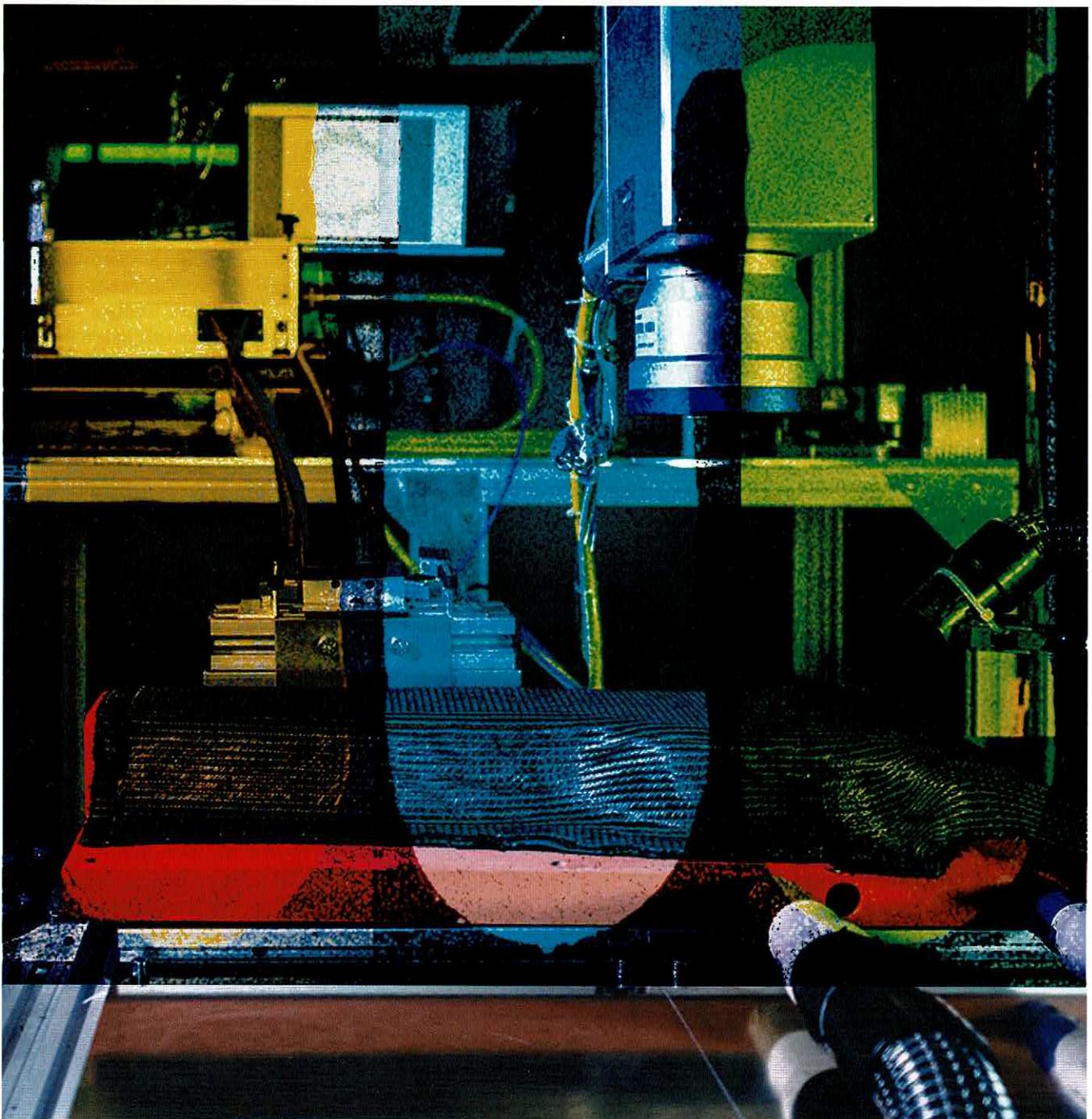


Zündende Ideen

Der Trend zum hybriden Leichtbau macht Konstrukteuren das Leben schwer, denn die Multimaterialvielfalt erfordert neue Verfahren in der Fertigung. Im Kommen sind laserbasierte Techniken



▲ Keine Frage: Der hybride Leichtbau bringt Vorteile. Durch eine intelligente Kombination von Werkstoffen lässt sich kräftig Gewicht sparen, obendrein sinken die Kosten. Zur Auswahl steht inzwischen eine Reihe unterschiedlicher Faserverbundwerkstoffe, Metalle und Schäume. Doch noch immer schrecken Konstrukteure vor der Multimaterialbauweise zurück. Werkstoffe wie zum Beispiel Kunststoffe aus Carbonfasern erscheinen teuer, die Anforderungen an die Fertigungsverfahren sind anspruchsvoll. Gegen Verbundwerkstoffe sprechen zudem Nachteile wie ein ungünstiges Versagensverhalten und eine nur bedingte Recyclingfähigkeit. Den idealen Prozess zum Herstellen von Hybridbauteilen beschreibt Walter Bege mann so: „Vorne laufen die Materialien hinein und hinten fällt das fertige Bauteil heraus.“ Der promovierte Physiker engagiert sich seit Jahren mit viel Leidenschaft in der VDMA-Arbeitsgemeinschaft Hybride Leichtbautechnologien. Dort arbeiten mittlerweile über 200 Firmen kräftig an dieser Vision mit. Nicht wenige von ihnen setzen auf laserbasierte Verfahren, die das Herstellen und Verarbeiten von Verbundwerkstoffen erleichtern sollen. „Im Idealfall können Anwender unter anderem auf Schraubverbindungen und Klebprozesse verzichten“, betont Bege mann.

Infrage kommt zum Beispiel ein Verfahren, das die Trumpf Laser- und Systemtechnik GmbH aus Ditzingen bisher beim Fügen von Stahlblechen bei der Produktion von Elektroautos verwendet. Das Fügen von Body-in-White-Blechen geschieht flanschlos. Es kommen Bajonettverbindungen – sogenannte Interlock-Elemente – zum Einsatz, mit denen sich die Bleche vor dem Laserschweißen zusammenklicken lassen. Die Idee zu dieser leichten Form des flanschlosen Fügens stammt übrigens aus der Möbelindustrie, die auf diese elegante Art und Weise per Stecken die Bauteile von Regalen miteinander verbindet. Hohes Leichtbaupotenzial bietet auch die Kombination von Kunststoffen und Magnesiumblechen. Ein Verfahren für das Fügen entstand am Fraunhofer-Institut für Lasertechnik (ILT) und am

Institut für Kunststoffverarbeitung in Industrie und Handwerk (IKV) der RWTH Aachen. Die Wissenschaftler setzen auf ein hybrides Fügeverfahren, in dem sie typische Verfahren der Kunststoffverarbeitung (Spritzguss) mit einer Oberflächenveredelung von Metallen (Lasermikrostrukturierung) kombinieren. Ein Faserlaser mikrostrukturiert Magnesiumbleche, die dann in ein Spritzgießwerkzeug eingelegt werden. Kunststoff und Magnesiumblech verbinden sich anschließend durch Hinterspritzen: Beim Zusammenfügen von Metall und Kunststoff fließt der noch heiße flüssige Kunststoff in die kleinen Vertiefungen und Hinterschneidungen. Er verkrallt sich beim Verhärten quasi in die Metalloberfläche und es entsteht eine adhäsive Verbindung. Diese Verfahrenskombination zeigt, dass sich auch chemisch unterschiedliche Werkstoffe leicht miteinander verbinden lassen. Versuche ergaben laut Fraunhofer-ILT, dass dieses Verfahren deutlich besser als haftvermittlerbasierte Fügeverfahren abschneidet. Bei angepasster Strukturgeometrie und -anordnung soll sich die Zugscherfestigkeit auf über 28 Megapascal erhöhen lassen. Zum Vergleich: Der übliche Wert ist bei Strukturverklebungen: zehn Megapascal.

Ähnlich gut sollen sich zuverlässige und prozesssichere Multimaterialverbindungen mit einem Ultrakurzpuls-Laser (UKP) herstellen lassen. Am Institut für Textiltechnik (ITA) der RWTH Aachen entstand im Zusammenspiel mit dem Fraunhofer-ILT sowie drei Firmen im Projekt „CarboLase“ eine Roboterzelle, in der ein robotergeführter UKP-Laser sehr präzise passgenaue Löcher für Gewinde und andere Krafteinleitungselemente (Inserts) in CFK-Halbzeuge (Preforms) bohrt, also bevor das Harz hinzukommt. „Wir nutzen neue ultrakurz gepulste Strahlquellen mit Pulslängen zwischen zwei und 20 Pikosekunden und bis zu einem Megajoule Pulsenergie“, berichtet Projektleiter Stefan Janssen vom Fraunhofer-ILT. „In dieser Zeit wird so viel Energie in das Material eingebracht, dass es ohne thermische Schädigungen verdampft.“ Bei der abschließenden Matrixinfusi-

on entsteht ohne Klebstoff eine zuverlässige und prozesssichere Multimaterialverbindung. Die direkt mit dem Matrixwerkstoff verbundenen Inserts sollen eine um bis zu 50 Prozent höhere maximale Auszugskraft gegenüber konventionell gefertigten Bauteilen mit eingeklebten Inserts besitzen. Das dynamische UKP-Laserbohrverfahren läuft automatisiert und prozesssicher ab und eignet sich besonders für Leichtbauteile, die in der Luftfahrt und im Automobilbau zum Einsatz kommen.

Doch es müssen nicht immer Kunststoff-Metall-Verbindungen sein – auch die Kombination von Metallen kommt infrage. So untersucht das Fraunhofer-Institut für Werkstoff- und Strahltechnik (IWS) aus Dresden im Leitprojekt „FutureAM“, wie sich per Laserauftragschweißen (LMD) ohne nachgelagerte Fügeprozesse beispielsweise aus verschiedenen Superlegierungen ein Multimaterialbauteil herstellen lässt. „Das Verfahren beschleunigt die Materialentwicklungen enorm“, weiß IWS-Wissenschaftler Michael Müller. Wichtig beim Fügen von zwei Werkstoffen ist die Analyse der Übergangszone zwischen den Materialien. Um die Gefahr von Rissen oder Versprödungen zu verringern, verbesserten die Dresdner zum Beispiel den Materialübergang von nickelbasierten Legierungen (von Inconel 718 zu Merl 72). Aktuell nimmt das Fraunhofer-IWS unter die Lupe, wie sich aus Titan und Aluminium ein Multimaterialbauteil herstellen lässt. Doch es muss nicht bei diesen beiden Werkstoffen bleiben: Wenn die Kombi Titan-Aluminium nicht das gewünschte Verhalten zeigt, nehmen die Dresdner wahlweise ein drittes oder halt ein viertes Element hinzu, bis es passt. Infrage kämen derartige Werkstoffkombinationen auch bei Strukturbauteilen. Noch wird es dauern, bis erste Anlagen serienmäßig Hybridbauteile herstellen. Bleibt abzuwarten, welche Materialien dort hineinlaufen und ob dann hinten wirklich ein fertiges Automobilteil herausfällt. Doch eines scheint fest zu stehen: Der Laser wird sicherlich eine wichtige Rolle spielen.

Autor: Nikolaus Fecht