



ANWENDUNGSFELDER UND ZUKUNFTSTRATEGIEN DES AUDI METALL-3D-DRUCKZENTRUMS

3D-Druck, der sich auszahlt

Ein Besuch im Projekthaus Metall-3D-Druck bei Audi in Ingolstadt. Die Form+Werkzeug-Redaktion sprach mit Projektleiter Martin Bock über seine Aufgaben. Dazu zählen forschen, Pulver mischen, Oberflächen verfeinern – und natürlich: Prototypen und Werkzeuge bauen.

AUTORIN Susanne Schröder

Wer das Prinzip des Shop-in-Shop nur aus Kaufhäusern kennt, dem sei ein Besuch in den Audi-Produktionshallen in Ingolstadt empfohlen. Inmitten des Shopfloors der Werkzeugmacher steht das Projekthaus Metall-3D-Druck, das ein bisschen wie ein Start-up inmitten des großen Konzerns daherkommt. Große Fenster laden zum Reinschauen ein, Transparenz ist oberstes Gebot.

Eine zu einem Tisch umgebaute Palette erzeugt Hub-Atmosphäre. In den Vitrinen eine Menge 3D-gedruckter Artikel mit ausführlichen Beschreibungen, die neugierig machen. Der Besucher wird eingeladen, Artikel anzufassen, Oberflächen zu fühlen, Fragen zu stellen. Seit Jahren forscht Audi in Richtung metallischer 3D-Druck. Um die Möglichkeiten der relativ neuen Technologie auszuloten, beteiligten sich die Automobilhersteller

auch an Prestigeobjekten wie dem eFoil (einem motorisierten Spaß-Surfbrett, das mit bis zu 40 km/h übers Wasser fliegt) oder der Entwicklung eines Mondfahrzeugs.

Aber zurück auf die Erde. Und zu Martin Bock, Projektleiter metallischer 3D-Druck bei Audi. Bei ihm laufen die Fäden in Sachen additive Fertigung des Automobilherstellers zusammen. Gemeinsam mit acht weiteren Kollegen



Beispielartikel im Projekthaus:

Zu Besuch im 3D-Druckzentrum bei Audi in Ingolstadt. (© Audi AG)

ten Teilen in die Großserie zu gehen“, sagt Bock. Unter Großserie verstehen die Audianer Bauteile für Fahrzeuge, die mit 1000 Stück täglich vom Band laufen. „Als Projektleiter bin ich auch für einen wirtschaftlichen Betrieb verantwortlich. Gerade hier sehen wir im Werkzeugbau große Potenziale für diese Technologie. Z.B. bei konturnah temperierten Werkzeugensätzen in Serienwerkzeugen.“

Was wird bei Audi additiv gefertigt?

Was bei Audi additiv gefertigt wird? „Vor allem nur das, was sich rechnet“, betont Martin Bock. Alles andere werde konventionell gefräst oder gedreht. „Wir betreiben 3D-Druck nicht um des 3D-Druckens willen, sondern dann, wenn es einen wirtschaftlichen Vorteil darstellt.“ Die Auslastung des 3D-Druckzentrums lässt sich in drei Bereiche aufteilen:

- **Technologieentwicklung:** Dieser Bereich hat einen Anteil von 20 %. Dazu zählt Verfahren weiterentwickeln, Benchmarks analysieren. „Hier werden die Anlagen ans technische Maximum geführt, Verfahrens- und physikalische Grenzen verschoben.“
- **Prototypen und Vorserienteile drucken:** Hierfür werden 60 % der Arbeitszeit verwendet. Konzernweit ist das Projekthaus für sechs von elf Marken tätig. Der Auftrag erfolgt durch die Bauteilentwickler und wird innerhalb von ein bis zwei Wochen geliefert.
- **Betriebsmittel:** 20 % der Auslastung wird für die additive Fertigung von Werkzeugen bzw. Werkzeugeinsätzen mit konturnaher Temperierung verwendet. Großes Potenzial besteht hier vor allem bei Druckgussformen und für die Warmumformung. ▶

arbeitet er im Projekthaus, das seine Aufträge sowohl vom Werkzeugbau als auch von der Technologieentwicklung erhält. „Bei uns teilen sich zwei Abteilungen die Aufgaben rund um den 3D-Druck. Der Werkzeugbau übernimmt die Abwicklung von Auftragsarbeiten, die Industrialisierung, die Kundenakquise und die Konstruktion der Betriebsmittel“, so Bock. „Die Technologieabteilung ist für die Materialentwicklung, das Technologiescreening, Benchmarkings und die Prozessentwicklung zuständig.“

Nicht in der Serie, aber in Serienwerkzeugen

Im 3D-Druckzentrum fokussiert man sich aufs Pulverbettverfahren. Im Projekthaus wird die gesamte Prozesskette abgebildet: von der Auftragsvorbereitung über die additive Fertigung bis hin zum Finishing der Bauteile. „Durch die kostenintensive, manuelle Nacharbeit, die heute noch nötig ist, können wir im Moment noch nicht absehen, mit additiv gefertig-

HANSER

Der digitale Leistungstest

ISBN 978-3-446-45001-1 | € 54,-

ISBN 978-3-446-44480-8 | € 64,-

ISBN 978-3-446-45012-7 | € 50,-

© form3a.com | m/co

Bestellen Sie jetzt unter
www.hanser-fachbuch.de

Der Maschinenpark im Projekthaus besteht aus drei Anlagen: einer SLM 280 von SLM Solutions sowie einer M 400 und einer M 290 von EOS. Sie arbeiten alle mit dem pulverbettbasierten SLM-Verfahren (selektives Laserschmelzen). Verarbeitet werden der Werkzeugstahl I.2709 und die Aluminiumlegierung AlSi10Mg. Arbeitssicherheit steht an oberster Stelle. „Deshalb sind Masken, Handschuhe und Arbeitskleidung Vorschrift“, so Bock.

Messbare Erfolge der Experten

Gibt es Beispiele für erfolgreiche F&E-Aktivitäten? Die gibt es. Martin Bock zeigt ein 3D-gedrucktes Demoteil aus Stahl – mit drei unterschiedlichen Oberflächengüten. „Es ist nicht so, dass immer das gleiche Ergebnis herauskommt, wenn man eine Anlage startet“, erklärt Bock. „In vielen Testreihen haben wir eigene Parameter entwickelt, die bei gleichem Material und gleicher Geometrie sehr deutliche Unterschiede im Ergebnis aufweisen.“

Die Ergebnisse der Forschungsgruppe werden konzernintern ausgetauscht. Die Treffen der rund 100 3D-Druck-Experten des VW/Audi-Konzerns werden von Bock organisiert. „Dort wird diskutiert und an neuen Strategien gearbeitet. Außerdem ist der Austausch wichtig, um Parallel- oder Doppelentwicklungen zu vermeiden.“ Ein Alleinstellungsmerkmal sieht der Projektleiter bei der Produktion von konturnah gekühlten Werkzeug-einsätzen. „Hier haben wir im Bereich der Wärmebehandlung große Erfolge erzielt.



„Gedruckt wird nur, was sich rechnet“:

Martin Bock, Projektleiter im Projekthaus Metall-3D-Druck bei Audi. (© Audi AG)

Es gab lange Probleme mit der Standzeit. In langen Testreihen konnten wir eine Qualität erarbeiten, die ein dichtes Gefüge aufweist und an der Oberfläche verschleißfrei ist.“

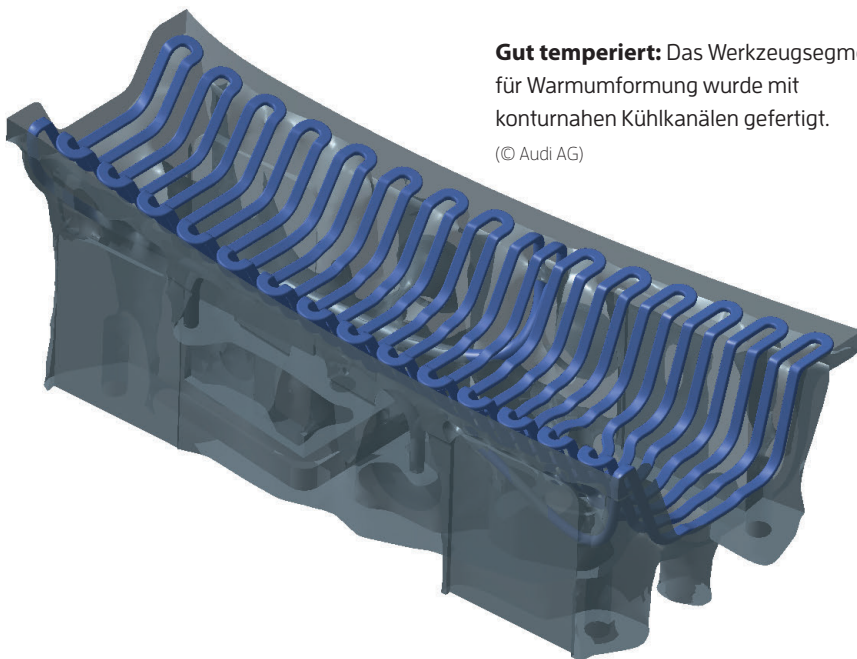
Segment für Warmumform-Werkzeug: 27 statt 54 kg

Eingesetzt wird das Verfahren in einem Werkzeug für die Warmumformung von Blechteilen. Die erwärmte Platine wird in das Werkzeug eingelegt und beim Verpressen schnell abgekühlt. Konturnah angelegte Kühlkanäle beschleunigen diesen Abkühlvorgang. Doch der Temperaturgradient ist bei diesem Verfahren wesentlich höher als bei einem Spritzgießwerkzeug

Das Beispielwerkzeug, in dem ein B-Säulen-Segment gefertigt wird, konnte in konventioneller Ausführung nicht

Gut temperiert: Das Werkzeugsegment für Warmumformung wurde mit konturnahen Kühlkanälen gefertigt.

(© Audi AG)



überzeugen. Es wurde völlig neu konstruiert. Dort, wo vorher die Hotspots auftraten, wurden konturnah Temperierkanäle eingeplant. Das Ergebnis kann sich sehen lassen:

- **50 % Massereduktion:** Durch die bionische Optimierung wurde das Gewicht von 54 auf 27 kg gesenkt. Dadurch wird Material eingespart. Zusätzlich verkürzt sich die Bauzeit im 3D-Drucker bei weniger Material.
- **Reduzierung der Haltezeit:** Dank der konturnahen Kühlkanäle reduziert sich die Zykluszeit um rund 25 %. Eine Zeitersparnis, die ein in konventionellen Verfahren hergestelltes Werkzeug nicht ermöglicht.
- **Temperaturdelta verkleinert:** Analysen der Wärmebildkamera machen sichtbar, dass der additiv gefertigte Formeinsatz wesentlich schneller das Bauteil abkühlt als der konventionelle. Bei gleicher Haltezeit beträgt die Abkühlung 30 °C mehr.

Bis Redaktionsschluss wurden mit diesem Werkzeug 30 000 Bauteile gefertigt. „Und bis heute zeigt das Werkzeug keinen Verschleiß“, freut sich Bock.

Was die Zukunft bringt?

Vor allem automatisierte Prozesse

An welchen Themen arbeiten die Audi-Experten als Nächstes? „Wir stehen permanent vor neuen Aufgaben und Herausforderungen, erschließen uns neue Anwendungsfelder“, so Bock. Das Hauptaugenmerk liegt aber auf der Automatisierung der Prozesse.

„Die Rüstzeiten für die Anlagen sind noch viel zu lang. Einsparpotenzial sehe ich beim Inertisieren der Schutzgasatmosphäre und beim Absaugen des Pulverbetts. Auch das Finishing, das zum Teil noch mit Hammer und Meißel erfolgt, fühlt sich für mich wie Mittelalter an“, meint der Projektleiter. Aber auch wenn die Technologie sich nicht im gleichen Tempo weiterentwickelt wie die Wünsche der Forscher: „Wir haben den Willen, den Metall-3D-Druck weiterzuentwickeln – dafür brennen wir!“◆

Info

Audi AG
www.audi.de



SENKERODIERMASCHINE FÜR DEN WERKZEUG- UND FORMENBAU

„Eine Schippe drauflegen“

So das Ziel von Zimmer & Kreim bei der Vorstellung seiner neu entwickelten genius 900 Nova. Geht das beim Senkerodieren überhaupt noch? Die Form+Werkzeug im Interview mit Geschäftsführer Klaus Kreim und Vertriebsleiter Michael Huth.

Sie haben auf der AMB im vergangenen Herbst eine von Grund auf neu entwickelte Maschine vorgestellt. Wie wurde die genius Nova vom Markt aufgenommen?

Huth: Das Feedback war durchweg positiv. Wir haben die Maschine ja auf der Messe erst enthüllt – das war ein Aha-Effekt. Im Anschluss an die Messe war bei uns im Vorfürzentrum die Hölle los mit Versuchsterminen. Zu so einer Anlage gehören auch immer Peripherie und Handling, das können wir in unserem Showroom perfekt demonstrieren.

„Der Kunde braucht einen Standard-Workflow für alle Teile.“

Michael Huth

Sie haben keine Schraube so gelassen, wie sie war. Ist es nicht auch riskant, alles Bewährte über Bord zu werfen?

Kreim: Was sich im Senkerodieren wesentlich geändert hat, sind die Beschleunigungen der Achsen im Prozess und die Prozessregelung. Es nützt nichts, nur einen neuen Motor zu integrieren, wenn andere Dinge in der Peripherie nicht mithalten können. Es gibt heute neue Technologien in Sachen Thermo-symmetrische Mineralgusskonstruktionen, Integrierte Schaltschrankkühlung, hoch dynamische Antriebe, voll gekapselte integrierte Messsysteme, Intelligente Maschinenkomponenten usw.... Das wollten wir alles mit einfließen lassen.

Huth: Wir haben zwei Jahre Entwicklungszeit in die genius Nova gesteckt. Wir haben viele Komponenten getestet, viele Schleifen gefahren und nachkonstruiert. Bis wir ein rundes Paket hatten, mit dem wir zufrieden waren.

Was kann die neue Maschine, was die anderen nicht können?

Huth: Wir sind angetreten, um die beste Maschine ihrer Klasse zu bauen. Ein Augenmerk haben wir bei den Abmessungen auf die Verfahrensweise gelegt. Wir haben analysiert, was es am Markt gibt. Unser Ziel war es, überall noch ‚eine Schippe draufzule-

gen‘. Das ist uns unserer Meinung nach gelungen. Für alle Kunden, die bei einer Tischgröße von 900 x 600 mm mit einer Genauigkeit von 3µm am Bauteil erodieren, ist die Genius 900 NOVA die perfekte Maschine.

Kreim: Wir bewegen uns technisch im High-End-Bereich. Wir konnten jetzt mit Testelektroden nachweisen, dass wir im Vergleich zu unseren bisherigen Maschinentypen noch einmal bis zu 30% zulegen konnten, was Abtragsraten, Oberflächen-güte und Geschwindigkeit anbelangt.

Ist diese Qualität messbar?

Kreim: Verfahrensweise kann ich einfach prüfen, bei Abtragsraten und Oberflächen wird das schwieriger. Jeder Anwender hat ganz eigene, komplexe Formen und Elektroden. Deshalb kommen Interessenten in der Regel immer zu Tests zu uns ins Haus.

Sie betonen, dass Ihre neue Maschinensteuerung sehr einfach zu bedienen ist – auch von geringer qualifiziertem Personal. Kann ein einfacher Maschinenbediener denn alles an Präzision aus der Maschine rausholen?

Kreim: Natürlich ist es schön, wenn ein absoluter Spezialist genau weiß, was in der Maschine passiert. Aber wir haben ein Fachkräfte-Problem. Wir müssen den Prozessablauf standardisieren. Unsers Kunden haben Stückzahl eins zu fertigen. Jedes Werkstück ist anders. Der Kunde will und kann nicht jedes

„Wir denken immer in Prozessen und wie man sie verketteten kann.“

Klaus Kreim

Werkstück einzeln optimiert fertigen. Wir schaffen die Voraussetzungen für einen Prozess, der für alle Kundenanwendungen funktioniert.

Huth: Unsere Strategie ist es, die Qualität in der Maschine in