

Fon Mag

AM LESEN | Anwenderstories, Interviews, News
und Hintergründe rund um die Additive Fertigung

ORTHOPÄDIETECHNIK

Reifere AM-Technologien sorgen für hohe
Wachstumsraten

Seite 12

FLUGZEUGBAU

Dank AM werden neue Hubschrauber leichter
und künftige Triebwerke noch sparsamer

Seite 20

mesago

formnext

ADDITIVE FERTIGUNG IST KEIN KLICK.

promod
Prototypen & Kleinserien

Sie beginnt nicht im  WARENKORB
und endet nicht mit einem  PREIS.

Additive Fertigung verlangt gemeinsame Entscheidungen:



über das
Material.



über die
Funktion.



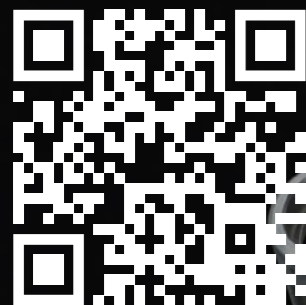
über unsere
Verantwortung.

promod Prototypenzentrum GmbH
Additive Fertigung mit Substanz.
Seit 1993.

Adresse:

Robert-Bosch-Str. 24
72160 Horb-Bildechingen

promod@promod-technologie.de



↑ PROMOD
WEBSITE

Seit 1993 arbeiten wir bei promod mit additiver Fertigung – lange bevor sie automatisiert, skaliert und zur Plattform wurde.

Wir glauben an **persönliche** Zusammenarbeit. An **direkte** Ansprechpartner. An ehrliche Einschätzungen statt automatischer Zusagen.

Wir begleiten Kundenprojekte **ganzheitlich** – von der Idee bis zum einsatzfähigen Bauteil.

Denn der Erfolg eines Bauteils misst sich nicht an unserem Umsatz, sondern an der **Zufriedenheit unserer Kunden**.

Titelbild: Emil Wörgötter

Glaubt man den Zahlen der führenden Marktanalysen, dann wächst unsere Branche seit mehr als 15 Jahren jedes Jahr deutlich – auch in den vergangenen 24 Monaten. Unterhält man sich mit wichtigen Herstellern und Anwendern, ist das Bild weit weniger euphorisch und eher durchwachsen. Das zeigt auch die Herbstumfrage des VDMA (siehe Seite 8).

Wo liegt also die Wahrheit? Wahrscheinlich lässt sich das nur schwer beantworten, denn die Vielfalt, die die AM-Welt für viele so faszinierend macht, macht sie auch schwer durchschaubar und erfassbar. Denn sie vereint nicht nur Hersteller, Designer, Dienstleister und Qualitätsexperten, sondern genauso Anwender aus einer Vielzahl unterschiedlicher Branchen – vom Zahnarzt über den Schmuckdesigner und Raketentechniker bis hin zum Verantwortlichen einer Ölbohrinsel. Und jede dieser Branchen entwickelt sich mit einer anderen Dynamik, die Wachstumsraten sind teilweise sehr unterschiedlich – ganz zu schweigen von den unterschiedlichen Regionen. Dennoch sind all diese unterschiedlichen Personen und Segmente auch in unserer AM-Welt vereint, in der sie sich über Prozesse, Erfahrungen und vieles mehr branchenübergreifend austauschen.

Diese vereinte Vielfalt dürfen wir auch jedes Jahr auf der Formnext begrüßen und zusammenführen – zuletzt hatten wir dabei mit 38.282 Besuchern sogar einen absoluten Rekord. Das große Wachstum der Gesamtbesucherzahl ist dabei nicht das Ergebnis des Booms einer Branche, sondern die Summe aus einem größer werdenden Zuspruch zahlreicher Industrien. Das heißt für uns

als Veranstalter: Der Erfolg ist das Ergebnis vieler unterschiedlicher Aktivitäten und Projekte.

Wir sind das ganze Jahr aktiv, etwa mit unseren eigenen Medien wie dem Formnext Magazin, dem AM4U-Newsletter, Formnext TV sowie verschiedenen Whitepaper- und Webinar-Angeboten. Darüber hinaus veranstalten wir Seminare und Workshops und sind auf anderen Fachmessen und Konferenzen oftmals als Partner und Ambassador für AM präsent. Dies alles immer mit dem gleichen Ziel: AM und dessen Business Cases neuen Menschen und Unternehmen näherzubringen.

Dabei nehmen wir immer wieder spezielle vielversprechende Anwenderindustrien in den Fokus, die alleamt andere Interessen, Herausforderungen und Ansprüche haben. Darauf richten wir uns ein, und genauso wie die Branche kontinuierlich daran arbeitet, neue Anwendungen zu erschließen, bleiben wir unermüdlich am Ball vorhandener und neuer Maßnahmen, Trends und Zielgruppen, für noch mehr Tiefe und Vielfalt auf der Formnext im November.

Ihr Christoph Stüker
Vice President Formnext



12



18



09



20

05 FORMNEXT NEWS

- » 05 Formnext Rück- und Ausblick
- » 06 Formnext Awards · 3D-Druck-Nachwuchs
- » 07 Messe-Trends: Atlix · Fanum · Dyemansion · Stratasys

08 AM FAKTEN, TRENDS & MEHR | MARKTBERICHTE UND STUDIEN

- VDMA-Herbstumfrage · Wohlers Report · AM-Buch für Umsetzer

09 TECHNOLOGIE IM FOKUS | WERKSTOFFE

- Aktuelle Entwicklungen bei Supportstrategien

12 AM IN DER ANWENDUNG | MEDIZINTECHNIK UND HEALTHCARE SPECIAL ORTHOPÄDIETECHNIK

- » 12 Dyemansion: viel Potenzial nach oben
- » 16 Orthopädiebetrieb Kriwat druckt selbst
- » 17 Nowecor: AM-Technologie für Mitglieder

18 AM IN DER ANWENDUNG | ENERGIE, ÖL UND GAS

Vielseitiger AM-Einsatz vom Brennelement bis zur Bipolarplatte

20 AM IN DER ANWENDUNG | LUFT- UND RAUMFAHRT

- » 20 Airbus Helicopters: »Wir ernten jetzt die Früchte«
- » 23 Mit Keramik-3D-Druck effizientere Triebwerke entwickeln
- » 25 News aus der Anwendung: Stratasys · Nikon

26 SCHRÄG GEDACHT

Ein neuer Erfindergeist

10 JAHRE FORMNEXT: AM IST IN DER INDUSTRIE ANGEKOMMEN

Die Formnext 2025 hat eindrucksvoll gezeigt, wie dynamisch sich die Additive Fertigung weiterentwickelt. Mit einer Rekordbesucherzahl wurde Frankfurt erneut zum internationalen Treffpunkt für Additive Manufacturing und zukunftsweisende Produktionstechnologien.

Bei ihrem zehnten Jubiläum konnte die Formnext 38.282 Fach- und Führungskräfte (47 Prozent davon international) begrüßen und damit die bereits starken Besucherzahlen aus dem Vorjahr nochmals deutlich steigern. Mit 804 Ausstellern (61 Prozent davon international) verzeichnete die Formnext in wirtschaftlich herausfordernden Zeiten ein sehr gutes Ergebnis.



»Die letzten zehn Jahre waren geprägt von enormer technologischer Entwicklung. Additive Fertigung ist längst kein Zukunftsversprechen mehr, sondern Realität in zahlreichen Branchen«, so Sascha F. Wenzler, Vice President Formnext beim Veranstalter Mesago Messe Frankfurt GmbH. »Doch mit dem Fortschritt kommen auch neue Herausforderungen. Und genau hier setzt die Formnext an: Sie zeigt Lösungen, um AM weiter zu industrialisieren, Lieferketten zu flexibilisieren und die Technologie für mittelständische Unternehmen zugänglicher zu machen.«

MIT SPANNENDEM PROGRAMM INS NEUE JAHR

Mit zahlreichen spannenden Innovationen startet die Formnext 2026 ins neue Jahr: So engagiert sich die weltweit führende Fachmesse für Additive Manufacturing und industriellen 3D-Druck noch stärker in wichtigen AM-Anwenderindustrien. Gleichzeitig

wird Großbritannien als Partnerland der Formnext 2026 sein innovatives Potenzial im Bereich des industriellen 3D-Drucks unter Beweis stellen. Darüber hinaus optimiert die Formnext ihre Hallenstruktur und wird 2026 drei statt bisher vier Ebenen nutzen, wobei die im vergangenen Jahr belegte Fläche weiterhin verfügbar bleibt.

Die Formnext wird ihr Engagement in spezifischen Anwenderindustrien noch stärker intensivieren, zum Beispiel in den Bereichen Orthopädie, Flugzeugbau, Automotive, Energie, Öl und Gas sowie Architektur und Bau. »Für diese wichtigen Branchen werden wir zusammen mit unseren Ausstellern und Stakeholdern die spezifischen Vorteile und Potenziale von AM noch stärker herausarbeiten und einer möglichst breiten Basis von Anwendern vermitteln«, so Christoph Stüker, Vice President Formnext bei Mesago. Dies wird sich zum Beispiel im Rahmen- und Konferenzprogramm spiegeln.

Doch als Hub für Additive Manufacturing ist die Formnext 365 Tage im Jahr wertvolle Informationsquelle und Partner der Branche. Zahlreiche Angebote bieten schon im Vorfeld die Möglichkeit, sich zu diesen Anwendungsfeldern zu informie-

ren und für die Messe vorzubereiten. So beleuchten wir die oben genannten Fokusthemen in Themenspecials im Formnext Magazin (siehe Seiten 12, 18 und 20), in drei Whitepapers und unserer Webinarreihe, den Formnext Technology Talks.

Zudem wird die Formnext in diesem Jahr mit verschiedenen Aktivitäten auf führenden Branchenfachmessen wichtiger Anwendungsindustrien vertreten sein, unter anderem auf der Aero Friedrichshafen (22.–25. April 2026) und der Automechanika (8.–12. September 2026 in Frankfurt).

Wer nichts verpassen und über die neuesten Entwicklungen up to date bleiben möchte, sollte sich für unseren AM4U-Newsletter anmelden. Denn hierüber erhalten Sie kostenlos die Whitepaper und Einladungen zu den Technology Talks, wenn es so weit ist.



Fotos: Mesago/Marc Jacquemin

+ JETZT ANMELDEN!

» formnext.com/getindustryinsights



TECHNOLOGISCHER UND UNTERNEHMERISCHER PIONIERGEIST

In sechs Kategorien wurden auf der Formnext 2025 die herausragendsten Beiträge der Additiven Fertigung ausgezeichnet. Die Finalisten der jeweiligen Kategorien wurden bereits vorab online bekannt gegeben und präsentierten sich auch auf der Messe, sodass das Formnext-Publikum vor Ort und digital für seine jeweiligen Favoriten die Stimme abgeben konnte. Die Trophäen wurden von Sutosuto gestaltet und von FKM Additive Manufacturing produziert. Weitere Award-Sponsoren sind Renishaw und Fluxo Technologies.

Die Siegerin 2025 des Ambassador Award war Irena Heuzeroth, die sich sehr stark für den Praxisstudiengang »Geprüfter Industrietechniker Fachrichtung Additive Fertigung« engagiert hat, der von der IHK Würzburg-Schweinfurt und dem Kunststoff-Zentrum (SKZ) angeboten wird. Die Hochschule für Gestaltung Schwäbisch Gmünd hat mit außergewöhnlichen AM-Designs die Jury überzeugt und den Formnext Design Award gewonnen. Die Handtherapie-Produkte »Grabbit«, die von der Hochschule entwickelt wurden, sollen helfen, die Hände zu trainieren – zum Beispiel bei Krankheiten, Verletzungen oder altersbedingter Schwäche.

Die Laempe Mössner Sinto GmbH hat den (R)Evolution Award gewonnen. Das Unternehmen hat ein 3D-Drucksystem für die Großserienproduktion von Sandkernen entwickelt und bei der BMW Group erfolgreich in Betrieb genommen.



Das System produziert mehr als 1.100 Kerne pro Tag und zählt damit zu den schnellsten Binder-Jetting-Druckern weltweit. IAM3DHUB – Project »3DMy-Mask« heißt der Sieger des Rookie Awards. Das Projekt kombiniert AM mit einem 3D-Gesichtsscan, um maßgeschneiderte Silikonmasken herzustellen und so zum Beispiel die Behandlung von Atemnot zu verbessern.

Den Start-up Award supported by Fluxo Technologies konnte Perfi Technologies für sich entscheiden. Das Unternehmen verspricht mit seiner Volumetrischen Additiven Fertigung (VAM), den herkömmlichen 3D-Druck deutlich zu verbessern, indem jeder Punkt eines Objekts gleichzeitig statt schichtweise

»gedruckt« wird. Der Sustainability Award supported by Renishaw ging an die EOS GmbH Electro Optical Systems. Das Unternehmen hat ein Filtersystem entwickelt, das reaktive Nebenprodukte des metallbasierten AM wie Kondensat, Ruß und ultrafeine Partikel direkt im Prozess neutralisiert.

Bewerbungen für den Formnext Award 2026 sind ab Anfang Mai 2026 möglich.

+ MEHR INFOS UNTER:
» formnext.com/awards

DER 3D-DRUCK-NACHWUCHS

Mit gerade einmal 14 Jahren war Dominik Schkalei sicherlich einer der jüngsten Fachbesucher der Formnext 2025, und dabei war das bereits sein zweiter Messebesuch nach 2024. Diesmal verbrachte er insgesamt vier Tage in den Messehallen und informierte sich unter anderem über neue Entwicklungen in den Bereichen FDM, Filamente und SLA. Er schaute sich auch nach passenden Geschäftspartnern um. Schließlich hat der Schüler bereits sein Unternehmen Nudaim3D gegründet,

mit dem er sich auf 3D-gedruckte Werbemittel spezialisiert hat, »die herausstechen«. Dafür zeigt Dominik viel Engagement: Nach der Schule verbringt er nachmittags einige Stunden mit dem 3D-Druck. Unterstützung erhält er von seinen Eltern, die mit ihm auch geschäftliche Entscheidungen besprechen. Sein nächstes Ziel: mit Nudaim3D weiter wachsen.



Fotos: Mesago/Mathias Kutt, Thomas Masuch

STARKE GESCHÄFTSDYNAMIK IM ZUGE DER FORMNEXT 2025

Atlix (ehemals Trumpf) berichtete von einer »äußerst erfolgreichen Formnext-Messe und hervorragenden Geschäftsergebnissen 2025«, was die Akzeptanz seiner neuen Markenidentität, seines aufgefrischten Unternehmensimages und seines erweiterten Produktportfolios bestätige.

»Während der Formnext besuchten zahlreiche Kunden und Partner den Stand von Atlix und konnten sich aus erster Hand von der neuen Markenführung, der erneuerten Unternehmensidentität und den vorgestellten neuen Produkten überzeugen, darunter die neue TruPrint.« Diese starke Dynamik schlug sich direkt

in konkreten Geschäftsergebnissen nieder, so Atlix. »Der Dezember 2025 war der Monat mit dem höchsten Auftragszugang und dem höchsten Auftragswert des Jahres 2025.«

WENN DER PLATZ NICHT MEHR AUSREICHT

Beim Drucken knistert es, während der aufgeschäumte Polystyrol-Kunststoff aus der Düse quillt und sich in einer breiten Wurst verfestigt. Das passiert so schnell, »dass wir die Maschinen zwischendurch abstellen müssen. Wenn wir den ganzen Tag drucken, haben wir am Ende so viele Schiffsmodele, dass der Platz auf dem Stand nicht mehr ausreicht«, erklärte auf der Formnext 2025 Szymon Skorupski, CTO von Fanum. Das 2007 gegründete polnische

Unternehmen kommt eigentlich aus dem traditionellen Fräsbereich, ist aber seit 2021 auch in der Additiven Fertigung aktiv. Anwendungen für den großformatigen Hybrid-Gantry-Drucker sieht Skorupski unter anderem bei Formen (z. B. zum Laminieren von Yachtsegmenten), Showcars sowie Schwimm- und Flugdrohnen. Ein besonderer Vorteil der Fanum-Technologie sei der niedrige Materialpreis des verwendeten Polystyrols von gerade einmal 2 bis 3 Euro/kg.



»REIFEPROZESS ERÖFFNET NEUE MÖGLICHKEITEN«

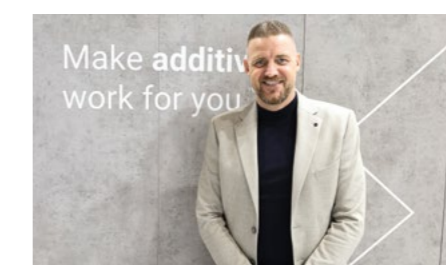
Dem Reifeprozess der AM-Branche, »der durch Konsolidierung der Branche beschleunigt wurde«, konnte Kai Witter, Chief Customer Officer von Dyemansion, durchaus viel Positives abgewinnen. »Dadurch stabilisiert sich die Industrie und es eröffnen sich neue Möglichkeiten. Wir spüren das in den Gesprächen mit den AM-Anwendern

durch Anfragen nach konkreten Business Cases.« Dabei wüssten die Kunden bereits vorab, dass AM die richtige Technologie ist. »Es geht dann immer mehr um konkrete Kosten, vor allem um Total Cost of Ownership (TCO) inkl. Infrastruktur.« Und dieser ganze Prozess eröffnet laut Witter für viele AM-Player neue Möglichkeiten: »Je mehr seriöse Anwen-

dungen es gibt, desto besser können wir unsere Stärke ausspielen – nämlich nicht nur zeigen, dass unsere Technologie funktioniert und was es kostet, sondern auch beweisen.« Darüber hinaus freute sich Witter auch über einen sehr erfolgreichen Messeauftritt seines Unternehmens: »Es ist nicht nur gut besucht. Es ist echt voll.«

PHASE DER ERNÜCHTERUNG

Andy Langfeld, Chief Revenue Officer bei Stratasys, sieht die AM-Industrie in einer Phase der Ernüchterung. »Der Markt wird reifer. Unsere Kunden kommen mit konkreten Anwendungsbeispielen, da muss man als Anbieter prozessorientiert denken, vom CAD über das Design bis zur Planung des



gesamten Workflows. Am Ende stehen die Kosten pro Bauteil, und das entscheidet. Das Interesse von Produktionsbetrieben wird immer größer. Entscheidend sind dabei zwei Faktoren: Kosten und Prozesssicherheit.«

Fotos: Thomas Masuch

OPTIMISMUS HAT NACHGELASSEN

In der AM-Branche kehrt zunehmend Ernüchterung ein – so das Fazit nach der Herbstumfrage des VDMA. Demnach sinkt die Zahl der AM-Unternehmen, die in den kommenden zwei Jahren Wachstum erwarten. Ein Grund dafür ist unter anderem die Zollpolitik der US-Regierung. Trotzdem investieren die Firmen in neue technologische Entwicklungen.

»Unsere Mitgliedsunternehmen zeigen weiterhin bemerkenswerte Stabilität, doch der Optimismus hat spürbar nachgelassen«, erklärt Dr. Markus Heering, Geschäftsführer der Arbeitsgemeinschaft Additive Manufacturing im VDMA, die AM-Hersteller und -Anwender aus den Bereichen Metall und Kunststoff vereint. Die Herbstumfrage 2025 der Arbeitsgemeinschaft zeigt, dass sich die Branche in einem herausfordernden Marktumfeld seitwärts entwickelt. Zwar berichten einige Unternehmen von positiven Umsät-

zen, doch der Anteil ist im Vergleich zur Umfrage im Frühjahr 2025 nicht gestiegen. Gleichzeitig meldeten 29 Prozent der Firmen rückläufige Umsätze in den letzten zwölf Monaten. In den vergangenen sechs Monaten lag dieser Anteil immerhin nur noch bei 20 Prozent und ist noch nicht wieder angestiegen.

»Wir sehen derzeit keine klare Aufwärtsbewegung, sondern eher eine Phase der Konsolidierung«, erläutert Heering. Die Unternehmen reagieren mit Vorsicht und setzen verstärkt auf Effizienz und Stabilität statt auf Wachstum.

Der Optimismus bleibt nicht auf dem hohen Niveau der vergangenen Umfragen. Beim Ausblick auf die nächsten 24 Monate erwarten nur noch 63 Prozent der Befragten ein Wachstum im heimischen Markt. Das sind 14 Prozentpunkte weniger als in der Umfrage im Frühjahr dieses Jahres. Bei den Exporten rechnen

51 Prozent der Mitgliedsunternehmen – und damit 13 Prozentpunkte weniger als im Frühjahr – mit einem Anstieg in den nächsten 24 Monaten.

AM-Anwendung von der VDMA-Sonderschau auf der Formnext 2025: Gas-Luft-Mischer von der SMS Group



»UNGLEICHMÄSSIGERES WACHSTUM«

Im vergangenen Jahr sind die weltweiten AM-Umsätze um 10,9 % auf 24,2 Mrd. US-Dollar gewachsen, so der Wohlers Report 2026, herausgegeben von Wohlers Associates, powered by ASTM International. In der AM-Prozesskette zeigten die Druckdienstleistungen mit einem Plus von 15,5 % die größte Zunahme und machen inzwischen einen Marktanteil von 48 % aus – deutlich mehr als Systemverkauf und -wartung (26 %), Materialien (20 %) und Software (6 %).

Das recht geringe Wachstum beim Umsatz mit Systemen von nur 3,6 % führt Wohlers Associates darauf zurück, dass »die reifende Branche« unter anderem durch eine zunehmende Auslastung der bestehenden Systeme geprägt ist, während sich die Wertschöpfung immer stärker auf die Produktion und die Erbringung von Dienstleistungen konzentriert.

Der Bericht sieht auch einen deutlichen Unterschied in regionalen Trends: Unternehmen im asiatisch-pazifischen

Raum verzeichneten ein durchschnittliches Umsatzwachstum von 19,8 %, verglichen mit 12,6 % in Amerika und 9,0 % in Europa, dem Nahen Osten und Afrika. Das Fazit von Mahdi Jamshid, Director of Market Intelligence bei Wohlers Associates: »Das Wachstum hält an, ist jedoch ungleichmäßiger, stärker regional geprägt und enger mit den tatsächlichen Produktionsergebnissen verbunden.«

AM-STRATEGIEN FÜR UMSETZER

3D-Druck ist längst aus der Prototypen-Ecke herausgewachsen – doch wie wird aus Technologie echter Geschäftswert? Hier setzt das neue Buch »Wirtschaftliche 3D-Druck-Strategien« an. Alexander Starnecker und Johannes Lutz liefern keine weitere Einführung in Pulverbett-, Filament- oder Parameteroptimierung. Stattdessen richten sie den Blick

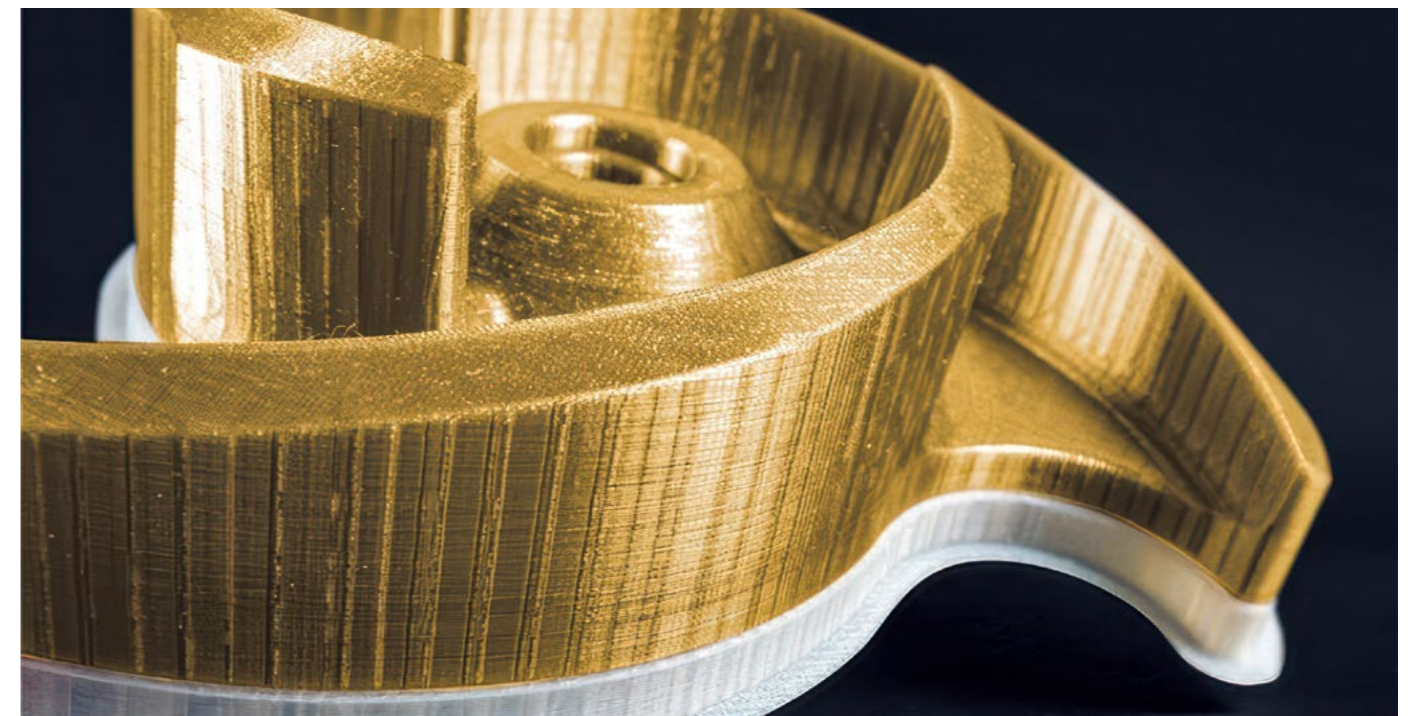
dorthin, wo über Erfolg oder Scheitern entschieden wird: ins Geschäftsmodell.

Das Buch versteht Additive Fertigung als strategisches Werkzeug – und fordert ein Umdenken. 3D-Druck ist hier nicht Maschine, sondern Prozess. Die Autoren zeigen, welche wirtschaftlichen und organisatorischen Voraussetzungen erfüllt sein müssen, damit AM im industriellen Um-

feld profitabel skaliert werden kann. Das Buch, das sich an »Umsetzer« richtet, basiert unter anderem auf praxisnahen Fallstudien. Diese verdeutlichen, wo Additive Fertigung messbaren Nutzen stiftet – und wo nicht. Das macht das Buch angenehm ehrlich und konkret.

WENN MAN UNTERSTÜTZUNG BRAUCHT

Die aktuellen Fortschritte bei den Supportstrategien für die Additive Fertigung



Während die Additive Fertigung (AM) immer mehr Anwendungsbereiche erobert, spielen Materialien eine wichtige Rolle – unter anderem in Form von immer mehr verfügbaren Metalllegierungen oder Polymeren. Weit weniger Beachtung finden dagegen Stützmaterialien – obwohl sie oft von zentraler Bedeutung sind, um den Druck von Bauteilen zu ermöglichen.

Bei einem Großteil der AM-Prozesse ermöglichen die Stützstrukturen die Umsetzung der geometrischen Komplexität und damit den Mehrwert, den AM verspricht. Wie immer hängen die Details stark von der verwendeten Technologie und deren Einsatz ab. Stützstrategien, Materialien und Entfernungsmethoden variieren daher stark und müssen für jeden Prozess einzeln betrachtet werden.

FUSED DEPOSITION MODELING (FDM)

Bei FDM-Systemen sind Stützstrukturen für Überhänge, Brücken und innere Hohlräume erforderlich. In der Vergangenheit wurden diese Stützstrukturen aus dem gleichen Material wie das Teil gedruckt, in der Regel mit einer abbrechbaren Struktur, die nach dem Druck von Hand oder mit Handwerkzeugen entfernt werden konnte. Dieser Ansatz ist zwar nach wie vor üblich, doch haben Dual-Extrusion-Systeme lösliche Stützstrukturen wesentlich praktischer gemacht, insbesondere für Teile mit inneren Kanälen oder geschlossenen Strukturen.

Polyvinylalkohol (PVA) ist nach wie vor weit verbreitet, aber Materialien wie BVOH (Butendiol-Vinylalkohol-Copolymer) lösen sich schneller auf und sind weniger empfindlich gegenüber der Umgebungs- »

Das ESM-30 von 3DGence wird in erster Linie als Trägermaterial für PC-ESD und Victrex AM empfohlen und hält den hohen Bauraumtemperaturen stand, die für einige technische und Spezialpolymere erforderlich sind.

Text: James Woodcock

Foto: Thomas Masuch

Fotos: 3DGence

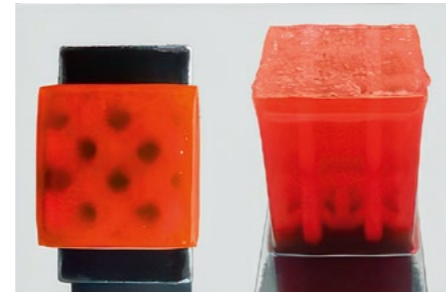
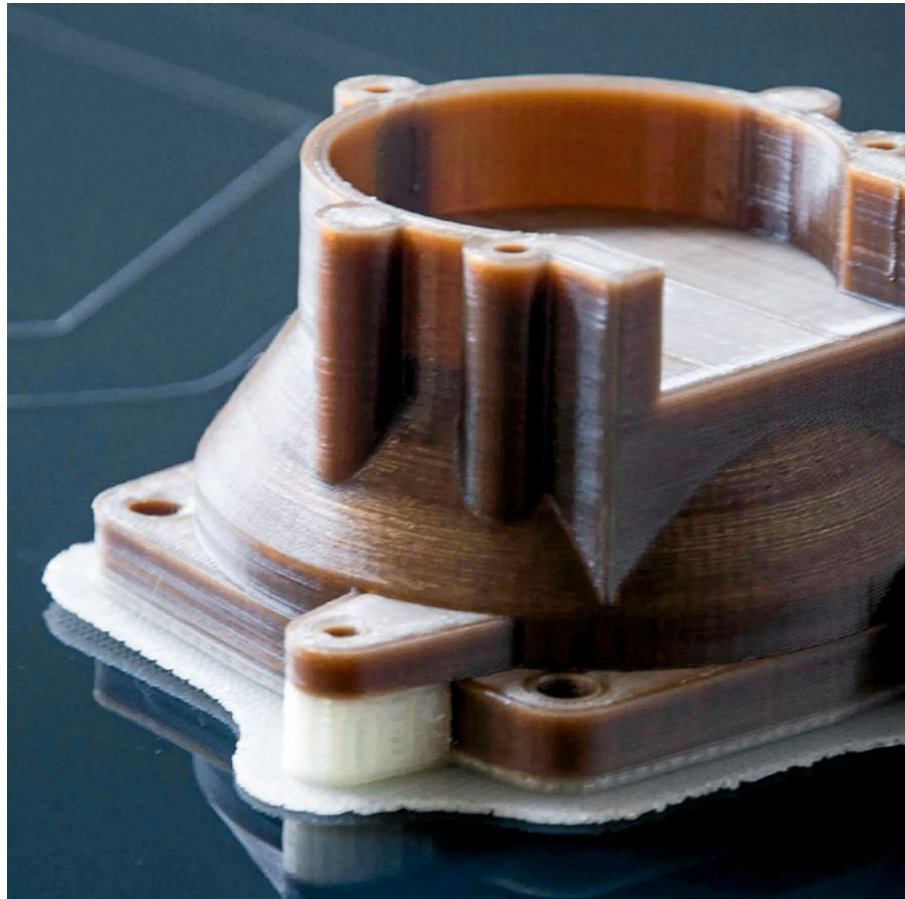


Foto oben:
Ein Gyroidgitter und ein reentrant (wieder eintretendes) Gitter, beide mit überhängenden Elementen, die Stützstrukturen erfordern

Foto links:
Das Stützmaterial V-Shaper FS-11 lässt sich in einer alkalischen Lösung auflösen, was Schäden am Bauteil durch das mechanische Entfernen der Stützstrukturen verhindern soll.

feuchtigkeit. In jüngerer Zeit konzentrierte sich die Entwicklung auf die Kompatibilität mit hochtemperaturbeständigen technischen Polymeren, die traditionell schwer mit geeigneten Stützmaterialien zu kombinieren waren. Mittlerweile gibt es eine Reihe von Optionen, die auch bei hohen Temperaturen in der Baukammer (die für Materialien wie PEEK, PEKK und Ultem erforderlich sind) funktionieren, darunter FS-11 und die AquaSys-Reihe (GP, 120 und 180).

Trotz dieser Fortschritte sind die Ausrichtung der Teile und die Optimierung des Designs nach wie vor die effektivsten Methoden, um den Stützbedarf zu reduzieren. Allerdings werden zunehmend hybride Ansätze verwendet, bei denen filigrane, ablösbare Stützstrukturen mit einer dünnen, löslichen Grenzschicht kombiniert werden. Das Ergebnis ist ein insgesamt geringerer Materialverbrauch bei gleichzeitig sauberer Trennung an kritischen Oberflächen.

MATERIAL-JETTING

Bei Material-Jetting-Systemen wie Stratasys PolyJet und 3D Systems Multi-

Jet ist Stützmaterial nicht nur eine optionale Zusatzfunktion, sondern für den Prozess von grundlegender Bedeutung. Ob wasserlöslich oder auf Wachsbasis – diese Stützstrukturen sind entscheidend, wenn es um glatte Oberflächen, feine Details oder die Verarbeitung mehrerer Materialien geht. Gerade durch diese Eigenschaften wird Material-Jetting attraktiv für medizinische und zahnmedizinische Anwendungen.

Im Großformatbereich hat Massivit 3D mit Dimengel WB ein wasserlösliches Stützmaterial für sehr große Drucke vorgestellt. Das vereinfacht insbesondere bei Anwendungen im Werkzeug- und Formenbau die Nachbearbeitung erheblich.

LASER POWDER BED FUSION (LPBF)

In den meisten Fällen werden bei metallischen LPBF-Verfahren nach wie vor Stützstrukturen aus dem gleichen Material verwendet – und im Anschluss mechanisch (oft durch Zerspanung) entfernt. Trotz Fortschritten im generativen Design und der Automatisierung ist die Entfernung der Stützstrukturen nach wie vor arbeitsintensiv und bremst weiterhin

die industrielle Verbreitung. Daher konzentriert sich die Entwicklung in diesem Bereich vor allem auf die Reduzierung und das Management von Stützstrukturen.

In der aktuellen Forschung befassen sich einige Arbeiten mit der Modifizierung der Mikrostruktur an der Schnittstelle zwischen Stützstruktur und Bauteil. Damit soll ein selektives chemisches Ätzen der Stützstruktur ermöglicht werden, ohne das fertige Bauteil zu beeinträchtigen. Gleichzeitig sind LPBF-Systeme entwickelt worden, die nahezu ohne Stützstrukturen arbeiten können – vor allem von Velo3D. Darüber hinaus befasst sich eine Vielzahl wissenschaftlicher Arbeiten mit Überhangfähigkeit und Prozessstabilität.

Extrusionsbasierte Metallsysteme wie das Metal X von Markforged und das Studio System von Desktop Metal verfolgen einen anderen Ansatz und verwenden dünne keramische Trennschichten zwischen Stützmaterial und Bauteil. Durch diese nicht haftenden Grenzflächen können die Stützen nach dem Sintern vergleichsweise einfach entfernt werden. Das reduziert die Nachbearbeitung und verbessert zudem die Konsistenz des Bauteils.

VAT POLYMERISATION

Vat-Polymerisation-Verfahren beschränken sich naturgemäß auf ein einziges Harz. Die Stützstrukturen müssen deshalb schon beim Design sorgfältig mitgedacht und nach dem Druck mechanisch entfernt werden. In einer aktuellen Forschungsarbeit am MIT wurde jüngst die »Selective Solubility Vat Photopolymerization« (SSVP) vorgestellt. Dabei werden zwei Lichtquellen – sichtbares Licht und UV-Licht – verwendet, um zwei chemisch unterschiedliche Formen desselben Materials zu erzeugen. Durch die Einwirkung von sichtbarem Licht entsteht ein starrer, löslicher Thermoplast, und das UV-Licht lässt einen vernetzten Duroplast entstehen, der sich nicht auflösen lässt.

Daneben haben bidirektionale Druckverfahren – wie sie beispielsweise von Duplex eingeführt wurden – das Potenzial, den Bedarf an herkömmlichen Stützstrukturen drastisch zu reduzieren oder in einigen Fällen sogar fast vollständig zu eliminieren.

SELBSTTRAGENDE TECHNOLOGIEN

Einige AM-Verfahren profitieren davon, dass sie von Natur aus selbsttragend sind. Beim selektiven Lasersintern (SLS) und bei der Multi-Jet-Fusion (MJF) sorgt loses Pulver für die notwendige Unterstützung. Im Gegensatz zu LPBF sind die Teile in der Regel weniger verformungsanfällig und müssen nicht an der Bauplatte verankert werden.

Das gleiche Prinzip gilt für Binder-Jetting-Systeme, sei es bei Metallen, Sand oder Polymeren. Hierbei handelt es sich um effektive »kalte« Bauprozesse, bei denen das Sintern oder die Infiltration bei hohen Temperaturen als separater, nachgelagerter Schritt erfolgt. Stützstrukturen sind dabei überflüssig.

BEDARF UND AUSWIRKUNGEN REDUZIEREN

In der gesamten Additiven Fertigung wandeln sich Stützmaterialien langsam von Einweggerüsten zu durchdachten, technischen Lösungen. Der Schwerpunkt

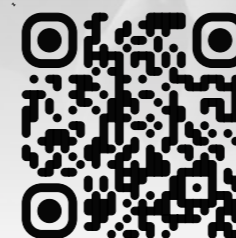
liegt weiterhin auf der Reduzierung oder Eliminierung von Stützen durch Design- und Prozessoptimierung. Wenn Stützstrukturen unvermeidbar sind, geht es darum, sie leicht zu entfernen: sauber, schnell und mit minimalem Aufwand in der Nachbearbeitung.

+ MEHR INFOS UNTER:
» formnext.com/fonmag



THE FUTURE OF CHOICE.

iAM Marketplace ist eine schnell wachsende, technologie-agnostische Plattform für Additive Manufacturing. Als unabhängiger Marktplatz vereinen wir etablierte Player und innovative Newcomer und schaffen echte Wahlfreiheit, Transparenz und Flexibilität im AM-Markt.



Entdecken Sie Unser Angebot:

Filamente • Photopolymere • Pulver • Pellets •
Post Processing • Hardware • Service • Lab • Solutions

www.i-am-marketplace.com

»AUF DER ÜBERHOLSPUR«

Nach jahrelang konstant hohem Wachstum hat sich die Orthopädiebranche zu einer wichtigen Anwenderindustrie gemausert. Nachbearbeitungsspezialist Dyemansion sieht weiter noch viel Potenzial nach oben. Denn die Technik wird immer besser, trotzdem arbeitet bisher nur ein kleiner Teil der Fachbetriebe digital.



Text: Thomas Masuch

Foto linke Seite:
3D-gedruckte Knöchel-Fuß-Orthesen (AFO) von Orfi, die über Nowecor gedruckt wurden: hinten entpulvertes Rohteil, vorn gefinishte Teile mit Glättung und Färbung



Fotos oben:
Emil Wörgötter auf der Formnext 2025, daneben verschiedene AFOs in leichten und patientenspezifischen Designs

Fotos: Emil Wörgötter, Thomas Masuch, Lester Hitch

Auch wenn die Orthopädiertechnik in vielen Marktanalysen zur Additiven Fertigung gar nicht explizit genannt wird, sondern meist in den übergeordneten Bereich »Medical/Healthcare« fällt, hat sie sich leise zu einer der wichtigsten Anwenderindustrien entwickelt. Grund dafür ist ein jahrelanges, konstant hohes Wachstum, wie Marktexperten berichten. Bei den meisten orthopädiertechnischen und prothetischen Produkten ist AM bereits in der Lage, traditionelle Fertigungsverfahren abzulösen oder zumindest zu ergänzen. Die zunehmende Verbreitung digitaler Fertigungsprozesse bietet dabei Chancen für Hersteller entlang der gesamten AM-Prozesskette, vom 3D-Scanning über CAD-Software bis hin zu 3D-Druck und Nachbearbeitung, insbesondere aber auch für AM-Dienstleister. Trotz der mangelnden Datenlage lässt sich die erfolgreiche Entwicklung an zahlreichen Indikatoren festmachen: »25 bis 30 Prozent unserer qualifizierten Leads

der Formnext 2025 kamen aus dem Bereich O&P (Orthopedics & Prosthetics)«, erklärt Emil Wörgötter, der schon seit fast zehn Jahren als Anwendungsingenieur im Bereich Orthopädiertechnik arbeitet und bei Dyemansion die Regionen EMEA und APAC betreut. Ähnlich hoch schätzt Wörgötter auch den auf O&P-Produkte fallenden Anteil der Maschinennutzung – auf den mehr als 1.300 im Feld befindlichen Dyemansion-Systemen – ein. Eine konkrete Aussage ist jedoch schwierig, da ein Großteil des Geschäfts über Dienstleister läuft. Die Wichtigkeit des Orthopädiemarktes für den Anbieter von Post-Processing-Workflows, von der Entpulverung über die Oberflächenbearbeitung bis zur Färbung von 3D-gedruckten Kunststoffteilen, zeigt sich auch daran, dass mit Emilie Simpson (USA) und Emil Wörgötter (EMEA & APAC) gleich zwei Applikationsspezialisten von DyeMansion auf den O&P-Markt spezialisiert sind.

MARKT UND WACHSTUM

Das stabile Wachstum von AM in der Orthopädie resultiert aus einem insgesamt konstant wachsenden Gesamtmarkt (unter anderem aufgrund einer alternden Bevölkerung in vielen Industrieländern) und einer konstant steigenden Nutzung von AM in der Branche. Von 2008 bis 2024 haben sich die Ausgaben der gesetzlichen Krankenkassen (GKV) für Hilfsmittel, worunter neben Brillen, Hörgeräten u. a. auch Orthesen und Prothesen fallen, um 105 Prozent auf insgesamt 11,7 Milliarden Euro erhöht, so die Zahlen des GKV-Spitzenverbandes.

Beschleunigt wird diese Entwicklung dadurch, dass die notwendigen Investments für den Einstieg in die Additive Fertigung und den Aufbau professioneller digitaler Fertigungsprozesse immer weiter gesunken sind. Je nach Systemgröße sind inzwischen Pulverbett-3D-Druck-Systeme (für Polymermaterialien) im fünfstelligen Bereich verfügbar. Zusammen mit immer »

günstiger werdenden 3D-Scannern lässt sich eine einstiegsgerechte AM-Fertigungslinie inzwischen für unter 100.000 Euro aufbauen, so Wörgötter. Auch Dyemansion trägt dazu bei und bietet nun mit der VX1 eine passende chemische Glättungsanlage im niedrigen Preissegment an. Wörgötter prognostiziert eine weiter steigende Dynamik in den Anwendungen, insbesondere auch durch eine zunehmende Automatisierung und Vereinfachung in den Design-Prozessen. Das sei derzeit noch die größte Hürde. Er sieht Chancen, aber auch einen Handlungsdruck für Orthopädietechnikbetriebe und AM-Dienstleister: »AM ist hier wirklich auf der Überholspur. Wer heute nicht auf den Zug aufspringt, riskiert, auf der Strecke zu bleiben.« Der Erfolg derer, die jetzt schon erfolgreich digital arbeiten, beruhe auf der Arbeit der letzten Jahre. »Jetzt ist ein guter Zeitpunkt, weil einerseits die Lösungen ausgereift, andererseits der Markt aber noch nicht vollständig ausgestattet ist.«

In Deutschland gibt es rund 5.300 Sanitätshäuser, verteilt auf knapp 2.200 Betreiber, von denen 1.465 Einzelunternehmer sind, die nur einen Standort haben. Jedes Jahr versorgen diese die Bevölkerung mit knapp 25 Millionen Hilfsmitteln, so der Datenanbieter PM Pflegemarkt.com. Emil Wörgötter schätzt, dass im DACH-Raum derzeit etwa 10 bis 20 Prozent

der orthopädietechnischen Betriebe zumindest teilweise digital arbeiten, also mindestens einen 3D-Scanner nutzen. »Das ist gewissermaßen die Eintrittskarte in die digitale Welt.« Design und Fertigung lassen sich bei Bedarf auch outsourcen, um nicht »alle Schritte auf einmal« gehen zu müssen und damit eine Überforderung des Betriebs und der Mitarbeiter zu vermeiden. Hierbei können AM-Dienstleister oder Partner wie die Einkaufsgemeinschaft Nowecor AG (siehe S. 17) helfen. Nur ein kleiner Anteil fertigt gedruckte, abgabefertige »Definitivversorgungen« selbst; Beispiele sind innovative, familiengeführte Orthopädiehäuser wie Kriwat (siehe S. 16) oder Großunternehmen wie Otto Bock.

NOCH VIEL POTENZIAL

Auch wenn die Branche in den vergangenen Jahren stetig gewachsen ist, werden noch immer weniger als 5 Prozent der orthetischen und prothetischen Versorgungen 3D-gedruckt, schätzt Wörgötter. Hochgerechnet auf die Gesamtversorgung ist das zwar allein in Deutschland bereits eine beträchtliche Zahl an Produkten, es zeigt aber gleichzeitig das noch große, nicht erschöpfte Marktpotenzial. Für die Zukunft rechnet Wörgötter damit, dass der Anteil stark steigen wird: »Wir sind in einer Phase, in der nach den Early Adopters, die motiviert durch

Scanprozess für einen Cranialhelm in der Hanger Clinic Prosthetics & Orthotics in Baltimore (USA) zur Erfassung präziser Patientendaten für die Herstellung individueller Cranialorthesen



Technologiebegeisterung digitalisieren, zunehmend auch Pragmatisten auf den Zug aufspringen, weil die Vorteile so klar auf der Hand liegen. Der Anteil wird folglich stetig steigen. Die große Frage ist nur, wann.« Eine präzise Vorhersage sei hier nur schwer möglich, schließlich hänge das auch von der Marktdynamik und gesundheitspolitischen Entscheidungen ab.

Um die Entwicklung von AM im Bereich Orthopädie weiter voranzubringen und zu beschleunigen, arbeitet Dyemansion eng mit allen 3D-Drucker-Herstellern im Polymer-Pulverbett-Bereich zusammen, um Gesamtlösungen anzubieten. So besteht eine enge Kooperation mit HP, speziell im Bereich industrieller, automatisierter Lösungen für Großunternehmen im Bereich O&P. Beide Unternehmen veranstalten Seminare und Workshops zur Digitalisierung in der Orthopädietechnik. Dabei ist mit Orfi (Orthopädie-Schuhtechnik aus Mörfelden-Walldorf) auch ein Endanwender, der eine Erfolgsgeschichte erzählen kann: Mittlerweile lässt Orfi sämtliche Versorgungen über die Nowecor AG 3D-drucken oder verwendet wenigstens gedruckte Komponenten.

INTERNATIONALE UNTERSCHIEDE

Dyemansion hat den Orthopädiebereich schon seit Jahren im Fokus und unterstützte bereits 2021 Otto Bock bei der FDA 510(k) Clearance des Cranialhelms Mycro Band (Fertigung durch HP MJF aus PA12 mit der Deepdye-Färbung von Dyemansion). Auch beim Finishing des Sprout3D-Cranialhelms von Surestep (Unternehmen des Hanger-Konzerns) kommen Dyemansion-Technologien zum Einsatz.

Solche Cranialhelme werden genutzt, um Kopfdeformationen von Babys, medizinisch indiziert oder auch aus ästhetischen Gründen, zu korrigieren. In Deutschland werden die Kosten dafür, wenn es um ästhetische Versorgungen geht, in der Regel nicht von den Krankenkassen übernommen. Auch in den USA müssen solche Helme häufig privat bezahlt werden. Dort sei es für die Menschen aber eher üblich, medizinische Leistungen aus dem eigenen Portemonnaie zu begleichen, weshalb solche Helme dort eine recht starke Nachfrage finden, so Wörgötter.

MEHRWERT ENTSCHEIDET

Die private Finanzierung der orthopädischen Produkte führe zu einem größeren Konkurrenz- und Innovationsdruck. »Anbieter müssen den Patienten bzw. deren Eltern einen echten Mehrwert bieten.« Die Vorteile der 3D-gedruckten Cranialhelme sind signifikant und reichen von einer präziseren Druckverteilung am Kopf über ein geringeres Gewicht und eine bessere Durchlüftung bis hin zu einer angenehmeren Versorgung nicht nur für die Kinder, sondern auch für deren Eltern (Scan macht Gipsabdruck überflüssig).

Diese Entwicklung hat in den USA dazu geführt, dass Cranialhelme immer häufiger im 3D-Drucker entstehen. »Wir sehen hier bereits die Entwicklung, dass die Additive Fertigung die herkömmliche Herstellung ablöst«, so Wörgötter. Das liege auch an einer weiteren Besonderheit des US-Orthopädiemarktes: Die Versorgung in den USA wird vor allem von Großunternehmen bestimmt. So hat der Global Player Hanger einen geschätzten Marktanteil von rund 20 Prozent. »Und diese großen Unternehmen sind auch eher bereit, digitale Fertigungsabläufe zu installieren und auszurollen, als Kleinbetriebe mit handwerklicher Tradition wie zum Beispiel in Deutschland.«

EFFIZIENZ IM FOKUS

In Deutschland ist die DAFO (Dynamic Ankle Foot Orthosis) eine der Versorgungen, bei der bereits viele Betriebe mit 3D-Druck produzieren. Das liegt zum einen daran, dass es eine der stückzahlmäßig häufigsten Individualversorgungen ist, zum anderen passt sie auch in kleinere Drucker-Bauräume und ist einfach zu »packen«. Da solche Produkte meist Leistungen der Krankenkassen sind, stehe bei den Fachbetrieben neben zusätzlichem Mehrwert im Produkt vor allem eine erhöhte Effizienz und Standardisierung bei der Bearbeitung der Versorgungsleistungen im Vordergrund, so Wörgötter. Auch hier kann der 3D-Druck einen echten Vorteil bieten: Digitale Workflows entlasten die wenigen verfügbaren Fachkräfte, indem simple Produktionsschritte wie zum Beispiel das Ausgießen eines Gipses wegfallen und die Orthesenschalen über Nacht im Drucker entstehen, statt von Hand tiefgezogen werden zu müssen. Der Personalaufwand für die

Cranialhelm, den Dyemansion auf der Formnext 2025 präsentierte



Produktion sinkt und Fachkräfte können mehr Zeit dort einsetzen, wo sie einen hohen Mehrwert liefern: am Patienten. »Gerade vor dem Hintergrund des Fachkräftemangels ist das perspektivisch ein besonders wichtiger Faktor.«

Und weil die Investitionen für die gesamte Additive Fertigung einen kleinen Fachbetrieb vor größere Herausforderungen stellt als globale Player wie Össur oder Otto Bock, wird in Deutschland der überwiegende Teil der Versorgungen über Dienstleister bestellt. »Auch wenn die meisten der Dienstleister nicht ausschließlich auf orthopädische Produkte spezialisiert sind, wächst hier das Know-how immer weiter«, so Wörgötter.

Geeignete Dienstleister bieten auch entsprechende Zertifikate, die die Biokompatibilität der verwendeten Materialien und Post-Processing-Schritte bestätigen. Das sei eine besondere Verantwortung, der sich auch Dyemansion verpflichtet fühle.

+ MEHR INFOS UNTER:
 » formnext.com/fonmag
 » dyemansion.com

»INVESTITIONEN HABEN SICH BEZAHLT GEMACHT«

Der Orthopädiebetrieb Kriwat GmbH aus Kiel hat sich eine umfangreiche 3D-Druck-Fertigung aufgebaut und produziert damit einen Großteil seiner Einlagen und Orthesen.

Als Lais Kriwat vor rund zehn Jahren als Auszubildender zum Orthopädienschuhmacher immer mehr ins familiengeführte Unternehmen Kriwat GmbH eintauchte, beschäftigte er sich auch mit den Potenzialen der Additiven Fertigung für die Orthopädie. Heute ist das Unternehmen im Bereich 3D-Druck einer der Vorreiter der Branche: Einen Großteil der Orthesen und orthopädischen Einlagen stellt das Familienunternehmen in der eigenen, umfangreichen AM-Fertigung in Kiel her.

Dabei waren der Einstieg und der Ausbau des 3D-Drucks keine Selbstläufer und nicht nur von technologischem Enthusiasmus getrieben. Das Traditionsunternehmen mit heute 60 Beschäftigten wurde von Lais Kriwats Opa gegründet, der nach dem Zweiten Weltkrieg Kriegsversehrte mit orthopädischen Schuhen versorgte. Lais Kriwats Vater erweiterte später das Portfolio unter anderem durch Einlagen für Sportler oder Alltagspersonen. Bei der Einführung der Additiven Fertigung hatten Vater und Großvater von Anfang an darauf bestanden, dass Produkte nur dann 3D-gedruckt werden, wenn das Ergebnis von höherer Qualität ist als in der traditionell handwerklichen Herstellung. »Und diese Maxime behalten wir bis heute bei«, so Lais Kriwat, der inzwischen seine Weiterbildung zum Orthopädietechnikermeister abgeschlossen und im vergangenen Jahr die Geschäftsführung der Kriwat GmbH übernommen hat.

Lais Kriwat zeigt verschiedene orthopädische Schuheinlagen

Der erste Schritt auf dem Weg zu den 3D-gedruckten Orthesen war die Anschaffung eines kleinen FDM-Druckers, »damit wir uns näher mit der Technologie beschäftigen konnten«, erinnert sich Lais Kriwat, der sich auch mit den Themen Modellierung am PC und Scanning beschäftigte. Im Laufe der Jahre folgten weitere größere FDM- sowie SLA- und SLS-Drucker. Statt 3D-gedruckte Orthesen bei Dienstleistern zu bestellen, stand für Kriwat der Aufbau einer unternehmenseigenen AM-Fertigung im Fokus. »Nur so kann man seine technische Expertise immer weiter ausbauen.« Dafür schaut er sich unter anderem auch jedes Jahr die Neuheiten auf der Formnext in Frankfurt an.

AM-FERTIGUNG MIT 15 ANLAGEN

Inzwischen umfasst die AM-Fertigung in Kiel 15 3D-Drucker, um die sich drei fest Angestellte kümmern. Auch wenn die



Kriwat GmbH mit sieben Filialen sicherlich zu den größeren Orthopädiefachbetrieben in Deutschland zählt, waren die Anschaffungen der größeren Drucker samt Peripherie schon beachtliche Investitionen. »Letztendlich haben sie sich aber absolut bezahlt gemacht«, resümiert Lais Kriwat.

Bei den orthopädischen Schuheinlagen (die im SLS- oder FDM-Druck gefertigt werden) oder bei Sprunggelenksorthesen hat der 3D-Druck bei der Kriwat GmbH inzwischen die traditionelle Fertigung ersetzt.

Auch bei der Anfertigung orthopädischer Maßschuhe kommt der 3D-Druck zum Einsatz – hat aber die traditionelle Fertigung längst nicht abgelöst. »Solche Schuhe sind sehr komplex und bestehen aus unterschiedlichen Materialien«, erklärt Kriwat. »Da nutzen wir AM nur, um einzelne Komponenten herzustellen.«

Bei der Anfertigung der Orthesen macht der 3D-Druck für den Patienten vieles angenehmer: »Um eine Handorthese zu erstellen, wurde früher der Arm eingegipst«, erklärt Kriwat. Nach dem Aushärten wurde der Gips wieder aufgeschnitten und ausgegossen, sodass der Orthopädietechniker ein Modell des Armes erhielt. Darum herum wurde dann die Orthese gefertigt. »Insgesamt hat das in der Regel rund fünf Tage gedauert«, so Kriwat. Heute wird der Arm gescannt, eine Orthese modelliert, gedruckt und nachbearbeitet. »Die Orthese kann der Patient meistens schon am nächsten Tag abholen.«

+ MEHR INFOS UNTER:
 » formnext.com/fonmag
 » kriwat.de

Text: Thomas Masuch

Foto: Orthopädiebetrieb Kriwat

AM-TECHNOLOGIEN AUCH FÜR KLEINE SANITÄTSHÄUSER



3D-gedruckte Kopfvorsorgung (I.) und Orthese frisch aus dem Drucker

Die Leistungsgemeinschaft Nowecor hat 210 Mitgliedshäuser – allesamt orthopädietechnische Meisterbetriebe. Wenn sich Jens Rosenau, der bei Nowecor die »verlängerte Werkbank« leitet, mit diesen Betrieben über die Additive Fertigung unterhält, könnten die Antworten kaum unterschiedlicher ausfallen: Während manche Fachbetriebe ihre Produktion von Orthesen und Einlagen schon voll digitalisiert haben und die notwendigen Daten mittels Scanner generieren, halten andere Betriebe vollständig an der traditionellen Handwerkskunst fest.

Nowecor ist eine Einkaufsgemeinschaft, die seit 35 Jahren besteht und deren Mitgliedsbetriebe rund 600 Standorte in ganz Deutschland betreiben. Zu den Leistungen gehört unter anderem auch die »verlängerte Werkbank«, die ausschließlich den Mitgliedern zur Verfügung steht.

Anfangs wurden auf Fräsmaschinen Einlagen gefertigt, später erweiterte Nowecor seinen Maschinenpark um zwei 3-Achs-Fräsmaschinen, auf denen zum Beispiel Modelle für Oberschenkelstützen gefräst werden, die als Positivmodelle für den späteren Prothesenbau genutzt werden, sowie um einen 7-Achs-Roboter, mit dem man ganze Bein- und Armmodelle sowie Sitzschalenrohlinge fräsen kann. 2019 folgte der Einstieg in die Additive Fertigung: Zuerst wurde eine HP Multi Jet Fusion 4200 angeschafft, im Jahr 2024

folgte eine HP Multi Jet Fusion 5400W (»VW« steht für »White«). Inzwischen sind hier außer Rosenau als Technischem Leiter noch fünf Mitarbeiter in der Produktion und zwei in der Konstruktion beschäftigt.

»Mit dem Maschinenpark der »verlängerten Werkbank« können auch kleine Sanitätshäuser ihren Kunden moderne Technologien anbieten, was sonst für ein einzelnes Haus kaum finanzierbar wäre«, erklärt Rosenau.

VOM TRADITIONELLEN HANDWERK BIS ZUM DIGITALEN WORKFLOW

Manche Sanitätshäuser verfügen über eigene Scanner und haben einen digitalen Workflow im Unternehmen etabliert. »Sie übermitteln uns digitale Datensätze, die speziell für den 3D-Druck optimiert sind«, so Rosenau. Um den Sanitätshäusern die Erstellung der Daten zu vereinfachen, hat Nowecor eine App zur digitalen Verwaltung der erfassten Patientendaten während des Scannens (NoweScan-App) und eine eigene Modellierungs-Software (NoweCAD) entwickelt, die auf die Anforderungen im Orthopädietechnikbereich spezialisiert ist und kontinuierlich weiterentwickelt wird. Bei Nowecor erfolgt die Teilfertigung nach den gewünschten Vorgaben – beim 3D-Druck einschließlich Oberflächenveredelung und Färben.

Dieser Prozess ist allerdings noch längst nicht die Regel: »Viele Orthopädietechnikbetriebe setzen bislang erst auf

nur einzelne Schritte der Digitalisierung wie zum Beispiel das Scannen oder das digitale Modellieren, während die Additive Fertigung als abschließender Schritt noch weitgehend fehlt«, erklärt Rosenau. So werden zum Beispiel die Formen gefräst, auf denen die Orthopädietechnikhäuser in ihren Werkstätten oftmals manuell die Orthesen erstellen. Und weil auch die Traditionenliebhaber unter den Orthopädietechnikern früher oder später die Vorteile der Digitalisierung und der Additiven Fertigung erkennen werden, sieht Rosenau noch sehr viel Potenzial für den 3D-Druck in der Orthopädietechnik.

Neben einer effizienteren Produktion sieht Sebastian Bärthel, Vorstand bei Nowecor, noch weitere Vorteile der Additiven Fertigung – unter anderem auch als Reaktion auf den Fachkräftemangel, der die Branche in Deutschland beschäftigt: »Es gibt viel zu wenig Menschen, die dieses wunderschöne Handwerk ausüben. Gleichzeitig werden die Menschen immer älter – das heißt, dass unsere Branche immer benötigt wird.«

+ MEHR INFOS UNTER:
 » formnext.com/fonmag
 » nowecor.de

Text: Thomas Masuch

Fotos: Nowecor

VOM BRENNNELEMENT BIS ZUR BIPOLARPLATTE

Im Zuge des rasanten Wachstums von KI und der dafür benötigten Rechenzentren hat sich die Energiebranche wieder zu einer wirtschaftlich spannenden Zukunftsindustrie gewandelt. Die Additive Fertigung spielt bei der Entwicklung dieser Branche eine wichtige Rolle.

Der Sektor Energie, Öl und Gas ist extrem vielfältig, und das zeigt sich auch in den Anwendungen, die die Additive Fertigung hier ermöglicht. Diese reichen von der Entwicklung neuer Generatoren über Bipolarplatten, die entscheidend in der Wasserstoffindustrie sind, bis hin zu zahlreichen Komponenten in Kraftwerken. Und überall dort, wo Energie umgewandelt wird, kommen auch Wärmetauscher zum Einsatz – mittels AM und integrierter Kühlkanäle können diese leistungsfähiger und effizienter werden.

KRAFTWERKE

In Kraftwerken (Kohle, Gas, Kernkraft) umfasst der Einsatz von AM zum Beispiel Pumpenteile, sogenannte Labyrinth-Scheiben, die sich in Ventilen wiederfinden und die Wartungsarbeiten verbessern, sowie zahlreiche Bauteile und Komponenten, die in den Turbinen zu finden sind.

Siemens Energy beschäftigt sich schon seit fast 20 Jahren mit AM, ein wesentlicher Treiber der Entwicklung sind verschiedene Kompetenzzentren, unter anderem in Finspång, Schweden. Ein wichtiger Meilenstein waren 2017 die ersten 3D-gedruckten Gasturbinenschaufeln, die unter Volllastbedingungen erfolgreich in der Turbine getestet wurden. Heute leistet AM bei Siemens Energy weit mehr als Prototyping: Das Unternehmen beschäftigt sich mit der Serienfertigung komplexer Teile wie Brennerdüsen und Turbinenschaufeln.

Auch in Kernkraftwerken wird AM häufig genutzt. Zum Beispiel verlängert Vattenfall mit 3D-gedruckten Ersatzteilen und Komponenten für ältere Reaktoren, die in den 1970er- und 1980er-Jahren gebaut wurden, deren Betriebssicherheit und Lebensdauer. Mit Westinghouse setzt auch eines der weltweit führenden Kernkraft-Technologiekonzerne AM industriell ein. Im Jahr 2020 installierte Westinghouse die erste sicherheitsrelevante AM-Komponente, eine Thimble Plugging Device, in einem kommerziellen Reaktor. Bereits vier Jahre später produzierte Westinghouse die tausendste additiv gefertigte Komponente für VVER-440-Brennelemente. Diese kommen eigentlich nur in sowjetischen Druckwasserreaktoren zum Einsatz – nach Russlands Krieg in der Ukraine haben aber auch westliche Unternehmen wie Westinghouse begonnen, diese hexagonalen Brennelemente zu qualifizieren. Damit können Länder mit ehemals sowjetischer Reaktortechnik versorgt werden (zum Beispiel in Osteuropa und in Finnland).

Aber auch bei der Entwicklung neuer Generatoren spielt die Additive Fertigung eine wichtige Rolle: Das 2015 gegründete US-Unternehmen Hylion betreibt ein eigenes M-Line-System von Colibrium Additive und druckt damit unter anderem komplexe Komponenten (Wärmetauscher mit innenliegenden Kühlkanälen) für seinen neuartigen thermodynamischen Karno-Generator. Damit will Hylion die Stromerzeugung nicht nur dezentraler aufstellen, sondern auch effizienter



Wasserstoff-Kompressor aus einer Kooperation von Bosch und Nikon. Das Bauteil aus AlSi10Mg entstand in 48 Stunden in einer NXG XII 600 und vereint Leichtbau mit verschiedenen integrierten Funktionen, die die Leistung insgesamt verbessern sollen.

Text: Thomas Masuch

Fotos: Thomas Masuch

machen als bei den heutigen Gaskraftwerken. Derzeit werden die Reaktoren, die auch mit Wasserstoff oder Biogas betrieben werden können, unter anderem von der US-Navy getestet.

ÖL UND GAS

Die Förderung und Weiterverarbeitung von Öl und Gas ist so etwas wie der klassische Anwendungssektor in der Energiebranche. Seit rund 25 Jahren werden Prototypen additiv hergestellt, seit rund 15 Jahren funktionale Metallteile und seit rund 10 Jahren gibt es zertifizierte industrielle Anwendungen. In der Öl- und Gasbranche werden oft recht zeitnah kleine Stückzahlen benötigt, die flexibel dezentral (z. B. auf Bohrschiffen) produziert werden. Und wenn die Produktion wegen eines Ersatzteils beeinträchtigt ist, spielt es auch selten eine Rolle, ob ein Bauteil etwas teurer ist, sofern es schnell geliefert werden kann. Zum Teil werden 3D-Drucker auf den Ölplattformen remote betrieben. Inzwischen dürfte wohl fast jeder große Player der Branche AM nutzen – die Bandbreite der Anwendungen reicht vom Wärmetauscher über Druckbehälter bis hin zu Komponenten für Bohr- und Richtsysteme für Öl- und Gas-Bohrungen.

WASSERSTOFF

Bipolarplatten waren auf der Formnext 2025 an zahlreichen Ständen zu sehen. Diese spielen eine zentrale Rolle bei der Nutzung von Wasserstoff als Energiequelle, sei es bei der Herstellung in Elektrolyseuren oder bei der Umwandlung in

Strom in einer Brennstoffzelle. Die Bipolarplatten verteilen die Reaktionsgase Wasserstoff und Sauerstoff, leiten den elektrischen Strom zwischen den Zellen weiter, sorgen für die Kühlung und trennen gleichzeitig die einzelnen Zellräume gasdicht voneinander. Dank AM können komplexe Kühlstrukturen mit integrierten Strömungskanälen hergestellt werden, die konventionell nur schwer oder gar nicht realisierbar sind. Dadurch lassen sich zum Beispiel Druckverluste reduzieren und die Reaktionsflächen besser ausnutzen. Ein weiterer Vorteil: AM kann das Gewicht der Bipolarplatten reduzieren, was zum Beispiel bei Antrieben für Flugzeuge eine entscheidende Rolle spielt. Das Thema wird auch in der Forschung weiter vorangebracht. So entwickelt der Lehrstuhl Digital Additive Production (DAP) der RWTH Aachen gemeinsam mit Partnern aus Industrie und Forschung innovative additive Lösungen entlang der gesamten Wasserstoff-Wertschöpfungskette. Das reicht von optimierten, skalierbaren Zellarchitekturen für Elektrolyseure über wasserstofffähige Pipelines bis hin zu industriellen Brennersystemen.

REGENERATIV

Die regenerative Energieerzeugung ist vielleicht nicht das stärkste Betätigungsfeld von AM, aber auch hier gibt es zahlreiche Anwendungen. Das reicht von der Reparatur von Turbinen im Wasserkraftwerk über Halterungen und Kühlkörper in der Produktion von Solarmodulen bis hin zu 3D-gedruckten Fundamenten

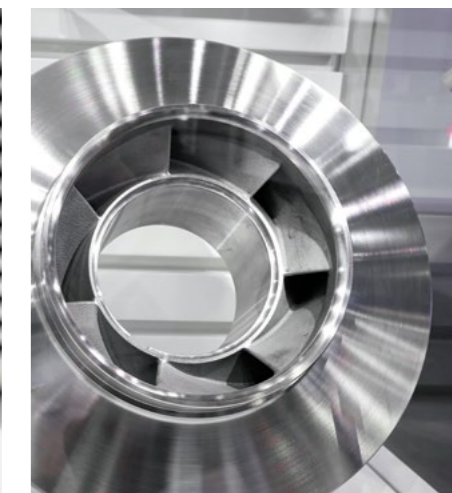
von Windturbinen. Hier ist GE Renewable Energy einer der aktivsten Player und arbeitet z. B. mit Cobod und Holcim zusammen. Durch den 3D-Druck der tonnenschweren Betonsegmente soll unter anderem die Logistik vereinfacht werden. Außerdem sind noch größere Fundamente (und damit auch höhere Turbinen) denkbar, die bisher aufgrund maximaler Abmessungen beim Transport auf der Straße nicht praktikabel sind.

MÖGLICHKEITEN FÜR DIENSTLEISTER

Welche Möglichkeiten die Energiebranche für die Additive Fertigung bietet, zeigt sich auch am Beispiel KSB. Der weltweit führende Hersteller von Pumpen und Ventilen hat am Standort Pegnitz eine Additive Fertigung aufgebaut und bietet unter der Brand KSB SupremeServ auch Serviceleistungen für andere Unternehmen an. Im Dezember 2023 erhielt die Additive Fertigung die DNV-Zertifizierung (der norwegischen Prüfstelle Det Norske Veritas) im Werkstoff Norbeam 625 für sogenannte AMC3-Laufräder, die in der Regel in Pumpen zum Einsatz kommen. Inzwischen konnte KSB verschiedene 3D-gedruckte Laufräder als Ersatzteile ausliefern, unter anderem an eine Ölplattform von Equinor oder für einen Kernreaktor.

+ MEHR INFOS UNTER:
» formnext.com/fonmag

Foto rechts: Labyrinthkäfig für Regelventile: AM verkürzt die Gesamtproduktionszeit und ermöglicht gleichzeitig fortschrittliche Konstruktionen. Foto ganz rechts: Dieses Laufrad für eine HVR-Mehrstufenpumpe von KSB kommt bei Seewasser-Einspritzpumpen auf Ölplattformen zum Einsatz.





»WIR ERNTEN JETZT DIE FRÜCHTE«

Aus der Luftfahrt ist die Additive Fertigung schon lange nicht mehr wegzudenken – zahlreiche Bauteile werden bereits additiv gefertigt und haben unter anderem Flugzeuge leichter und Triebwerke effizienter gemacht. Und nun heben neue Modellreihen in der Luftfahrt die Bedeutung von AM auf ein neues Level – das zeigt sich bei Airbus Helicopters zum Beispiel am neuen Hubschrauber H140.



Text: Thomas Masuch

Die größte additive Erfolgsgeschichte hat das 3D-Druckzentrum von Airbus Helicopters in Donauwörth überraschenderweise gar nicht mit Bauteilen für Hubschrauber geschrieben, sondern mit Verriegelungswellen (»Latch Shaft« und »Drive Shaft«) für die Türen des Airbus A350. Denn in diesen Türen, die serienmäßig in Donauwörth gefertigt werden, finden sich seit 2017 die 3D-gedruckten Verriegelungswellen. »Die Latch Shafts sparen 43 Prozent Gewicht und 23 Prozent der Herstellungskosten – zudem besteht die Komponente nur noch aus einem Bauteil anstatt aus zehn Einzelteilen in der herkömmlichen Bauweise«, freut sich Frank Rethmann, Leiter des Industrial Service Center 3D Printing bei Airbus Helicopters. 17.500 Verriegelungswellen wurden in den vergangenen acht Jahren in Donauwörth 3D-gedruckt. Damit sind die Wellen für den 3D-Druck bei Airbus Helicopters in Donauwörth »unser Brot-und-Butter-Geschäft«.

Die Verriegelungswellen sind ein gutes Beispiel dafür, wie die Additive Fertigung in der Luftfahrt nach und nach immer stärker Fuß gefasst hat: Seit Jahren werden Bauteile von Flugzeugen systematisch dahin gehend untersucht, ob man sie sinnvoll 3D-drucken könnte und damit entweder Gewicht spart oder

die Funktion verbessert. Ein wichtiger, oftmals limitierender Faktor waren dabei die strengen Zulassungsregularien der Branche, sodass Hersteller wie Airbus zuerst bei den weniger kritischen (also nicht sicherheitsrelevanten) Bauteilen und Komponenten ansetzten.

»NENNENSWERTE GEWICHTSEINSPARUNG«

Mit neuen Modellen bei Flugzeugen und Hubschraubern kann die Additive Fertigung aber noch stärker genutzt werden – das zeigt der Hubschrauber H140, ein leichter, zweimotoriger Hubschrauber, der vor einem Jahr vorgestellt wurde und dessen erste Auslieferung an Kunden im Jahr 2028 geplant ist. AM spielte bereits vor Jahren in der Entwicklung des H140 eine wichtige Rolle – zum Beispiel bei der Herstellung von Versuchsträgern und Demonstratoren. Aber auch in der Serienfertigung wird AM beim H140 neue Maßstäbe setzen, verspricht Rethmann. Wie viele 3D-gedruckte Teile im H140 verbaut werden und welche das sind, ist derzeit zwar noch ein gut gehütetes Airbus-internes Geheimnis, »aber es ist ein großer Anteil«, verrät Rethmann. In der Regel sind die 3D-gedruckten Bauteile bei Airbus Helicopters 40 Prozent leichter als ihre konventionell gefertigten

Vorgänger. Beim H140 sorgt das dafür, dass die 3D-gedruckten Metallteile in der Summe beim gesamten Hubschrauber »eine nennenswerte Gewichtseinsparung« bewirken. Und das bei einem maximalen Abfluggewicht des Hubschraubers von rund 3,2 Tonnen. »Solche Gewichtseinsparungen ermöglichen längere Flugzeiten oder größere Nutzlasten – in der Luftrettung zum Beispiel die Mitnahme von mehr Equipment«, erklärt Jörg Michel, Pressesprecher bei Airbus Helicopters.

»Das Besondere in der Luftfahrt sind die langen Entwicklungsprozesse«, so Rethmann. »Das Design des H140 wurde bereits vor Jahren erarbeitet und festgelegt.« Im H140 wurden nicht nur bestehende Komponenten und Bauteile durch 3D-gedruckte Alternativen ersetzt, sondern es wurden bereits beim Design des Hubschraubers die Möglichkeiten und die Designfreiheit der Additiven Fertigung mitgedacht. Möglich wurde das unter anderem auch dadurch, dass die Ingenieure und Konstrukteure bei Airbus Helicopters sich bereits seit rund acht Jahren mit dem metallischen 3D-Druck beschäftigen, unterstützt von zahlreichen Designschulungen. »Wir ernten jetzt die Früchte aus unserer jahrelangen Arbeit mit AM.«



Links 3D-gedruckte Verriegelungswellen, rechts Frank Rethmann, Leiter des Industrial Service Center 3D Printing bei Airbus Helicopters

Fotos: Airbus Helicopters



Das AM-Tech-Center von Airbus Helicopters in Donauwörth wurde im Herbst 2023 eröffnet.

AM IN DONAUWÖRTH

Mit dem 3D-Druck der Verriegelungswellen für die A350-Türen und zahlreicher weiterer Bauteile ist auch der AM-Bereich in Donauwörth immer weiter gewachsen. »Wir wollten von Anfang an den gesamten AM-Prozess verstehen«, erklärt Rethmann. Ein wichtiger Schritt dafür war die Eröffnung des AM-Tech-Centers im Herbst 2023. Hier vereint Airbus Helicopters nicht nur ein recht umfangreiches Arsenal an AM-Systemen (sechs PBF-Anlagen für die Metallfertigung, acht professionelle Kunststoffsysteme sowie einige Desktop-Drucker), sondern auch Systeme für Nachbearbeitung und Qualitätssicherung. Dazu zählen unter anderem Entpulverung, Wärmebehandlung, Beizen und zerstörungsfreie Prüfung (NDT). Die hohen Qualitätsanforderungen sorgen dafür, dass 70 Prozent des gesamten Aufwands bei der Herstellung eines 3D-gedruckten Metallteils auf die Nachbearbeitung entfallen, während der eigentliche 3D-Druck nur 30 Prozent ausmacht, wie Rethmann schätzt.

Dabei werden im AM-Tech-Center nicht nur Prototypen und Serienteile gedruckt, sondern auch zahlreiche Produktionshilfsmittel, zum Beispiel Bohrschablonen und Flugtesthalterungen. Die 3D-gedruckten Bauteile werden

ausschließlich innerhalb der Airbus-Gruppe eingesetzt, auch wenn es schon zahlreiche Anfragen von externen Unternehmen gab, wie Rethmann berichtet, der zwar im Gespräch immer mal wieder »seine Kunden« erwähnt, damit aber ausschließlich Kollegen anderer Airbus-Programme meint.

Ersatzteile für bestehende Hubschrauber werden bei Airbus noch nicht gedruckt, auch wenn das für Rethmann ein Thema mit Potenzial ist, »über das es sich lohnt nachzudenken«. Schließlich sind weltweit noch ältere Militärhubschrauber im Einsatz – manche fliegen bereits seit mehr als 50 Jahren. »Die Konstruktionszeichnungen wurden damals mit Tusche gezeichnet, da ist das Thema Ersatzteile eine echte Herausforderung.« Aber einfach sei der 3D-Druck auch in diesem Bereich nicht – schließlich gelten auch bei den in die Jahre gekommenen Maschinen hohe Anforderungen. Für den 3D-Druck hieße das sicherlich jahrelange Qualifizierungsarbeit.

+ MEHR INFOS UNTER:
 » formnext.com/fonmag
 » airbus.com

WIE KERAMIK-3D-DRUCK DEN KEROSINVERBRAUCH SENKEN KANN

Einer der wesentlichen Treiber der weiteren Entwicklung in der zivilen Luftfahrt ist das Streben nach mehr Effizienz. Und dabei können 3D-gedruckte Gusskerne aus Keramik möglicherweise eine wichtige Rolle spielen.

Kerosinkosten machen laut Daten der International Air Transport Association (IATA) inzwischen fast 30 Prozent der Gesamtkosten der Airlines aus und sind damit der größte einzelne Kostenblock. Beim Streben nach einem geringeren Kerosinverbrauch spielen auch effizientere Triebwerke eine wichtige Rolle. Und bei deren weiterer Entwicklung setzt Safran, einer der weltweit führenden Hersteller, unter anderem auf den Keramik-3D-Druck.

So hat der Hersteller von Keramik-AM-Systemen Lithoz vor Kurzem berichtet, dass der französische Triebwerkhersteller Safran Aircraft Engines drei CeraFab-

S65-Drucker in seinem Werk in Gennevilliers in der Nähe von Paris installiert hat, um eine neue Generation seiner Triebwerke zu entwickeln. Diese Investition ermöglicht es Safran, die Serienproduktion komplexer Gusskerne im industriellen Maßstab aufzubauen und damit die hohen Kühlungsanforderungen der Turbinenschaufeln von Flugzeugtriebwerken der nächsten Generation zu erfüllen, so Lithoz.

Der Grund für die Nutzung des Keramik-3D-Drucks ist die sogenannte Turbineneintrittstemperatur (TIT – Turbine Inlet Temperature), die ein wichtiger Faktor für die Effizienz eines Triebwerks

ist. Generell gilt: Je höher die TIT, desto effizienter (im Sinne von kerosinsparender) kann ein Triebwerk betrieben werden. Studien von NASA und verschiedenen Universitäten haben ergeben, dass die Einsparung bei einer Erhöhung der TIT um 100 Grad Celsius rund 3 bis 6 Prozent betragen kann. Da verwundert es nicht, dass Triebwerke mit immer höheren Temperaturen arbeiten – in den vergangenen 80 Jahren ist die TIT von rund 1.100 K (entspricht rund 730 °C) auf mittlerweile über 2.100 K (rund 1.830 °C) gestiegen.

Solche Temperaturen belasten die einzelnen Komponenten, insbesondere »

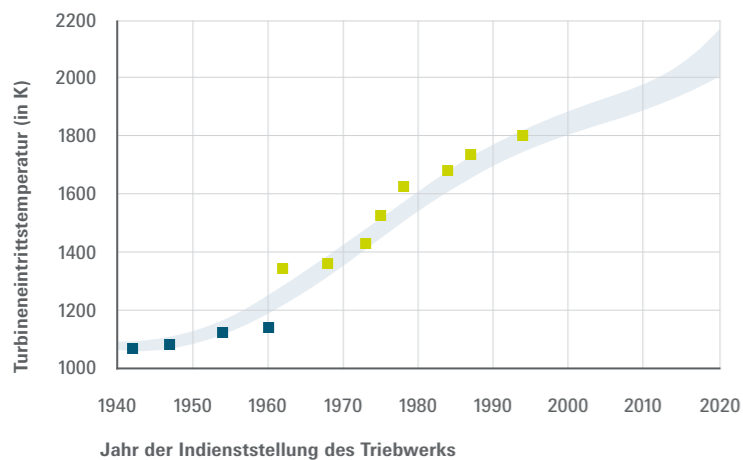


Fotos: Adrien Daste / Safran, Lithoz

Foto oben:
Qualitätskontrolle bei einem M88-Triebwerk
Foto rechts:
3D-gedruckte Gusskerne aus Keramik



Fertigungslinie für die Endmontage von LEAP-Triebwerken bei Safran.



Immer heißer

Die Grafik zeigt, wie sich mit jeder neuen Triebwerksgeneration die Turbineintrittstemperatur immer weiter erhöht hat – auch dank immer ausgefeilterer Lösungen zum Kühlen.

■ nicht gekühlt ■ gekühlt ■ technologische Entwicklung

Quelle: Aviation Stack Exchange

die Turbinenschaufeln, sehr stark und sind nur durch die Kombination verschiedener technologischer Entwicklungen möglich, u. a. hochwarmfester Nickelbasislegierungen, Einkristallschaufeln (die in einem speziellen Gussverfahren hergestellt werden), keramischer Beschichtungen und ausgefeilter Kühlsysteme.

Und die Verbesserung der Kühlung soll durch den Einsatz der präzisen LCM-Technologie (Lithography-based Ceramic Manufacturing) von Lithoz möglich werden. Dabei entstehen nicht die Turbinenschaufeln auf dem 3D-Drucker, sondern die Gusskerne, mit denen die hoch belasteten Turbinenschaufeln in einem sehr komplexen Verfahren hergestellt werden.

Dabei kommen spezielle Keramikformulierungen, die in den letzten Jahren gemeinsam von Lithoz und Safran entwickelt wurden, zum Einsatz. »Mit den Gusskernen aus Keramik können noch komplexere Kühlkanäle in den Turbinenschaufeln erreicht werden«, erklärt Nibert Gall, Leiter Marketing und Unternehmenskommunikation bei Lithoz.

Zu den Hauptprodukten von Safran gehören die LEAP- und CFM56-Triebwerke für Kurz- und Mittelstreckenjets sowie das M88 für den Militärjet Dassault Rafale. Bei welchem davon die Turbinenschaufeln, die mit den 3D-gedruckten Kernen hergestellt wurden, eingesetzt werden sollen und wann diese in Serie gehen, ist noch nicht

bekannt. Aber allein die Tatsache, dass Safran gleich drei AM-Anlagen nutzt, interpretiert Gall als »ersten Schritt einer Serienproduktion. Weitere Schritte und Skalierungsgrößen werden sicherlich folgen.« Und auch Johannes Homa, CEO von Lithoz, sieht in der Installation der drei Keramik-3D-Drucker bei Safran »einen echten Meilenstein sowohl für Lithoz als auch für die Luft- und Raumfahrtindustrie«.

+ MEHR INFOS UNTER:

- » formnext.com/fonmag
- » safran-group.com
- » lithoz.com

MEHR ALS 25.000 FLUGTAUGLICHE TEILE PRO JAHR

Auch Polymerteile haben den Bau von Flugzeugen deutlich verändert. So druckt Airbus allein mit seinen 3D-Druckern jährlich mehr als 25.000 flugtaugliche Teile. Laut Stratasys hat Airbus ausgehend von einem ersten Bauteil, einer Ersatzkomponente für einen Crew-Sitz, AM umfassend eingeführt und auf ein neues Niveau gehoben: Über 200.000 zertifizierte Stratasys-Polymer-teile sind mittlerweile im aktiven Einsatz.

Airbus lässt Bauteile für die Modelle A320, A350 und A400M mit dem »Stratasys Ultem 9085 Filament Certified Grade (CG)«-Material auf mehreren industriellen FDM-Druckern von Stratasys fertigen. »Wir können zertifizierte, reproduzierbare Bauteile schneller herstellen und sind dabei weniger auf komplexe Lieferketten angewiesen. Diese Fertigungsflexibilität senkt die Kosten und sorgt für eine verbesserte Reaktionsfähigkeit«, sagt Serge Senac, Airbus Industrial Leader für Polymer Additive Manufacturing.

Die Teile erfüllen strenge Anforderungen der Luft- und Raumfahrt und ermöglichen gleichzeitig einen schnelleren und kostengünstigeren Austausch verschiedener Komponenten im gesamten Flugzeug. Dank der dezentralen Fertigung

kann Airbus Teile produzieren, wo und wann sie benötigt werden, wodurch Ausfallzeiten von Flugzeugen reduziert, Lagerbestände minimiert und kostspielige Verzögerungen in der Lieferkette vermieden werden.



3D-GEDRUCKTER HECKRAHMEN FÜR NEUES TRIEBWERKSKONZEPT

Ein Einblick in die nächste Generation von Flugzeugturbinen konnten Besucher der Formnext 2025 am Stand von Nikon SLM Solutions erhalten: Hier wurde der 3D-gedruckte Heckrahmen des CFM-RISE-Entwicklungsprogramms gezeigt. Das RISE-

Programm ist eine Kooperation von Safran Aircraft Engines und GE Aerospace über die gemeinsame Firma CFM International.

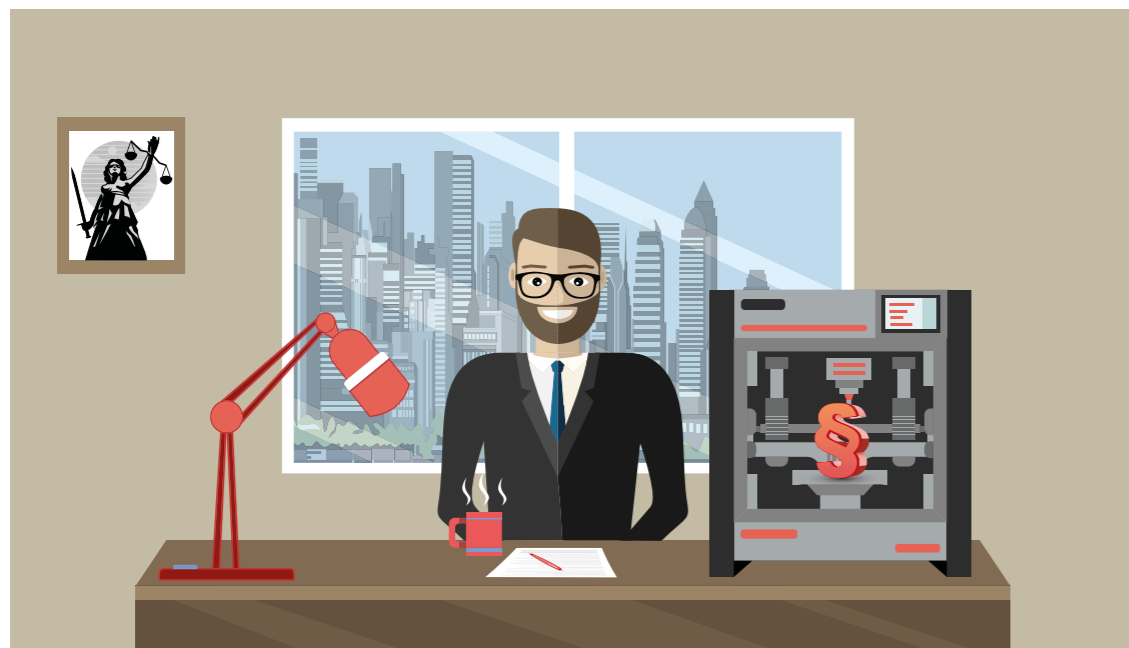
»RISE« steht für »Revolutionary Innovation for Sustainable Engines« und wurde 2021 gestartet, mit dem Ziel, den

Treibstoffverbrauch im Vergleich zu den derzeit effizientesten Triebwerken nochmals um 20 Prozent zu senken und zudem sauberer und leiser zu arbeiten. Das Revolutionäre am RISE-Programm ist das »Open Fan«-Konzept, bei dem die großen Fan-Rotorblätter ohne äußere Verkleidung (Nozzle/Nacelle) betrieben werden, was Gewicht und Luftwiderstand reduzieren soll.

Gleichzeitig soll so ein hohes Nebenstromverhältnis (Bypass) erreicht werden, was die Schubwirkungs- und Kraftstoffeffizienz deutlich steigert. Dazu umfasst das Konzept auch einen kleineren, thermisch effizienteren High-Pressure Core mit neuen Materialien und besserer Kühlung (siehe auch den Beitrag zu Lithoz und Safran auf Seite 23). Laut Nikon wurde das Bauteil als Schritt in Richtung des endgültigen Designs für den für 2030 geplanten RISE-Demonstrationsmotor gedruckt. Die Serienproduktion soll 2035 beginnen und dann auch im 3D-Druck erfolgen.



EIN NEUER ERFINDERERGEIST



Vor knapp drei Jahren erlangte der New Yorker Anwalt Steven A. Schwartz in Fachkreisen und darüber hinaus einige unfreiwillige Berühmtheit: Für die Klage seines Mandanten, der auf einem Flug angeblich von einem Metall-Servicewagen getroffen wurde, gegen die kolumbianische Fluggesellschaft Avianca Airlines hatte sich Schwartz mithilfe von ChatGPT vorbereitet. Vor Gericht trug der Anwalt dann mehrere Präzedenzfälle vor, die ihm ChatGPT geliefert hatte. Das Problem war nur: Die Fälle existierten nicht und waren von der KI schlicht erfunden worden.

Neben der Strafe von 5.000 US-Dollar wog für Schwartz und seine Kanzlei der Imageschaden wohl deutlich schwerer – immerhin hatten Medien international berichtet. Der Anwalt hatte nicht damit gerechnet, dass ChatGPT sich einfach Dinge »ausdenken« kann, wie er später erklärte.

Das Ganze zeigt, wie verführerisch die Effizienz versprechende Versuchung von KI inzwischen ist – und wie weit wir geneigt sind, ihr zu vertrauen. Unser Leben wird ja ohnehin immer mehr von KI geprägt – ChatGPT als Arbeitstool im

Beruf ist da ja nur ein kleiner Ausschnitt. Wahrscheinlich kann kaum ein Laie noch zwischen echten und KI-generierten Videos bei Youtube unterscheiden – von Fotos und Texten ganz zu schweigen.

Der Boom von KI zeigte sich auch an Aktienmärkten, wo Nvidia und Co. lange Zeit nur eine Richtung kannten. Aus Sicht mancher Investoren gehört die Additive Fertigung im Vergleich zur Boombranche KI fast schon zum alten Eisen bzw. zum spröden Filament. Eine Entwicklung, die auch in der AM-Branche eine gewisse Kreativität ausgelöst hat: Denn anstatt als AM- oder 3D-Druck-Unternehmen bezeichnen sich junge Firmen auf Investorensuche gern als Anbieter »digitaler Fertigung«. Gemeint ist dabei so etwas wie eine Kombination aus Software, 3D-Druck und Robotik – natürlich unterstützt von KI. Alternativ kursieren selbst im Unternehmensprofil klassischer 3D-Druck-Anbieter nun Begriffe wie »manufacturing technology company« oder Anbieter von »advanced production platforms«.

Kritiker sehen in dieser Entwicklung im Prinzip nichts Neues, weil die additive Prozesskette all dies ja auch schon vor

Jahren bereithielt. Befürworter sehen hier ein neues Geschäftsmodell, das den 3D-Druck mit einbezieht. Dass »Digital Manufacturing« durchaus die Investoren überzeugt, zeigt das Beispiel von Divergent: Das Unternehmen aus Kalifornien hat in inzwischen zehn Finanzierungsrunden knapp 1 Mrd. US-Dollar an Fundings eingesammelt (und einen Teil davon auch in zahlreiche PBF-Systeme investiert) und wird derzeit (März 2026) mit rund 2,3 Mrd. US-Dollar bewertet.

Insgesamt spiegelt dieses neue Businesskonzept auch eine Entwicklung der AM-Branche wider: Die Umsätze verlagern sich immer mehr in den Dienstleistungssektor, während sich Anbieter von AM-Systemen insbesondere in westlichen Ländern oftmals in einer neuen Bescheidenheit üben müssen.

Für AM muss das kein Zeichen von Schwäche sein, sondern spricht eher für solides Zukunftspotenzial. AM kann als Enabling Technology inzwischen mit einer gewissen Reife überzeugen. Schließlich werden hier keine Teile erfunden, sondern zuverlässig Schicht für Schicht produziert.

Text: Thomas Masuch

Illustration: feedbackmedia.de, iStock/Lulija Anisimova, JoyImage, mitay20, Nick Molokovich

365 TAGE

die AM-Welt erreichen



REICHWEITE TRIFFT MARKENSTÄRKE – IHRE BOTSCHAFT IM ZENTRUM DER AM-WELT

Die Formnext ist das Branchenhighlight der Additiven Fertigung und gleichzeitig »the place to be«. Aber die Formnext besteht nicht nur aus den vier Tagen im Jahr. Mit unserem umfangreichen Informationsangebot sind wir als Hub für Additive Manufacturing auch vor und nach der Formnext zentrale Anlaufstelle für die AM-interessierte Fachwelt.

Und unser Hub-Angebot bietet Ihnen das ganze Jahr die Möglichkeit, Ihre Botschaft an die internationale AM-Community zu richten und neue Geschäftspartner zu finden.

Entdecken Sie in unserem **Marketing & Sales Kit** alle Möglichkeiten.



[Formnext.com/kit](https://formnext.com/kit)

formnext

- » 17.–20.11.2026
- » Messe Frankfurt: Halle 11, 12 und Portalhaus

KONTAKT:

- » Hotline: +49 711 61946-810
- » formnext@mesago.com
- » formnext.com/fonmag

SAVE THE DATE:

- » 26.–29.10.2027
- » Weitere Infos unter formnext.de

IMPRESSUM Fon Mag Ausgabe 01/26

HERAUSGEBER
mesago

Messe Frankfurt Group

Mesago Messe Frankfurt GmbH
Rotebühlstraße 83–85
70178 Stuttgart
Tel. +49 711 61946-0
info@mesago.com
mesago.com

Amtsgericht Stuttgart,
HRB Stuttgart 1 33 44
USt-Identifikationsnummer:
DE147794792

V.i.S.d.P.: Sascha Wenzler

PROJEKTKOORDINATION
Nina Schwarzer
Tel. +49 711 61946-566
Nina.Schwarzer@mesago.com

REDAKTION
ZIKOMM – Thomas Masuch
thomas.masuch@zikomm.de

GESTALTUNG
feedbackmedia.de

DRUCK UND BINDUNG
Offizin Scheufele Druck und
Medien GmbH + Co.KG, Stuttgart

ERSCHEINUNGSWEISE
Das Magazin erscheint
3-mal jährlich.

AUFLAGE
18.700 Exemplare

ADVERTISING
Mesago Messe Frankfurt GmbH
Tel. +49 711 61946-501
Stefan.Rapp@mesago.com

LESERSERVICE
formnext-magazin@mesago.com
Tel. +49 711 61946-405

FON MAG ONLINE & ABO
formnext.com/fonmag

© Copyright
Mesago Messe Frankfurt GmbH
Alle Rechte vorbehalten.

Aus Gründen der besseren Lesbarkeit wird in dieser Publikation nicht ausdrücklich in geschlechterspezifische Personenbezeichnungen differenziert. Entsprechende Begriffe gelten im Sinne der Gleichbehandlung in der Regel für alle Geschlechter.



mesago

formnext

HUB FÜR ADDITIVE MANUFACTURING

Expo & Convention
Industry Insights
Industry Events

Tauchen Sie ein in eine Welt voller Innovationen, wertvoller Brancheninformationen und Networking. Finden Sie das ganze Jahr über Inspiration, Austausch und direkten Zugang zu den neuesten Lösungen der Additiven Fertigung.

Find AM
AM Directory

Read AM
Fon Mag Print & Online

Watch AM
Formnext.TV

AM updates
Newsroom

AM regularly
AM4U-Newsletter

Experience AM
AM-Eventkalender

Explore AM
Formnext Whitepaper

Discuss AM
Formnext Technology Talks

Understand AM
AM Field Guide

Discover AM
Seminare & Webinare

AM around the globe
Formnext Events weltweit

Shaping AM
AM Jobs

Willkommen auf der zentralen
Plattform für AM-Experten weltweit!
formnext.com

AM Insights direkt ins Postfach?
formnext.com/getindustryinsights

