

IM MITTELPUNKT

GEDRUCKT, GEGLÄTTET, EINGEBAUT

Ein Projekt des Mechatronik-Clusters
aus der Sicht der Beteiligten

Im Mittelpunkt jedes Projekts stehen die Menschen. Diese Serie stellt Cluster-Projekte aus der Sicht derjenigen Menschen dar, die sie getragen haben. Sie erzählen, wie sie zu einem Projekt dazugestoßen sind, welche Erfahrungen sie gemacht haben, was sie – beruflich und persönlich – aus dem Projekt mitgenommen haben. Keine Clustermanager und keine Firmenchefs kommen hier zu Wort, sondern Menschen mit verschiedensten Positionen und beruflichen Hintergründen, die in Unternehmen, Institutionen und Projekten dort stehen, wo angepackt und umgesetzt wird.

Eben – im Mittelpunkt.

3D-Druck von metallischen Werkstoffen ist noch eine relativ junge Technologie, die zugehörigen Wertschöpfungsketten bilden sich erst heraus.



GEDRUCKT, GEGLÄTTET, EINGEBAUT

Die ganze Prozesskette im Blick

In dem vom Mechatronik-Cluster koordinierten Projekt „Ad-Proc-Add“ werden Verfahren des Metall-3D-Drucks gemeinsam mit den nachgelagerten Prozessschritten betrachtet, um ein optimiertes Gesamtergebnis zu erhalten.

Der 3D-Druck von metallischen Werkstoffen ist eine relativ junge Technologie. Dabei sind insbesondere zwei Verfahren gebräuchlich: Beim Selektiven Laser-Schmelzen wird ein Laserstrahl über einzeln aufgetragene Schichten Metallpulver geführt und die belichtete Region dadurch selektiv aufgeschmolzen. Demgegenüber bringt man beim Laserauftragschweißen Metallpulver durch eine Düse selektiv auf ein mittels Laser erzeugtes Schmelzbad an der Bauteiloberfläche auf. Noch haben nur wenige Unternehmen Fertigungsverfahren dieses Typs zu ihrem vorrangigen Geschäftsgegenstand gemacht, erst nach und nach werden die zugehörigen Wertschöpfungsketten etabliert. Ein wichtiger Gesichtspunkt ist dabei, dass additiv gefertigte Bauteile in den seltensten Fällen so verwendbar sind, wie sie aus dem 3D-Drucker kommen. „Meist besitzen solche Teile eine raue Oberfläche, die ihre funktionellen und mechanischen Eigenschaften beeinträchtigt“, sagt Thomas Schlauf, Mitarbeiter der FOTEC GmbH, der Tochter der FH Wiener Neustadt. Es bedarf daher in der Regel einer Nachbearbeitung, die meist mit einem subtraktiven Verfahren (Fräsen, Drehen, Schleifen, Polieren, Läppen etc.), zuweilen aber auch durch eine elektrochemische Oberflächenbehandlung erfolgt.

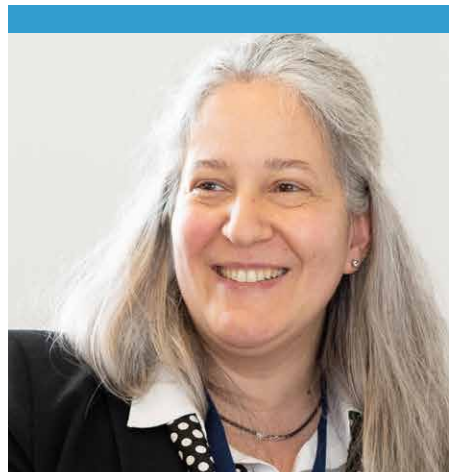
Genau solche Prozessketten, bei denen subtraktive Fertigungsschritte auf additive folgen, nimmt man im Projekt „Ad-Proc-Add“ („Advanced Processing of Additively Manufactured Parts“) näher unter die Lupe. Die Idee des im Rahmen des CORNET-Programms der EU geförderten Vorhabens ist, Kombinationen von 3D-Druck- und Nachbearbeitungsverfahren gezielt einzusetzen, um Werkstücke mit optimierten Eigenschaften für verschiedenste Industriebranchen zu erhalten. Im Projekt gibt es drei Arten von Industriepartnern, wie Ismail Yavuz vom Institut für Fertigungstechnik der TU Wien erzählt, das wie die FOTEC federführend am Zustandekommen des Projekts beteiligt war: Unternehmen, die Rohmaterialien zur Verfügung stellen, solche, die Spezialisten für ein bestimmtes Verfahren sind, und schließlich solche, die an der Realisierung eines bestimmten Bauteils interessiert sind.

„Es gibt derzeit im Metall-3D-Druck noch wenige Standard-Materialien“, erklärt Schlauf. Einige davon will man sich im Pro-

jekt „Ad-Proc-Add“ näher ansehen: eine Aluminiumlegierung, einen Werkzeugstahl und eine Titanlegierung. In Kooperation mit den Material-Anbietern werden die Forschungspartner des Projekts daran arbeiten, die Parameter von 3D-Druck und Nachbearbeitungsverfahren so zu wählen, dass man insgesamt zu einem optimierten Gesamtergebnis kommt. Im additiven Schritt hat man dabei zwei Möglichkeiten: Entweder man optimiert die Dichte des Bauteils oder die Oberflächenbeschaffenheit. „Wir haben uns für den ersten Weg entschieden, weil die Oberfläche ohnehin einer Nachbearbeitung unterworfen wird“, erklärt Yavuz.

Mehr als ein Metallpulver-Lieferant

Die in Kärnten ansässige IMR Metallverarbeitungs GmbH ist Rohstoffpartner im Bereich Aluminiumlegierungen. Das Unternehmen ist Teil der IMR-Gruppe, die sich als Spezialist für Pulver, Granulate und Halbzeuge aus Nichteisen-Metallen wie Zink, Zinn, Blei und Aluminium einen Namen gemacht hat. Das Unternehmen sieht seine Rolle im Projekt dabei nicht nur im Zurverfügungstellen von Metallpulvern: „Für uns war ausschlaggebend, dass hier die gesamte Wertschöpfungskette vom Rohmaterial bis zum einbaufertigen Bauteil betrachtet wird“, ▶



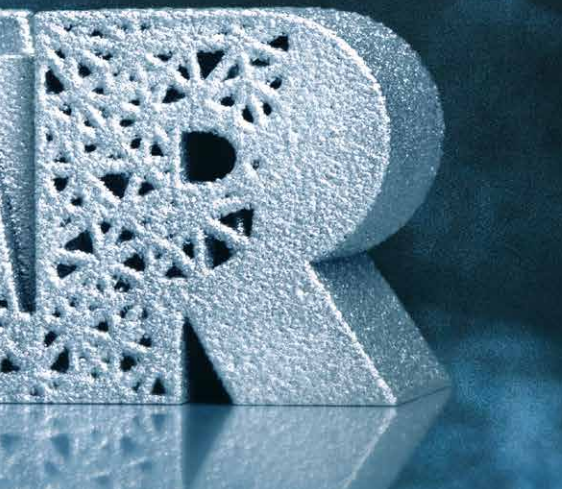
Selma Hansal,

Entwicklungsleiterin bei Hirtenberger Engineered Surfaces, freut sich, schon in vorgelagerte Prozessschritte eingebunden zu werden.



Ismail Yavuz,

wissenschaftlicher Mitarbeiter am Institut für Fertigungstechnik der TU Wien, untersucht, wie Parameter von Druck-Prozess und Nachbearbeitung zusammenspielen.



Beim Hirtisieren, einem Verfahren der Firma Hirtenberger Engineered Surfaces, wirken chemische, elektrochemische und hydrodynamische Prozesse zusammen, um angesinterte Partikel und Stützstrukturen zu entfernen.

► sagt Alexander Pesl, Product Manager Additive Manufacturing bei IMR. Firmengründer Karl Rimmer brachte einen weiteren Gesichtspunkt in die Überlegungen ein: Ein Tochterunternehmen von IMR beschäftigt sich mit Fabrikautomatisierung, die additive Fertigung könnte auch in dieser Hinsicht einen Zukunftsmarkt für die Firmengruppe darstellen: „Im Metall-3D-Druck besteht noch ein hoher Automatisierungsbedarf“, analysiert Pesl.

Aus diesen Überlegungen ergab sich ein klares Interesse von IMR am Projekt: „Wir erwarten uns von der Teilnahme, ein Verständnis für die gesamte Wertschöpfungskette zu bekommen.“ Die noch junge 3D-Druck-Branche sei weit entfernt von der Arbeitsteilung, die heute etwa rund um die Automobilindustrie herrsche. „Derzeit wird vieles ausprobiert, viele Richtungen tun sich auf. Uns geht es darum, abschätzen zu können, welche Marktelemente wir vertieft betrachten sollten“, so Pesl. Dazu kommt ein weiterer Aspekt: „Unseren Namen hat man bisher im Be-

reich 3D-Druck nur wenig gekannt. Es geht uns auch darum, aus der Deckung zu kommen und ein klares Bekenntnis abzugeben, dass wir zur Branche dazugehören.“

Unter diesem Gesichtspunkt stand für IMR auch nicht die Entwicklung eines neuen Werkstoffs im Mittelpunkt, sondern die Möglichkeit, an einem bekannten Material die gesamte Prozesskette bis zum einbaufähigen Bauteil durchzuspielen. „Wir wollten ausschließen, dass ein bestimmtes Ergebnis am Endprodukt auf ein neues Material zurückzuführen ist, das eingesetzt wurde“, sagt Pesl. Das Institut für Fertigungstechnik entwarf einen eigenen Bauteil für IMR – nicht, weil dieser eine bestimmte technische Funktion erfüllen sollte, sondern um möglichst viele Aspekte abzudecken, auf die die Verwendung des Aluminium-Pulvers Einfluss haben könnte: Mögliche Geometrien, innenliegende Hohlräume, Nachbearbeitungsverfahren für innen- und außenliegende Oberflächen. „Dadurch wird auf Anforderungen der Endbearbeitung fokus-

siert, die wir auf unser Pulver zurückspielen können.“ Es gehe darum, Expertise aufzubauen, um die Beratungsleistung gegenüber Kunden vertiefen zu können und dabei in den Blick nehmen zu können, was mit dem Bauteil nach dem Druck passiert.

Miteinander verflochtene Prozessschritte

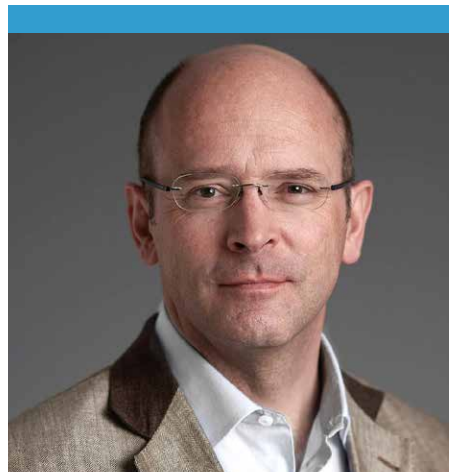
Auf die verschiedenen Arten der Nachbearbeitung wurde im Projekt ein besonderer Fokus gelegt. „Wenn ein Werkstück durch spanende oder nichtspanende Verfahren geglättet wird, muss man wissen, welches Übermaß im Druck erforderlich ist, damit man am Ende das gewünscht Maß erzielt“, gibt Schlauf zu bedenken. Am Institut für Fertigungstechnik hat man sich dabei besonders auf das Verfahren des Maschinellen Oberflächenhämmerns (englisch „Machine Hammer Peening“) spezialisiert. Dabei führt ein Hämmerwerkzeug einzelne, präzise aneinandergereihte Schläge auf das Werkstück aus und glättet und funktionalisiert dadurch dessen Oberfläche. Beispielsweise will man mit Materialpartner Boehler Edelstahl testen, ob die Oberflächenhärte 3D-gedruckter Platten aus Werkzeugstahl durch dieses Verfahren verbessert werden kann.

Zur Nachbearbeitung innenliegender Teile sind derzeit am Markt lediglich zwei Verfahren verfügbar: Beim „Abrasive Flow Machining“ wird eine mit Schleifkörpern beladene Flüssigkeit durch ein Werkstück gespült und so dessen innenliegende Oberflächen einer Glättung unterzogen. Das „Hirtisieren“ (ein markenrechtlich geschützter Begriff) wiederum wurde von der niederösterreichischen Firma Hirtenberger Engineered Surfaces entwickelt. Auch dieses Unternehmen ist Partner des Projekts „Ad-Proc-Add“. „Wir sind mit unserem Prozess ja am Ende der Wertschöpfungskette angesiedelt. Das Projekt eröffnet uns die Chance, bereits in die davor angesiedelten Glieder der Kette eingebunden zu werden“, sagt dazu Entwicklungsleiterin Selma Hansal. Man versteht immer besser, wie die Materialauswahl und die Parameter von Design und Druck das Ergebnis der nachgelagerten Prozesse beeinflussen. Dazu kommen die dem Druck nachgelagerten Wärmebehandlungsschritte, etwa Spannungsarmglühen oder heiß-isostatisches Pressen (HIP). ▶



Thomas Schlauf,

wissenschaftlicher Mitarbeiter der FOTEC GmbH, beschäftigt sich mit der Optimierung von Metall-3D-Druck-Verfahren.



Alexander Pesl,

Product Manager Additive Manufacturing bei IMR Metal Powder Technologies, erwartet sich vom Projekt Erkenntnisse über die gesamte Wertschöpfungskette.



Beim Selektiven Laser-Schmelzen (im Bild eine im Projekt verwendete Anlage von DMG Mori) wird ein Laserstrahl über eine auf ein Werkstück aufgetragene Schicht Metallpulver geführt und dieses dadurch selektiv aufgeschmolzen.

► Erst am Ende dieser Kette erfolgt das Hirtisieren. Dabei handelt es sich um ein Verfahren, bei dem chemische, elektrochemische und hydrodynamische Prozesse zusammenwirken, um angesinterte Partikel und Stützstrukturen zu entfernen und Oberflächen zu glätten. „Insbesondere zur Oberflächenbearbeitung innenliegender Strukturen ist ein stromgebundener chemischer Prozess meist das Mittel der Wahl“, sagt Hansal. Beispiele dafür sind Kühlkanäle, Kompressorräder oder bionische Strukturen, wie sie in der Medizintechnik benützt werden. „Es gibt aber auch Teile, z. B. für den Flugzeugbau, bei denen keine Spannungen eingebaut werden dürfen. Das ist nur ein Beispiel dafür, dass das Hirtisieren auch für außenliegende Oberflächen eine gute Lösung ist“, ergänzt Hansal. Im Projekt nimmt das Unternehmen zwei Aufgaben wahr: „Zum einen bringen wir unseren Prozess ein, um Aufgabenstellungen der anderen Unternehmenspartner zu lösen. Zum anderen wollen wir selbst gemeinsam mit den Forschungspartnern das Auftreten von Fehlerbildern auf additiv gefertigten Teilen nach unterschiedlichen Prozessschritten untersuchen“, sagt Hansal. Die Ursache dieser Fehlbildungen liegen meist bereits im Druckprozess, wie Ismail Yavuz erläutert: „Während des selektiven Laserschmelzens entstehen Poren, die durch die elektrochemische Nachbehandlung freigelegt werden.“ Es ist daher von Interesse, den Druckprozess so zu optimieren, dass die Werkstücke gut auf einen nachfolgenden Hirtisierungsschritt abgestimmt sind. Ebenso sollen Wechselwirkungen zwischen Design- und Prozessparametern ermittelt werden. Die FOTEC hat vor kurzem ebenfalls eine Anlage zum Hirtisieren erworben. Somit stehen im Projekt zwei Anlagen zur Verfügung, deren Ergebnisse miteinander verglichen werden können.

Was einen guten Bauteil ausmacht

Die dritte Gruppe von Unternehmenspartnern schließlich ist die, die an bestimmten Bauteilen interessiert ist, die in Produkte dieser Unternehmen eingebaut werden sollen. Dazu gehört etwa Bosch Rexroth, ein Anbieter von Antriebs- und Steuerungstechnik, oder Schiebel – ein österreichischer Familienbetrieb, der durch seine unbemannten Luftfahrzeuge bekannt geworden ist. „Auch diese Unternehmen sind an einer näheren Untersuchung unerwünschter Porenbildung während des Laserschmelz-Prozesses interessiert, zum anderen soll die optimale Positionierung des Bauteils im Drucker untersucht werden. Ein dritter Punkt ist die Auswahl der am besten geeigneten Stützstrukturen, die benötigt werden, um die gewünschte Bauteilgeometrie aufzubauen“, schildert Yavuz das Programm, das man sich vorgenommen hat. Gemeinsam mit der Firma Hirtenberger arbeitet man an der Erstellung von Guidelines, die man den Firmenpartnern an die Hand geben will.

Die österreichischen Projektpartner agieren dabei eingebettet in ein internationales Forschungsnetzwerk, dem Einrichtungen aus Österreich, Deutschland, Belgien und der Schweiz angehören und von denen jeder seine Spezialgebiete, vor allem sein Wissen zu unterschiedlichen Nachbearbeitungsprozessen einbringt. Ein eigenes Arbeitspaket ist dabei der Betrachtung der Wirtschaftlichkeit gewidmet: „Am Ende soll anhand eines Demonstrationsteils zusammengefasst werden, welche Konditionen von 3D-Druck- und Nachbearbeitung welche Kosten verursachen und welche Zeitressourcen verbrauchen.“ ■

DAS PROJEKT

„Ad-Proc-Add“ (steht für „Advanced Processing of Additively Manufactured Parts“) ist ein im Rahmen des CORNET-Programms gefördertes Kooperationsprojekt, das sich mit Fertigungsprozessketten, bei denen additive und subtraktive Fertigungsschritte aufeinanderfolgen, beschäftigt. Das visionäre Ziel ist, die Werkstückeigenschaften bezüglich Geometrie, Oberflächen- und Untergrundeigenschaften über ASM-Prozessketten so anzupassen, dass vordefinierte Anforderungen erfüllt werden können. Dies ermöglicht eine gezielte Gestaltung und Implementierung von ASM-Prozessketten in verschiedenen Industriebereichen. Hierfür wird ein internationaler Ansatz von Forschungsverbänden und Instituten gewählt, die die notwendigen Expertisen in den Bereichen additive Fertigung, Materialabtragprozesse, Prozessüberwachung und -steuerung, Maschinen und Anlagen, Simulation und Optimierung sowie Energieeffizienzanalyse mitbringen.

Steering Committee:

FKM – Forschungskuratorium Maschinenbau e.V., ecoplus. Die Wirtschaftsagentur des Landes Niederösterreich, KU Leuven, inspire AG, Institut für Werkzeugmaschinen (IfW) der Universität Stuttgart, Institut für spanende Fertigung (ISF) der TU Dortmund, GFE – Gesellschaft für Fertigungstechnik und Entwicklung Schmalkalden e.V, Institut für Fertigungstechnik und Lasertechnologie (IFT) der TU Wien, FOTEC GmbH, Thomas More University College, Sirris, Belgian Welding Institute, Institut für Werkzeugmaschinen und Fertigung der ETH Zürich

Österreichische Firmenpartner:

Airborne Technologies GmbH, Bosch Rexroth GmbH, ENPULSION GmbH, FHW Franz Haas Waffelmaschinen GmbH, GW St. Pölten Integrative Betriebe GmbH, Haumberger Fertigungstechnik GmbH, Hirtenberger Engineered Surfaces GmbH, Indat GmbH, IMR Metallverarbeitungs-GmbH, Orlik & Co GmbH, RHP Technology GmbH, Schiebel Elektronische Geräte GmbH, Test Fuchs GmbH, Voestalpine BÖHLER Edelstahl GmbH & Co KG, Voestalpine Metal Forming GmbH

DER MECHATRONIK-CLUSTER

Der Mechatronik-Cluster (MC) ist ein branchenübergreifendes Netzwerk zur Stärkung der Innovationskraft und internationalen Wettbewerbsfähigkeit der Unternehmen im Bereich Maschinen- und Anlagenbau sowie in verwandten Wirtschaftszweigen, wie dem Geräte- und Apparatebau, Technologie-Komponentenzulieferern, Forschungs- und Entwicklungs- sowie Bildungseinrichtungen. Trägerorganisationen sind Business Upper Austria – OÖ Wirtschaftsagentur GmbH und ecoplus, die Wirtschaftsagentur des Landes Niederösterreich.



Ansprechpartner:

Benjamin Losert
ecoplus. Niederösterreichs
Wirtschaftsagentur GmbH
Tel.: +43 2742 9000-19669
E-Mail: b.losert@ecoplus.at



www.mechatronik-cluster.at