

AUTOCAD

MAGAZIN

SONDERHEFT SMARTE PRODUKTION



Bild: Boston Micro Fabrication (BMF)



Mikroteile in serientauglicher Qualität

Präzision macht den Unterschied

Teile. Tausende. On Time.

Xometry – Ihre Lösung für alles,
was gefertigt werden muss.



Breites Fertigungsspektrum

Von CNC-Bearbeitung über 3D-Druck bis hin zu Spritzguss – alles aus einer Hand, angepasst an Ihre Anforderungen.



Globales Netzwerk

Zugang zu über 10.000 Fertigungspartnern weltweit – für maximale Flexibilität und schnellste Lieferzeiten.



Transparente Prozesse

Von der Angebotserstellung bis zur Lieferung – volle Kontrolle und Einblick in jeden Schritt Ihrer Produktion



Schnelle Angebote

Erhalten Sie in Sekundenschnelle ein unverbindliches Angebot mit unserem KI-gestützten Instant Quoting System.



Höchste Präzision

Wir garantieren höchste Qualitätsstandards für Prototypen und Serienproduktionen in jeder Größenordnung.



Boston Micro Fabrication

Boston Micro Fabrication (BMF) ermöglicht hochpräzisen 3D-Druck von Bauteilen im Mikromaßstab, die etwa in Gesundheitswesen, Biowissenschaften, Elektronik und Maschinenbau verwendet werden. Mit der firmeneigenen PμSL-Technologie (Projektionsmikro-Stereolithografie) produzieren die Drucker des microArch-Systems sehr genaue und präzise hochauflösenden 3D-Drucke für die Produktentwicklung, Forschung und industrielle Kleinserien.

BMF wurde 2016 gegründet und betreibt Niederlassungen in Boston, Shenzhen, Chongqing und Tokio sowie ein Forschungs- und Entwicklungszentrum in San Diego. Für weitere Informationen über BMF besuchen Sie www.bmf3d.com oder folgen Sie dem Unternehmen auf LinkedIn.



Andreas Müller
Chefredakteur

Liebe Leser,

zwar bleibt die Herstellung von Prototypen eine Königsdisziplin des 3D-Drucks. Doch die entsprechenden additiven Verfahren empfehlen sich zunehmend auch für die Fertigung funktionaler Endprodukte. Mit Vielseitigkeit, hoher Geometriefreiheit und der Möglichkeit individualisierter Produkte können sie punkten. Zumal verspricht die Möglichkeit, vor Ort zu fertigen, mehr Unabhängigkeit von fragmentierten Lieferketten. Unser Anwendungsbeispiel auf den Seiten 22 bis 23 bringt all diese Vorteile zur Geltung. Denn mit einer 3D-Druck-Plattform entstehen maßgeschneiderte Sättel, die auf die individuellen Körpermaße und die unterschiedlichen Anforderungen eines jedes Radfahrers eingehen. Und dennoch genügt die Produktionsgeschwindigkeit den Anforderungen einer Massenproduktion. Für den größeren Überblick zur additiven Fertigung sorgen dann neun Fachleute auf den Seiten 10 bis 15, die Trends wie Automatisierung und künstliche Intelligenz einordnen.

Ob additiv oder konventionelle entstanden – in den frühen Entwicklungsphasen wurden die Weichen für das spätere Produkt gestellt, nicht nur, was einen großen Teil der Kosten betrifft, sondern auch im Hinblick auf die Nachhaltigkeit. Mit datengetriebenen Design-Konfiguratoren – einen davon stellen wir hier auf den Seiten 16 bis 17 vor – lassen sich die Potenziale dieser initialen Entwicklungszyklen gezielt und ressourcenschonend ausschöpfen, so dass sich die Zeit bis zur Marktreife erheblich verkürzen lässt. Und schließlich hält auch in der Fertigung die Plattformökonomie Einzug. Beispiele für Online-Plattformen, die in unsicheren Zeiten Flexibilität versprechen, finden Sie auf den Seiten 18, 20 und 26.

REDAKTIONELL ERWÄHNT FIRMEN UND ORGANISATIONEN: 1zu1 S. 10, ARBURGadditive S. 4, Boston Micro Fabrication S. 6-7, 11; Carbon S. 22-23, CT Coretechnology S. 12, EOS S. 12, HP S. 13, KraussMaffei S. 8, Laserhub S. 26-27, Mark3D S. 13, Phoenix Contact S. 28-20, PNY S. 24-25, Protolabs S. 14, Rehau Automotive S. 8, Quickparts S. 20-21, Replique S. 15, 14; RWTH Aachen, Universität Osnabrück S. 16-17, Xometry S. 15.

INHALT



Bild: Xometry

- 04 Neue Lösungen für die smarte Produktion
- 10 Was die Produktion näher zu den Kunden bringt
Trends in der additiven Fertigung: Experten im Gespräch
- 16 Schneller von der Idee auf den Markt
Digitales Assistenzsystem für die Konstruktion
- 18 Wie 3D-Druck die Produktion wirtschaftlicher macht
Plattform-Ökonomie in der Fertigung
- 20 Passgenaue Angebote
Bestellprozesse für die Serienfertigung
- 22 Mit mehr Komfort zur Höchstleistung
Individuelle Fahrradsättel mit Carbon-Technologie
- 24 Wie digitale Zwillinge die Transformation vorantreiben
Automatisierung von Smart Factories
- 26 Flexibilität als zentraler Wettbewerbsfaktor
Online-Plattform für die Fertigung
- 28 Weniger Ausfallzeiten bei höherer Produktqualität
Anomalieerkennung auf Basis von maschinellem Lernen

3D-Drucker kommt in den Unterricht

Der MakerBot Sketch Sprint soll dem 3D-Druck im Klassenzimmer zum Erfolg verhelfen.



Bild: Ultimaker

Ultimaker, ein Anbieter im Bereich 3D-Druck, führt den MakerBot Sketch Sprint 3D-Drucker ein. Sketch Sprint wurde für Bildungseinrichtungen entwickelt. Der MakerBot Sketch Sprint soll ausreichend Geschwindigkeit, Sicherheit, Support und eine Fülle von Ressourcen bieten, um den Erfolg des 3D-Drucks und die Produktivität im Klassenzimmer für Lehrkräfte und Schüler zu gewährleisten. Die beheizte Bauplatte, die Nivellierung des Gewebes und die Vibrationskompensation versprechen detaillierter und

präzise Druckergebnisse. Das kompakte Design und der effiziente Druckprozess prädestinieren den Drucker für die Anwendung in verschiedenen Fächern und Klassenstufen.

Sketch Sprint ist auf Ultimaker Digital Factory verfügbar, einer schlüsselfertigen 3D-Druckmanagementlösung. Digital Factory ermöglicht es Lehrern, mehrere Drucker einfach anzuschließen und zu verwalten, Druckaufträge in die Warteschlange einzureihen und das Einreichen von Schülerarbeiten von jedem Gerät aus

zu erleichtern. Ebenfalls ab sofort verfügbar ist die neue Cura Cloud-Funktion in Digital Factory. Sie nutzt die Slicing-Funktionen der Desktop-Anwendung UltiMaker Cura und macht sie über Digital Factory zugänglich.

Sketch Sprint verfügt über eine vollständig geschlossene Struktur, ein integriertes und aktives HEPA- und Kohlefiltersystem sowie Sicherheitsvorkehrungen, einschließlich einer digitalen PIN, um unbefugten Zugriff zu verhindern. Mit PLA- und Tough PLA-Filamenten gewährleistet der Drucker eine sichere und saubere Umgebung für Schüler. Zusätzlich zu Sketch Sprint bietet Ultimaker eine Reihe von Ressourcen an, um Pädagogen und Schüler bei ihren 3D-Druck-Bemühungen zu unterstützen. Dazu gehören über 600 Unterrichtspläne und Projektideen, IS-TE-konforme Schulungsprogramme, Lehrplanentwicklung und Design-Thinking-Kurse, Finanzierungsleitfäden, Tutorials, pädagogische Webinare, eine aktive und unterstützende Community, berufliche Weiterbildung und vieles mehr. Die Auslieferung von Sketch Sprint wird voraussichtlich im November 2024 beginnen.

Industrieller 3D-Druck: Anwendungen für Spritzgießer



Bild: ARBURG

Der Greifer für die schonende Entnahme der Pflanztöpfe wurde mit einem 3D-Drucker TiQ und einem Freeformer von Arburg additiv gefertigt.

Auf der Fakuma 2024 hat Arburg zwei Exponate für die industrielle additive Fertigung vorgestellt. Der Fokus liegt auf Anwendungen, die besonders für Spritzgießkunden interessant sind. Ein Freeformer 750-3X in Hochtemperaturausführung verarbeitet originale

Kunststoffgranulate zu Funktionsbauteilen in Hart-Weich-Verbindung. Den 3D-Druck von Betriebsmitteln und Robot-Greifern demonstriert ein Filamentdrucker TiQ 2.

Arburgadditive bietet umfassende innovative 3D-Druck-Technik auf Basis von Granulaten, Filamenten und Flüssigsilikon. Für den täglichen Gebrauch im industriellen und Spritzgießumfeld empfiehlt sich das Einstiegsgerät TiQ 2, das im Verfahren Fused Filament Fabrication (FFF) faserverstärkte Filamente zum Beispiel zu Greifern und Betriebsmitteln verarbeitet. Für die additive Fertigung von Funktionsbauteilen aus originalen Kunststoffgranulaten ist das Arburg Kunststoff-Freiformen mit den Freeformern prädestiniert. Die Verarbeitung von Flüssigsilikon ermöglicht die 3D-Drucker der Baureihe LiQ mit der LAM-Technologie (Liquid Additive Manufacturing).

Auf der Fakuma 2024 fertigte ein Freeformer 750-3X in Hochtemperaturausführung anspruchsvolle Funktionsbauteile aus einem breiten Spektrum unterschiedlicher Kunststoffgranulate. Dazu gehören Materialien mit spezifischen Zulassungen und Zertifizierungen für Anwendungen zum Beispiel in den Branchen Medizin, Elektronik, Mobilität oder Luft- und Raumfahrt. Der Bauraum lässt sich auf 200 Grad Celsius temperieren, die Plastifizierung erfolgt bei bis zu 450 Grad Celsius. Der namengebende Bauteilträger ist 750 Quadratzentimeter groß. Die High-end-Maschine verfügt über drei Austrageinheiten, sodass sich auch komplexe Geometrien und funktionale Hart-Weich-Verbindungen mit Stützmaterial realisieren lassen. Im AKF-Verfahren können mit diesem industriellen 3D-Drucker schnell und flexibel größere Funktionsbauteile oder Kleinserien additiv gefertigt und individualisiert werden.

Die Wärmeeinwirkung beim Schweißen verändert die Mikrostruktur des Stahls. Diese Veränderungen hat Julianna Posey in ihrer Promotion untersucht.

Bilder: Hochschule Osnabrück

SCHWEISSVERBINDUNGEN

Additiv und traditionell hergestellten Stahl zusammen verarbeiten

Additiv gefertigter Stahl bietet viele Vorteile: „Es ist eine hervorragende Möglichkeit, um Einzelteile oder Kleinserien kosteneffizient herzustellen. Außerdem können Produkte sehr individuell angefertigt werden – beispielsweise Implantate in der Medizintechnik. Auch Reparaturen können einfacher und günstiger gestaltet werden, da nur die defekte Stelle ausgetauscht werden kann“, sagt Julianna Posey, Promovendin an der Hochschule Osnabrück und der University of Maryland Baltimore County (UMBC), USA.

Doch darüber, wie sich additiv gefertigter Stahl in Kombination mit traditionell gefertigtem Stahl verhält, gibt es bisher nur wenige Studien. Posey untersucht daher in ihrer Promotion Schweißverbindung aus gegossenem und additiv gefertigtem Stahl. „Mein Fokus sind dabei die Ermüdungserscheinungen des gedruckten Stahls nach dem Schweißen – insbesondere die Mikrostruktur und wie sich diese durch das Schweißen verändert. Denn additiv gefertigter Stahl weist durch seine Herstellungsweise eine andere Mikrostruktur auf“, erklärt die US-Amerikanerin, die für

ihre Promotion nach Deutschland gekommen ist. Grund dafür ist der Wärmefluss während der Produktion. Additiv gefertigter Stahl wird in einem Pulverbett hergestellt. Dieses Pulver wird mittels eines Lasers geschmolzen und so Schicht für Schicht das Bauteil oder Produkt aufgebaut. Dabei ist der Wärmeeinfluss sehr unterschiedlich. Daher ist auch die Mikrostruktur zunächst nicht gleichförmig. Erst durch eine anschließende Hitzebehandlung, wird sie gleichförmig und der Stahl kann verwendet werden.

In einem so neuen Gebiet zu forschen ist für die Ingenieurin besonders spannend: „Durch Ergebnisse und Information in einem so unerforschten Gebiet wird man zu einer Art Spezialistin. Das war am Anfang natürlich erstmal ungewohnt. Aber ich konnte mich immer auf Unterstützung durch meine Betreuer, Prof. Dr. Javad Mola von der Hochschule Osnabrück und Dr. Marc Zupan vom der UMBC, und meine Kolleg*innen verlassen.“ Auch seitens der Industrie gab es Hilfe. So wurden die Proben, die die Promovendin für ihre Versuche benutzt hat, extra von ausgebil-

deten Schweißer*innen im Volkswagen-Werk in Osnabrück gefertigt.

Die Proben wurden verschiedenen Tests, wie beispielsweise Zugproben und Härteprüfung, unterzogen und anschließend analysiert. Dabei experimentierte Posey auch mit und ohne Schweißzusätzen. „Meine Untersuchungen haben gezeigt, dass die Schweißverbindung häufig auf der Seite mit dem additiv gefertigten Stahl bricht. Das zeigt uns, dass wir den Schweißvorgang anpassen müssen und additiv gefertigten Stahl nicht einfach verarbeiten können, wie gegossenen Stahl. Versuche mit Schweißzusätzen haben sich jedoch als vielversprechend erwiesen. Das zusätzliche Material füllt den Schweißspalt und absorbiert Wärme, wodurch die Größe der Wärmeeinflusszone verringert wird.“

Julianna Posey beim Vorbereiten der Stahlproben für ihre Untersuchung. Die US-Amerikanerin ist für ihre Promotion an der Hochschule Osnabrück nach Deutschland gekommen.

PUR-FLUTEN IN DER PRAXIS

Fahrzeugfront der Zukunft

Bilder: KraussMaffei

*Fahrzeugfront von Rehau Automotive.*

Tier 1-Supplier Rehau Automotive investierte am Standort in Feuchtwangen in eine ColorForm-Komplett-Anlage vom Kunststoffspezialisten KraussMaffei und präfiguriert damit die Auto-Frontpartien der Zukunft.

Durch die E-Mobilität ist oftmals der große Luftdurchlass eines riesigen Kühlergrills nicht mehr nötig. Zudem braucht es für das künftige autonome Fahren beispielsweise Radar, LiDAR- (Light Detection and Ranging) und Video-Systeme, deren Sensoren und Kameras sinnvoll untergebracht werden müssen. Gemeinsam mit den modernen Scheinwerfern wird der „Kühlergrill 2.0“ ein stilprägendes Element an der Fahrzeugfront der Zukunft. Rehau Automotive investiert in

eine ColorForm-Komplett-Anlage (MX 2300 SpinForm mit Wendeplatte, Automation plus RimStar-Compact 8/8 ColorForm) plus mehrere Werkzeuge. Axel Oberkamp, Head of Manufacturing Engineering bei REHAU Automotive, sagt: „Indem wir In Mold Labeling, Spritzprägen und PUR-Fluten kombinieren, wollen wir ein innovatives Produkt- und Verfahrenskonzept für eine zukünftige Serienentwicklung industrialisieren – und unsere Kunden anregen, mit voranzugehen.“

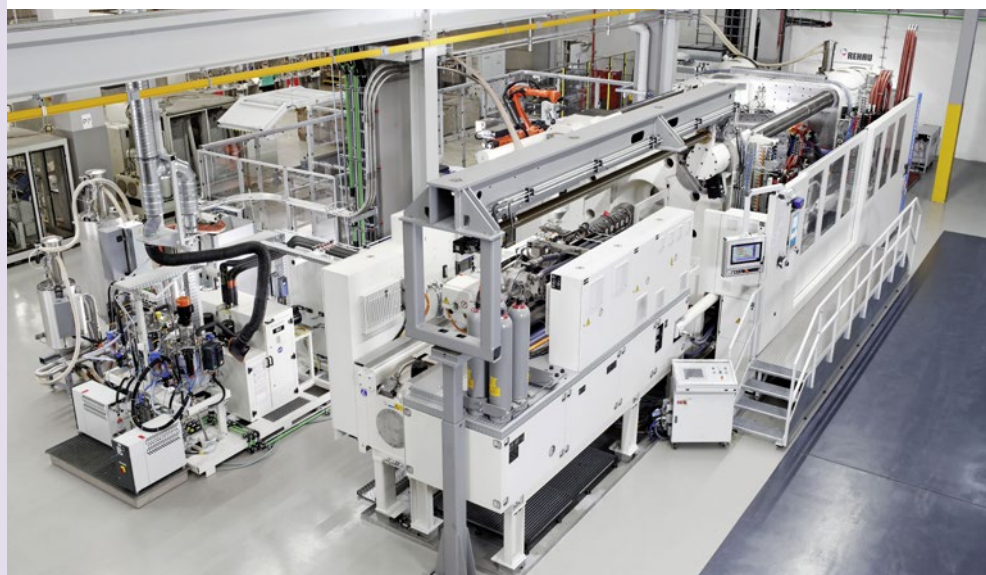
Im Mehrkomponenten-Spritzgussprozess müssen zahlreiche Komponenten und Prozesse exakt im Takt zusammenspielen:

Zunächst wird eine dekorativ bedruckte IML-Folie automatisiert abgereinigt und per Roboter in die erste Werkzeugkavität transferiert. Diese wird anschließend in mehre-

ren Schritten zu einer Frontblende mit hochwertiger Optik verarbeitet, die am Ende noch im Werkzeug mit einer selbstheilenden IMC-Polyurethan-Schutzschicht überzogen wird. Johann Reichstein, Project Engineer Advanced Development bei Rehau Automotive beschreibt den Kniff: „Die einzelnen Verfahrensschritte sind im Werkzeug so kombiniert und parallelisiert, dass wir drei Materialien und das Folien-Insert zu einem vollständig fertigen Produkt verbinden, bevor das Produkt die Spritzgusszelle verlässt. Somit sind keine nachfolgenden Lackierschritte nötig.“ Fertig ist das neue Frontpanel von Rehau in der Dimension von etwa 600 mal 1.200 Millimeter. Das Panel lässt sich optimal mit innovativen Lichtfunktionen erweitern. Für die Integration der Lichttechnik kooperiert Rehau Automotive mit dem Unternehmen ZKW.

Der gesamte Prozess ist in die MC6-Maschinensteuerung integriert. Ein automatisierter Prozess erlaubt den Ablauf mit und ohne PUR-Fluten. Wird ein Vorspritzling von der Anlage als „NIO“ erkannt, wird er ausgeschleust und ebenfalls nicht mehr mit der Schicht aus PUR überzogen. Die Entscheidung fällt aufgrund der erhobenen Daten, die hochauflösend vom DataXplorer dem Kunden bereitgestellt werden. Der DataXplorer dokumentiert bis zu 520 Maschinensignale, der Spritzgießmaschine und Dosieranlage, in einer Auflösung von bis zu fünf Millisekunden und speichert sie in Kurvenverläufen ab. Der Benutzer kann dadurch den gesamten Prozess wie unter einem Mikroskop betrachten. Pro Zyklus entsteht eine Datei, sodass die Rückverfolgbarkeit lückenlos ist.

Beim PUR-Fluten arbeiten eine MX 2300 SpinForm mit Wendeplatte und 23.000 kN Schließkraft, eine Dosieranlage RimStar Compact 8/8 ColorForm sowie die Automatisierung perfekt zusammen. KraussMaffei verfügt hier sowohl über die Spritzgieß- als auch die Reaktionstechnikkompetenz im eigenen Haus.



RimStar Compact 8/8 ColorForm – eine vergleichsweise preisgünstige Lösung, die mit wenig Platz auskommt.

CAM, 3D-Druck und MES



Bild: Open Mind/Hermle

Messtaster prüft nach Hypermill-Programmierung den additiven Materialauftrag.

Open Mind präsentiert sich mit der CAD/CAM-Suite Hypermill und dem agilen Hummingbird-MES vom 19. bis 22. November 2024 auf der Formnext

Direct-Energy-Deposition-Verfahren (DED) und das Wire Arc Additive Manufacturing (WAAM). Dabei können die NC-Codes komfortabel programmiert

am Stand 120-A39, Halle 12.0, der Messe Frankfurt am Main. Im Zentrum steht Hypermill Additive Manufacturing, die CAM-Lösung zur einheitlichen Steuerung additiver und subtraktiver Prozesse. Besucher können sich am Stand von Open Mind über die neuesten Technologien informieren und sich von additiven Werkstücken überzeugen lassen, die mit Hypermill programmiert und bearbeitet wurden.

Die Software Hypermill Additive Manufacturing erweitert die Möglichkeiten der 5-Achs-Simultanbearbeitung für das

und automatisch zur Kollisionsvermeidung simuliert werden. Als durchgängige Softwarelösung unterstützt Hypermill eine effiziente Hybridbearbeitung, die additive und subtraktive Verfahren auf einer Maschine kombiniert.

Was additive, hybride Fertigung heute leistet, demonstriert Open Mind auf der Messe Formnext: Sogar stark beanspruchte Teile lassen sich heute mit hybrider Bearbeitung reparieren.

Ein anschauliches Beispiel hierfür ist ein Turbinenschaufelblatt: Es wurde auf einem 5-Achs-Bearbeitungszentrum vom Typ Hermle C 32 unter Verwendung von Hypermill und dem Blum-Messtaster TC52 instandgesetzt. Diese komplexe Aufgabe umfasst die Schritte Blattinspektion, Schadensentfernung, Materialauftrag, Erfassung von Form und Deformation, Programmierung und Bearbeitung. Zu einem effizienten Prozess wird die Reparatur durch Hypermill Virtual Machining. Diese Software generiert auf Basis der Messwerte einen digitalen Zwilling des Werkstücks und der Maschinsituation zur NC-Code-Simulation und -Optimierung.

Hochtemperaturdruck mit flammhemmenden Materialien



3D-Drucker für den individuellen Einsatz.

Bild: InnovatiQ

Wie sich flammhemmendes PC und Hochtemperaturmaterialien wie PEKK verarbeiten lassen, zeigt der High

End-3D-Filamentdrucker TiQ 8 mit hochtemperaturbeheiztem, 500 x 400 x 450 Millimeter großen Bauraum. Der

kompakte 3D-Filamentdrucker TiQ 2 präsentiert sich als Multitool für die schnelle und kostengünstige Inhouse-Fertigung im industriellen Bereich von individuellen Greifern, Trays, Aufnahmen und Betriebshilfsmitteln aller Art. Der Silikon-3D-Drucker LiQ 5 mit patentierter thermischer Vernetzung zeigt erstmals für die LAM Technologie die Option LSR-Bauteile mit Hilfe von Stützmaterial zu fertigen. Präsentiert werden darüber hinaus Anwendungen, Forschungsprojekte und Materialentwicklungen, etwa für die Branchen Mobilität, Medizintechnik, Elektronik und besonders den Bereich der Automation.

InnovatiQ ist auf der Formnext in Halle 12.1/D79 (Arburg) vertreten.

Prototypen oder Serienteile – was darf es heute sein?

Die additive Fertigung entwickelt sich immer schneller von einer Methode zur schnellen Herstellung von Prototypen zur zuverlässigen Alternative herkömmlicher Fertigungsmethoden. Ein Beispiel: Der Hybriddrucker microArch D1025 von Boston Micro Fabrication (BMF) kombiniert verschiedene Auflösungen in einem Druck und erzeugt Mikroteile in serientauglicher Qualität. **VON DR. THOMAS TOSSE**



Der Bedarf an Bauteilen im Mikrobereich lässt sich mit additiven Fertigungsmethoden effizient und kostengünstig decken.

Im Spannungsfeld von Biowissenschaften, Medizintechnik und Elektronik sind präzise und akkurate Mikrobauerteile für viele Anwendungen essenziell. Die Trends zur Miniaturisierung, Individualisierung und das zunehmende Tempo der Produktentwicklung verlangen nach dem 3D-Druck. Kann man damit komplexe Prototypen und Endprodukte fertigen? Nicht alle 3D-Drucktechnologien eignen sich für die Genauigkeit und Präzision, die für Bauteile im Mikrobereich erforderlich ist. Die von BMF entwickelte Projektionsmikro-Stereolithografie (PμSL) erreicht als einzige Technologie Toleranzen, die bis-

her nur das mikrop präzise Spritzgießen liefert. Die Technologie arbeitet mit ultrahoher Auflösung, spezieller Software, präzisen Schrittmotoren und besonderen Materialien, um schnell Prototypen und Serienteile mit komplexen Geometrien zu produzieren.

CAD-Modelle zuverlässig materialisieren

Die Effektivität der Produktentwicklung hängt vom Ablauf der Entwicklungsschleifen ab. Mit der PμSL-Technologie lassen sich einzelne Teile oder Chargen produzieren, die durchgängig Toleranzen von bis zu +/- 10µm einhalten. Gerade in der Mikroebene macht diese Präzision den Unterschied zwischen Bauteilen oder Features, die perfekt in andere Komponenten passen und anderen, die in aufwändiger Nacharbeit zu verbessern sind. Letztere verursacht Verzögerungen und Kosten in der Qualitätssicherung. Konsistent enge Toleranzen, hohe Auflösung, Genauigkeit und Präzision sind entscheidende Faktoren, die Innovationen zur Marktführerschaft bringen.

Mit dualer Auflösung zur Serienfertigung

Nun hat BMF einen Hybrid-Drucker vorgestellt: Der microArch D1025 kann mit zwei verschiedenen Auflösungen produzieren. Winzige Bauteile und komplexe Merkmale werden bei 10µm Auflösung exakt reproduziert, während der 25µm-Modus bei kleinen Teilen, die keine ultrahohe Auflösung erfordern, höhere Druckgeschwindigkeiten zulässt. Sensationell ist jedoch, dass sich beide Auflösungen in einer Druckschicht flexibel miteinander verbinden lassen. So können Anwender für jeden Bereich eines Bauteils die richtige Auflösung wählen. Oder sie überlassen die Einstellung einfach dem Drucker: Im Hybrid-Modus erkennt der microArch D1025 selbsttätig Bereiche, die 10µm Auflösung erfordern, und stellt sich darauf ein. So werden winzige Features exakt wiedergegeben, während der Aufbau schneller abläuft.

Damit wird der Mikrodruck insgesamt erheblich schneller. Der Bauraum von 100 x 100 x 50 Millimetern bietet bereits Platz für kleine Chargen



Bild 1: Eine 3D-gedruckte Mikromutter und -schraube mit M0,3-Gewinde.

Bilder: BMF

von Serienteilen im Mikroformat. Zusätzlich wurden Geschwindigkeit und Effizienz des Mikrodruckers an vielen weiteren Stellen verbessert. Ein automatisches Kalibrierungssystem richtet Plattform, Walze und Membran gegeneinander aus und verkürzt damit die Umrüstzeiten. Die Druckeinstellungen für die Walzenfrequenz und die Verzögerungszeiten können neben manueller Justierung selbsttätig an Druckfläche und Materialviskosität angepasst werden. Auch das Niveau des Harzbades wird automatisch exakt angepasst. Spachtel und Walze eliminieren Luftblasen und verkürzen die Nivellierungszeit. Die Membran muss zwischen den Aufbauten nicht entfernt oder neu installiert werden. Dies ergibt eine höhere Verfügbarkeit und längere Betriebszeiten. Schließlich wird die Druckplattform magnetisch fixiert, um die Entnahme fertiger Bauteile zu erleichtern. So erreichen Industrieunternehmen und Forschungseinrichtungen mit dem microArch D1025 höhere Geschwindigkeit und Effizienz bei hoher Präzision und Genauigkeit.

Breites Materialangebot

Auf dem Weg zur breiteren Anwendung additiver Fertigungstechniken spielt das Materialangebot eine entscheidende Rolle. Wenn man trotz enger Toleranzen und Mikromerkmale Komponenten und Produkte mit bester Qualität und Leistung erzeugen will, geht das nicht ohne spezielle Materialien. Die Drucksysteme von BMF sind deshalb offen für verschiedene, eigene und fremde Materialien. Dadurch können Anwender aus einem breiten Angebot genau die Materialeigenschaften wählen, die sie benötigen.

Die Präzisionsmikro-Stereolithografie verarbeitet UV-härtbare Materialien. Dazu gehören zahlreiche Kunstharze, die steif, zäh, hoch temperaturbeständig, biokompatibel, flexibel oder auch transparent sind. Zusätzlich zu zahlreichen technischen und biomedizinischen Kunststoffen unterstützt die PµSL-Technologie eine

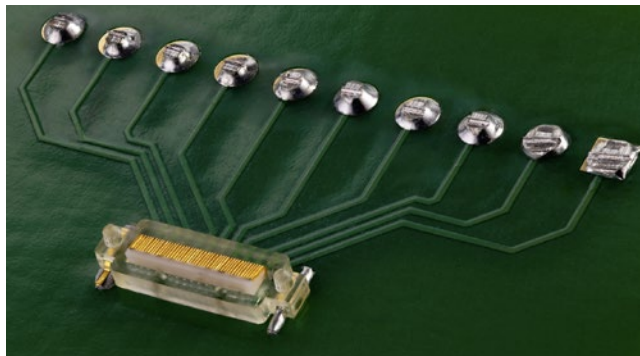


Bild 2: Ein Steckverbinder von Z-Axis auf einer Leiterplatte, der die hohen Temperaturen in einem Lötoven überstanden hat.

Verwendung von Hydrogelen und Verbundharzen, die Keramik- oder Metallpartikel enthalten.

Mikropräzision in der Medizintechnik

Miniaturisierung ist zwar auch in der Medizintechnik ein Trend. Doch in dieser stark regulierten Branche sind hohe Präzision und Genauigkeit besonders wichtig. Von innovativen Verabreichungsmethoden für Medikamente wie Mikronadelpflaster, bis hin zu mikrochirurgischen Geräten für die minimalinvasive Chirurgie, wird der Mikro-3D-Druck in einer Vielzahl von medizintechnischen und medizinischen Anwendungen eingesetzt. Mit dem neu entwickelten Material HTF von BMF steht ein hochtemperaturbeständiges, zähes und biokompatibles Harz zur Verfügung. Es ist in Autoklaven sterilisierbar und ide-

al für Anwendungen, bei denen Biokompatibilität und Flexibilität eine wichtige Rolle spielen. Mit seiner Wärmebeständigkeit bis 152°C und Vielseitigkeit erfüllt es aber auch Anforderungen in der Luft- und Raumfahrt, Präzisionselektronik sowie der Biotechnologie.

Höchste Präzision für Elektronikbauteile

Auch in der Mikroelektronik müssen die Materialien verschiedene Anforderungen der Endanwendung erfüllen, wie elektrostatische Ableitung (ESD), V0-Werte oder niedrige Dielektrizität. Bei der Z-Axis Connector Company, die sich auf die Herstellung von Steckverbindern spezialisiert hat, war zusätzlich eine hohe Hitzebeständigkeit gefragt. Denn die auf Leiterplatten angebrachten Steckverbinder mussten anschließend den Lötöfen passieren.

Dort hat die mikropräzise 3D-Drucktechnologie von BMF die Herstellung von Steckverbindern völlig verändert. War das Unternehmen mit herkömmlichen Methoden auf Toleranzen von 5 Tausendstel beschränkt, werden mit BMF Toleranzen von 1 bis 2 Tausendstel erreicht. Das Material HI TEMP 300-AMB von 3D Systems hält Temperaturen von bis zu 300 °C stand und kann in Standardprozessen der Elektronikmontage verarbeitet werden. Das steigert die Effizienz und ermöglicht es, kompaktere, innovative Designs zu entwickeln.

Den Drucker microArch 1025, Musterteile mit verschiedenen Materialien und die geschilderten Anwendungsbeispiele können Besucher auf der Formnext in Frankfurt in Halle 11.1 an Stand C19 erleben.

anm ◀



Bild 3: Der microArch 1025 von BMF: Mit zwei kombinierbaren Auflösungen noch effizienter.

Vielseitigkeit, Geometriefreiheit und lokale Produktion sprechen für den 3D-Druck.

Bild: nordroden/stock.adobe.com

Was die Produktion näher zu den Kunden bringt

Additive Verfahren halten zunehmend in der der Fertigung funktionaler Endprodukte Einzug. Vielseitigkeit, hohe Geometriefreiheit und die Möglichkeit individualisierter Produkte sprechen für sie. Doch das erfordert ein Umdenken schon in frühen Entwicklungsphasen. Was es dafür braucht und welche Rolle dabei Automatisierung und künstliche Intelligenz spielen, erklären hier neun Fachleute für die additive Fertigung. **VON ANDREAS MÜLLER**

1. Wie kann die additive Fertigung dazu beitragen, die aktuellen wirtschaftlichen Herausforderungen zu bewältigen?
2. Inwiefern kann die additive Fertigung die Produktivität verbessern?
3. Wie schätzen Sie das Potenzial der künstlichen Intelligenz für die entsprechenden Technologien ein?
4. Welche zukünftigen Entwicklungen in der additiven Fertigung halten Sie für besonders wünschenswert?



Markus Schrittwieser

Leitung Trends & Innovationen
bei 1zu1

1. Durch flexible und schnelle Produktion! Dank 3D-Druck können Unternehmen einfach auf veränderte Marktbedingungen reagieren, werkzeuglos maßgeschnei-

derte Produkte fertigen und leicht ihre Designs anpassen. Das bringt Wettbewerbsvorteile und ist in manchen Branchen erfolgsentscheidend.

2. Die Technologie kann zudem Kosten senken, den Materialabfall minimieren und Transportwege verkürzen. Wir von 1zu1 produzieren nahe bei unseren Kunden in der DACH-Region und reduzieren damit die Abhängigkeit von globalen Lieferketten. Das schafft Sicherheit. Als Mitglied der internationalen Protototal-Gruppe bieten wir unsere Dienste von Nord- bis Südeuropa an.

3. KI wird die additive Fertigung noch präziser, effizienter und flexibler machen – auf vielen Ebenen. Etwa, wenn KI-Algorithmen die volle geometrische Freiheit des 3D-Drucks nutzen und Strukturen entwerfen, die leichter und stabiler sind als traditionelle Designs. KI kann Produktionsprozesse in Echtzeit überwachen und steuern. Das verbessert die Qualität und Konsistenz der gedruckten Teile. Vorstellbar sind auch Effizienzsteigerungen und Materialeinsparungen. Optimierte Betriebszeiten sind ebenfalls ein Thema, wenn KI-Lösungen Maschinenzustände analysieren und punktgenau Wartungen anstoßen. Das minimiert ungeplante Ausfallzeiten und steigert die Auslastung. Bei der Lieferkette könnten KI-basierte Bedarfsprognosen eine echte Just-in-Time-Fertigung ermöglichen.

Bilder: 1zu1; Boston Micro Systems

4. Mehr Materialien, höhere Produktionsgeschwindigkeit, bessere Skalierbarkeit, Automatisierung und Nachhaltigkeit. Mechanisch stabilere und gleichzeitig günstigere Materialien könnten weitere Industrien für die additive Fertigung ansprechen. Mit noch schnellerer Produktion wird der 3D-Druck für die Massenproduktion attraktiver – dazu braucht es eine effiziente Skalierung. Bei anspruchsvollen Anwendungen in der Medizintechnik, Raum- und Luftfahrt braucht es hochpräzise Oberflächen – am besten ohne zusätzliche Nachbearbeitungsschritte. Ein ganz großes Ziel sind vollständig automatisierte Produktionslinien. Sie sollen von der Designphase über den Druck bis zur Nachbearbeitung und Qualitätskontrolle alle Prozesse nahtlos integrieren. Für eine bessere Ökobilanz braucht der 3D-Druck neben energieeffizienten Maschinen künftig vermehrt recycelbare oder biologisch abbaubare Materialien.



John Kawola

CEO Global bei
Boston Micro Systems (BMF)

1. Der Gegenwind für die Fertigung kommt von steigenden Transportkosten, Zöllen, die immer mehr zu einem Faktor werden und der abnehmenden Verfügbarkeit von Arbeitskräften für qualifizierte Guss- und Bearbeitungsprozesse. Dies sind nur einige der Hindernisse, die heute auf dem Markt bestehen.

AM kann eine Alternative sein. Eine lokale, werkzeuglose Fertigung kann Zeit und Kosten reduzieren und die Herstellung näher an den Kunden bringen. AM bietet Flexibilität für kleinere bis mittlere Stückzahlen und ermöglicht es den Herstellern, kosteneffizienter höherwertige Produktlinien mit höherem Mix zu erzeugen. AM erfordert zwar qualifizierte Mitarbeiter, aber diese sind leichter zu finden oder auszubilden, als bei anderen Fertigungsmethoden.

2. In der Konstruktions- und Designphase ist AM äußerst wertvoll, da die Ingenieure schneller iterieren können und damit die Entwicklungszeit erheblich verkürzen, die Qualität verbessern und den Nutzen erhöhen. In der Produktion schafft AM die Flexibilität, ohne lange Wartezeiten auf den Werkzeugbau in die Fertigung zu gehen.

3. KI hat das Potenzial, an mehreren Stellen zu helfen. Erstens kann KI zur Optimierung des Designs eingesetzt werden. KI kann besonders wertvoll sein, wenn Ingenieure Designentscheidungen mit vielen Variablen treffen müssen. Dann kommt man durch KI schneller zum optimalen Design. Beim Einsatz von AM kann KI optimale Materialparameter und Maschineneinstellungen vorschlagen, was mit Versuch und Irrtum viel länger dauert. Ausreichend gefüllte KI-Modelle reduzieren die Zeit für das Einrichten, Testen, erneute Testen und Optimieren der Druckprojekte.

4. Wie geschildert, hilft KI in allen Bereichen, in denen es viele Variablen gibt, schnell die beste Antwort zu finden. Auch die Entwicklung von Materialien schreitet schnell voran. Je mehr funktionelle Materialien entwickelt werden, desto mehr Endanwendungen können erschlossen werden. Der Hauptgrund dafür, dass AM nicht für eine Produktionsanwendung eingesetzt wird, liegt in fehlenden Materialien mit entsprechenden Eigenschaften.

“Die Technologie kann zudem Kosten senken, den Materialabfall minimieren und Transportwege verkürzen.”

“In der Produktion schafft AM die Flexibilität, ohne lange Wartezeiten auf den Werkzeugbau in die Fertigung zu gehen.”

innovatiQ

MEMBER OF THE ARBURG FAMILY



WAS GIBT IHRER AUTOMATION NOCH MEHR BISS?

TiQ 2 DER KOMPAKTE 3D-DRUCKER FÜR DEN EINSATZ IN DER INDUSTRIE!



BIS ZU 70% ZEIT & KOSTEN SPAREN
DURCH IHRE EIGENE 3D-DRUCK-
PRODUKTION VON WERKZEUGEN,
BETRIEBSHILFSMITTELN, TRAYS,
AUFNAHMEN, INDIV. GREIFERN U.V.M.



Alle Details, Infos,
technische Daten und
Anfrage/Kontaktdaten
direkt per QR-code
abrufbar!



+49 89 2488 986 20
info@innovatiq.com
www.innovatiq.com

1. Wie kann die additive Fertigung dazu beitragen, die aktuellen wirtschaftlichen Herausforderungen zu bewältigen?
2. Inwiefern kann die additive Fertigung die Produktivität verbessern?
3. Wie schätzen Sie das Potenzial der künstlichen Intelligenz für die entsprechenden Technologien ein?
4. Welche zukünftigen Entwicklungen in der additiven Fertigung halten Sie für besonders wünschenswert?

Sobald AM-Materialien technisch gleichwertig oder besser sind als herkömmliche Guss- oder Stangenmaterialien, werden die Anwendungsfälle in der Produktion stark zunehmen.



Armin Brüning

Geschäftsführer der
CT CoreTechnologie GmbH

1. Die Unabhängigkeit von internationalen, komplexen und sehr anfälligen Lieferketten ist ein enormer Vorteil der additiven Fertigung in puncto Wertschöpfung im eigenen Land auf dem eigenen Kontinent. Damit einher gehen kurze Transportwege und

„Kleine und sehr komplexe Kunststoff-Bauteile lassen sich heute bereits in Kleinserien durch Ink-Jetting wie dem MJF Verfahren kostengünstig herstellen.“

die Möglichkeit, Fertigung ‚on demand‘ anzubieten, also eine punktgenaue Produktion, wann und wo das Produkt benötigt wird. Das Entfallen langer Lieferketten zahlt auf eine eklatante Reduzierung des CO₂-Ausstoßes ein und reduziert die Kosten für Lagerhaltung. Eine große Chance ist auch die Möglichkeit, komplexe Produkte in geringe-

ren Stückzahlen kostengünstig herstellen zu können und damit auch individuelle ‚Customized‘-Produkte anbieten zu können.

2. Kleine und sehr komplexe Kunststoff-Bauteile lassen sich heute bereits in Kleinserien durch Ink-Jetting wie dem MJF Verfahren kostengünstig herstellen. Zum einen ist die Konstruktionsphase deutlich schneller und einfacher, weil die Berücksichtigung der Entformbarkeit des Bauteils entfällt. Weiterhin entfallen die Kosten für Werkzeugformen, das heißt die Kosten für deren Konstruktion, Fertigung, Transport, Einkauf, Koordination sowie aufwändige Tests und Bemusterung.

3. KI hat das Potenzial, an mehreren Stellen zu helfen. Erstens kann KI zur Optimierung des Designs eingesetzt werden. KI kann besonders wertvoll sein, wenn Ingenieure

Design-Entscheidungen mit vielen Variablen treffen müssen. Dann kommt man durch KI schneller zum optimalen Design. Beim Einsatz von AM kann KI optimale Materialparameter und Maschineneinstellungen vorschlagen, was mit Versuch und Irrtum viel länger dauert. Ausreichend gefüllte KI-Modelle reduzieren die Zeit für das Einrichten, Testen, erneute Testen und Optimieren der Druckprojekte.

4. Während der Weg zum Drucker durch automatische Nesting-Software und die integrierten Batch-Funktionen heute schon vollautomatisch gestaltet werden kann, gibt es beim Post-Processing noch enormes Verbesserungspotenzial. Automatisiertes Vorbereiten der Drucker und Verpacken der Bauteile ist hierbei ein Muss, um die Bauteilkosten weiter zu senken und die additive Fertigung noch wettbewerbsfähig zu machen.



Dr.-Ing. Tina Schlingmann

Regional Director EMEA,
EOS GmbH

1. Die additive Fertigung (AM) verändert grundlegend, wie Unternehmen auf globale Herausforderungen reagieren. Diese Schlüsseltechnologie ermöglicht eine dezentrale und bedarfsorientierte Produktion, verkürzt Lieferketten und optimiert die Lagerhaltung. Dadurch können Unternehmen schneller auf Marktveränderungen reagieren und ihre Abhängigkeit von globalen Lieferketten verringern. EOS spielt dabei eine zentrale Rolle, indem wir modernste AM-Technologien anbieten, die genau auf diese Anforderungen abgestimmt sind.

2. Ein Beispiel aus der Luftfahrt zeigt, wie EOS gemeinsam mit dem Kunden The Aviation AM Centre GmbH (AAMC) die Kosteneffizienz von Ersatzteilen durch den Einsatz von 3D-Drucktechnologien optimiert hat. Lokal 3D-gedruckte Flugzeugsatzteile (Kabinneninnenraum) können 30 bis 50 Prozent günstiger als OEM-Ersatzteile produziert werden, und die Vorlaufzeiten für Produktion und Logistik lassen sich von rund zwölf Wochen auf zwei Wochen oder sogar nur wenige Tage verkürzen. Beispielsweise können große Fluggesellschaften, durch die Bestellung qualifizierter 3D-gedruckter Ersatzteile deutlich schneller und flexibler auf ihr MRO-Geschäft (Maintenance, Repair, and Overhaul) reagieren können.

Dies ist nur eines von vielen Beispielen. AM steigert die Effizienz: Durch die Integration von Funktionen und Topologie-Optimierung können komplexe Baugruppen in einem einzigen Druckvorgang hergestellt werden. Dies führt unter anderem zu verkürzten Montagezeiten, geringerem Materialverbrauch und einem reduzierten Gesamtgewicht.

„Lokal 3D-gedruckte Flugzeugsatzteile können 30 bis 50 Prozent günstiger als OEM-Ersatzteile produziert werden“

3. Künstliche Intelligenz (KI) wird die AM-Technologien maßgeblich vorantreiben. KI-Algorithmen optimieren bereits Bauteilgeometrien und Druckparameter für maximale Effizienz und ermöglichen eine umfassende Prozessautomatisierung sowie die kontinuierliche Optimierung von Materialflüssen. In der Qualitätssicherung zeigen intelligente Systeme ihr Potenzial, indem sie Qualitätskontrollen in Echtzeit durchführen und Anomalien während des Druckvorgangs erkennen. Beispielsweise kann die Software EOS Smart Fusion mit Hilfe einer Wärmebildkamera lokale Überhitzungen detektieren und mit einer Anpassung der Laserleistung in der nächsten Schicht reagieren. Durch das optimierte Temperaturmanagement können Stützstrukturen reduziert, Bauzeiten verkürzt, Material eingespart und die Teilequalität verbessert werden.

4. Bei EOS sehen wir zwei zentrale Entwicklungstrends: Erstens die verstärkte Integration der additiven Fertigung in automatisierte Produktionsumgebungen, wodurch sie zum zentralen Element der Serienfertigung wird. Zweitens die Entwicklung innovativer, nachhaltiger Materialien mit verbesserten Eigenschaften, insbesondere in Bezug auf Biokompatibilität und Recyclingfähigkeit. Diese Fortschritte eröffnen neue Anwendungsfelder in Medizin und Luftfahrt und minimieren den ökologischen Fußabdruck der Produktion. So festigt die additive Fertigung ihre Rolle als Schlüsseltechnologie für die digitale und nachhaltige Produktion der Zukunft, mit EOS als führendem Anbieter.



Raffi Beglarian

EMEA 3D Printing Market Manager
for Germany, Austria, Switzerland
and CEMA bei HP

1. Die additive Fertigung bietet eine Reihe von Vorteilen für Unternehmen. Dazu gehört beispielsweise eine Just-in-Time-Produktion von Bauteilen, die auch eine Lagerhaltung überflüssig machen und damit Kosten senken. Eine höhere Automatisierung der Fertigungsprozesse federt außerdem den Fachkräftemangel ab.

Generell reduziert die additive Fertigung auch die Time-to-Market, da die Teile schneller und vor Ort hergestellt werden. Damit sind Unternehmen auch unabhängiger von möglichen Lieferengpässen oder Problemen mit Lieferketten. Firmen sind damit flexibler und wettbewerbsfähiger als in der Vergangenheit.

2. Die additive Fertigung ermöglicht Unternehmen, eine höhere Produktivität voranzutreiben. Dazu gehören die Produktion in Stückzahlen sowie die Sicherheit der Lieferketten. Kurze und sichere Lieferketten sind für Firmen notwendig, um Kunden rechtzeitig zu beliefern, aber auch um beispielsweise schnell defekte Bauteile ersetzen zu können. Denn eine dezentrale Produktion bietet Unternehmen deutliche Vorteile: Firmen können ihre Kunden schnell und problemlos beliefern. Der industrielle 3D Druck ist Wegbereiter für eine bedarfsorientierte Vor-Ort-Produktion. Die

Fertigungsmethode ermöglicht Organisationen darüber hinaus, nachhaltiger als bislang zu produzieren. Fertigungsunternehmen sind so in der Lage, auch künftig produktiv und wettbewerbsfähig zu bleiben.

3. Aus unserer Sicht hat künstliche Intelligenz (KI) ein enormes Potenzial. Zum einen lassen sich Produktionsschritte automatisieren. Gleichzeitig kann KI einen wesentlichen Beitrag zur konstruktiven Optimierung von Bauteilen und zur Beschleunigung der Produktentwicklung liefern. Bereits heute wird die KI in vielen Bereichen erfolgreich eingesetzt. Den vollen Umfang des KI-Potenzials lässt sich derzeit nur erahnen.

4. Künstliche Intelligenz ist sicherlich eine der Technologien, die die additive Fertigung in den nächsten Jahren signifikant beeinflussen werden. Neben technologischen Innovationen ist aber auch die höhere Nachhaltigkeit eine positive Entwicklung der additiven Fertigung. Bauteile werden nur in der benötigten Anzahl gefertigt, das überschüssige Pulver wird wiederverwendet. Somit lässt sich unnötiger Abfall vermeiden. Additive Manufacturing überzeugt aber auch durch einen deutlich geringeren Energieverbrauch dank leichter Bauweise.

“Die additive Fertigung ermöglicht Unternehmen, eine höhere Produktivität voranzutreiben.”



David Schlauer

Leitung Marketing & Vertriebsinnendienst Mark3D GmbH

1. Die additive Fertigung ermöglicht es Unternehmen, ihre Produktionsketten flexibler zu gestalten und Kosten zu reduzieren. Durch lokale Fertigung entfallen lange Lieferwege, und Lagerbestände können minimiert werden. Stichwort: digitales Lager. Zudem kann man auf Marktveränderungen schneller reagieren, indem man Produktionslinien kurzfristig anpasst. Dazu können nun Bauteile, die aktuell unwirtschaftlich auf der CNC-Fräse hergestellt wurden, häufig bereits mit der richtigen Technologie gedruckt werden. Das Ergebnis: Einsparungen bei Material, Zeit und Kosten.

2. Der industrielle 3D-Druck führt zu einer erheblichen Effizienzsteigerung. Hier ein Beispiel eines Kunden: Anstatt Werkzeuge und Vorrichtungen langwierig und kostenintensiv zu fräsen, werden diese heute direkt als funktionsfähige Bauteile mit dem industriellen 3D-Druck gefertigt. So finden die Materialbeschaffung, die NC-Programmierung und das Fräsen bereits in der Konstruktion statt. Das 3D gedruckte Bauteil ist in der Fertigung sofort montagefertig. So werden Vorrichtungen mit dem Markforged 3D-Drucker bis zu 75 Prozent günstiger gefertigt, als Sie es mit Frästeilen hätten lösen können. Unternehmen sparen Wo-

“Der industrielle 3D-Druck führt zu einer erheblichen Effizienzsteigerung.”

1. Wie kann die additive Fertigung dazu beitragen, die aktuellen wirtschaftlichen Herausforderungen zu bewältigen?
2. Inwiefern kann die additive Fertigung die Produktivität verbessern?
3. Wie schätzen Sie das Potenzial der künstlichen Intelligenz für die entsprechenden Technologien ein?
4. Welche zukünftigen Entwicklungen in der additiven Fertigung halten Sie für besonders wünschenswert?

chen an Produktionszeit und verringern so Ausfallzeiten, wodurch die Produktivität steigt.

3. KI bietet enormes Potenzial für die Additive Fertigung, insbesondere in der Optimierung von Designs und der Automatisierung von Prozessen sowie die FEM-Analyse. Die KI-Lösung von Markforged wird mit jedem Teil intelligenter, das heißt, sie lernt mit der zunehmenden globalen Produktion und verbessert zukünftige Bauteile. Des Weiteren kann KI-Produktionsfehler frühzeitig erkennen und Konstruktionspläne für maximale Effizienz verbessern. So könnten in Zukunft Bauteile noch stabiler und leichter produziert werden, während gleichzeitig Material- und Energieeinsatz gesenkt werden.

4. Eine besonders wünschenswerte Entwicklung ist die Erweiterung des Materialportfolios, um neue Einsatzmöglichkeiten zu erschließen. Die Kombination Endlosfasern wie Carbon mit innovativen Werkstoffen könnte die Bauteilfestigkeit weiter steigern. Spannend ist auch die Integration von maschinellem Lernen in den 3D-Druck, um noch präzisere und effizientere Komponenten herzustellen. Zudem wären einheitliche Standards für Qualität, Festigkeit und andere wichtige Eigenschaften in der additiven Fertigung ein entscheidender Fortschritt, um eine noch breitere industrielle Akzeptanz zu fördern.



Daniel Cohn

Managing Director & 3DP
Lead EMEA bei Protolabs

1. Fehlende Ersatzteile, gestörte Lieferketten oder kaum einzuhaltende Iterationszeiten für neue Produkte – die Wirtschaft steht vor einer Vielzahl an Herausforderungen, denen mit herkömmlichen Mitteln kaum zu begegnen ist und durch die Wachstum und Konkurrenzfähigkeit hierzulande beeinflusst werden. Nicht nur, aber besonders für die genannten Herausforderungen stellt die additive Fertigung eine herausragende Lösung dar, die Geschwindigkeit, Effizienz und Flexibilität unter sich zu vereinen versteht und zugleich das Potenzial bietet nie dagewesene Strukturen und Designs zu verwirklichen. Selbstredend muss hierzu aber

*Kunststoffbauteile
lassen sich kosten-
günstig fertigen.*



auch die Expertise im Umgang mit industriellem 3D-Druck vorhanden sein – gebündelt kann man diese etwa bei Protolabs vorfinden, da die additive Fertigung eine unserer Kerntechnologien darstellt.

2. Vor kurzem haben wir bei Protolabs einen neuen Service eingeführt: DLS by Carbon 3D. Es handelt sich dabei um eine neue Art der additiven Fertigung, die die schnelle Serienfertigung von steifen Bauteilen in Produktionsqualität ermöglicht. Kurz: Wir stellen Bauteile – etwa zur Unterstützung von technischen Lösungen im Bereich der erneuerbaren Technologien, – her, die direkt im Endprodukt genutzt werden können – besonders stolz sind wir hier auf unseren Beitrag zur Herstellung von Brennstoffzellen. Für Designer und Ingenieure ist dies eine enorme Erleichterung und spart Zeit und Geld – und zugleich verkürzt sich die Zeit zur Markteinführung eklatant. Ein Blick auf diese und die Innovationen der vergangenen Jahre zeigt: Die Zeit für neue Innovationen auf diesem Feld ist noch lange nicht vorbei – und wir freuen uns diesen Wandel mitgestalten zu dürfen!

“Die Zeit für Innovationen auf diesem Feld ist noch lange nicht vorbei – und wir freuen uns diesen Wandel mitgestalten zu dürfen!”

3. Wenn man lange Zeit immer wieder an die Vorzüge der additiven Fertigung erinnert hat, dann ist es erstaunlich wie ähnlich revolutionär KI mittlerweile diskutiert wird: höhere Effizienz, Geschwindigkeit und geringere Kosten. Ganz klar wird KI auch auf die additive Fertigung Auswirkungen haben – insbesondere im Bereich des Designs von Bauteilen und bei der Anpassung an unterschiedliche Verfahren. Auch wir bei Protolabs nutzen bereits Algorithmen, um die Angebotserstellung zu vereinfachen und bestmögliche Kostenszenarien für unsere Kunden zu erstellen oder im Rahmen unserer DFM (Design for Manufacturing) Analyse vollautomatisch Teile auf ihre Herstellbarkeit zu prüfen. Gleichzeitig muss KI sich an vielen Stellen noch beweisen – es bleibt also spannend.

4. Einerseits muss man die Klassiker nennen: Biomaterialien, neue, kombinierbare Materialien oder auch neue Druck- und Fertigungsverfahren. Zugleich ist aber eine Entwicklung zentral für die Zukunft der additiven Fertigung: die Normalisierung des 3D-Drucks als Standardtechnologie,

die bereits beim Design im Hinterkopf eines jeden Verantwortlichen vorhanden ist. Durch diese Art der Normalisierung würde ein viel breiteres Anwendungsfeld erschlossen werden, und Projekte könnten schneller und effizienter zu einem erfolgreichen Abschluss kommen.



Dr. Max Siebert

Mitgründer und CEO
von Replique

1. Steigende Produktionskosten und gestörte Lieferketten fordern von Unternehmen mehr Flexibilität und Diversifizierung. Der Rückgang traditioneller Firmen wie z.B. Gießereien verstärkt diesen Bedarf. Additive Fertigung (AM) bietet eine effiziente Lösung, da sie dezentrale und ortsunabhängige Produktion ermöglicht und somit die Abhängigkeit von globalen Lieferketten reduziert. So hilft die On-Demand-Produktion mit schneller Wiederbeschaffungszeit, Engpässe zu vermeiden. Digitale Lagerlösungen senken zusätzlich die Kapitalbindung, indem Designs nur bei Bedarf gefertigt werden. Damit sinken Lagerkosten und das Risiko von Überbeständen. Diese Flexibilität ist entscheidend, um wirtschaftlichen Unsicherheiten zu begegnen und rasch auf Veränderungen zu reagieren.

2. Ein Vorteil des 3D-Drucks liegt in seiner Vielseitigkeit: Eine Maschine kann für viele Produkte eingesetzt werden, ohne spezielle Formen oder Werkzeuge. Damit eignet sich die additive Fertigung besonders gut für Kleinserien und Prototypen, die schneller und kostengünstiger umgesetzt werden können. So führte unser Kunde RehaMedPower beispielsweise für seinen neuen Elektrorollstuhl RP1 mehr als 25 Teile über AM ein, vom Prototypen bis zur Serie, und konnte damit die Entwicklungskosten um 60 Prozent sowie die Entwicklungszeit um 30 Prozent reduzieren. Auch im Bereich Ersatzteile steigt die Effizienz: Für MAN konnten wir zum Beispiel dringend benötigte Metallteile für einen Diesel-Marinemotor binnen Wochen produzieren und teure Ausfallzeiten vermeiden. In beiden Fällen konnte die teure Produktion von Formen gespart werden.

“Ein Vorteil des 3D-Drucks liegt in seiner Vielseitigkeit.”

3. Das Potenzial von KI in der additiven Fertigung ist groß. KI kann generative Designs entwickeln, die funktional und materialeffizient sind. Während der Produktion analysiert sie Echtzeitdaten und passt Druckparameter an, um die Qualität zu verbessern und Ausschuss zu reduzieren. In Kombination mit Predictive Maintenance eröffnet KI völlig neue Möglichkeiten.

4. Die Zukunft der additiven Fertigung liegt in der Industrialisierung und Automatisierung. Eine größere Materialvielfalt ist wünschenswert, um die Technologie in neuen Branchen, insbesondere mit hohen Regulierungen, einzusetzen. Verbesserte Skalierbarkeit macht AM auch für größere Serien wirtschaftlich. Die Automatisierung des gesam-

ten Produktionsprozesses, von der Datenverarbeitung bis zur Nachbearbeitung, ist ein zentrales Ziel. Besonders spannend ist die Kombination von KI und 3D-Druck, die diese Entwicklungen weiter vorantreiben wird.



Nikolaus Mroncz

Sales
Engineer Xometry Europe

1. Ein höheres Innovationstempo und mehr Effizienz sind gerade in der Krise essenziell. Wer schneller am Markt ist, kann sich in einem harten Umfeld gegenüber der Konkurrenz besser behaupten. Die additive Fertigung bringt Tempo in die Produktion; inzwischen ist sogar die Serienfertigung im 3D-Druck möglich. Hersteller können damit schneller auf geänderte Kundenbedürfnisse eingehen und Lieferketten wieder schließen. Besonders einfach und schnell funktioniert die additive Fertigung in Kombination mit einer Produktionsplattform. So vermitteln wir bei Xometry meist innerhalb von Stunden einen Hersteller aus unserer riesigen Datenbank.

2. Bauteile können mit deutlich weniger Designeinschränkungen hergestellt werden. In den herkömmlichen Fertigungsverfahren wären sehr komplexe Konstruktionen gar nicht oder nur schwer zu realisieren. Diese Designflexibilität ebnet den Weg für viele Innovationen, etwa leichtere Bauteile. Zudem ermöglichen moderne 3D-Drucktechnologien Teile aus mehreren Materialien, die über individuelle Eigenschaften wie elektrische Leitfähigkeit und variable Festigkeit verfügen. Damit spielen sie eine wichtige Rolle bei der Entwicklung von sicheren, leichteren, schnelleren und effizienteren Maschinen der Zukunft.

3. Das Potenzial ist riesig, etwa für die automatische Orientierung der Teile im Drucker. Wäre diese möglich, können wir mit deutlich weniger oder sogar gar keinem Supportmaterial arbeiten. Bislang platzieren die Fertiger Bauteile noch manuell in der Maschine. Daher ergeben sich unterschiedliche Qualitätsstufen für die fertigen Produkte. Eine Automatisierung würde identische Druckergebnisse liefern. Allerdings sind für den Einsatz von KI riesige Mengen von verlässlichen Daten notwendig. Diese Daten liegen bei den Fertignern und werden bislang kaum genutzt.

4. Einige Hersteller von Druckersystemen arbeiten bereits an einer automatischen Platzierung. So gibt es Konzepte für Metallteile ohne Supportstrukturen. Das wäre ein Riesenschritt, denn bei Metallen ist die Rauigkeit an den Supportstellen deutlich höher. Die Teile sehen daher nicht so gut aus und müssen manuell geschliffen werden. Für eine automatische Platzierung muss die Software wissen, wie Bauteile optimal angeordnet werden. Es ist wohl nur eine Frage der Zeit, bis es genügend Daten aus dem 3D-Druck gibt, um diese Schritte zu implementieren und sogar auszuweiten. *anm* ◀

“Bauteile können mit deutlich weniger Designeinschränkungen hergestellt werden.”

Schneller von der Idee auf den Markt

Anwendungsoptimierte Produktdesigns nahezu auf Knopfdruck? Ein datengetriebener Design-Konfigurator macht es möglich. Er unterstützt Fachkräfte in der Produktentwicklung, indem er Konstruktionsaufwände deutlich reduziert. Entwickelt im Rahmen des HaPi-Pro2-Projekts erzeugt er minutenschnell optimierte Designvarianten von E-Maschinen-Komponenten.

VON YVONNE DOBRZANSKI-ESSER UND CARSTEN PUTZ

Konzipieren, entwerfen, ausarbeiten und von vorn – die Produktentwicklung ist geprägt von aufwändigen Iterationen und zeitintensiven manuellen Anpassungen. Schon geringfügige Änderungen in den Randbedingungen können das gesamte Design beeinflussen und den Entwicklungsprozess wieder auf Anfang setzen. Hier setzt der Design-Konfigurator an: Konstrukteure steuern das digitale Assistenzsystem durch Eingabe anwendungs- und fertigungsspezifischer Parameter, wie Bauraum und Zielgröße, gegen die optimiert werden soll, und er-

halten innerhalb weniger Minuten automatisch anwendungsoptimierte Designvarianten.

Design-Konfiguratoren im Detail

Ein Design-Konfigurator ist produktspezifisch und basiert auf einem Algorithmus, bestehend aus verknüpften logischen, mathematischen und geometrischen Operatoren, der das Bauteildesign funktionsweise widerspiegelt. Durch die Kombination der genannten Operatoren werden desi-

gnrelevante Eigenschaften und produktionstechnische Randbedingungen und Restriktionen in Form digitaler textueller Informationen, beispielsweise Datenblättern oder Anforderungslisten, verarbeitet. Diese Informationen können analytisch durch mathematische Modelle, numerisch durch Simulationen oder empirisch durch Versuche erzeugt werden. Der Algorithmus generiert nach Bereitstellung der Informationen unter Berücksichtigung der Randbedingungen ein 3D-Modell. Neben dem digital generierten 3D-Modell können zudem erreichte Eigenschaften der einzelnen Funktionen, wie maximal benötigte Bauräume oder erreichte Wärmeübergänge, ausgegeben werden. Diese Funktionalität reduziert den manuellen Aufwand und verkürzt die Iterationszyklen drastisch, sodass sich das Produktdesign schneller an sich ändernde Randbedingungen anpassen lässt.

Einsatz in der E-Mobilität

Die allgemeine Methode zur Entwicklung und Implementierung datengetriebener Design-Konfiguratoren, wurde im Rahmen des Projekts „Produkt- und Produktionskonzepte für die variantenflexible Hairpin-Statorproduktion“ (HaPi-Pro2) angewandt und validiert (Bild 1).

In diesem Kontext wurden Design-Konfiguratoren für das automatisierte Design von Wicklungskomponenten der stromführenden Kupferspulen von Elektromotoren und von Werkzeugen zur Produktion dieser erfolgreich eingesetzt, unter anderem für optimierte Stromschienendesigns (Bild 2). Zur Ent-

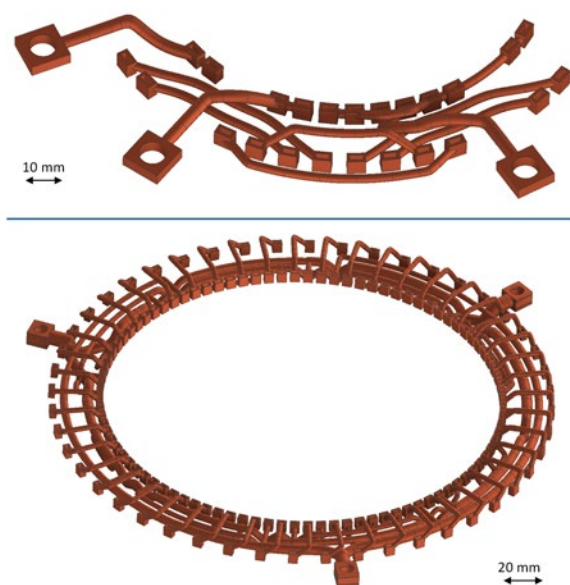
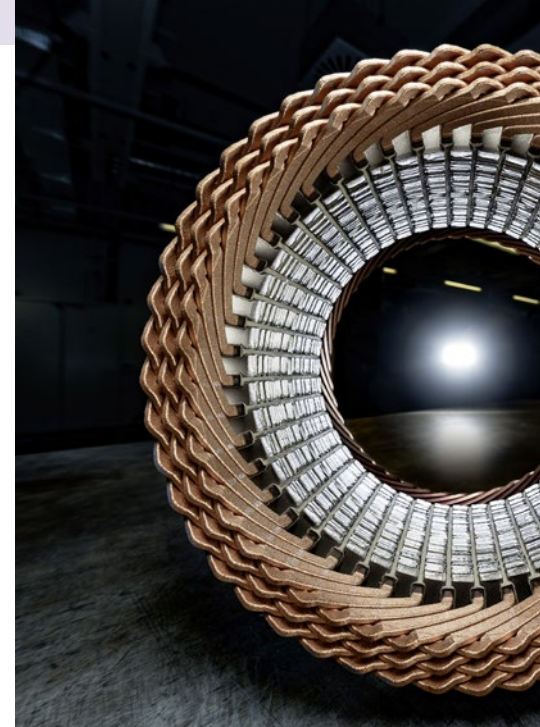


Bild 2: Ergebnisse der automatisch generierten Designs der Stromschienenbaugruppe des KFZ- (oben) und NFZ-Stators (unten).



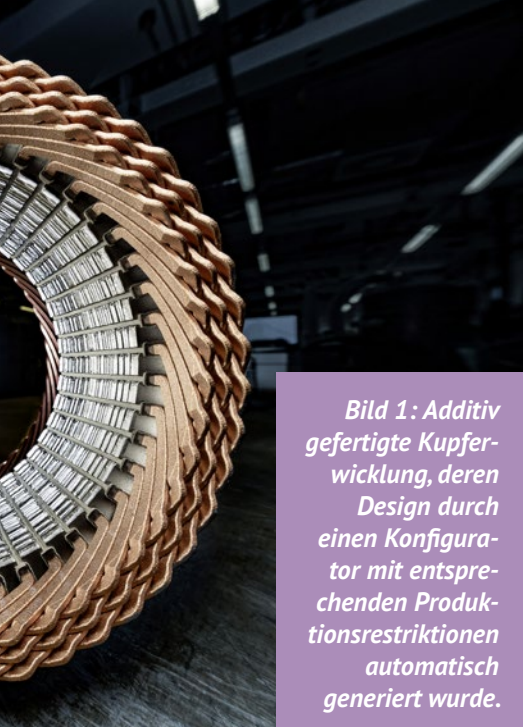


Bild 1: Additiv gefertigte Kupferwicklung, deren Design durch einen Konfigurator mit entsprechenden Produktionsrestriktionen automatisch generiert wurde.

wicklung des initialen Designs wurden lediglich der zur Verfügung stehende Designraum sowie Punkte vorgegeben, die durch eine Stromschiene verbunden werden sollen. Ein numerischer Optimierungsalgorithmus zur Berechnung kürzester Pfade und zur Kollisionsdetektion, die den Designraum einschränkt, wird bei der Designgenerierung verwendet. Zusätzlich berücksichtigt das Design Produktionsrestriktionen in Abhängigkeit vom ausgewählten Fertigungsverfahren; hier Restriktionen und Randbedingungen von Umformverfahren sowie additiven Fertigungsverfahren (Bild 3).

Der Aufwand für das Konzipieren und Entwerfen der initialen Designs der Wicklungskomponenten konnte von zwei Wochen auf etwa zwei Minuten reduziert werden. Die Ausarbeitung der finalen Wicklungsdesigns, einschließlich Prototyping, zur Vorbereitung des Serienproduktions-Ramp-ups konnte von 6–9 Monaten auf etwa 2–3 Monate verkürzt werden.

Innovationspotenziale

Die Einführung digitaler Assistenzsysteme wie produktspezifischer Design-Konfiguratoren ist nicht nur vorteilhaft; sie wird zunehmend unabdingbar angesichts des Fachkräftemangels in Ingenieursberufen und den dynamischen Marktanforderungen. Der Design-Konfigurator ermöglicht es Konstrukteuren, sich auf wissensintensive Aspekte ihrer Arbeit zu konzentrieren. Mit dem Fokus auf kreative Problemlösungen können sie ihre Expertise gezielter einsetzen und somit die Innovationskraft ihres Unternehmens verbessern.

Die zugrunde liegende Methode für die Entwicklung und Implementierung produktspezifischer Design-Konfiguratoren kann auf nahezu alle Anwendungsfälle über zahlreiche Industrien hinweg angepasst werden – überall dort, wo es spezifische Designanforderungen komplexer Produkte und Produktionsparameter zu berücksichtigen gilt, um maßgeschneiderte Lösungen zu entwickeln. Dies umfasst Bereiche wie Automobilindustrie, Medizintechnik, Maschinenbau und weitere Sektoren, in denen innovative Produkte schnell und kosteneffizient realisiert werden sollen. Schon jetzt wird der Design-Konfigurator zur Optimierung von Wärmemanagementkomponenten, hydraulischen Verbindungselementen sowie Halterungen und medizinischen Implantaten eingesetzt.

Zukunftsaussichten

Die Digitalisierung eröffnet neue Wege in der Produktentwicklung – sowohl in der konventionellen Fertigung als auch

Mit der Berufung von Prof. Johannes Heinrich Schleifenbaum wurde der Lehrstuhl Digital Additive Production DAP im August 2016 an der RWTH Aachen gegründet. Für ein nachhaltiges Morgen erforschen und entwickeln mittlerweile mehr als 110 motivierte und talentierte Mitarbeiter*innen in einem starken Netzwerk die Zukunft der Digitalisierung sowie der Additiven Fertigung (engl. Additive Manufacturing [AM]): von der Digitalisierung und Vernetzung der Produktion über die Materialien und Fertigung bis hin zur Nachbearbeitung und Qualitätssicherung. Die Erkenntnisse dieser Forschungsarbeiten bilden den Grundstein zur nachhaltigen Implementierung der Digitalisierung und additiven Fertigung in das industrielle Umfeld.

in vergleichbar neuen Produktionstechnologien wie der Additiven Fertigung. Mit datengetriebenen Design-Konfiguratoren lassen sich die Potenziale dieser digitalen Transformation in physische Vorteile umwandeln: Ressourcen können gezielt eingesetzt und Produktdesigns nahezu per Knopfdruck anforderungsspezifisch optimiert werden, um am Einsatzort wiederum ressourceneffizient zu arbeiten. Der Einsatz von Design-Konfiguratoren im HaPiPro2-Projekt zeigt, wie automatisierte Prozesse Entwicklungszyklen verkürzen und die Qualität verbessern können. Es wird erwartet, dass die Time-to-Market durch den Design-Konfigurator um 30–50 Prozent reduziert werden kann.

Das Projekt wurde durch das Ministerium für Wirtschaft, Industrie, Klimaschutz und Energie des Landes Nordrhein-Westfalen gefördert und vom Projektträger Jülich (PTJ) betreut. *anm* ◀

Die Autoren: Carsten Putz, M. Sc., Gruppenleitung Data Driven Design, und Yvonne Dobrzanski-Esser, PR-Managerin, Gruppe Shared Services an der RWTH Aachen University, Lehrstuhl Digital Additive Production DAP.

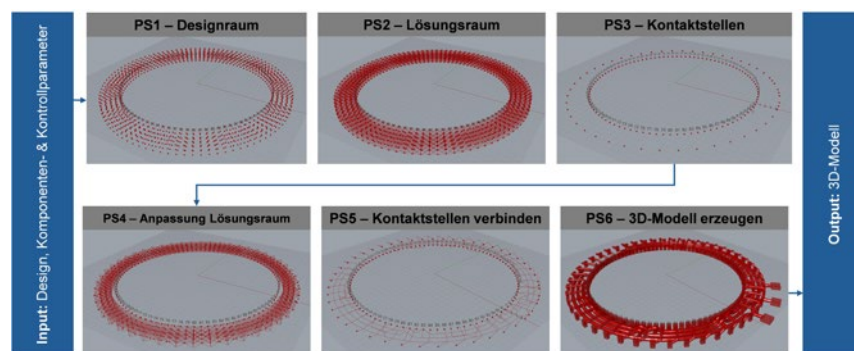


Bild 3: Einzelne Schritte des Design-Algorithmus zur automatisierten Designgenerierung.



Die Nachfrage vieler Kunden ändert sich immer schneller, oft angetrieben von Social Media und E-Commerce. Um mithalten zu können, müssen Hersteller neue, flexible Prozesse und Technologien einsetzen. Hier gewinnt der 3D-Druck zunehmend an Bedeutung.

VON NIKOLAUS MRONCZ

Wie 3D-Druck die Produktion wirtschaftlicher macht

Mit dem 3D-Druck lassen sich damit Maschinen-, Format- und Ersatzteile deutlich schneller produzieren. Besonders bei komplexen Bauteilen ergibt sich zudem ein besseres Preis-Leistungs-Verhältnis als mit traditionellen Technologien.

Die additive Produktion ermöglicht zudem bislang undenkbbare Konstruktionslösungen. Zu den zahlreichen positiven Effekten zählen die Optimierung des Designs, die bessere Absicherung von Lieferketten sowie technische Vorteile. Es ist also nicht mehr nur eine technologische Frage, ob 3D-Druck im Unternehmen eingesetzt wird. Zunehmend geht es auch um die Wirtschaftlichkeit des gesamten Betriebs. Der richtige Einsatz additiver Technologien kann die Effizienz ge-

rade im produzierenden Mittelstand deutlich steigern.

Dabei verläuft die Entwicklung rasant: Innerhalb von wenigen Jahren sind die Produktionspreise für 3D-Druckteile deutlich gesunken. Es wird deshalb immer erschwinglicher, die additive Produktion anstelle von traditionellen Verfahren wie etwa dem Spritzguss einzusetzen. Auch die Qualität der 3D-Druckteile hat sich signifikant verbessert. Vor allem in Verbindung mit geeigneten Nachbearbeitungsverfahren sind die Ergebnisse inzwischen hervorragend.

Vorteile des 3D-Drucks ohne eigene Investitionen nutzen

Dabei müssen sich Anwender nicht einmal selbst teure Drucker anschaffen. Auch in der Produktion setzt sich immer mehr ein Prinzip durch, das im Handel (Amazon) oder in der Mobilität (Uber) längst verbreitet ist: Die Plattform-Ökonomie, also die automatisierte Vermittlung von Aufträgen. Sie ersetzt heute auch herkömmliche Wege zur Vergabe von Produktionsaufträgen. Wie dynamisch dieser Trend ist, zeigt Xometry, eine der weltweit größten Produktionsplattformen. Deren Umsatz stieg allein im zweiten Quar-

tal 2024 um 25 Prozent – während die Wirtschaft allgemein meist stagnierte oder sogar schrumpfte. Jährlich wächst Xometry um etwa 30 Prozent, in Europa und Asien sogar um bis zu 81 Prozent – und das seit Jahren, unbeeinträchtigt von Wirtschaftskrisen.

Auf einer derartigen Plattform können auch kleinere Unternehmen vom 3D-Druck profitieren, ohne selbst teure Maschinen zu besitzen. Ein PC genügt, auf dem ein CAD des gewünschten Bauteils hochgeladen wird. Nach Eingabe von Material, Menge und weiteren Anforderungen erstellt die Plattform innerhalb von Sekunden einen Preisvorschlag. Gefällt dieser, vergibt der Einkäufer oder Entwickler den Auftrag per Klick an einen Betrieb, den die Maschine unter 2000 zertifizierten Zulieferern ermittelt hat. Auch Abwicklung und Versand erfolgen automatisch über die Plattform – einfacher lässt sich der 3D-Druck kaum nutzen.

Wenn es schnell gehen muss

Die technischen Möglichkeiten für Ingenieure sind dabei nahezu unbegrenzt, denn es werden hunderte Materialien und Dutzende von Technologien vermittelt – vom Blechschneiden bis zum neuesten 3D-Druck. Gerade,



3D-gedruckte Elektronikbauteile.

wenn es schnell gehen muss, ist eine Produktionsplattform deshalb oft unverzichtbar geworden. Autohersteller bestellen über Xometry zum Beispiel Teile für ihre Produktionsanlagen, der Maschinenbau lässt spezielle Tools bauen. Die Elektronikbranche gibt maßgeschneiderte Gehäuse für neue Produkte in Auftrag. Eigentlich nutzt inzwischen jede Branche diese moderne Einkaufsmöglichkeit.

Besonders wertvoll wird eine High-Tech-Plattform wie Xometry für Entwickler durch die Möglichkeit, schnell geänderte Wünsche zu berechnen. Ein anderes Material, eine neue Bearbeitungstechnik – die Plattform liefert in Sekunden den entsprechenden Preis. Kein wochenlanges Warten mehr auf das neue Angebot, denn auf der Produktionsplattform lenken digitale Abläufe und künstliche Intelligenz das Zusammentreffen von Herstellern und Firmen. Diese Verteilungsprozesse steigern die Effizienz der Beschaffung. So nutzen auch die Hersteller ihre Maschinen besser aus.

Immer größere Serien werden wirtschaftlich

Besonders häufig wird der 3D-Druck bislang zwar für die Herstellung von Prototypen verwendet. Sein Spektrum ist aber wesentlich größer. Wer einige Regeln beachtet, kann inzwischen sogar in die additive Serienfertigung einsteigen. 3D-Druck bringt Tempo in Entwicklung und Produktion und ermöglicht damit eine schnellere Marktreife von Innovationen. Zudem sinken die Lagerkosten, wenn Bauteile On-Demand gefertigt werden. Vor allem Entwickler lieben die neue Freiheit in der Geometrie, die ihnen völlig neuartige Konstruktionen ermöglicht.



Zahnprothese aus Cobalt-Chrom.



Zu den beliebtesten Druckverfahren gehört MJF (Multi Jet Fusion).

Grundsätzlich unterscheidet man zwei Gruppen von geeigneten 3D-Materialien: Kunststoffe, die mit den Verfahren FDM, SLS, SLA, Carbon DLS, MJF gedruckt werden. Und Metalle, die sich mit DMLS verarbeiten lassen. Dabei verläuft der Fortschritt rasant. So ist etwa das populäre thermoplastische Polyurethan (TPU) heute chemisch glättbar, was vor einem Jahr noch undenkbar schien. So verbessert sich die Produktqualität kontinuierlich.

Zu den beliebtesten Drucktechnologien gehören SLS und MJF in Verbindung mit dem Nylon PA12. Je nach Geometrie und weiteren Parametern sind beide Verfahren inzwischen ähnlich günstig und liefern auch vergleichbare Ergebnisse. Allerdings kann MJF keine Volumina drucken. Möglich ist eine Wandstärke bis etwa sieben Millimeter, darüber muss das Teil hohl geplant werden. Ohnehin sind aber die meisten 3D-Teile auf niedrigeres Volumen ausgelegt. Das geringe Gewicht ist ja eines der Hauptargumente für die additive Fertigung.

Geometrie-Freiheit und vielfältige Materialien

Ob Werkzeugbau oder Medizingeräte, Lager oder Halterungen: Gedruckt wird heute, was benötigt wird. Und das sind durchaus Teile, die hohe Belastungen aushalten müssen. Dabei kommt es nicht nur auf die Materialwahl an. Auch Design, Druckereinstellung und Nachbearbeitung beeinflussen die Festigkeit additiv erstellter Bauteile.

Einige Anforderungen kann nur die additive Fertigung erfüllen. Neben der fast völligen Geometrie-Freiheit sind das konstante Toleranzen von bis zu 0,1 Prozent. Auch die große Vielfalt an Materialien wie Polymere, Silikone

und Metalle garantieren den Einsatz für fast jede Anwendung.

Selbst beim 3D-Druck von Metallen werden hervorragende Oberflächen erreicht, etwa mit Titan. Für Kunststoffteile ist mit einer chemischen Nachbehandlung die Veredelung möglich. Aluminium, Kobalt-Chrom, Stahl, Edelstahl, Inconel, Titan: Aus ihnen entstehen unter anderem Zahn- oder orthopädische Implantate, Gasturbinen, Druckgusswerkzeuge oder Ersatzteile für Autos. Meist werden Legierungen verwendet, die den Materialien spezielle Eigenschaften geben. So enthält Al-Si10Mg neben Aluminium auch Silizium und Spuren von Magnesium sowie Eisen. So wird das Material gut leitfähig für Wärme und Strom. Sogar in der Luft- und Raumfahrt wird gerne gedruckt, meist mit einer Mischung aus Chrom, Nickel, Kupfer und Stahl (Edelstahl 17-4PH). Sie ergibt jene Zugfestigkeit und Steifigkeit, die es in High-Tech-Industrien braucht.

Einige Beispiele aus der Industriepraxis

Folgende Anwendungen wurden mit Xometry umgesetzt: Ein Hersteller von Transportsystemen benötigte einzelne Teile in Geometrien, die es nicht als Standard gab. Darunter waren Abweiser, Kantenschutz und Vibrationsdämpfer für die Transportbahnen. Die benötigte Stückzahl war für die Herstellung im Spritzguss zu niedrig, daher wurden die Teile additiv in SLS und MJF in Auftrag gegeben. Der große Vorteil zeigte sich, als zu hohe Vibrationsgeräusche die Auslieferung von Förderanlagen gefährdeten: In nur einer Woche vermittelte Xometry Europe die Produktion von 4.100 Vibrationsdämpfern für Schrauben.

Ein Hersteller von Flottenmanagementsystemen setzt den MJF 3D-Druck für die Gehäuse seiner Elektronikkomponenten ein. Die Technologie garantiert eine sehr kurze Lieferzeit. Bei den Gehäusen können die Gewinde in einem Arbeitsgang mitgedruckt werden. Sie müssen nicht mehr extra gefräst werden, was Zeit spart. *anm* ◀

Der Autor, Nikolaus Mroncz, ist Head of Sales Engineering bei Xometry Europe.

Quickparts hat sechs Kompetenzzentren auf der ganzen Welt mit einem breiten Netzwerk aus geprüften, qualifizierten und zertifizierten Produktionspartnern.



Passgenaue Angebote

Quickparts, ein Anbieter für die kundenspezifische Fertigung, hat ein neues Online-Tool vorgestellt. Es trägt dazu bei, den Bestellprozess für die Serienfertigungslösungen zu optimieren.

Das neue Online-Softwaretool des Fertigungsspezialisten Quickparts, das über das Quickparts-Portal QuickQuote verfügbar ist, richtet sich insbesondere an Kunden mit großen oder komplexen Projekten, hauptsächlich mit CNC-Bearbeitung, im Spritzguss und in der additiven Fertigung.

Vereinfachte Vorgaben für die Serienfertigung

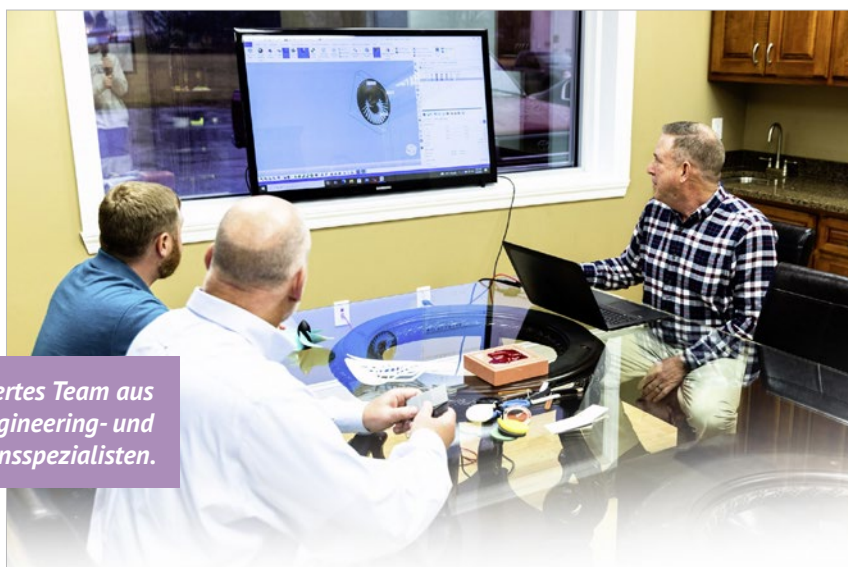
Über das neue Online-Tool können Kunden auf einfache Weise Anfragen für Volumenfertigungsprojekte ein-

reichen. Über die benutzerfreundliche Oberfläche lassen sich Dateien hochladen und danach Details angeben. Dazu gehören beispielsweise der vorgesehene Produktionsplan, die Lieferzeiten, Qualitätsanforderungen, Designspezifikationen, Werkstoffe, Zulassungsanforderungen und bevorzugte Prozesse. Dieser Ansatz aktiviert sofort die Reaktion eines Projektteams, das die Erfordernisse des Projekts weiter diskutiert und versucht, maßgeschneiderte Angebote und Lösungen zu erarbeiten, die perfekt auf die Anforderungen des Kunden abgestimmt sind.

Quickparts setzt auf Serientauglichkeit

In den letzten Monaten hat der Anbieter seinen Fokus verstärkt auf die Volumenfertigung gesetzt und kann seinen Kunden somit umfassende Fertigungsdienstleistungen offerieren, die den gesamten Produktlebenszyklus abdecken und durchgängig vom Prototyping bis zur Serienproduktion reichen. Die Qualitätskontrollmaßnahmen entwickelt Quickparts ständig weiter, um sicherzustellen, dass die Teile jederzeit die Erwartungen erfüllen. Zu den Fertigungsdienstleistungen des Unternehmens gehören

- **Vollständiger Produktlebenszyklus-Support:** Quickparts bietet nahtlose Unterstützung über den gesamten Produktlebenszyklus, vom ersten Entwurf und der Erstellung eines Prototypen bis zur Serienproduktion.
- **Dediziertes Projektmanagement und ein spezialisiertes Expertenteam:** Jedem Projekt wird ein eigener Programm-Manager zugewiesen, der eine klare Kommunikation und kompetente Beratung während des gesamten Herstellungsprozesses gewährleisten soll. Dabei arbeitet das Quickparts-Team permanent eng mit den Kunden zusam-

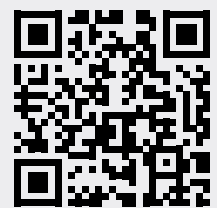


Ein engagiertes Team aus Projekt-, Engineering- und Produktionsspezialisten.

NEWS LETTER

öffnen

AUGEN



**Sichern Sie sich jetzt
Ihren wöchentlichen kostenfreien
Newsletter!**

[www.autocad-magazin.de/
newsletter/](http://www.autocad-magazin.de/newsletter/)

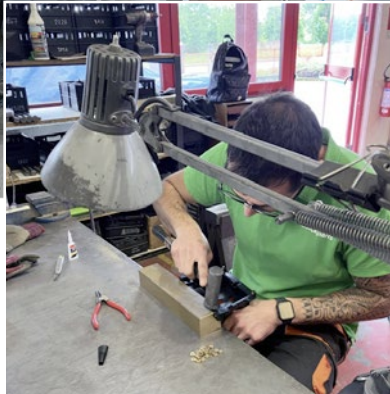
AUTOCAD

Konstruktion, Simulation, Generatives Design und Digitale Fabrik

MAGAZIN

**WIN
VERLAG**

*Der Fertigungs-
anfrageprozess
wurde für kom-
plexe Anforderun-
gen und Großse-
rien optimiert.*



*Die Qualitätskontrollmaßnah-
men werden ständig weiter-
entwickelt, um sicherzustellen,
dass die Teile jederzeit die
Erwartungen erfüllen.*



*Bei jedem Projekt wird stan-
dardmäßig ein fertigungsge-
rechtes Design (DfM) geliefert.*

men, von der ersten Beratung des Konzepts über die Prototypenstellung bis hin zur Produktion und zum laufenden Support für Produktverbesserungen.

- **Individuelle Fertigungslösungen:** Quickparts weiß, dass jedes Projekt einzigartig ist. Das Expertenteam des Unternehmens kooperiert mit jedem Kunden, um eine maßgeschneiderte Fertigungsstrategie zu entwickeln, die dessen spezifischen Anforderungen entspricht.

- **Weltweite Fertigungskapazität:** Mit sechs eigenen Produktionsanlagen an Standorten auf der ganzen Welt sowie einem Netzwerk von geprüften Fertigungspartnern verfügt Quickparts über die Kapazität, auch anspruchsvolle Serienprojekte zu bewältigen.

- **Qualitätssicherung:** Qualitätssicherungsprozesse in jeder Phase der Produktion gewährleisten, dass jedes Teil die höchsten Qualitätsstandards erfüllt. Das Unternehmen hält sich an Qualitätskontrollmaßnahmen und ist zertifiziert nach ISO 9001:2015, ISO 9100:2018, ISO 27001:2022 und ITAR, mit weiteren wichtigen ISO-Bescheinigungen und Zulassungen für 2024/2025.

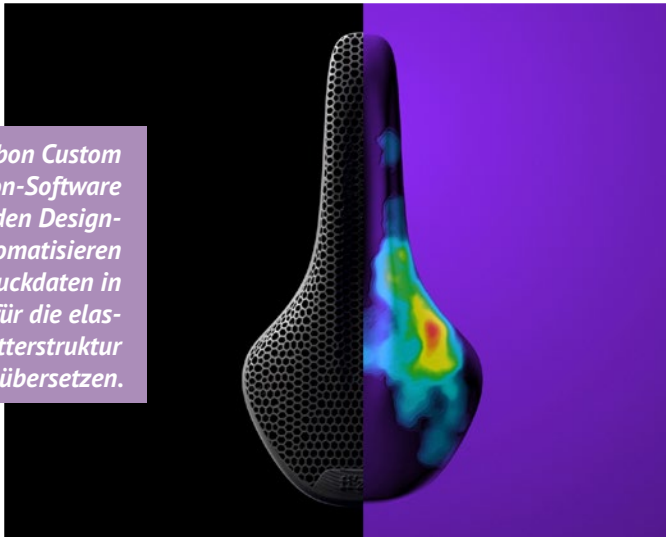
Maßgeschneiderte Lösungen

„Wir freuen uns, das neue Online-Tool vorstellen zu dürfen“, sagt Ziad Abou, Chief Success Officer von Quickparts. „Diese innovative Lösung vereinfacht den Anfrageprozess für Serienferti-

gungsprojekte und ermöglicht, dass unsere Kunden maßgeschneiderte Lösungen erhalten, die perfekt auf ihre spezifischen Bedürfnisse abgestimmt sind. Wir bei Quickparts haben es uns zur Aufgabe gemacht, unseren Kunden den Wettbewerbsvorteil zu bieten, den sie benötigen, indem wir außergewöhnlichen Service, unübertroffene Qualität und innovative Fertigungslösungen bieten.“

anm ◀

Mit der Carbon Custom Production-Software kann Fizik den Designprozess automatisieren und die Druckdaten in Parameter für die elastomere Gitterstruktur des Sattels übersetzen.



Die individuelle Anpassung der Sättel stellt sicher, dass jeder Fahrer die beste Unterstützung und Dämpfung erhält.



Mit mehr Komfort zur Höchstleistung

Gute Fahrradsättel sollten die spezifischen Bedürfnisse und individuellen Körpermaße der Radfahrer berücksichtigen. Universalsättel erfüllen diese Anforderungen nur teilweise. Mit 3D-Druckverfahren und -Software gelingt hingegen die präzise Anpassung. **VON ANDREW SINK**

Der Fahrradsattel ist ein entscheidender Kontaktpunkt zwischen Fahrer und Fahrrad. Er beeinflusst das Fahrgefühl, den Komfort und die Leistung erheblich. Herkömmliche Sättel sind oft standardisiert und bieten nicht immer die optimale Lösung. Jeder Radfahrer ist jedoch einzigartig, und Faktoren wie Körperbau, Sitzposition, Fahrziele und Sensibilität variieren,

was die Anforderungen an einen Sattel erheblich beeinflusst. Universalsättel können oft nur allgemeine Probleme lösen, während maßgeschneiderte Modelle spezifische Bedürfnisse berücksichtigen und so Komfort und Leistung deutlich verbessern.

Fizik, Anbieter von Radsport-Ausrüstung, hat erkannt, dass eine individuelle Passform entscheidend ist. Mit seinem One-to-One-Programm setzt er genau hier an. Mithilfe der 3D-Druck-Plattform und -Lösungen von Carbon entstehen Sättel, die auf die Anforderungen jedes Fahrers eingehen.

aus, die durch einen zweistufigen Vernetzungsprozess erreicht werden. Zunächst erfolgt die Vernetzung durch UV-reaktive funktionelle Gruppen, die durch die Carbon DLS-Technologie aktiviert werden. Diese Phase ermöglicht eine schnelle Aushärtung und die Bildung einer stabilen Polymerstruktur.

In einem zweiten Schritt wird das Material durch Erhitzen weiter vernetzt, was zu einer Umstrukturierung in ein hochmolekulares Polyurethan führt. Das verbessert die Elastizität und Belastbarkeit erheblich und verleiht den Sätteln ihre außergewöhnliche Haltbarkeit und Anpassungsfähigkeit.

Technologie und Materialien

Fizik nutzt für die Herstellung seiner leistungsfähigen Sättel die Carbon Digital Light Synthesis-Technologie (Carbon DLS) und das dual vernetzbare Polyurethanharz EPU 41. Dieses Material zeichnet sich durch herausragende mechanische Eigenschaften

Individuelle Fertigung

Die präzise Anpassung der Sättel beginnt mit der Erfassung von Druckdaten des Fahrers. In Zusammenarbeit mit gebioMized, einem Unternehmen im Bereich der Druckdatenerfassung, wurde ein System entwickelt, das die



Fizik nutzt für die Herstellung seiner Sättel die Carbon Digital Light Synthesis-Technologie (Carbon DLS) und das Polyurethanharz EPU 41.

Alle Bilder: Fizik

Druckverteilung während der Fahrt an 64 Punkten auf der Satteloberfläche misst. Diese dynamische Datenerfassung ergibt ein detailliertes Druckprofil, das als Grundlage für die Maßanfertigung des Sattels dient.

Der One-to-One-Fit-Prozess beginnt mit einer Aufnahme der Druckdaten auf dem aktuellen Setup des Fahrers. Diese Daten werden dann analysiert und mit den persönlichen Fahrdaten abgeglichen. Ein Matching-Algorithmus hilft, die ideale Sattelform zu ermitteln. Die Druckdaten werden dann auf die empfohlene Sattelform angewandt und dienen als Basis für die maßgeschneiderte 3D-gedruckte Polsterstruktur. Die Integration von funktionellen Zonen innerhalb des Sattels ermöglicht eine progressive Anpassung an die individuellen Druckverhältnisse des Fahrers. Dickere Streben in belasteten Bereichen sorgen für Unterstützung, dünnere Streben in weniger belasteten Zonen bieten mehr Komfort.

Effizienz in der Produktion

Ein entscheidender Vorteil der Carbon DLS-Technologie ist die hohe Produktionsgeschwindigkeit. Obwohl die genauen Druckzeiten vertraulich sind, ermöglicht diese Technologie die Herstellung komplexer Geometrien mit unterschiedlichen mechanischen Zonen in kurzer Zeit, was für die individuelle Anpassung und den Komfort von entscheidender Bedeutung ist.

Der Produktionsprozess und die Qualitätssicherung der maßgefertigten Sättel sind hochautomatisiert und exakt auf die Bedürfnisse der Fahrer abgestimmt. Mithilfe der Carbon Custom Production-Software werden die Sattelgestelle mit einer eindeutigen Seriennummer versehen und in einem vollautomatischen Workflow an die Produktionsstätte geschickt. Dort erfolgt der Druck mit aktueller 3D-Drucktechnologie. Daran schließt sich die Montage durch hochqualifizierte Fizik-Techniker an, die sicherstellen, dass jeder Sattel den höchsten Qualitätsstandards entspricht. Moderne Materialien und Technologien gewährleisten, dass die Sättel nicht nur langlebig sind, sondern auch optimal an die spezifischen Bedürfnisse der Fahrer angepasst.



Fizik, Anbieter von Radsport-Ausrüstung, hat erkannt, dass eine individuelle Passform bei Fahrradsätteln entscheidend ist.

Mehr Komfort und Leistung

Das One-to-One-Programm von Fizik verändert die Herstellung von Fahrradsätteln. Durch die Kombination von Druckdatenerfassung und fortschrittlicher 3D-Drucktechnologie entstehen maßgeschneiderte Sättel, die auf die individuellen Bedürfnisse jedes Fahrers eingehen. Dies führt zu einem hohen Komfort und einer verbesserten Leistung, die herkömmliche Sättel nicht bieten können.

Durch die Nutzung der Carbon Custom Production-Software kann Fizik den Designprozess automatisieren und die Druckdaten in Parameter für die elastomere Gitterstruktur des Sattels übersetzen. So entstehen Sättel mit unterschiedlichen Zonen, die spezifische Unterstützung und Komfort bieten. Diese Automatisierung ermöglicht es, maßgeschneiderte Sättel nicht nur für Profi-Rennfahrer, sondern für alle Kunden anzubieten. Das Gewicht der fertigen Sättel ist hier wichtig, besonders im Radsport, wo jede Gewichtsreduzierung die Leistung steigern kann.

Somit ermöglicht Fizik nicht nur Profi-Radsportlern, sondern auch Freizeitfahrern, ihre Leistung zu optimieren und den Fahrkomfort zu steigern. Die Anpassung der Sättel stellt sicher, dass jeder Fahrer die beste Unterstützung und Dämpfung erhält, was langfristig zu einer besseren Fahrhaltung und weniger Beschwerden führt. Vor dem Versand werden die Sättel strengen Qualitätskontrollen unterzogen. Dieser sorgfältige Prozess garantiert, dass jeder maßgefertigte Sattel hohen Qualitätsanforderungen entspricht und eine gute Leistung bietet.

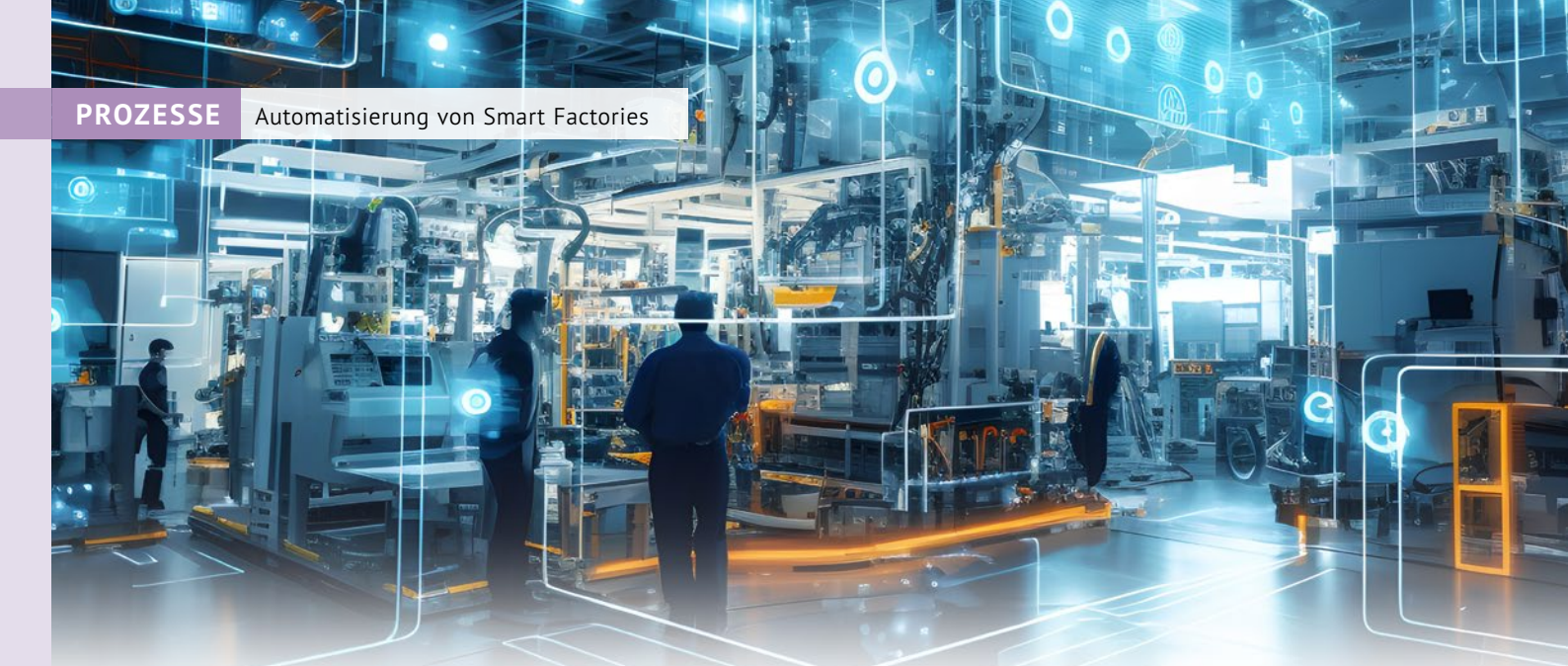
Das One-to-One-Programm zeigt, wie fortschrittliche 3D-Drucktechnologien in der Herstellung von maßgeschneiderten Produkten erfolgreich eingesetzt werden können. Für Unternehmen in verschiedenen Industriebereichen, die Kunststoffverarbeitung und additive Fertigungstechnologien einsetzen, eröffnet dies neue Marktchancen und un-

Die Technologie erlaubt die Herstellung komplexer Geometrien mit unterschiedlichen mechanischen Zonen in kurzer Zeit.



terstützt die erfolgreiche Bewältigung der Herausforderungen eines wettbewerbsintensiven, globalisierten Marktes. Durch die 3D-Druck Technologie und den maßgeschneiderten Ansatz sorgt Fizik dafür, dass jeder Radfahrer den optimalen Sattel findet. Die Zukunft des Radfahrens wird so komfortabler, effizienter und gesünder. *anm* ◀

Der Autor, Andrew Sink, ist Staff Applications Engineer bei Carbon.



Wie digitale Zwillinge die Transformation vorantreiben

Die Einführung der Industrie 4.0 hat die Art und Weise, wie CAD-basierte Prozesse und Produktionsplanungen gestaltet werden, grundlegend revolutioniert – digitale Zwillinge stehen im Mittelpunkt dieser Transformation.

VON FRANK SCHEUFENS

Ein digitaler Zwilling ist eine exakte virtuelle Replik eines physischen Objekts, einer Maschine oder sogar einer ganzen Fabrik. Diese Technologie ermöglicht es Unternehmen, Produktionsprozesse in Echtzeit zu überwachen, zu simulieren und zu optimieren – ohne den Betrieb zu unterbrechen. Durch den Einsatz digitaler Zwillinge lassen sich Fehler erkennen und beheben, bevor sie in der physischen Realität auftreten. Das führt zu einer erheblichen Steigerung der Betriebseffizienz und Sicherheit.

Eine von Cap Gemini durchgeführte Studie zeigt, dass der Einsatz digitaler Zwillinge die Leistung von Produktionssystemen um 25 Prozent steigern kann, während gleichzeitig die betriebliche Effizienz um 15 Prozent verbessert wird. Der wirtschaftliche Nutzen ist enorm: Ein einziger Tag Produktionsausfall kann Kosten von bis zu 250.000 Euro verursachen. Durch digitale Zwillinge können Unternehmen solche Ausfälle vermeiden und Wettbewerbsvorteile sichern.

Die Rolle der KI

Die Kombination von digitalen Zwillingen mit künstlicher Intelligenz (KI) bringt zusätzliche Vorteile. KI kann die von digitalen Zwillingen generierte Daten analysieren, um potenzielle Probleme zu erkennen, bevor sie auftreten. Außerdem ermöglicht sie die Optimierung von Produktionsprozessen durch vorausschauende Analysen und autonome Entscheidungsfindung. In der Automobilindustrie wird diese Technologie beispielsweise genutzt, um autonome Fahrzeuge in virtuellen Umgebungen zu testen, bevor sie auf die Straße gebracht werden.

Herausforderungen

Die Einführung von digitalen Zwillingen bringt jedoch auch Herausforderungen mit sich. Digitale Zwillinge sind stark vom Zugriff auf die richtigen Daten abhängig. Die für die Erstellung eines digitalen Zwillings benötigten Daten variieren je nach Branche und

Anwendungsfall, enthalten aber oft eine Kombination aus 3D-Architektur, Ingenieur-, Produkt- und Geodaten sowie wichtigen Metadaten. Diese Daten müssen aus verschiedenen Quellen wie CAD-, CAE-, PLM-, IoT- und Robotik-Systemen gesammelt und angepasst werden, bevor ein digitaler Zwilling erstellt werden kann. In vielen Fällen müssen die Daten sogar erst generiert werden, was spezialisierte Fachkenntnisse und oft externe Dienstleister erfordert.

Warum deutsche Unternehmen zögern

Obwohl das Interesse an digitalen Zwillingen groß ist, zögern viele deutsche Unternehmen, diese Technologie vollständig zu implementieren. Die Hürden sind vielfältig: Hohe Anfangsinvestitionen und der Bedarf an spezialisierter Expertise sind nur einige der Gründe. Digitale Zwillinge sind zwar keine neue Technologie, aber die Integration physikalisch korrekter Ma-

Quelle: Patrick Helmholz/stock.adobe.com

terialien, Sensoren und Roboter mit Künstlicher Intelligenz ist noch vergleichsweise neu. Die neuesten Grafikprozessoren (GPUs), wie die Ada Lovelace GPUs von Nvidia, ermöglichen es, diese komplexen Simulationen zu verarbeiten. Nvidia Omniverse, ein vor drei Jahren vorgestelltes Entwicklertool, hat sich rasant weiterentwickelt und bietet mittlerweile zahlreiche Komponenten, die den Einstieg in die Welt der digitalen Zwillinge erleichtern.

Automatisierung von Smart Factories

Nvidia Omniverse spielt eine Schlüsselrolle bei der Entwicklung von digitalen Zwillingen wie Smart Cities oder Smart Factories. Mit seinen präzisen Planungs- und Simulationsfunktionen ermöglicht es Unternehmen, Produktionsprozesse bereits in der virtuellen Welt zu entwerfen und zu testen. Dies ist besonders wichtig, um Produktionslayouts und -abläufe zu optimieren, bevor sie in der realen Welt implementiert werden. Durch die Möglichkeit, digitale Zwillinge mit Omniverse zu erstellen, können Unternehmen effizienter arbeiten und schneller auf Marktveränderungen reagieren.

Nvidia Omniverse ersetzt hierbei keine der gängigen Softwarelösungen, sondern dient als zentrale Datenschnittstelle zwischen den verschiedenen Applikationen und bietet APIs, SDKs und Services die Möglichkeit, Rendering, Simulationen und KI mit gängigen Softwarelösungen zu verbinden. Der in Omniverse enthaltene Fileserver basiert auf OpenUSD, einem sehr potenten Dateiformat, das sich großer Akzeptanz erfreut und viele Vorteile insbesondere für die 3D-Darstellung bietet. So können beliebig viele Anwender gleichzeitig auf die Daten zugreifen und diese Versionssicher verändern. Das allein ist bereits ein großer Fortschritt, denn es macht langfristiges Konvertieren oder Hoch- und Runterladen von großen Dateien überflüssig. Die Mitgliederzahl der „Alliance for OpenUSD“ (AOUSD), eine Non-Profit Organisation gegründet von Pixar, Adobe, Apple, Autodesk und Nvidia, wächst stetig, darunter viele bekannte Firmen

wie Siemens, Bright Machines, Ansys, Intel, Microsoft und viele mehr. Damit wächst auch die Zahl der Applikationen, die von den Vorteilen, die Nvidia Omniverse bietet profitieren kann.

Mehr Effizienz und Produktivität in Produktionsprozessen

Digitale Zwillinge bieten Unternehmen nicht nur die Möglichkeit, ihre Produktionsumgebungen virtuell zu simulieren, sondern auch kontinuierlich zu überwachen. Durch die genaue und zuverlässige Simulation können Produktionsprozesse optimiert werden, ohne den realen Betrieb zu beeinträchtigen. Es ist durch den Einsatz von digitalen Zwillingen möglich, physische Systeme und Maschinen in Echtzeit zu beobachten und Probleme frühzeitig zu erkennen. Dies trägt erheblich zur Steigerung der Betriebseffizienz bei.

Ein zentraler Vorteil von digitalen Zwillingen liegt in ihrer Fähigkeit, virtuelle Tests und Experimente durchzuführen, bevor Änderungen in der Produktion eingeführt werden. Tests, die im digitalen Zwilling erfolgreich umgesetzt wurden, können nahtlos in die physische Produktionsumgebung überführt werden, was nicht nur Zeit spart, sondern auch die Wahrscheinlichkeit von Fehlern und Ausfällen reduziert.

GPUs und generative KI

Für die Entwicklung und Optimierung digitaler Zwillinge, spielen leistungsstarke Grafikprozessoren (GPUs) eine entscheidende Rolle. Professionelle GPUs wie die Nvidia RTX 6000 Ada-Generation sind unverzichtbare Werkzeuge, da sie die immense Rechenleistung bereitstellen, die für die Verarbeitung komplexer Simulationen erforderlich ist. Diese GPUs sind insbesondere im Bereich der generativen Künstlichen Intelligenz von Nutzen, bei der KI-Systeme Modelle und Prozesse selbstständig weiterentwickeln

und optimieren können. Generative KI ermöglicht es Ingenieuren, nicht nur bestehende Produktionssysteme zu simulieren, sondern auch neue Designs und Layouts zu entwerfen, die vielen Variablen basieren. Diese KI-gestützten Ansätze bieten Vorteile in der Automatisierung, da sie es ermöglichen, innovative Lösungen zu entwickeln und gleichzeitig die Rechenkapazität von GPUs voll auszuschöpfen. Besonders in der Architektur und im Maschinenbau werden diese Technologien eingesetzt, um realistische Simulationen und optimierte Prozesse zu erstellen.



Für Nvidia Omniverse wird die Nvidia RTX 4000 Ada Generation oder höher empfohlen.

Die Zukunft der digitalen Zwillinge

Digitale Zwillinge werden sich weiter etablieren und durch künstliche Intelligenz und leistungsstarke GPUs noch effektiver und zugänglicher werden. Unternehmen werden diese Lösungen verstärkt auf diese Lösungen setzen, um in Echtzeit Daten zu sammeln, Prozesse zu optimieren und neue Anwendungen zu entwickeln. Besonders in Automatisierung, Architektur und Fertigung wird die Kombination aus digitalen Zwillingen und generativer KI eine Schlüsselrolle spielen, um effizientere und nachhaltigere Produktionsprozesse zu realisieren. *anm* ◀

Der Autor, Frank Scheufens, ist Produkt Manager Professional Visualization bei PNY Technologies

Flexibilität als zentraler Wettbewerbsfaktor

Das wirtschaftliche Umfeld der verarbeitenden Industrie in Deutschland ist in den letzten Monaten von viel Unsicherheit und Rezessionsängsten geprägt. Die Auftragseingänge für die deutschen Maschinen- und Anlagenbauer sind merklich zurückgegangen. Das wirkt sich auch auf die Zulieferer von Metall- und Blechteilen aus. **VON CHRISTOPH RÖSSNER**

Der Fertigungsspezialist Laserhub registriert ein wachsendes Interesse an seiner Online-plattform. Diese Plattform ermöglicht den Kunden Kostensenkungen, Zeitersparnis und eine flexible Planung. All dies stärkt die Wettbewerbsfähigkeit der Kunden aus dem Maschinen- und Anlagen- sowie Metallbau.

Das Anliegen von Laserhub war es vom ersten Tag an mit einer Online-Plattform den gesamten Prozess der Beschaffung von zeichnungsgebundenen Metallteilen weitestgehend zu digitalisieren um damit Produzenten

und Kunden erhebliche Effizienzgewinne in Punkte Kostensenkung, Ressourcenauslastung und Zeitersparnis zu ermöglichen. Als Vertragspartner deckt Laserhub dabei alle Schritte von der Angebotserstellung in Echtzeit bis hin zur Auftragserteilung, Produktion, Logistik und Abrechnung ab.

Vom Angebot bis zur Abrechnung

Auf der digitalen Plattform können Aufträge in den Bereichen Laserschneiden, Biegen, Rohrlaserschneiden sowie CNC-Drehen und Fräsen innerhalb weniger Minuten zu einem verbindlichen Preis und fixen Liefertermin beauftragt werden. Unternehmen können dabei nicht nur Einzelteile, sondern auch ganze Baugruppen beschaffen. Laserhub verfügt über keine eigene Produktion, sondern greift auf den am besten geeigneten Lieferanten aus seinem auditieren Netz-

werk zurück. Die Identifikation des geeigneten Partners und das aktive Lieferantenmanagement erfolgt über einen ausgeklügelten Vergabe-Algorithmus. Dieser verknüpft für den Auftrag die Parameter der Kunden mit den Ressourcen der Produzenten aus dem Netzwerk. Die Auftragszuweisung erfolgt dabei in Echtzeit, was insbesondere für mittelständische Unternehmen von großem Vorteil ist im Vergleich zu herkömmlichen Prozessen. So profitieren diese von günstigen Stückpreisen, Zugriff auf Experten für die jeweiligen Fertigungsmethoden und konkurrenzfähigen Lieferzeiten.

Ausgefeilte Preiskalkulation und Machbarkeitsprüfung

Die B2B-Plattform bietet eine ausgefeilte Preiskalkulation und Machbarkeitsprüfung und für die bestellten Bauteile wird automatisiert der am besten geeignete Produktionspartner identifiziert.

Die B2B-Plattform bietet eine ausgefeilte Preiskalkulation und Machbarkeitsprüfung und für die bestellten Bauteile wird automatisiert der am besten geeignete Produktionspartner identifiziert.

ziert. Dieser kümmert sich um die Produktion der bestellten Bauteile. Laserhub steuert diese, so dass die Bauteile pünktlich zum Liefertermin fertiggestellt werden und organisiert die Logistik. Das Produktionsnetzwerk von Laserhub umfasst über 100 audierte Produzenten aus Deutschland und Österreich. Durch die Fertigung des Auftrags durch den am besten geeigneten Produzenten, minimierte Transportwege, eine Bündelung von Aufträgen gleichen Materials und eine automatisierte Auftragsabwicklung kann Laserhub sehr attraktive Teilepreise anbieten. Der Algorithmus schlägt dabei selbstständig die Aufsplittung von Aufträgen vor, wenn dies wirtschaftlich sinnvoll erscheint, etwa, wenn ein Unternehmen Teile aus vielen verschiedenen Materialgruppen benötigt.

Schlanker Angebotsprozess schont die Nerven

Beispielsweise Schlossereien und Metallbauer benötigen regelmäßig projektspezifische Metallteile. Da Auftraggeber gerne ungeduldig mit dem Füßen scharren, spart der schlanke Angebotsprozess von via Online-Plattform hier nicht nur Zeit, sondern schon auch die Nerven. Gerade für Betriebe wie die Schlosserei Schumacher, die alle Projekte mit sauber konstruierten CAD-Teilen abbilden, lassen mit Laserhub viele Manntage Arbeit einsparen. Die Schlosserei betreut eine große Bandbreite von Projekten. Für diese werden Teile in variierenden Stückzahlen benötigt, die nicht von der haus-eigenen Fertigung abgedeckt werden können. Ob das Unternehmen die benötigten Teile selbst fertigt oder bestellt, entscheidet das Team aus der Schlosserei mit der Sofortkalkulation auf der Online-Plattform. Den so identifizierten Blechbedarf deckt das Unternehmen dann direkt über die Plattform.

Viele Kernkunden von Laserhub stammen aus dem Anlagen- und Maschinenbau. Hier beschleunigt die Digitalisierung die Prozesse für Projektentwicklungen und Sondermaschinen als auch die Beschaffung von regelmäßig wiederkehrenden Bedarfen. Die VACOM Vakuumkomponenten & Messtechnik GmbH benötigt für den

Geschäftsbereich der Teilereinigung und Montage für eine Vielzahl von Aufträgen stets individuelle Vorrichtungen. Hier frisst der auf jeden Auftrag zugeschnittene Vorrichtungsbau die meiste Zeit: Angebote müssen eingeholt und verglichen, und anschließend auf die Lieferung der Einzelteile gewartet werden. Sobald ein Auftrag vorliegt, wird seit einiger Zeit aber nun die Konstruktion über die Laserhub-Plattform mit vollkommener Preisübersicht geplant. Auf Angebote zu warten und sie zu vergleichen, gehört der Vergangenheit an und das Team kann schneller loslegen.

Datensicherheit und Automatisierung

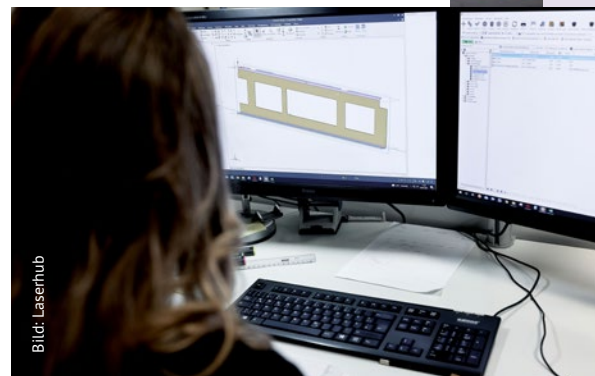
Wie bei allen großen Digitalisierungsprojekten stehen bei Laserhub die Themen Datensicherheit und Automatisierung stets auf der Tagesordnung.

Die ISO-Norm 9001 ist die national und international am weitesten verbreitete Norm im Qualitätsmanagement (QM). Laserhub war die erste zertifizierte B2B-Plattform in der Blechbearbeitung in Deutschland und legt bei allen Abläufen größten Wert auf Sicherheit und Rechtskonformität. Dies spielt auch eine wichtige Rolle bei der Auditierung der Lieferanten.

Automatisierung steht im Mittelpunkt aller Planungen von Laserhub, ist sie doch der Kerngedanke des Unternehmens. So werden in Gesprächen mit Kunden und Lieferanten immer wieder neue Wege erkundet, wie manuelle oder umständliche Prozesse vereinfacht, beschleunigt und so weit wie möglich – ohne Qualitätsverlust – automatisiert werden können.

Künstliche Intelligenz und maschinelles Lernen

Der jüngste Boom im Bereich der künstlichen Intelligenz und des maschinellen Lernens ist natürlich auch von Laserhub aufgegriffen worden. Für Ende 2024 plant Laserhub zusätzliche Funktionalitäten basierend auf künstlicher Intelligenz und maschinellem Lernen. So können Kunden nun eine Anfrage per eMail senden ohne dabei auf die Plattform zu gehen. Auf die-



Auf der digitalen Plattform können Aufträge in den Bereichen Laserschneiden, Biegen, Rohrlaserschneiden sowie CNC-Drehen und Fräsen innerhalb weniger Minuten zu einem verbindlichen Preis und fixen Liefertermin beauftragt werden.

se Art und Weise kann die Digitalisierung des Beschaffungsprozess auch in die gängigen Geschäftsprozesse integriert werden und Laserhub kann als Teil eines jeden Anfrageverteilers genutzt werden.

Laserhub arbeitet weiterhin permanent an einer Weiterentwicklung der Plattform um seinen Kunden einen maximalen Wettbewerbsvorteil zu ermöglichen. Neben einer weiteren Investition in eine höhere Fertigungstiefe im

Wie bei allen großen Digitalisierungsprojekten stehen bei Laserhub die Themen Datensicherheit und Automatisierung stets auf der Tagesordnung.

Bereich CNC Drehen und Fräsen wird in den nächsten Wochen das Angebot im Bereich Rohrlaserbearbeitung ergänzt und nicht nur neue Materialien hinzugefügt, sondern die Bauteilgrößen von 4 auf 6 Meter erweitert. Ein weiterer Fokus wird ein optimiertes Angebot im Bereich der Oberflächenbehandlung – insbesondere Pulverbeschichten und Verzinken. Daneben liegt der Fokus auch zukünftig auf schnellen Lieferzeiten, günstigen Preisen und einer hohen Zuverlässigkeit bei einer immer stärker vereinfachten Bedienung der Plattform und weiteren Annäherung an Standard-Beschaffungsprozesse. *anm* ◀

Der Autor, Christoph Rößner, ist Co-Gründer und Mitglied der Geschäftsleitung bei Laserhub.



Bild 1: Digitalisierte Automobilproduktion.

Weniger Ausfallzeiten bei höherer Produktqualität

Kommt in Presswerken eine Anomalieerkennung zum Einsatz, lassen sich Probleme frühzeitig feststellen und proaktive Wartungsmaßnahmen einleiten. Dies trägt dazu bei, Ausfallzeiten zu minimieren und die Produktqualität zu sichern, wie das Beispiel bei Changan Automobile zeigt. **VON GORDEN PLATZ**

Automobilkonzerne stehen unter einem erheblichen globalen Wettbewerbsdruck. Daher suchen sie stets nach Möglichkeiten, um effizienter zu produzieren. Gleichzeitig gelten die Automobilisten als Innovationstreiber mit einer Vorbildfunk-

tion für andere Branchen. Aus diesem Grund sehen sie sich mit großen gesellschaftlichen und politischen Erwartungen zum Aufbau von Net-Zero-Fabriken im Sinne der All Electric Society konfrontiert. Der Fertigungsprozess eines Autos beginnt mit dem Pressen der

Karosserieteile. Zu diesem Zweck werden Metallplatten in spezielle Formen gepresst und so die verschiedenen Teile eines Fahrzeugs hergestellt. In weiteren Schritten entsteht aus den Teilen das fahrbereite Auto. Der Pressprozess erweist sich somit als entscheidender wie auch energieintensiver Schritt in der Wertschöpfungskette eines Automobilproduzenten. Zum einen legt der Prozess die Grundlage für die Qualität des Endprodukts, andererseits haben Ausfälle und Verzögerungen weitreichende Folgen für den gesamten Fertigungsfluss und damit die Herstellkosten des Fahrzeugs.

Angesichts der hohen Bedeutung des Pressprozesses recherchierte Changan Automobile, einer der vier größten Automobilproduzenten Chinas, eine Lösung zur Anomalieerkennung an den Elektromotoren

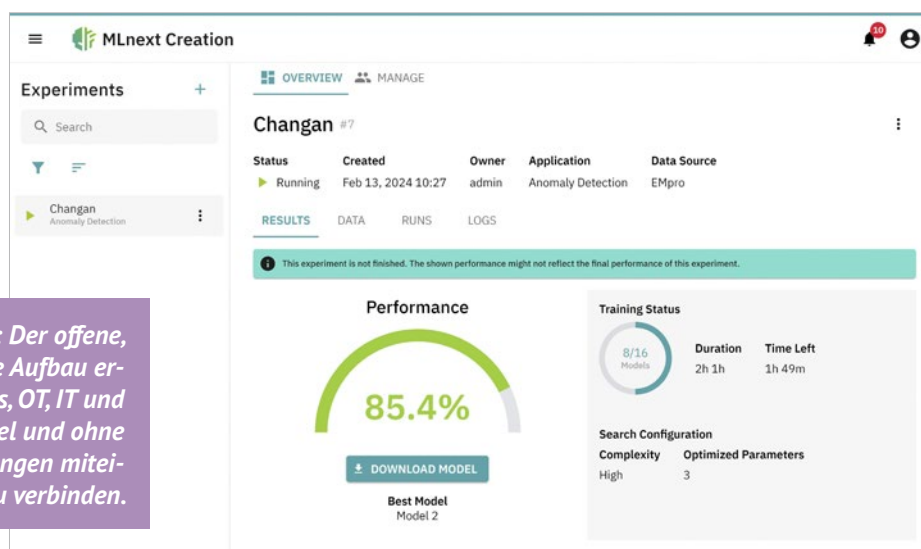


Bild 3: Der offene, modulare Aufbau ermöglicht es, OT, IT und Cloud flexibel und ohne Einschränkungen miteinander zu verbinden.

Bild 2: Mit dem Framework sowie den Software-Tools Execution und Creation bietet das MLnext-Portfolio die passende Machine-Learning-Lösung, die sich direkt aus dem PLCnext Store herunterladen lässt.



seiner Presswerke. Mit Digital Factory now bietet Phoenix Contact hier ein umfassendes Angebot an Produkten, Lösungen, Konzepten und Services zur Digitalisierung von Brownfield- und Greenfield-Fabriken, mit dem sich ressourcenschonende und wettbewerbsfähige digitalisierte Fertigungsstätten aufbauen lassen. Im Mittelpunkt des Portfolios befindet sich MLnext, das sich aus den Software-Lösungen MLnext Creation und MLnext Execution zusammensetzt. MLnext ermöglicht eine einfache und effektive Nutzung von maschinellem Lernen (ML) in der digitalen Fabrik. Durch Verwendung einer Anomalieerkennung kann Changan jetzt potenzielle Probleme an den Motoren frühzeitig identifizieren und proaktiv handeln, sodass sich Ausfallzeiten minimieren und die Produktqualität sichergestellt ist (Bild 2).

Erfassung der elektrischen Parameter der Motoren

Im ersten und wichtigsten Schritt jedes Machine-Learning-Projekts muss eine Datenbasis geschaffen werden. Bei Changan wurden pro Presswerk die Daten von jeweils zwei Produktionslinien mit je vier Pressen und installierten Elektromotoren erfasst. An dieser Stelle kommt ein anderes Produkt aus dem Portfolio von Digital Factory now zum Einsatz: das IIoT-Framework. Dabei geht es um eine skalierbare, offene und flexible Schnittstelle zwischen OT (Operational Technology, Fertigungsebene) und IT (Information Technology). Über In-Konnektoren für

Übertragungsprotokolle wie Profinet, MQTT und Modbus lassen sich Daten der unterschiedlichen in der heterogenen OT-Welt verbauten Sensoren einsammeln. Diese können anschließend mittels Out-Konnektoren persistent in einer Datenbank – beispielsweise MySQL oder InfluxDB – oder in der Cloud – etwa Proficloud.io, AWS oder Azure – gespeichert werden. Auf diese Weise stehen die Daten in vergleichbarer Form zu jeder Zeit auf allen Ebenen zur Verfügung (Bild 3).

Zur Aufnahme der elektrischen Parameter eines Motors nutzt Changan jeweils ein Energiemessgeräte der Produktfamilie EMPro von Phoenix Contact. Über eine Modbus/TCP-Schnittstelle werden unter anderem der Stromverbrauch und die Leistung des Motors erfasst und weitergeleitet. Darüber hinaus misst ein Kombisensor die Temperatur und Vibration und kommuniziert die Werte via Profinet IO-Link. Das IIoT-Framework, das auf einem Edge-PC der Baureihe EPC 1522 läuft, ist so in der Lage, die Daten sämtlicher Motoren zentral einzusammeln und in einer Datenbank zu archivieren. Nach einem Monat lag die erste Datenbasis vor.

Komprimierung der Eingabedaten

Mit dieser Datenbasis wurde ein erstes ML-Modell generiert. Das Software-Tool MLnext Creation stellt dafür eine intuitive Benutzeroberfläche bereit, mit der sich ein ML-Modell ohne Programmierkenntnisse oder statis-



SOFTWARE-TOOL MLNEXT AUF EINEN BLICK

Die Automobilindustrie steht als innovativste Branche der Welt unter erheblichem Druck: Komplexe Fertigungsprozesse und hohe gesetzliche Anforderungen stellen große Herausforderungen dar. Mit dem Portfolio Digital Factory now bietet Phoenix Contact Produkte, Lösungen und Services zur Transformation von Bestandsfabriken in moderne, komplett digitalisierte Produktionsstätten im Sinne der All Electric Society, um eine nachhaltige, vollständig elektrifizierte Welt zu schaffen. Die Vorteile auf einen Blick:

- **Ganzheitlicher Ansatz:** Sammeln, Speichern und Auswerten von Daten
- **Effizienzsteigerung:** Verkürzung von Stillstandzeiten und Entlastung der Instandhaltung durch Datenanalyse
- **Keine ML-Expertise notwendig:** MLnext ermöglicht die Nutzung des maschinellen Lernens ohne spezielle Vorkenntnisse, was die Zugänglichkeit und Anwendung in der Fertigung vereinfacht.
- **Anpassbarkeit:** Die Lösungen sind flexibel auf verschiedene Anwendungen mit Zeitreihendaten anwendbar, sodass sie in unterschiedlichen Produktionsumgebungen eingesetzt werden können.

tisches Wissen trainieren lässt. Dabei wird der Benutzer Schritt für Schritt durch den Prozess geführt. Im Changan-Projekt sind die aufgenommenen Daten in MLnext Creation importiert und die Applikation „Anomalieerkennung“ gewählt worden. Abschließend erfolgte eine Auswahl der Komplexität für die Hyperparametersuche. Diese bestimmt, wie viele verschiedene Modelle trainiert und miteinander verglichen werden, bis das optimale Modell gefunden ist. Als ausschlaggebend erweisen sich hier die verfügbare Rechenzeit und Rechenleistung. Im Hintergrund finden alle weiteren Schritte statt, zum Beispiel die Vorverarbeitung der Daten (Bild 4).

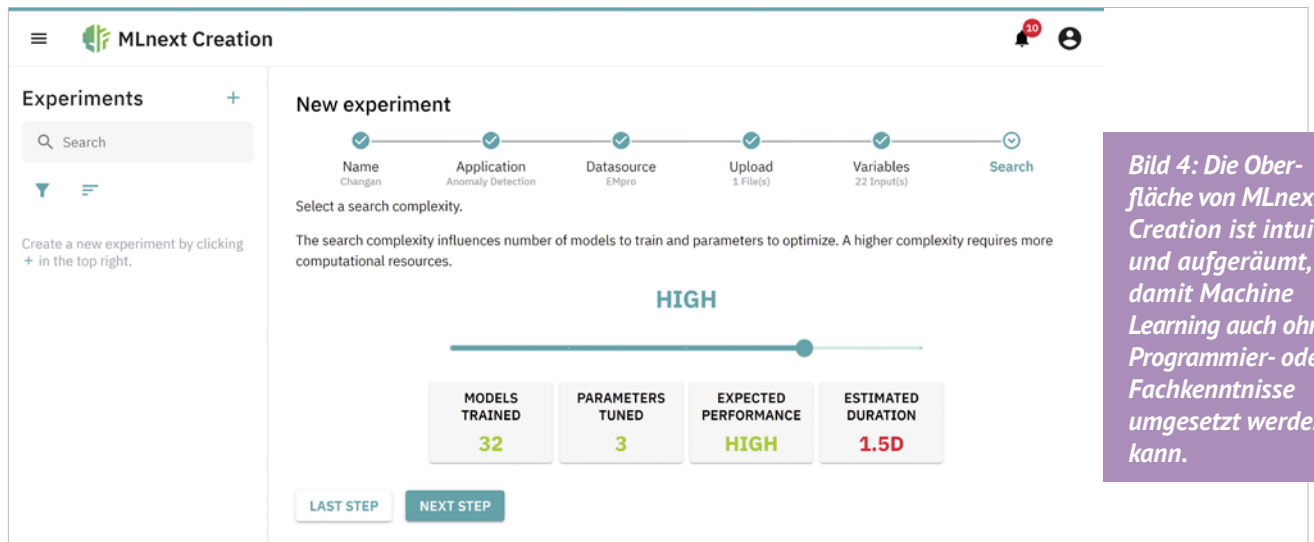


Bild 4: Die Oberfläche von MLnext Creation ist intuitiv und aufgeräumt, damit Machine Learning auch ohne Programmier- oder Fachkenntnisse umgesetzt werden kann.

Bei dem von MLnext Creation erstellten Modell handelt es sich um ein neuronales Netzwerk in Form eines Autoencoders. Dieser zielt darauf ab, die Eingabedaten zu komprimieren und auf die wichtigsten Merkmale zu reduzieren, um sie anschließend aus dieser komprimierten Darstellung wieder zu rekonstruieren. Im Kontext der Anomalieerkennung wird der Autoencoder mit den normalen Betriebsdaten der Motoren trainiert. Wenn sich nun nach dem Training eine Auffälligkeit in den Eingangsdaten zeigt, lässt sich diese vom Autoencoder nicht vollständig rekonstruieren. Im Ergebnis kommt es zu erheblichen Abweichungen zwischen den Eingangsdaten und den wiederhergestellten Daten, sodass Anomalien identifiziert werden können.

Überblick per Dashboard

Im nächsten Schritt findet das trainierte Modell in der Produktionsumgebung Anwendung. Hierfür bietet MLnext Execution eine komplett konfigurierbare Pipeline, die den gesamten Prozess von der Datenbeschaffung über die Vorverarbeitung und Inferenz mit dem Modell bis zur Speicherung der Ereignisse abdeckt. Der Vorteil von MLnext Execution liegt darin, dass ebenfalls keine Programmierkenntnisse notwendig sind, sondern alles in einer Konfigurationsdatei einstellbar ist. Im Changan-Projekt wird MLnext Execution auf dem gleichen Edge-PC EPS 1522 ausgeführt, auf dem auch das IIoT-Framework läuft. Dies erlaubt eine nahtlose Integration in die bestehende Infrastruktur. Die von den Motoren aufge-

nommenen Daten werden nahezu in Echtzeit aus der Datenbank geladen und durchlaufen die gleiche Vorverarbeitung wie beim Training des Modells. Danach analysiert das Modell die Daten auf Anomalien und archiviert das Ergebnis, also die Zeitspanne und den Auslöser, wieder in der Datenbank.

Zur Visualisierung wird das Tool Grafana verwendet. Mit Grafana lassen sich zielgruppengerechte Dashboards erstellen, die einen Überblick über die Betriebsdaten der Motoren und der detektierten Anomalien geben. Zudem eröffnet Grafana die Möglichkeit, dass Changan später eigenständig Veränderungen an den Dashboards vornehmen kann. Ferner können Alarme für die identifizierten Anomalien eingerichtet werden, die das Wartungspersonal auf Probleme hinweisen (Bild 5).



Mit der Visualisierungs-Software Grafana lassen sich zielgruppengerechte Dashboards erstellen, die einen Überblick über die wichtigsten Informationen geben.

Fazit

Der Einsatz von MLnext bei Changan Automobile zeigt, wie sich mögliche Probleme frühzeitig feststellen lassen, sodass sich Ausfallzeiten minimieren und die Wettbewerbsfähigkeit erhöht. Der iterative Prozess des maschinellen Lernens bietet außerdem die Option, das Modell durch die Auswertung der detektierten Anomalien stetig zu verbessern und so die Präzision der Anomalieerkennung zu steigern. *anm*

Der Autor, Gorden Platz, ist Solution Engineer, Vertical Market Management Factory Automation, Phoenix Contact Electronics GmbH, Bad Pyrmont



Die nächste Ausgabe **Sonderheft Smarte Produktion** erscheint 2025

Smarte Produktion – fertigungsgerechte Simulation und Konstruktion, 3D-Drucker und 3D-Verfahren, Werkstoffe, Qualitätssicherung, Nachbearbeitung.

- Erscheinungstermin: 30.10.25
- Redaktionsschluss: 30.09.25
- Anzeigenschluss: 14.10.25
- Auflagen: Print und ePaper: ca. 27.000
- Verbreitung: Abonnenten, Veranstaltungen und Direktversand
- Veröffentlichung als Print- und Digital-Beilage zur Ausgabe 7/2025 des AUTOCAD Magazins
- Veröffentlichung des ePapers in jedem AUTOCAD Newsletter für ein Jahr (= 50 x 10.000 Empfänger)

Abonnieren Sie den
WIN-verlagsübergreifenden

KI Newsletter!

Bleiben Sie auf dem Laufenden mit den neuesten Entwicklungen und Trends aus der Welt der Künstlichen Intelligenz. Unser kostenfreier Newsletter vom WIN-Verlag wird monatlich an **15.000 Empfänger** versendet und bietet Ihnen spannende Einblicke, exklusive Inhalte und Expertenmeinungen der verschiedenen Branchen.



Melden Sie sich jetzt an und
verpassen Sie keine Ausgabe!

