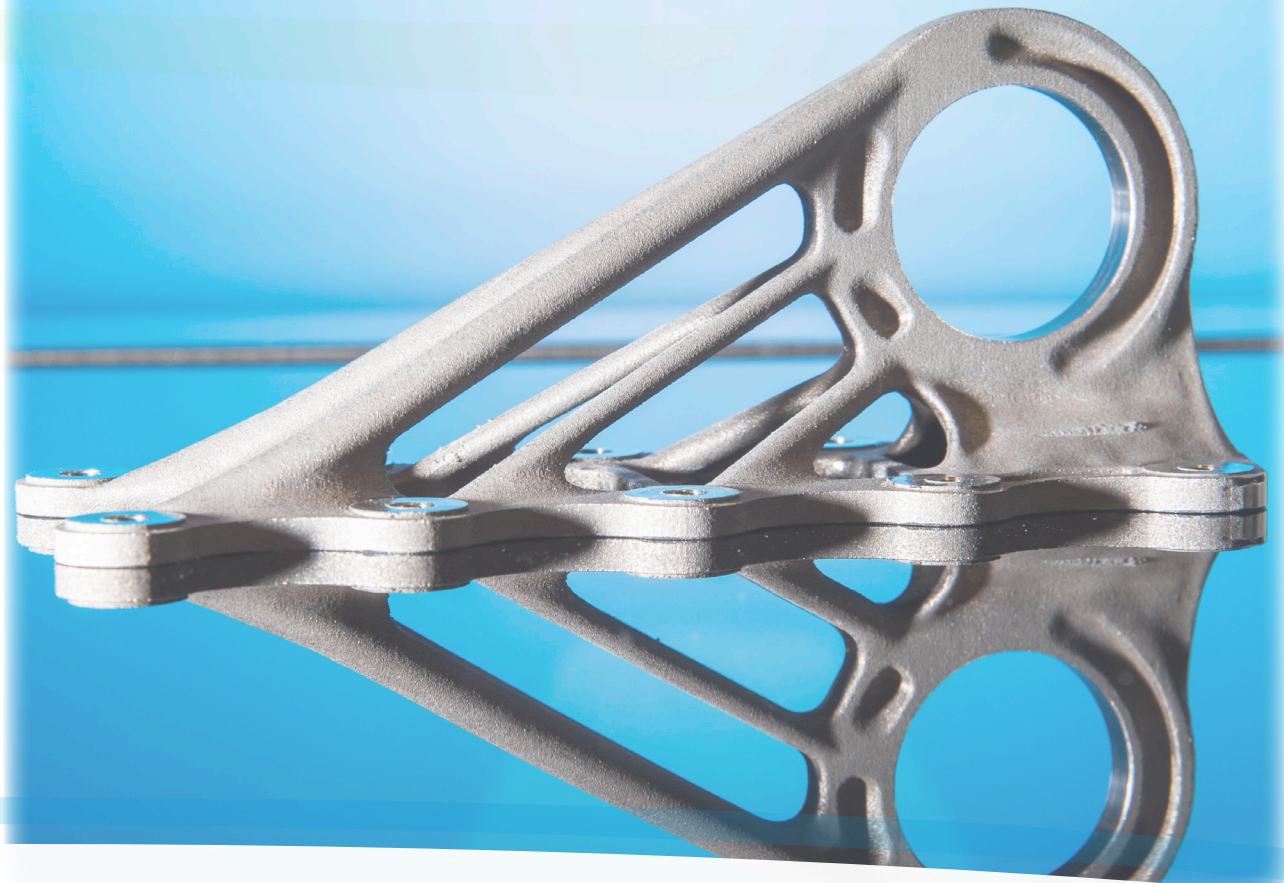


VDI

Zentrum
Ressourceneffizienz

VDI ZRE Lesezeichen



Technologie-Monitor -10-

Oktober bis Dezember 2014

Technologien und Innovationen aus dem Bereich Ressourceneffizienz

Dieser Monitoring-Bericht entstand im Auftrag der VDI Zentrum Ressourceneffizienz GmbH und wurde durch die VDI Technologiezentrum GmbH erstellt.

Monitoring-Bericht Nr. 10 für den Zeitraum Oktober bis Dezember 2014

Autor:

Oliver S. Kaiser, VDI Technologiezentrum GmbH

Redaktion:

VDI Zentrum Ressourceneffizienz GmbH

Intention dieses Monitoring-Berichtes

Die VDI Technologiezentrum GmbH führt für die VDI Zentrum Ressourceneffizienz GmbH (VDI ZRE) ein kontinuierliches Technologiemonitoring durch, in dessen Rahmen Presseberichte zu Klimaschutz- und Effizienztechnologien in der industriellen Produktion gesammelt und im Innovationsradar¹ des VDI ZRE veröffentlicht werden.

Die Monitoring-Berichte bereiten Trends und bemerkenswerte Fakten aus Einzelmeldungen aus drei Monaten auf und stellen sie in komprimierter Form zusammen mit den Quellenangaben vor.

Der vorliegende zehnte Bericht fasst den Zeitraum Oktober bis Dezember 2014 zusammen und adressiert folgende Themen:

- Werkstoffe und Umformverfahren im Automobilbau
- Nutzung von Abwärme
- Generative Fertigung schont Ressourcen

¹ www.ressource-deutschland.de/instrumente/innovationsradar

Werkstoffe und Umformverfahren im Automobilbau

Das Fraunhofer-Institut für Werkzeugmaschinen und Umformtechnik IWU in Chemnitz zeigt in der E3-Forschungsfabrik, wie Ressourceneffizienzpotenziale in der Automobilproduktion realisiert werden können. Die EU, der Bund und der Freistaat Sachsen haben insgesamt 20 Millionen Euro in die Forschungsfabrikhalle mit einer Fläche von 1600 Quadratmetern investiert, Industriepartner haben sich an der Maschinenausstattung beteiligt. Mit Hilfe neuer Produktionstechniken soll eine unveränderte Wertschöpfung mit weniger Energie, Material und Abfall erzielt werden. Die drei Kompetenzbereiche sind Antriebsstrang, Energieeffizienz und Karosseriebau.²

Im Karosseriebau engagiert sich das Fraunhofer IWU zusammen mit Industriepartnern in thermischstoffschlüssigen Hybridfügetechnologien für blechförmige Karosseriebaukomponenten in Multi-Material-Bauweise. Bei solchen Hybridfügetechnologien werden zwei thermische Fügeverfahren so angewandt, dass die nichtlösbaren Verbindungen verschiedener Materialien umformbar bleiben.³ Es gibt bei den Automobilherstellern einen Trend, Leichtbau nicht allein durch Werkstoffe wie Aluminium oder reine Materialeinsparung zu realisieren, sondern auch mit Materialkombinationen wie Stahl – Aluminium, Aluminium – Magnesium und Stahl – Magnesium, die die Vorteile der verschiedenen Materialien kombinieren. Je besser diese Fügeverfahren beherrscht werden, desto vielfältiger

Multi-Material-
Bauweise im
Karosseriebau

² Annedore Munde: Forschung und Industrie generieren Einsparpotenziale für die Produktion, in: Blechnet 5/2014 (Oktober 2014), S. 58. <http://files.vogel.de/vogelonline/vogelonline/issues/bln/2014/005.pdf> (aufgerufen am 23.02.2015)

³ Stahl und Aluminium: ab jetzt einfach unzertrennlich. Fraunhofer IWS, Pressemitteilung, 09.10.2014, http://www.iws.fraunhofer.de/de/presseundmedien/presseinformationen/2014/presseinformation_2014-12.html (aufgerufen am 23.02.2015)

können die Vorteile des Leichtbaus in die Praxis umgesetzt werden.⁴ Diese Leichtbaustrukturen werden angesichts von Elektrofahrzeugen mit ihren reichweitenbegrenzten Antriebstechniken und den generellen Emissionszielen noch interessanter. Eine Studie des Instituts für Umformtechnik (IFU) der Universität Stuttgart kommt zu dem Ergebnis, dass sich mittel- bis längerfristig die Multi-Material-Strukturen im Karosseriebau durchsetzen werden, und das bis herunter zum Kleinstwagensegment.⁵

Ein anderes Verbundprojekt in der E3-Forschungsfabrik des Fraunhofer IWU beschäftigte sich mit inkrementellen Umformverfahren, bei denen ein Werkstück in mehreren Arbeitsschritten an unterschiedlichen Stellen bearbeitet wird. Damit können besonders komplexe Bauteilgeometrien von großen Bauteilen hergestellt werden. Durch die Blechumformung mit CNC-Werkzeugmaschinen entfällt systembedingt die Notwendigkeit der Herstellung von Formwerkzeugen, was Ressourcen einspart und überhaupt erst Kleinserien oder Designvarianten ermöglicht.⁶

Die inkrementelle Umformung hat auch bei der Produktion von Rohren aus hochfesten Werkstoffen Einzug gehalten, wie sie im Automobilbau etwa in Stabilisatoren, beim Aufprallschutz und in Fahrwerksteilen eingesetzt werden. Die entsprechende Anlage, die ein Rohr oder Rohrende schrittweise und kalt umformt, ist aus einer Zusammenarbeit zwischen dem Institut für Umformtechnik und Leichtbau der TU Dortmund und der Transfluid Maschinenbau GmbH entstanden. Obwohl hochfeste Werkstoffe je nach

Inkremelles Umformen von Blechen und Rohren

⁴ Annedore Munde: Forschung und Industrie generieren Einsparpotenziale für die Produktion, in: Blechnet 5/2014 (Oktober 2014), S. 58. <http://files.vogel.de/vogelonline/vogelonline/issues/bln/2014/005.pdf> (aufgerufen am 23.02.2015)

⁵ Mathias Liewald, Niels Sander: Multi-Material-Strukturen sind die Basis für den Leichtbau, in: Blechnet 5/2014 (Oktober 2014), S. 46. <http://files.vogel.de/vogelonline/vogelonline/issues/bln/2014/005.pdf> (aufgerufen am 23.02.2015)

⁶ Annedore Munde: Forschung und Industrie generieren Einsparpotenziale für die Produktion, in: Blechnet 5/2014 (Oktober 2014), S. 58. <http://files.vogel.de/vogelonline/vogelonline/issues/bln/2014/005.pdf> (aufgerufen am 23.02.2015)

Anwendung mit ihrer längeren Lebensdauer oder ihrem geringeren Materialeinsatz der Ressourceneffizienz dienen, kamen sie bisher bei frei geformten Rohren selten zum Einsatz, da herkömmliche Umformverfahren mit ihnen überfordert sind. Nun können bedarfsgerecht hergestellte Rohre bis zu einem Durchmesser von 90 mm auf der neu entwickelten Anlage gefertigt werden.⁷

In Zukunft könnten die Leichtbau-Ambitionen der Automobilbauer nicht nur durch Multi-Material-Bauweisen, sondern mit gänzlich neuen Werkstoffen erfüllt werden. Nanostrukturierte Keramiken gelten als neuartiges Material, sie werden am California Institute of Technology (Caltech) in den USA erforscht. Sie kombinieren eine äußerst geringe Dichte mit hoher Stabilität und unterscheiden sich damit von den klassischen Keramiken. Im Labormaßstab werden die nanostrukturierten, dreidimensionalen Keramiken mittels Zwei-Photonen-Interferenzlithographie hergestellt. Ein ultravioletter Laserstrahl wird geteilt, aufgeweitet und in einen photosensitiven Kunststoff gerichtet. Im Überlagerungsbereich der zwei Laserstrahlen wird der Kunststoff belichtet und dadurch die Gitterstruktur erzeugt. Das belichtete Polymer wird in einem Plasmaprozess entfernt, die Struktur mit Aluminiumoxid überzogen. Bei Strebendicken um zehn Nanometer geschieht unter äußerem Druck das Unerwartete: Die Struktur bricht nicht, sondern gibt nach und stellt sich ohne äußeren Druck wieder zurück. Diese Materialeigenschaft, auf makroskopische Objekte übertragen, wäre für den Leichtbau ein enormer Fortschritt, weil die generell positiven Werkstoffeigenschaften der technischen Keramik nicht nur durch eine geringe Dichte, sondern auch durch eine hohe,

Nanostrukturierte
Keramiken

⁷ Stefanie Flaepfer: Erste Serienanlage für inkrementelle Rohrumformung, in: Blechnet 5/2014 (Oktober 2014), S. 76. <http://files.vogel.de/vogelonline/vogelonline/issues/bln/2014/005.pdf> (aufgerufen am 23.02.2015)

bisher nicht erreichte Bruchzähigkeit ergänzt würden, was das Sprödbbruchverhalten verbessert. Zuerst einmal ist jedoch geplant, die nanostrukturierte Keramik für die Batterietechnik einzusetzen. Das Caltech-Institut arbeitet mit der Firma Bosch zusammen, um daraus Elektroden für Traktionsbatterien der nächsten Generation, Lithium-Luft-Batterien, zu fertigen.⁸

Nutzung von Abwärme

Abwärme ist aus physikalischen Gründen nicht zu vermeiden, ungenutzte Abwärme stellt eine Ressourcenverschwendung dar. In vielen industriellen Prozessen wird die Abwärme genutzt, im privaten Leben findet dies eher selten statt. Eine verbreitete Ausnahme bildet das Aufheizen des Innenraums von Kraftfahrzeugen aus der Abwärme des Verbrennungsmotors. Die Energieeffizienz im Automobil könnte steigen, wenn aus den heißen Abgasen des Verbrennungsmotors elektrischer Strom erzeugt und in das Bordnetz eingespeist würde. Der Schlüssel dazu sind thermoelektrische Generatoren (TEG), in Schichten montierte Halbleiter, zwischen deren Flächen elektrischer Strom fließt, wenn zwischen den Flächen eine Temperaturdifferenz besteht. Da sie ohne bewegliche Teile auskommen, sind sie langlebig. Das physikalische Prinzip ist lange bekannt, Prototypen liefern in Pkw um die 200 Watt elektrische Leistung, etwa ein Fünftel des Gesamtbedarfs, in Kleinlastern sind es schon 400 Watt. Ein Serieneinsatz scheint ab 2020 möglich.⁹ Als Hemmnis für eine rasche Markteinführung

Abwärme in Strom
umwandeln

⁸ Katherine Bourzac: A Strange New Material That's Super-Strong and Super-Light, in: MIT Technology Review Vol. 117, No. 6, p. 19

⁹ Ralph Diermann: Wärme aus dem Abfluss. WirtschaftsWoche, 13.11.2014, <http://www.wiwo.de/technologie/smarthome/thermogeneratoren-waerme-aus-dem-abfluss/9749022-all.html> (aufgerufen am 23.02.2015)

gelten die Herstellungskosten, doch hat das Fraunhofer-Institut für Physikalische Messtechnik IPM eine optimierte Modul-Geometrie vorgestellt, die die Ressourceneffizienz des Produkts erheblich verbessert: Inzwischen genügt die Hälfte des üblicherweise eingesetzten thermoelektrischen Materials bei unveränderter Leistungsabgabe, energetischer Effizienz und anderen wichtigen Moduleigenschaften. Die Materialeinsparung bei der Modulfertigung könnte die Industrialisierung dieser Technik vorantreiben. Als Nebeneffekt sinkt das Gewicht der thermoelektrischen Module, was bei mobilen Anwendungen Kraftstoff spart.¹⁰

Eine besondere Bedeutung haben thermoelektrische Generatoren nicht nur in mobilen Anwendungen, sondern auch im stationären Industrieinsatz. Im Konzept von Industrie 4.0 sammeln zahlreiche im Feld verteilte Sensoren Zustandsdaten, die sie per Funk übermitteln. Energy Harvesting, das Ernten von Strom etwa aus thermoelektrischen Generatoren, würde den Batterietausch oder das Verlegen von Stromversorgungskabeln überflüssig machen.¹¹

Generative Fertigung schont Ressourcen

Gewichtsreduzierung bei völliger Geometriefreiheit – das ist der Vorteil der generativen Fertigung. Ein aktuelles Beispiel stellt das erste generativ hergestellte Titan-Bauteil an Bord des Airbus A350 XWB dar. Der A350 XWB – die Abkürzung steht für eXtra Wide Body, besonders breiter Rumpf – hat im 4. Quartal 2014 seine Zulassungen von der Europäischen

¹⁰Thermoelektrische Abwärmenutzung: Neues Design spart Material. Informationsdienst Wissenschaft, 04.12.2014, <https://idw-online.de/de/news616837> (aufgerufen am 23.02.2015)

¹¹Ralph Diermann: Wärme aus dem Abfluss. WirtschaftsWoche, 13.11.2014, <http://www.wiwo.de/technologie/smarthome/thermogeneratoren-waerme-aus-dem-abfluss/9749022-all.html> (aufgerufen am 23.02.2015)

Agentur für Flugsicherheit und der Bundesluftfahrtbehörde der Vereinigten Staaten erhalten, die erste Maschine wurde im Dezember 2014 an Qatar Airways ausgeliefert. Mit an Bord sind einige Hundert Kabinenhalter, Brackets, die die Außenhülle des Flugzeugs mit der Kabine verbinden. Einige davon sind testweise gedruckt anstatt gefräst und als sogenannte Flugversuchseinbauten (Flight Test Installations) in der Flugerprobung unterwegs.¹²

Gedruckte statt
gefräste Kabinen-
halter

Kabinenhalter werden konventionell aus einem Aluminiumblock gefräst, mit einem entsprechend großen Zerspanvolumen, bei dem rund 95 Prozent recyclingfähiger Abfall entsteht. Beim Laserschmelzverfahren aus Metallpulver erhält man ein endkonturnahes Bauteil mit einem Abfallanteil von etwa 5 Prozent. Die Gewichtseinsparung des gedruckten Bauteils aus Titan beträgt im Vergleich zum gefrästen Teil aus Aluminium etwa 30 Prozent - und das, obwohl die Dichte von Titan über die Hälfte größer ist als die von Aluminium. Titan eignet sich sehr gut, um mit dem Laserschmelzverfahren bearbeitet zu werden, da es eine geringe Wärmeleitfähigkeit aufweist und die Laserleistung sehr gut absorbiert. In der Konstruktion wird die Form der Bauteile durch eine topologische Optimierung so gestaltet, dass Material eingespart wird, ohne die Festigkeit zu beeinflussen. Dabei sind in Zukunft noch weitere Verbesserungen denkbar, weil das Laserschmelzen auch poröse Strukturen möglich macht. Damit ließen sich natürliche Leichtbauprinzipien nachahmen. Solche bionischen Ansätze werden bei Airbus bereits auf ihre Anwendung im Flugzeugbau analysiert.¹³

¹²„Wir wollen sicherlich nicht 1000 Teile für den Golf 7 am Tag bauen.“ Maschine+Werkzeug, September 2014, <http://www.maschinewerkzeug.de/index.cfm?pid=1469&pk=148716&p=1> (aufgerufen am 23.02.2015)

¹³Jürgen Schreier: „Bionische“ Flugzeugkonstruktionen mit 3-D-Metalldruck. Nachhaltige Produktion, 02.10.2014, http://www.maschinenmarkt.vogel.de/themenkanale/additive_fertigung/articles/461436/ (aufgerufen am 23.02.2015)

Bei Bauteilen, die mit Laserstrahlschmelzen aus Titanpulver hergestellt werden, fällt die wichtige Kenngröße der Dauerfestigkeit durch die größere Oberflächenrauheit schlechter aus als bei Fräsoberflächen. Ansätze zur Erhöhung der Dauerfestigkeit, aber auch für Passflächen, sind spanende Nachbearbeitung oder nachgelagerte Oberflächenbehandlungen, wie z. B. das Mikrostrahlen.¹⁴

In Flugzeugen reduzieren Bauelemente wie die Leichtbau-Kabinenhalter den Treibstoffverbrauch oder erlauben eine hohe Zuladung bei konstantem Verbrauch. Auch im Werkzeug- und Formenbau steigt die Bedeutung generativer Fertigungsverfahren, da sich gegenüber konventionellen Verfahren weitere Ressourceneffizienzvorteile verwirklichen lassen. Beispielsweise werden konventionell Kühlkanäle nur gradlinig gebohrt. Da gewisse „Hotspots“ im konventionellen Design nicht von Kühlkanälen durchzogen sind, kann die Kühlzeit der Spritzlinge bis zu 70 Prozent der Zykluszeit betragen. Dagegen können generativ gefertigte Werkzeuge mit konturnahen Kühllösungen die Produktionszyklen erheblich verkürzen. Auch die Senkung der Ausschussquote ist in der Praxis erreichbar. Mehrere Maschinenbauer bieten bereits Hybridmaschinen an, die ein additives Fertigungsverfahren in einem 5-Achsen-Bearbeitungszentrum integrieren.¹⁵

¹⁴Jürgen Schreier: „Bionische“ Flugzeugkonstruktionen mit 3-D-Metalldruck. Nachhaltige Produktion, 02.10.2014, http://www.maschinenmarkt.vogel.de/themenkanale/additive_fertigung/articles/461436/ (aufgerufen am 23.02.2015)

¹⁵Hans Schürmann: Auch im Werkzeug- und Formenbau wird 3-D-Druck zum Schwerpunktthema, in: VDI nachrichten Nr. 48, 28.11.2014, S. 7

VDI Zentrum Ressourceneffizienz GmbH (VDI ZRE)
Bertolt-Brecht-Platz 3
10117 Berlin
Telefon +49 30 27 59 506-0
Telefax +49 30 27 59 506-30
info@vdi-zre.de
www.ressource-deutschland.de

Im Auftrag des:



Bundesministerium
für Umwelt, Naturschutz,
Bau und Reaktorsicherheit



NATIONALE
KLIMASCHUTZ
INITIATIVE