

Fon Mag

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

IMMER HÖHER HINAUS

AM treibt die Luft- und Raumfahrt an –
und es gibt noch viel Potenzial

Seite 12

IMMER WEITER VERBREITET

Der 3D-Druck von Keramik erschließt
konstant neue Anwendungen

Seite 16

mesago

formnext

Verschwende nie eine gute Krise.

Winston Churchill, britischer Premierminister und Autor (1874–1965)

Titelbild: Thomas Masuch / Mehr Infos auf Seite 15.

Liebe Leserinnen und Leser, zehn Jahre sind in der schnelllebigen Welt der Additiven Fertigung eine Ewigkeit. In dieser Zeit hatte ich persönlich das Privileg, die rasante Entwicklung unserer Branche aus verschiedenen Perspektiven zu erleben – von den Anfängen der Formnext bis hin zur diesjährigen 10-Jahres-Jubiläumsfeier. Welch eine Reise!

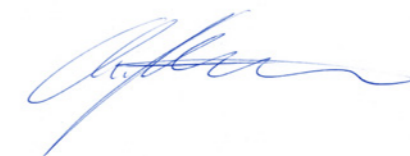
Die AM-Branche hat in diesem Jahrzehnt eine bemerkenswerte Transformation durchlaufen. Wir erlebten zunächst eine Wachstumsphase, die ihresgleichen sucht, getrieben von technologischen Durchbrüchen; der AM-Markt wuchs stetig und wird voraussichtlich auch in den kommenden Jahren zweistellige Wachstumsraten verzeichnen. Dann kam die Corona-Pandemie, die uns vor nie da gewesene Herausforderungen stellte, aber auch die Flexibilität und Innovationskraft unserer Technologie unter Beweis stellte. Heute befinden wir uns in einer Phase der Konsolidierung und Neuausrichtung. Der Markt reift und wir sehen eine zunehmende Professionalisierung und Industrialisierung additiver Technologien.

Diese Entwicklung bringt natürlich Herausforderungen mit sich. Der Wettbewerb wird intensiver, der Kostendruck größer und es wird schwieriger, Geld am Kapitalmarkt zu beschaffen. Gleichzeitig eröffnen sich spannende neue Möglichkeiten, z. B. durch neue Materialien, Anwendungen oder innovative Geschäftsmodelle.

Deshalb blicke ich mit Zuversicht in die Zukunft. Die Additive Fertigung hat das Potenzial, die Industrie in vielen Bereichen entscheidend voranzu-

bringen, indem sie traditionelle Fertigungsverfahren in zahlreichen Industriesektoren ergänzt und teilweise sogar ersetzen kann. Einige Beispiele zeigen wir Ihnen in diesem Heft, u. a. aus der Welt des 3D-Drucks von Keramik (Seite 16) oder dem Bereich Aerospace (Seite 12). Gleichzeitig blicken wir auf die Bemühungen der Branche in Richtung unternehmensübergreifende Kooperationen und Industrialisierung (Seite 9).

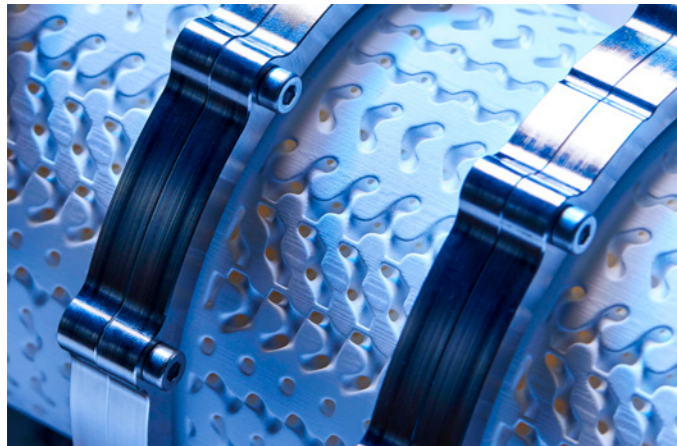
Nach zehn Jahren hat auch die Formnext viele Herausforderungen gemeistert und ist erwachsener geworden. Errungenschaften, auf die ich zusammen mit dem gesamten Formnext-Team stolz bin. Gleichzeitig bin ich sicher, dass die kommenden zehn Jahre nicht weniger aufregend werden. Ich freue mich darauf, gemeinsam mit Ihnen die kommenden Herausforderungen zu meistern und die Chancen, die vor uns liegen, zu nutzen. Lassen Sie uns die Zukunft der Additiven Fertigung weiterhin gemeinsam erfolgreich gestalten!



Ihr Christoph Stüker
Vice President Formnext



16



09



12



07

05 FORMNEXT NEWS

- » 05 Rückblick Formnext 2024 · Neues Key Visual
- » 06 Gewinner der Formnext Awards 2024 setzen neue Maßstäbe
- » 07 Trends und Highlights der Formnext 2024

08 TECHNOLOGIE IM FOKUS | NEWS

Formnext Launches – Höhere Produktivität, niedrigere Kosten

08 AM FAKTEN, TRENDS & MEHR | MARKTBERICHT

AG AM im VDMA – Zuversicht trotz angespannter Lage

09 AM FAKTEN, TRENDS & MEHR | INDUSTRIALISIERUNG VON AM

Ein Zukunftsthema mit vielen Hürden

12 AM IN DER ANWENDUNG | LUFT & RAUMFAHRT

Wie AM derzeit die Luft- und Raumfahrt antreibt

16 TECHNOLOGIE IM FOKUS | 3D-DRUCK VON KERAMIK

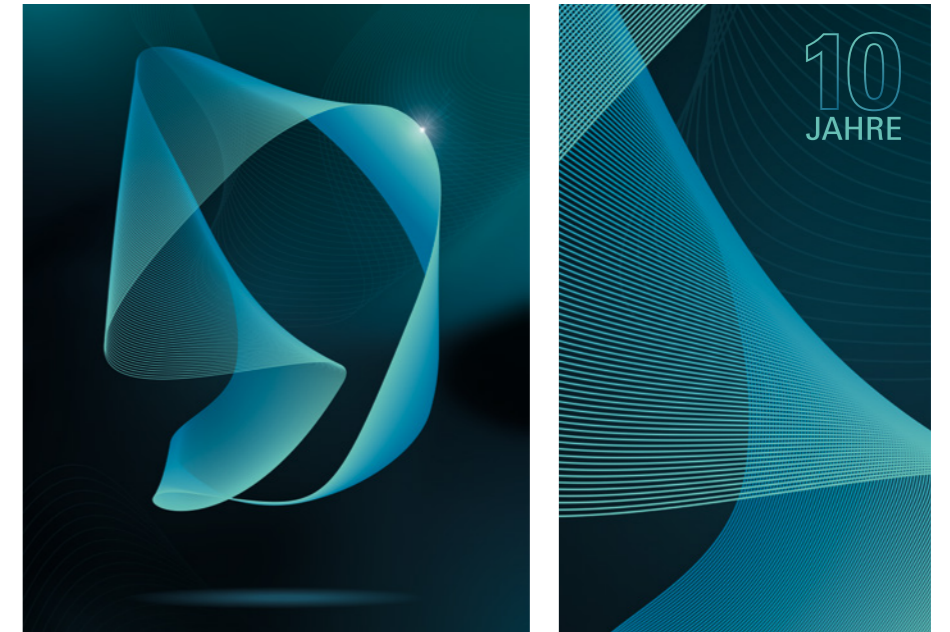
Immer weiter verbreitet

22 SCHRÄG GEDACHT

Hat Qualität eine Zukunft?

NEUES KEY VISUAL

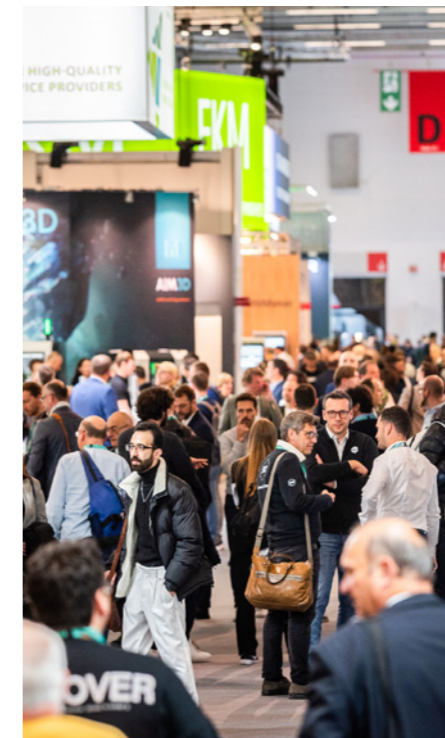
Neues Jahr, neuer Look! Nachdem uns das bisherige Formnext-Key-Visual über viele Jahre begleitet hat, war es Zeit für eine »Auffrischung«. Gleichzeitig läutet die Formnext mit der »Enttüllung« des neuen Designs ihr Jubiläumsjahr ein. Mit seinen dunklen Farben und eleganten Formen fällt das neue Key Visual sofort ins Auge. Die Weiterentwicklung des bisherigen Designs besticht durch Schlichtheit und Modernität, Frische und Flexibilität und ist damit ein ideales Sinnbild für die Qualitäten der Additiven Fertigung. Ab sofort wird Ausstellern, Besuchern und Partnern der Formnext das neue Key Visual öfter begegnen – natürlich auch im Rahmen der Jubiläumsausgabe der Formnext 2025 in Frankfurt.



ENTSCHEIDENDE IMPULSE

Die Formnext 2024 hat mit zahlreichen wegweisenden Weltpremierer und Innovationen entscheidende Impulse für die künftige Weiterentwicklung der industriellen Produktion hin zu mehr Effizienz, Produktivität und Nachhaltigkeit gesetzt.

Trotz eines herausfordernden wirtschaftlichen Umfelds und globaler Unsicherheiten hat die Formnext 2024 ihre führende Position bestätigt. Mit 864 Ausstellern (61 Prozent davon international) setzte die Formnext erneut neue Maßstäbe. Die Veranstaltung hat eindrucksvoll gezeigt, wie die Additive Fertigung zunehmend in verschiedensten Branchen an Bedeutung gewinnt. Ein Beleg dafür sind unter anderem die 34.404 Fach- und Führungskräfte, die die Formnext in diesem Jahr als Besucher begrüßen durfte. Die Formnext 2024 hat ihr ohnehin schon sehr umfangreiches Rahmenprogramm noch einmal deutlich erweitert. Zahlreiche Sonderschauen



chern frei zugänglichen Vortragsbühnen wurden wichtige Trends, Technologien und Anwendungen diskutiert. Die Formnext 2024 konnte zum wiederholten Mal mit einem hohen Anteil internationaler Besucher (48 Prozent) aufwarten. Die beeindruckende Besucherfrequenz und die hohe Qualität der Gespräche wurden auch von den Ausstellern gelobt: »Wie immer ist die Formnext die ideale Plattform, um Innovation, Zusammenarbeit und die Stärke des additiven Ökosystems zu zeigen«, so Shaun Wootton, Head of Communications bei Colibrium Additive. Andreas Langfeld, President EMEA & APAC Stratasys, freute sich über »eine superstarke Messe mit einem noch reiferen Austausch. Die Besucher auf der Formnext kamen mit konkreten Fragen, Anwendungen und gezielten Anforderungen zu uns. Wir hatten noch mehr Kontakte und Leads als im Vorjahr.«

beschäftigten sich mit diversen Anwenderindustrien, von der Dental- und Medizinbranche über die Verpackungs- und Bauindustrie bis zum Maschinenbau. Im Multistage-Programm mit drei den Besu-

Foto: Mesago/Mathias Kutt

+ MEHR INFOS UNTER:
» formnext.com/zahlen

INNOVATIONEN VON DER AORTENKLAPPE BIS ZUM MULTIMATERIALDRUCK

Die Gewinner der Formnext Awards 2024 setzen neue Maßstäbe in der Additiven Fertigung.

Mit dem neuen Award-Konzept hat die Formnext erstmals außergewöhnliche Talente und Ideen aus der Welt des Additive Manufacturing in insgesamt sechs verschiedenen Kategorien ausgezeichnet und auf der Messe feierlich prämiert: Axolotl Biosciences (Start-up Award), Oryx Medicals (Rookie Award), Fraunhofer IGCV ([R]Evolution Award), Siemens/Verbundvorhaben »3D-Process« (Design Award), Ceratizit (Sustainability Award) und AM of Bones, Universität Stuttgart (Ambassador Award).

Die Formnext Awards zeichnen junge, innovative Unternehmen, nachhaltige Geschäftsideen und bahnbrechende Technologien aus. Die Trophäen wurden von Sutosuto gestaltet und von Voxeljet produziert und gesponsert. Weitere Award-Sponsoren waren 3D Printing Industry, AM Ventures, cirp, Renishaw und Trumpf.

START-UP AWARD SUPPORTED BY AM VENTURES

Den Start-up Award supported by AM Ventures, der junge inspirierende Unternehmen mit umsetzbaren Geschäftsmodellen auszeichnet, konnte Axolotl Biosciences für sich entscheiden. Das

kanadische Unternehmen hat mit Tissue-Print eine für die Forschung geeignete, xenofreie Biotinte für den 3D-Druck menschlicher Gewebemodelle entwickelt. Die Tinte kann laut Unternehmen mit einer Vielzahl empfindlicher Zellen verwendet werden.

ROOKIE AWARD

Oryx Medicals heißt der Sieger des Rookie Awards, der Einzelpersonen mit aussichtsreichen Geschäftsideen, die ihre Firma noch nicht oder vor weniger als einem Jahr gegründet haben, auszeichnet. Das junge Team hat eine innovative, additiv gefertigte Aortenklappe entwickelt. Diese soll die Behandlung der Aortenklappenstenose revolutionieren.

SUSTAINABILITY AWARD SUPPORTED BY RENISHAW

Der Sustainability Award supported by Renishaw zeichnet AM-Anwendungen und Produkte über den reinen Produktionsprozess hinaus anhand ihres Produktlebenszyklus aus. Der Sieger 2024 ist Ceratizit. Das Unternehmen hat ein einzigartiges Verfahren zur bindemittel- und sinterbasierten Additiven Fertigung von Hartmetallen entwickelt, mit dem sich der CO₂-Fußabdruck um 95 Prozent verringern lässt.

DESIGN AWARD SUPPORTED BY CIRP

Siemens hat mit dem Verbundvorhaben »3D-Process« mit außergewöhnlichen

AM-Designs die Jury überzeugt und den Design Award supported by cirp gewonnen. Das Unternehmen präsentierte ein innovatives Reaktor-Design, das für mehr Nachhaltigkeit in der Chemie sorgen soll. Es ist auf die Synthese von Chemikalien für pharmazeutische Wirkstoffe (APIs) ausgelegt und erreicht laut Siemens eine Energieeinsparung von bis zu 50 Prozent. Gleichzeitig werden rund 50 Prozent weniger Lösungsmittel als im konventionellen Prozess benötigt.

(R)EVOLUTION AWARD SUPPORTED BY 3D PRINTING INDUSTRY

Das Fraunhofer-Institut für Gießerei-, Composite- und Verarbeitungstechnik IGCV hat den (R)Evolution Award supported by 3D Printing Industry gewonnen. Der Award zeichnet bahnbrechende Produkte, Technologien oder Dienstleistungen aus, die einen besonderen Mehrwert für den Anwender bieten. Das IGCV hat die Jury mit seinem Projekt »Three Material Powder Bed Fusion of Battery Cell Cap Housing« überzeugt. Dabei handelt es sich um eine zum Patent angemeldete Drei-Materialien-Verarbeitungstechnik mittels Pulverbettsschmelzen, mit der Batteriegehäuse aus Aluminium, Kupfer und Keramik in einem einzigen Fertigungsschritt hergestellt werden können.

AMBASSADOR AWARD

Der Ambassador Award prämiert herausragende Einzelpersonen oder Organisationen, die durch innovative Trainings- und Ausbildungsansätze oder ihre persönliche Fürsprache einen einzigartigen Einfluss auf die Branche und die Anwender haben. Der Sieger 2024 ist AM of Bones, Universität Stuttgart. Die Universität Stuttgart hat zusammen mit Zahnärzten der Universitätsklinik Freiburg innovative dentale Knochentransplantate entwickelt.

+ MEHR INFOS UNTER:
» formnext.com/awards



Foto: Mesago/Marc Jacquemin

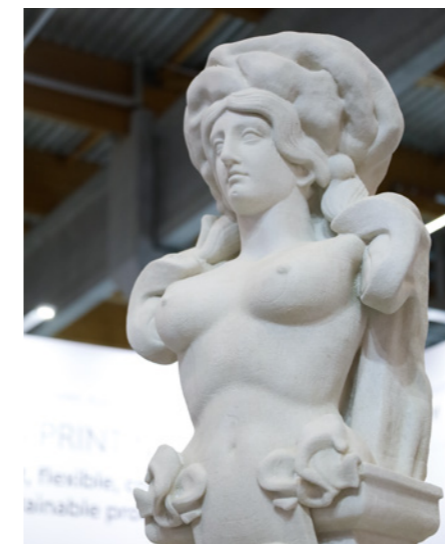
INNOVATIONEN UND PRAGMATISCHER OPTIMISMUS

Als weltgrößte AM-Messe ist die Formnext ein Spiegelbild der gesamten Branche. Bei der Formnext 2024 zeigte sich auch, wie Hersteller und Anwender von AM-Technologie mit dem erhöhten Druck in Bezug auf Wirtschaftlichkeit und Profitabilität umgehen. Gleichzeitig präsentierte sich die Branche pragmatisch, optimistisch und wie schon in den Jahren zuvor äußerst innovativ.

Die Stimmung auf dem Messeparkett war das Gegenteil von pessimistisch: An den meisten Ständen bildeten sich Besuchertrauben, technische Innovationen und neue Anwendungen zogen die Messebesucher in ihren Bann und an manchen AM-Anlagen fanden sich sogar Schilder, die über den Verkauf der Exponate informierten.

POSITIVES MINDSET IN HERAUSFORDERNDEN ZEITEN

Trotzdem war auch auf der Formnext spürbar, dass die AM-Branche nicht gegen die herausfordernde Lage in vielen (Anwender-)Industriesektoren immun ist. Die etwas härteren bzw. veränderten Zeiten wurden aber nicht unbedingt als



Fotos: Thomas Masuch

negatives Omen gesehen. »Es wird schwieriger zu expandieren, Gelder aufzutreiben usw. Aber der Überlebenskampf macht Menschen kreativer«, sagt Arno Held, geschäftsführender Gesellschafter AM Ventures.

BEDEUTUNG DER ANWENDERBRANCHEN VERSCHIEBT SICH

Die Automobilindustrie war bisher eine der stärksten Anwenderbranchen. Doch auf der Formnext war anhand einer Vielzahl entsprechender Exponate sichtbar, dass beispielsweise die Luft- und Raumfahrt noch stärker zum Zugpferd der AM-Industrie geworden ist (weitere Infos dazu im Bericht ab Seite 12).

BREITE DER ANWENDUNGEN NIMMT WEITER ZU

Die AM-Welt wächst auch, weil sie immer mehr Anwendungsgebiete abseits von Medical und Aerospace erobert, z. B. Elektronik, Energie oder Schuhe und Bekleidung. Anwendungsbereiche, die bisher teilweise einen eher experimentellen Charakter hatten, liefern nun konkrete Business Stories. Gleiches gilt für den Bereich Bauwesen und Architektur: Innovationen für künftige Anwendungen zeigte die BeAM-Sonderschau, konkrete Geschäftsmöglichkeiten präsentierten verschiedene Aussteller, z. B. 3D-gedruckte Büsten (Concr3de) oder animierte Modelle für die Stadt- und Verkehrsplanung (Team Kubitur auf dem Stand von IGO3D).

Unterschiedliche AM-Anwendungen auf der Formnext 2024: Büste aus Steinraub von Concr3de (Foto unten links), Karen Korsmo von Carbon präsentiert Sportschuhe, darunter das Stadtmodell von IGO3D und Düsen für einen Dampfkochtopf von BLT.



STÄRKERE KONKURRENZ AUS FERNOST

Unternehmen wie BLT zeigten das neue selbstbewusste »chinesische Mindset«: Der chinesische Hersteller von AM-Anlagen zeigte echte AM-Massenfertigung, u. a. eine Düse für einen Dampfkochtopf, die laut BLT im 3D-Druck 1,60 US-Dollar kostet (anstatt 2,50 US-Dollar im traditionellen MiM-Verfahren). »Wir stellen davon 1,5 Millionen Stück pro Jahr her«, berichtet Gary Ding, Managing Director BLT Europe GmbH, stolz.

+ MEHR INFOS UNTER:
» formnext.com/foomag

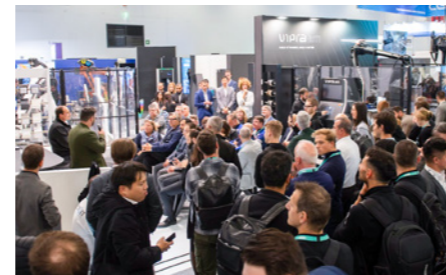
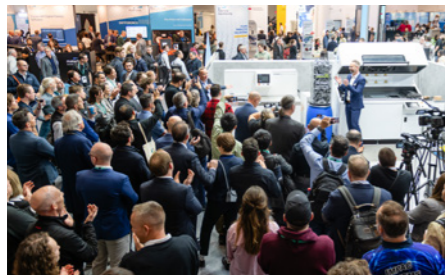
FORMNEXT LAUNCHES – HÖHERE PRODUKTIVITÄT, NIEDRIGERE KOSTEN

Die Forderung nach geringeren Produktionskosten ist so alt wie die Additive Fertigung selbst, und natürlich ging es auch auf der Formnext 2024 darum, 3D-gedruckte Bauteile günstiger herzustellen. In allen Messehallen und entlang der gesamten Prozesskette gab es dazu Fortschritte, das reichte von verbesserten Belichtungsstrategien über Innovationen im Bereich Materialien und Postprocessing bis hin zu verbesserten Softwarelösungen, die zum Beispiel den Designprozess beschleunigen oder den

Produktvorstellungen auf der Formnext 2024 von Stratasys, EOS und Caracol (von links)

Ausschuss verringern. Highlights waren wieder einmal die Vorstellungen neuer Hardwaresysteme. Am großen Publikumsandrang zeigte sich, wie groß das Interesse der Branche an mehr Effizienz ist. Ein volles Haus gab es zum Beispiel beim Launch der EOS PE Next. Mit dem neuen SLS-3D-Drucker verspricht EOS eine um bis zu 50 Prozent höhere Produktivität, eine außergewöhnliche Teilequalität und Kompatibilität mit biokompatiblen Materialien. Nicht minder viel los war auf dem Stand von Stratasys bei der Vorstellung des neuen PowderEase-T1-Systems, das Stratasys zusammen mit der Rösler-Marke AM Solutions – 3D Post Processing Technology auf den Markt gebracht hat. Die 3-in-1-Nachbearbeitungslösung, die für den Stratasys-H350-SAF-Pulverbett-

drucker entwickelt wurde, soll 50 Minuten pro Druckvorgang einsparen und gleichzeitig den Pulverabfall reduzieren. Die PowderEase T1 wird am deutschen Standort von AM Solutions hergestellt. Den wichtigen Messtrend des Large Format Additive Manufacturing (LFAM) von Metallen griff Caracol mit seiner neuen Vipra-AM-Anlage auf, die das Unternehmen einschließlich Diskussionsrunde feierlich vorstellte. Die Anlage nutzt als Technologie das Wire Arc Additive Manufacturing (WAAM) und eignet sich laut Caracol für großformatige Anwendungen in den Bereichen Eisenbahn, Automobil, Schiff- und Flugzeugbau oder für die Herstellung von Möbeln. Dabei kombiniert Vipra AM eine robotergestützte AM-Technologie mit Automatisierung.



AM FAKTEN, TRENDS & MEHR | MARKTBERICHT

ZUVERSICHT TROTZ ANGESpanNTER LAGE

Die Mitgliedsunternehmen der Arbeitsgemeinschaft Additive Manufacturing im VDMA (AG AM) blicken trotz der angespannten wirtschaftlichen Lage zuversichtlich in die Zukunft: In der Herbstumfrage erwarteten 65 Prozent für die nächsten 24 Monate ein Wachstum im heimischen Markt. »Unsere Mitgliedsunternehmen beweisen bemerkenswerte Stabilität in einem derzeit äußerst schwierigen Marktumfeld«, erklärt der Geschäftsführer der AG AM, Dr. Markus Heering. Zwar melden 35 Prozent der Unternehmen rückläufige Umsätze, dennoch bleibt der Optimismus weiterhin auf hohem Niveau. 58 Prozent der Mitgliedsunternehmen rechnen mit

einem Anstieg der Exporte, was allerdings einem Rückgang um 10 Prozentpunkte im Vergleich zur Frühjahrsumfrage entspricht. Als wichtigste Exportregion wird von knapp drei Viertel der Mitgliedsunternehmen die EU genannt, gefolgt von den USA (69 Prozent) und europäischen Nicht-EU-Staaten (33 Prozent). »Wir beobachten eine zunehmende Bedeutung der USA als Exportmarkt«, so Heering. China und andere asiatische Länder benennen 10 bzw. 15 Prozent als wichtigste Absatzmärkte. Die relevantesten Wettbewerber kommen aus China und den USA. 43 Prozent der Befragten sehen sich im Wettbewerb mit chinesischen AM-Anbietern, 36 Prozent mit US-amerikanischen. »Der

Wettbewerb aus China ist mittlerweile deutlich zu spüren«, berichtet Heering. Angesichts der schwierigen allgemeinen Wirtschaftslage halten sich die Unternehmen momentan mit Investitionen zurück. Im Jahr 2025 wollen nur 27 Prozent verstärkt investieren. Den positivsten Effekt auf das AM-Geschäft haben mit 68 Prozent neue Anwendungen und mit 52 Prozent neue Märkte. Auch von verstärkten F&E- und Marketing-Aktivitäten erhofft sich jedes fünfte Unternehmen positive Impulse. Als wichtige Herausforderungen für die Zukunft sieht Heering ein geringeres Kostenniveau, das Erschließen neuer Anwendungen und die Entwicklung neuer Technologien.

Fotos: Mesago/Marc Jacquemin/Mathias Kutt

WIE MAN DIE GROSSEN HERAUSFORDERUNGEN MEISTERT

Die Industrialisierung der Additiven Fertigung ist eines der wichtigen Zukunftsthemen der Branche, es gibt aber noch viele Hürden zu überwinden.

Mit »Industrialisierung von AM« ist der Übergang der Additiven Fertigung von einem Nischenwerkzeug für den Prototypenbau zu einer voll integrierten Produktionstechnologie, die den Anforderungen der Großserienfertigung gerecht wird, gemeint. Es geht also darum, AM zu einer praktikablen Produktionstechnologie zu machen, die in großem Maßstab in herkömmliche Fertigungsverfahren integriert wird.

Letztendlich sind die Entscheidungen in der Fertigung von Kostensenkung und Gewinnmaximierung getrieben. AM muss also einen wirtschaftlichen Mehrwert liefern, um eine breite Akzeptanz zu erreichen. Dieser Mehrwert kann auch die Lieferketten betreffen, die angesichts geopolitischer Instabilität vor Herausforderungen stehen: Dafür muss AM nicht unbedingt perfekt sein – nur gut genug, um dringende Probleme in der Fertigung effektiv zu lösen.

WARUM HAT AM NOCH NICHT DIE VOLLSTÄNDIGE INDUSTRIALISIERUNG ERREICHT?

In der Branche wird seit Jahren über die Industrialisierung von AM diskutiert, doch es gibt noch erhebliche Herausforderungen, etwa die folgenden:

- Werkstoffe
- Prozessstabilität
- Automatisierung
- Standardisierung



Dieser von EOS und nTop hergestellte Wärmetauscher zeigt die Vorteile von AM, die die Industrialisierung der Technologien vorantreiben: Zusammenführung von Komponenten, neue Legierungen, komplexe Geometrien

- Effizienz
- Gestaltung
- Entwicklung der Arbeitskräfte
- Vertrauen und Zuversicht

Zwei Gruppen treiben die Industrialisierung entscheidend voran: Anwender und Entwickler. Die Anwender spielen eine entscheidende Rolle, indem sie Wege finden, AM in ihre Produktionsabläufe zu integrieren, reale Herausforderungen zu

identifizieren und Anwendungen zu verfeinern. Technologieentwickler arbeiten an der Weiterentwicklung von Hardware, Software und Materialfähigkeiten, um die Zuverlässigkeit, Skalierbarkeit und Kosteneffizienz von AM zu verbessern. Beide Gruppen müssen eng zusammenarbeiten, um AM für die künftigen Anforderungen in der industriellen Produktion fit zu machen.

Text: James Woodcock

Fotos: EOS, Siemens



Die Gründer von AM I Navigator:
François Minec (Global Head, Polymers 3D Printing, HP 3D Printing),
Martin Back (Managing Director, BASF Forward AM),
Karsten Heuser (Vice President Additive Manufacturing, Siemens Digital Industries),
Felix Ewald (CEO & Co-Founder, DyeMansion) und
Nikolai Zaepernick (CBO, Managing Director, EOS)

DIE HERAUSFORDERUNGEN BLEIBEN BESTEHEN

Trotz ihres Potenzials gibt es mehrere Hindernisse, die einer vollständigen industriellen Einführung von AM entgegenstehen:

- **Kosten:** Bei großen Stückzahlen sind die Kosten von AM im Vergleich zu konventionellen Fertigungstechnologien mit jahrzehntelangem Entwicklungsstand oft zu hoch.
- **Wiederholbarkeit und Qualitätssicherung:** Die Komplexität des AM-Prozesses ist nach wie vor herausfordernd, und zwar in allen Bereichen, von den Materialien bis zur Endbearbeitung.
- **Integration:** Eine erfolgreiche Einführung erfordert die nahtlose Integration in bestehende Produktionslinien, die oft aus verschiedenen Fertigungstechnologien bestehen. Viele Hersteller haben Probleme mit der Software-Interoperabilität, der Datenverarbeitung und der Automatisierung von Arbeitsabläufen.

- **Materialien:** Die Auswahl an AM-Materialien hat sich zwar deutlich vergrößert, bleibt jedoch im Vergleich zur konventionellen Fertigung begrenzt.

ZUSAMMENARBEIT

Die Zusammenarbeit im gesamten AM-Ökosystem ist entscheidend für die Bewältigung dieser Herausforderungen. Mehrere Initiativen befassen sich aktiv mit diesen Herausforderungen:

- **AM I Navigator:** Der AM I Navigator wurde auf der Formnext 2023 von Siemens, DyeMansion, BASF Forward AM, EOS und HP vorgestellt, inzwischen ist auch Stratasys mit an Bord. Das Projekt bietet ein Reifegradmodell, das fünf Stufen der AM-Einführung skizziert: Basic, Professional, Advanced, Integrated und Autonomous. So können Unternehmen ihre Fortschritte bewerten und erhalten maßgeschneiderte Empfehlungen zu Automatisierung, Konnektivität und Betriebsoptimierung. Ähnlich wie die Technology Readiness Levels

(TRLs) und die Manufacturing Readiness Levels (MRLs) hilft dieses Rahmenwerk den Herstellern, AM effektiver zu skalieren. »Der AM I Navigator bietet mit seinem Rahmenwerk einen strukturierten Ansatz, um den aktuellen Status und die Schritte zum Zielzustand der industrialisierten Additiven Fertigung zu definieren. Er baut auf etablierten Frameworks für die digitale Fertigung auf, etwa dem Smart Industry Readiness Index (SIRI), der Unternehmen hilft, Strategien für die Modernisierung ihrer Produktionsprozesse zu entwickeln«, so Dr. Karsten Heuser, VP Additive Manufacturing; Head of Company Core Technology AM & Materials, Siemens AG.

- **Leading Minds Consortium:** Auf der Formnext 2024 wurde das Leading Minds Consortium präsentiert – bestehend aus Ansys, EOS, HP, Materialise, Nikon SLM, Renishaw, Stratasys und Trumpf. Die Initiative hat es sich zum Ziel gesetzt, grundlegende Hindernisse

für die Einführung von AM zu beseitigen. Durch die Zusammenführung von Herstellern und Technologieanbietern will Leading Minds AM standardisierter, zugänglicher und skalierbarer machen.

- **Die AM-Initiative des Weltwirtschaftsforums:** Das Weltwirtschaftsforum (WEF) hat in Zusammenarbeit mit Fraunhofer und der ETH Zürich ebenfalls eine führende Rolle bei der Industrialisierung von AM übernommen. Das Weißbuch »An Additive Manufacturing Breakthrough: A How-to Guide for Scaling and Overcoming Key Challenges« bietet einen strukturierten Ansatz für die Skalierung von AM. Diese Initiative konzentriert sich auf die Standardisierung von Prozessen, die Entwicklung von Arbeitskräften und Investitionsstrategien.

DER WEG IN DIE ZUKUNFT

In einer zunehmend instabilen Welt ist die Stabilität der Lieferkette ein dringendes Anliegen. Hier muss AM nicht makellos sein – die Additive Fertigung muss nur eine praktikable Alternative sein, die diese Probleme angeht.

Ein weiterer Faktor, der die Rolle von AM in der industriellen Produktion beeinflusst, ist die Nachhaltigkeit. Früher schienen Umweltbelange für die Hersteller an erster Stelle zu stehen, aber schwache Vorschriften und sich ändernde politische Prioritäten haben diese Dynamik verändert. Die kommerzielle Nachhaltigkeit bleibt jedoch eine konstante Triebkraft.

Letztendlich erfordert es die Industrialisierung, dass AM über die eigentliche Technologie hinausgeht und sich in die breitere Mentalität der Fertigung einfügt. Das bedeutet, dass man sich auf die

Kostenreduzierung, die Verbesserung der Prozessstabilität und die Gewährleistung einer nahtlosen Integration in bestehende Fertigungssysteme konzentrieren muss. Nur wenn die Herausforderungen in Bezug auf Kosten, Konsistenz und Integration gemeistert werden, kann AM sein Versprechen, eine wirklich transformative industrielle Technologie zu sein, erfüllen.

+ MEHR INFOS UNTER:
 » formnext.com/fonmag

RENISHAW GMBH | ANZEIGE

PRODUKTIVITÄT BEINAHE VERDOPPELT

TEMPUS-Technologie von Renishaw halbiert Bauzeit ohne Kompromisse bei der Qualität.

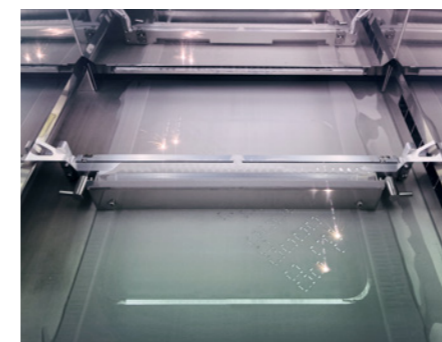
Die Reduzierung der Kosten pro Teil ist entscheidend für die Akzeptanz der Additiven Fertigung (AM). Der Hauptkostenfaktor ist die für den Bau des Teils benötigte Zeit. Maschinenhersteller können die Maschinenproduktivität zwar durch Vergrößerung der Maschinen oder Erhöhung der Laserleistung stei-

gern, aber diese Optionen erhöhen die Kosten für den Endnutzer. Renishaw hat nun einen Weg gefunden, die Kosten pro Teil zu senken, ohne die Eintrittsschwelle zu erhöhen. Die patentierte TEMPUS-Technologie von Renishaw bietet eine Lösung, indem der Laserstrahl auch während der Bewegung des Beschichters weiterfeuern kann und so bis zu neun Sekunden pro Schicht einspart. Diese Innovation verkürzt die Bauzeiten erheblich, ohne die Qualität zu beeinträchtigen. Höhere Zeiteinsparungen werden typischerweise bei Teilen mit dünnen, vertikalen Merkmalen erzielt. Dennoch erfahren alle anderen Geometrien ebenfalls Produktivitätsvorteile. Zum Beispiel hat MADIT, ein Spezialist für den Einsatz der Metall-Additive Manufacturing für die industrielle Produktion, die neue TEMPUS-Technologie getestet und überzeugende Ergebnisse erzielt. Die Bauzeiten der Teile konnten um 25 bis 50 Prozent reduziert werden, ohne die Qualität zu

beeinträchtigen. Damit konnte MADIT die Produktivität beinahe verdoppeln. Mit Produktivitätssteigerungen, die die Eintrittsschwelle für Metall-AM senken, können Unternehmen den Einsatz von AM in neuen Anwendungen einfacher erweitern als auch bestehende Prozesse hochskalieren. Unternehmen, die bereits AM nutzen, können bessere Margen erzielen und erhalten so die Möglichkeit, in mehr Ausrüstung zu investieren und zu wachsen.

RENISHAW
 apply innovation™

+ **Renishaw GmbH**
 Karl-Benz-Str. 12,
 72124 Pliezhausen, Germany
 Tel. +49 7127 9810
germany@renishaw.com
renishaw.com/tempus



TRIEBWERKE, ANTENNEN UND SCHICKE VASEN

Immer mehr additive Anwendungen treiben die Aerospace-Industrie voran. Dabei bietet die Branche auch für die weitere Entwicklung viel Potenzial.



einmal auf 12 Satelliten. Auch SpaceX nutzt für seine Raptor-Triebwerke die Additive Fertigung und hat das Design der Triebwerke jüngst mittels DfAM weiter optimiert. Im Vergleich zum Raptor 1 konnte beim Raptor 3 das Gewicht von 2.080 kg auf 1.525 kg deutlich verringert und gleichzeitig die Schubkraft von 1.700 kN auf 2.750 kN gesteigert werden, wie das Unternehmen berichtete.

WICHTIGE ANWENDERINDUSTRIE

Die Bedeutung der Luft- und Raumfahrt für die Additive Fertigung (und umgekehrt) fiel auf der Formnext 2024 besonders stark in Auge. An zahlreichen Ständen von Maschinenherstellern, Dienstleistern und weiteren Unternehmen waren entsprechende Anwendungen zu sehen – das reichte von großen Raketen-triebwerken, die entweder komplett gedruckt waren (AMCM) oder über zahlreiche additiv gefertigte Komponenten verfügten (Trumpf), bis hin zu kleineren Schubdüsen für Satelliten (z. B. EOS, Dienstleister FKM und viele andere), Antennen, Kunststoffkomponenten für das Interior von Flugzeugen und zahlreichen Metallkomponenten für die Luftfahrt.

Space und Aviation werden inzwischen oft als separate Anwenderindustrieweige betrachtet. Und das ist auch durchaus sinnvoll, denn die Anforderungen und Strategien eines Start-ups, das Raketen mit 3D-gedruckten Triebwerken ins All schießen will, unterscheiden sich deutlich von denen eines Luftfahrtkonzerns wie Airbus oder Boeing.

In der Luft- und Raumfahrtindustrie wird die Additive Fertigung seit mehr als 30 Jahren eingesetzt, heute haben alle großen Flugzeugbauer und Triebwerkshersteller die Technologie in ihre Produktion integriert. Wie weit dieser Prozess bereits fortgeschritten ist, zeigt das Triebwerk GE9X Turbopan von GE Aerospace: Im größten und mit einem maximalen Schub von 597 kN leistungsstärksten Triebwerk der zivilen Luftfahrt finden sich rund 300 additive gefertigte Bauteile.

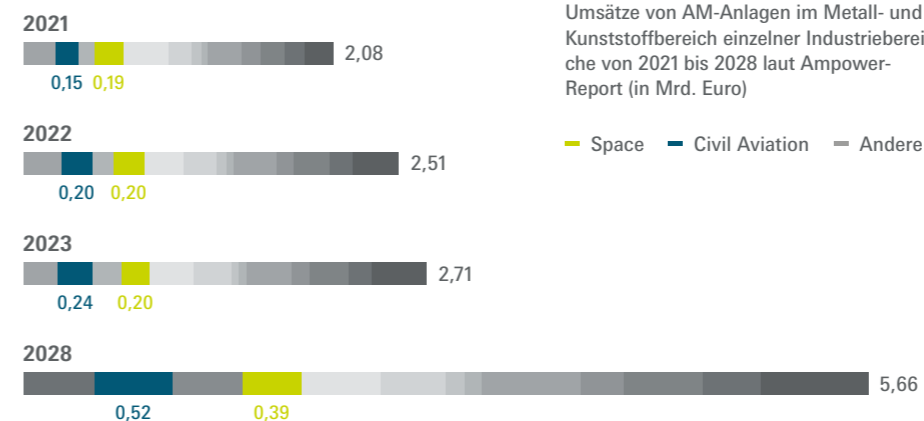
Auch im Bereich Raumfahrt spielt die Additive Fertigung beim Bau von Satelliten und Raketen eine immer größere Rolle:

Immer mehr Unternehmen inklusive vieler Start-ups wollen beim Geschäft in der Schwerelosigkeit mitmischen und nutzen für ihre Raketen 3D-gedruckte Komponenten und Triebwerke. Sie drucken gleich eine ganze Rakete komplett, wie Relativity Space.

Der Space-Markt wird derzeit von SpaceX dominiert: Das US-Unternehmen von Elon Musk hat laut Brycotech allein im dritten Quartal 2024 518 Satelliten ins All transportiert – etwa zehnmal so viele wie die chinesische CASC, das weltweit zweitwichtigste Space-Unternehmen. Die europäische Arianespace kam gerade

Text: Thomas Masuch

Fotos: SpaceX, GE Aerospace, Thomas Masuch



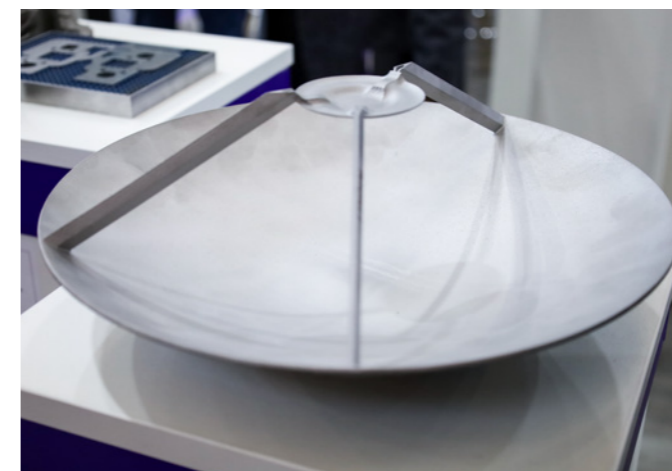
Dass die Additive Fertigung in beiden Industriezweigen so erfolgreich ist, liegt unter anderem daran, dass vorwiegend geringe Stückzahlen benötigt werden. Außerdem kann AM bei komplexen Designs seine volle Stärke ausspielen. Auch deshalb gehören die Bereiche Aviation und Space zu den wichtigsten Anwenderbranchen der Additiven Fertigung. Laut Wohlers Report erzielte AM im Bereich Aerospace im Jahr 2023 einen Umsatz von 1,01 Mrd. US-Dollar, was 13,3 Prozent des AM-Marktes entspricht. Noch höher ist der Anteil, wenn man nur die verkauften Maschinen betrachtet: Laut Ampower Report wurden im Jahr 2023 Maschinen im Wert von 440 Mio. Euro an Unternehmen aus den Bereichen »Space« sowie »Zivile Luftfahrt, Turbinen, Helikopter« verkauft, was einem Anteil von zusammen 16,3 Prozent ent-

spricht (Ampower hat für 2023 einen Umsatz mit AM-Equipment in Höhe von 2,71 Mrd. Euro errechnet). Bis 2028 soll sich der Umsatz in beiden Bereichen laut Ampower etwa verdoppeln.

ANWENDUNGEN IM SPACE-BEREICH

Auf der Formnext 2024 zeigte sich anhand einer Vielzahl von Exponaten, dass der Space-Bereich neben dem ohnehin schon lukrativen Druck von Triebwerken und Komponenten für Satelliten immer neue Anwendungen entdeckt. Unter anderem zeigte Addup eine sehr leichte Antenne für Satelliten und Concr3de präsentierte eine präzise Leichtbaustruktur aus Keramik, die zum Beispiel für Teleskope verwendet werden kann. Ohnehin war das Thema Space auch bei anderen Anbietern von Keramik-3D-Druck ein wichtiges Thema, da sich »

Fotos linke Seite: Das neue Raptor-3-Triebwerk von SpaceX, GE9X-Turbine von GE Aerospace
Foto rechts: Die flugfähige Cassegrain-Antenne hat Thales Alenia Space zusammen mit Addup entwickelt. Sie hat einen Durchmesser von 325 mm bei einer Wandstärke von 1 mm und wiegt gerade einmal 385 g.



pro beam

IT'S AM - JUST BETTER

PRINT MORE PRODUCTIVE WITH OUR WORLD-LEADING ELECTRON BEAM TECHNOLOGY



Find out how we can improve your metal printing productivity!

Call +49 89 899 233 9011 for more information

pro-beam.com



dieses Material aufgrund seiner inerten Eigenschaften sehr gut für die rauen Bedingungen im Weltall eignet (siehe Beitrag Seite 16).

Wie schnell die Entwicklung voranschreitet, zeigt unter anderem das in Dubai ansässige Unternehmen Leap71, das sich auf Al-basierte Ingenieurstechnologie spezialisiert hat und unter anderem Raketentriebwerke entwickelt. Jüngst hat das Unternehmen ein 1,30 m hohes 3D-gedrucktes 200-kN-Raketentriebwerk vorgestellt. Das auf einer Anlage von Eplus in 354 Stunden gefertigte Bauteil soll das größte in einem Stück gedruckte Raketentriebwerk der Welt sein. Im Dezember verkündete Leap71 dann, dass es ein Aerospace-Triebwerk aus purem Kupfer additiv hergestellt und getestet hat, das einen Schub von 5 kN erzeugt und in nur wenigen Wochen entwickelt wurde.

Deutlich größer ist das neue Triebwerk RL10E-1 aus Kupfer, das der US-Konzern L3Harris im November 2024 an seinen Kunden United Launch Alliance (ULA) ausgeliefert hat. Das RL10-Triebwerk ist schon seit mehr als 60 Jahren im Einsatz und hat Hunderte Satelliten ins All befördert. Dank der Additiven Fertigung konnte L3Harris die Zahl der Bauteile um 98 Prozent reduzieren. Das neue Triebwerk soll mit seinem Schub von rund 210 kN in diesem Jahr eine Vulcan-Rakete ins Weltall befördern.

Fotos oben:
Ganz oder teilweise 3D-gedruckte Raketentriebwerke waren eines der wichtigen Themen auf der Formnext 2024: hier von AMCM (oben) und Trumpf
Foto rechts:
3D-gedrucktes Flugzeug-Interior von AM Craft

ANWENDUNGEN IN DER LUFTFAHRT

Im Bereich Flugzeugbau und Luftfahrt gibt es eine enorme Bandbreite an Anwendungen – das wurde auch auf der Formnext 2024 deutlich: An zahlreichen Ständen wurden Metallbauteile von Turbinen, Strukturelemente, Verteiler und vieles mehr gezeigt. EOS präsentierte eine Reihe von Komponenten verschiedener AM-Anwender aus dem Bereich Aerospace, darunter ein in 118 Stunden gedrucktes Miniatur-Jettriebwerk aus der Nickellegierung IN718 mit supportfreien Überhängen von unter 35 Grad. Anwendungen aus Kunststoff waren nicht weniger zahlreich und reichten von der dekorativen Vase für die Business-class über Luftkanäle bis hin zur Kappe für eine Armlehne.

Auch 3D-gedruckte Drohnen bzw. deren Gehäuse waren auf der Formnext 2024 deutlich sichtbar, wobei es sich dabei sicherlich um einen Sonderbereich von Fluggeräten handelt, der auch einen ganz anderen Anspruch stellt als der Bau von Flugzeugen. Bei Drohnen geht es unter anderem um eine effiziente Produktion – intelligente Designs sorgen dafür, dass zahlreiche Drohnenkörper gestapelt übereinander passen und in einem Baujob gedruckt werden können.

Gleichzeitig eröffnen neue technologische Entwicklungen und Materialien auch neue Geschäftsmöglichkeiten. Das Start-up AM Craft, das seine Interior-



Fotos: Mesago/Marc Jacquemin (2), Thomas Masuch (3), L3Harris

Foto links:
Ein von Airbus entwickelter Verteiler aus Ti6Al4V, der auf einer M2-Series-5-Maschine von Colibrium Additive gefertigt wurde
Foto rechts:
RL10-Triebwerk von L3 Harris



Lösungen auf dem Stand von Stratasys präsentierte, hat sich darauf spezialisiert, Ersatzteile für Flugzeuge zu beschaffen. Denn wenn zum Beispiel an einzelnen Sitzen Interior-Bauteile beschädigt sind, müssen die Sitze unter Umständen frei bleiben. Und manchmal müssen Fluglinien ganze Sets nachbestellen, obwohl sie nur ein Bauteil brauchen. Das ist teuer und zudem dauert es recht lange. Auf der Formnext präsentierte Stratasys einen Lösungsansatz, mit dem Fluglinien benötigte Bauteile selbst drucken oder über zertifizierte Dienstleister beziehen können. Stratasys liefert die Maschine und das Material und hilft bei der Zertifizierung des Prozesses.

CHINESISCHE HERSTELLER DRÄNGEN AUF DEN MARKT

Chinesische AM-Hersteller bemühen sich stark, um sich als Systemlieferanten oder Entwicklungspartner von wichtigen Anwendern und Zulieferern im Bereich Aerospace zu positionieren. So präsentierte BLT stolz eine O-Ring-Dichtung, die auf einer BLT-S400 gedruckt wurde und im Airbus A330 verwendet wird.

Westliche Branchen-Insider verraten im vertraulichen Gespräch, dass das Engagement mancher chinesischer Hersteller, in den Markt zu kommen, so stark

sei, dass Bauteile zu Preisen unterhalb der Materialkosten angeboten oder die Kosten für Entwicklungen komplett selbst getragen werden.

HERAUSFORDERUNGEN UND PERSPEKTIVEN

Dass der Bereich Aerospace hervorragende Geschäftsmöglichkeiten bietet, zeigt sich unter anderem daran, dass mit Sintavia einer der großen AM-Auftragsfertiger im Jahr 2024 noch einmal 25 Mio. US-Dollar in seine ohnehin schon umfangreiche und moderne Produktion in Florida investiert hat.

Dass aber noch nicht alle Potenziale in der Branche genutzt werden, liegt auch am Nadelöhr Postprocessing. Zwar gibt es genug Anlagenkapazitäten bei Airbus und seinen Zulieferern. Das Postprocessing ist jedoch zur Qualitätssicherung vorgegeben und reguliert.

»Es braucht viel Zeit und Spezialprozesse, die teilweise nur extern verfügbar sind, um gedruckte Teile einbaufertig zu verarbeiten. Dazu gehören Wärmebehandlung, zerstörungsfreies Prüfen oder Oberflächenveredelung. Diese sind meist spezifisch nur für additive Bauteile nötig, wodurch es weniger attraktiv ist, diese Kompetenz anzubieten. Deshalb gibt es für die Branche nur wenige Zulieferer, die

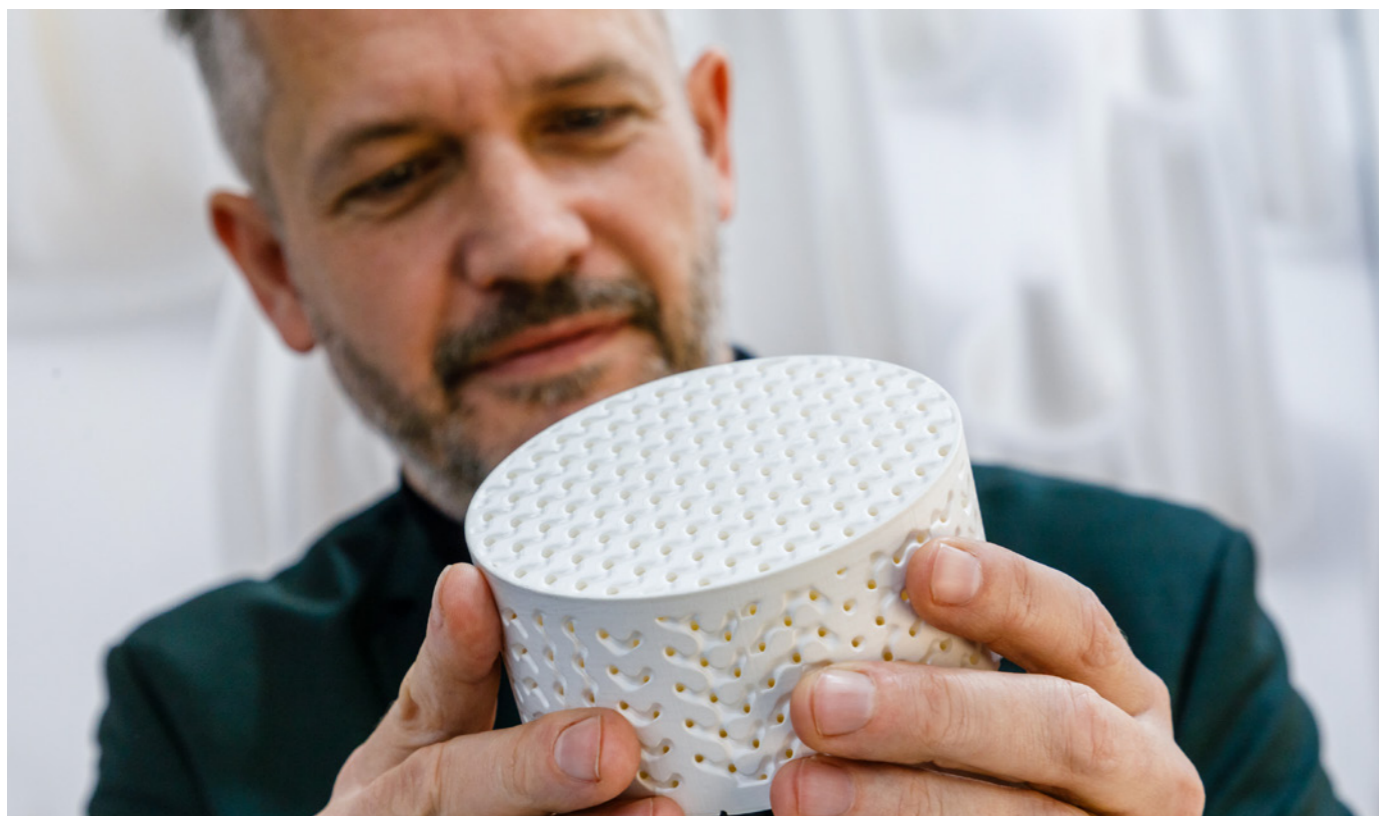
zum Teil auch kaum Luftfahrterfahrung haben«, erklärt Jan Roman Hönnige, der bei Airbus den Bereich Manufacturing Engineering DED verantwortet.

Die EASA stellt sehr hohe Anforderungen an die Zertifizierung. Kleinere AM- oder Prüfdienstleister tun sich entsprechend schwer, die internen Vorgaben und die von den Behörden zu erfüllen.

Die Anforderungen, die ein Unternehmen wie Airbus an die weitere Entwicklung der Additiven Fertigung hat, basieren dann auch eher auf praktischen Erwägungen: »Für eine Vergrößerung des Footprints brauchen wir keine Spezialisierungen der Technologien, keine Sonderlösungen für einzelne Komponenten oder die Entwicklung neuer besonderer Materialien«, so Hönnige. »Wir brauchen eine harmonisierte Supply Chain, deren Unternehmen unsere Herausforderungen und Zertifizierungsprozesse verstehen, sonst lösen wir Probleme, die bei uns nicht oben auf der Liste stehen. Dafür braucht es strategische Entscheidungen und eine bessere Kommunikation.«

+ MEHR INFOS UNTER:
» formnext.com/fonmag

»BEI VIELEN ANWENDUNGEN DEN FUSS IN DER TÜR«



Der 3D-Druck von Keramik hat in zahlreichen Branchen enormes Potenzial. Allerdings ist die komplexe Technologie nicht einfach zu beherrschen. Ein Überblick über den aktuellen Stand.

Beruflich hat sich Norbert Gall eine für seine Position recht ungewöhnliche Bescheidenheit zugelegt: Der Marketingleiter von Lithoz, einem Spezialisten für den 3D-Druck von Keramik, kommt praktisch wöchentlich mit neuen, hochinnovativen Entwicklungsprojekten und Anwendungen in Kontakt. Doch für seine Arbeit nutzen kann nur die wenigsten.

»Die meisten dürfen wir leider nicht zeigen, dafür haben wir in der Regel NDAs unterschrieben.« Gleichzeitig freut sich Gall mit seinem Team, wenn er eine von vielleicht 20 Anwendungen doch ins Licht der medialen Öffentlichkeit tragen darf.

Eine solche Anwendung waren keramische Filtermembranen für die Lithiumproduktion, die das Unternehmen erstmals auf der Formnext 2024 der internationalen Fachwelt vorstellte. Das britische Unternehmen Evove, ein Spezialist für Filtrationstechnologie, hat die Membranen auf einer CeraFab S320 von Lithoz hergestellt und stapelt sie zu Modulen von einem Meter Länge. Dank verbesserter Designs verspricht sich Evove von den Keramikmembranen eine

höhere Leistung sowie eine längere Haltbarkeit der Filterelemente.

Dass nur wenige Anwendungen aus dem Bereich Keramik-3D-Druck das Licht der Öffentlichkeit erblicken, zeigt die sensible Lage, in der sich die junge und noch recht übersichtliche Branche befindet: Die Technologie bietet ein so großes Potenzial, dass sich viele Anwender mit ihr beschäftigen. Sie bauen Know-how auf und wollen sich damit einen technologischen Vorsprung verschaffen. Gleichzeitig ist das Verfahren komplex, neue Anwendungen müssen oftmals mühsam und zeitaufwendig erarbeitet werden. »Unsere Branche ist eine zarte Pflanze, die langfristig gepflegt werden muss«, erklärt Norbert Gall. »Dabei ist das Poten-

Text: Thomas Masuch

Fotos: Bosch Advanced Ceramics, Lithoz, Thomas Masuch, Mesago/Marc Jacquemin



Evove stapelt die 3D-gedruckten Keramik-Membranen zu Modulen von einem Meter Länge



zial wirklich unendlich, gerade wenn man bedenkt, dass es sicherlich sehr viele Branchen und Industriebereiche gibt, die den 3D-Druck von Keramik noch gar nicht entdeckt haben«, meint Kareen Malsallez, Marketing Manager von 3DCeram Sinto, einem weiteren renommierten Hersteller von Keramik-3D-Druck-Systemen.

DIE TECHNOLOGIE

Was einfachen Anwendungen oftmals entgegensteht, ist die recht komplexe Fertigungstechnologie: »Keramik ist ein komplexes Material, das sehr viel Know-how erfordert. Es ist nicht unbedingt schwierig zu formen, die Herausforderung liegt im Brennen«, erklärt Malsallez. Wie bei den meisten anderen Herstellern von Keramik-3D-Druckern basiert die SLA-Technologie von 3DCeram Sinto auf einem dreistufigen Prozess, bei dem zuerst ein keramikhaltiger Rohling entsteht, dieser danach debindert und im dritten Schritt bei recht hohen Temperaturen gebrannt wird.

Der SLA-Prozess ist eine Top-down-Stereolithografie, bei der Keramikschlamm (Schlicker), der auch ein lichtempfindliches Polymer enthält, durch einen Laser belichtet und partiell verfestigt wird. Die Zusatzstoffe werden im zweiten, thermochemischen Prozess entfernt. Die recht fragilen Keramik-Grünlinge kommen danach in den Ofen und werden bei 1.000 bis 2.000 Grad Celsius gebacken. Im Gegensatz dazu wird beim Lithography-based Ceramic Manufacturing (LCM) von Lithoz der Schlicker mittels Lichtprojektoren belichtet, die Technologie lässt sich damit den DLP-Verfahren (Digital Light Processing) zurechnen. Grundsätzlich führt der dreistufige Fertigungsprozess dazu, dass die Bauteile um 3–30 Prozent schrumpfen, was bei den Designs berücksichtigt werden muss.

Auch wenn Hersteller wie Lithoz versichern, das Schrumpfen »über wichtige Parameter exzellent im Griff« zu haben, ist der gesamte Prozess des 3D-Drucks von Keramik »noch einmal deutlich komplexer als beim Metall-3D-Druck«, so auch Norbert Gall. »Insbesondere die thermischen Prozesse des Debinderns und Sinterns erfordern sehr viel Fachwissen.« Um das nötige Wissen zu vermitteln, erhalten die Kunden von Lithoz nach einem Maschinenkauf auf Wunsch eine einwöchige Schulung in Wien. »Das ist ein absolutes Schlüsselmoment in der Kundenbeziehung.«





Diskussion über neue Anwendungen auf der Formnext 2024 am Stand von Bosch Advanced Ceramics: Der Large Ring Blade kommt beim Handling von Wavern in der Halbleiterindustrie zum Einsatz



AM-WISSEN DER KUNDEN GEWACHSEN

Die jahrzehntelange Erfahrung bei der herkömmlichen Herstellung von Keramikbauteilen des internationalen Technologieunternehmens Bosch hat Bosch Advanced Ceramics genutzt, um auch additiv gefertigte Bauteile anzubieten. Seit 2016 wurde mit Bosch Advanced Ceramics am Standort Immenstadt im Allgäu ein Produktionsbereich gegründet, der sich auf die industrielle Fertigung von Keramikbauteilen fokussiert. Der Bereich firmiert als Start-up beim Bosch-eigenen Business Builder Bosch Business Innovations GmbH und nutzt Anlagen von 3DCeram Sinto und Lithoz in Kombination mit einem eigens entwickelten Prozessmonitoring.

»Der komplexe Prozess ist schwer zu beherrschen, deshalb nutzen unsere Kunden gern unseren Service, um von den Vorteilen des Keramik-3D-Drucks profitieren zu können«, erklärt Sabine Tulachan, die bei Bosch Advanced Ceramics das Marketing verantwortet. Kunden kommen unter anderem aus den Bereichen Halbleiter, Aerospace, Klebstoffindustrie und Medizintechnik.

Das Fachwissen über die Möglichkeiten der Additiven Fertigung ist generell

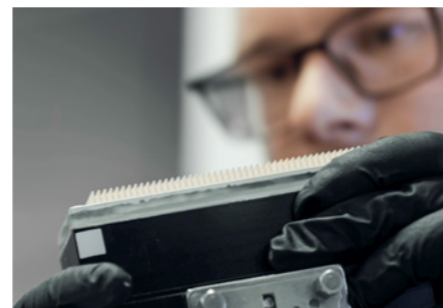
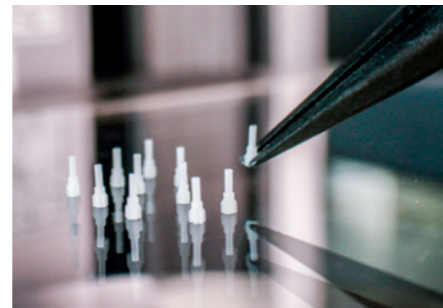
gestiegen, berichtet Tulachan. »Es gibt Projekte, bei denen der Kunde schon ganz genau weiß, was er benötigt. Es gibt aber auch Projekte, bei denen wir gemeinsam an der Design-Optimierung arbeiten, um die Vorteile der Additiven Fertigung voll auszuschöpfen.«

So stellte Bosch Advanced Ceramics auf der Formnext 2024 eine nur 3,5 mm dicke Hülse mit einer Wandstärke von gerade einmal 0,09 mm vor, die medizinische Geräte verkleinert und verbessert. Die Entwicklungszeit für die Hülse betrug laut Bosch Advanced Ceramics fünf Monate. Insgesamt fertigt Bosch Advanced Ceramics bis zu 50.000 solcher Hülsen pro Jahr.

DIE PLAYER

Lithoz ist eines der Urgesteine des Keramik-3D-Drucks. Das 2011 von Dr. Johannes Homa und Dr. Johannes Benedikt gegründete Unternehmen hat rund 150 Beschäftigte und ist nach wie vor inhabergeführt. Die Zahl der bisher ausgelieferten Systeme will das Unternehmen nicht genau bekannt geben, aber sie liegt laut Gall deutlich im dreistelligen Bereich. »Wir haben eine kritische Masse erreicht«, die es nun erlaube, mit zuver-

Bosch Advanced Ceramics präsentierte auch eine 3,5 mm dicke Hülse mit einer Wandstärke von gerade einmal 0,09 mm, die medizinische Geräte verkleinert und verbessert



lässigen Qualitätsversprechen an die Industrie heranzutreten und auch Systeme für die Serienproduktion anzubieten.

Seit vielen Jahren im Geschäft ist auch 3DCeram Sinto. Das 2001 in Limoges gegründete Unternehmen war ursprünglich als Dienstleister aktiv und lieferte zum Beispiel 3D-gedruckte Implantate an das Krankenhaus in Limoges, die laut Kareen Malsallez »auch heute noch an Ort und Stelle sitzen«. 2017 wurde das Geschäftsmodell umgestellt, und 3DCeram hat seitdem Systeme für den gesamten additiven Fertigungsprozess für Keramik entwickelt und verkauft. Gleichzeitig stieg die japanische Sinto-Gruppe als Hauptaktionär ins Unternehmen ein, während die Firmengründer Christophe Chaput und Richard Gaignon ihre Firmenanteile behalten haben.

Die wachsende Branche bringt auch immer mehr Player hervor: Vor wenigen Jahren gründete die Durst Group aus dem norditalienischen Brixen ihre Tochter D3-AM GmbH, die 2023 erstmals auf der Formnext ihr LABII-Drucksystem für Micro Particle Jetting vorstellte. Auch weitere Unternehmen wie Amarea (ein Spin-off des Fraunhofer IKTS), Concr3de, ExOne, Nano Dimension (und die Tochter Admatec), Voxeljet, WASP oder XJet bieten Drucker, mit denen sich Keramik verarbeiten lässt. Zudem ermöglichen Materialanbieter wie die französische Nanoe SAS mit speziellen Keramikfilamenten den FFF-Druck von Keramikrohlingen.

Auch die Zahl der Dienstleister wächst stetig. So haben sich zum Beispiel die Steinbach AG oder das US-Unternehmen Sinaptic auf Keramik spezialisiert und »



Die Laser Cap von Bosch Advanced Ceramics dient zum Schutz optischer und elektronischer Komponenten vor Prozessrückständen und Verunreinigungen

mesago

21. - 22.05.2025
Stuttgart

Industrial Technology Summit

KI / Machine Learning

Das neue Networking- und Konferenzformat

Impulsvorträge ■ Podiumsdiskussion ■ Themen-Tables ■ Match-Making

powered by

sps
smart production solutions

computer & automation

Veranstalter

mesago
Messe Frankfurt Group

Medienpartner

PELEMEDIA
COMMUNICATION IS KEY



industrial-tech-summit.de

nutzen dabei die LCM-Technologie von Lithoz. Auch weitere Dienstleister wie CADdent oder das japanische Unternehmen Yogyokuen haben den Keramik-3D-Druck in ihr Technologieportfolio mit aufgenommen.

Für die großen Systemhersteller wie Lithoz spielen qualifizierte Dienstleister eine sehr wichtige Rolle bei der Verbreitung der Technologie. Zum einen sind sie mit einem Maschinenpark von oftmals fünf bis sieben Anlagen gute Kunden und sorgen für einen Großteil der Maschinenverkäufe. Gleichzeitig ebnen sie den Weg, um die Technologie noch weiter zu verbreiten, denn nur in den seltensten Fällen starten Produktionsunternehmen mit einer eigenen Anlage für Keramik-3D-Druck. »Man muss nicht gleich einen Drucker kaufen, wenn man eine kleine Serie braucht«, erklärt Norbert Gall. Um den Anwendern den Einstieg in den Keramik-3D-Druck zu erleichtern, hat Lithoz die Ceramic 3D Factory ins Leben gerufen – ein Netzwerk aus Auftragsfertigern, an dem unter anderem Bosch Advanced Ceramics, Steinbach, CADdent, Sinaptic aus den USA und die beiden japanischen Firmen Mitsui Kinzoku und Yogyokuen beteiligt sind.

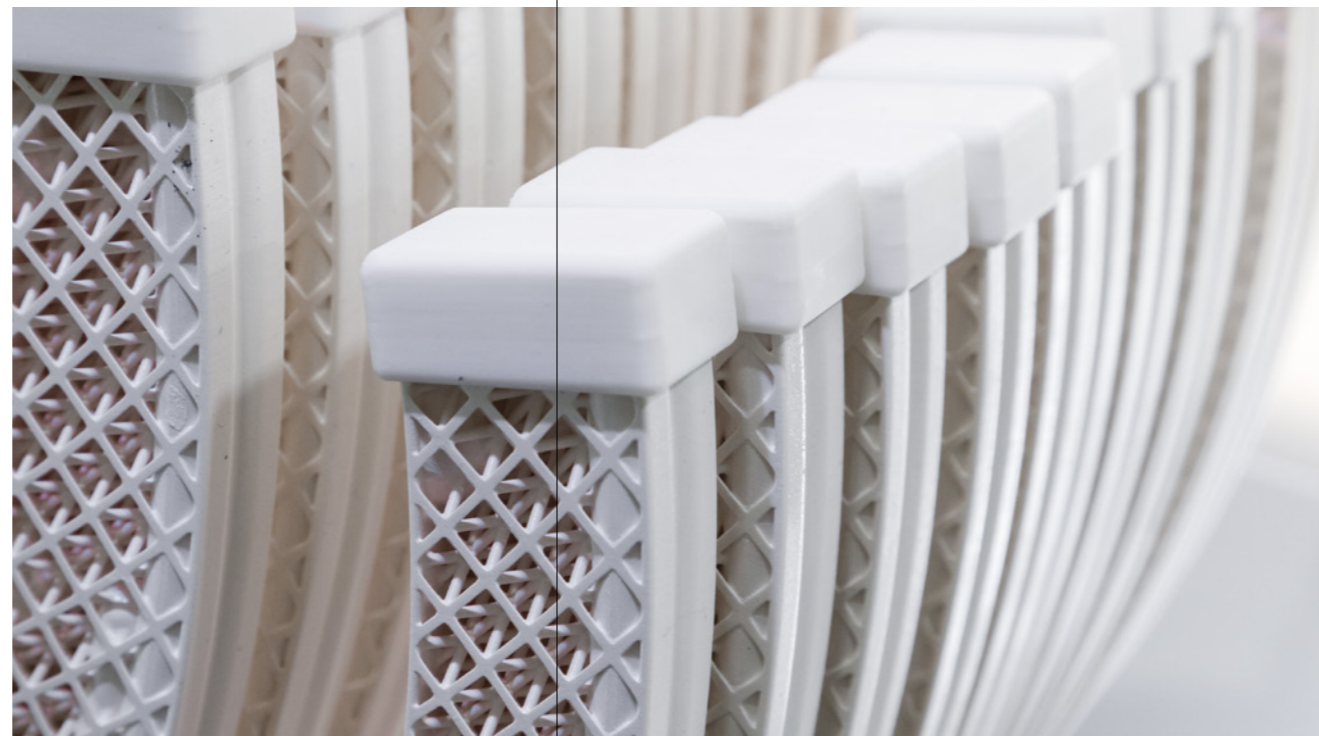
ANWENDUNGEN

Sobald die technischen Hürden überwunden sind, öffnet der Keramik-3D-Druck ein enormes Anwendungsgebiet,

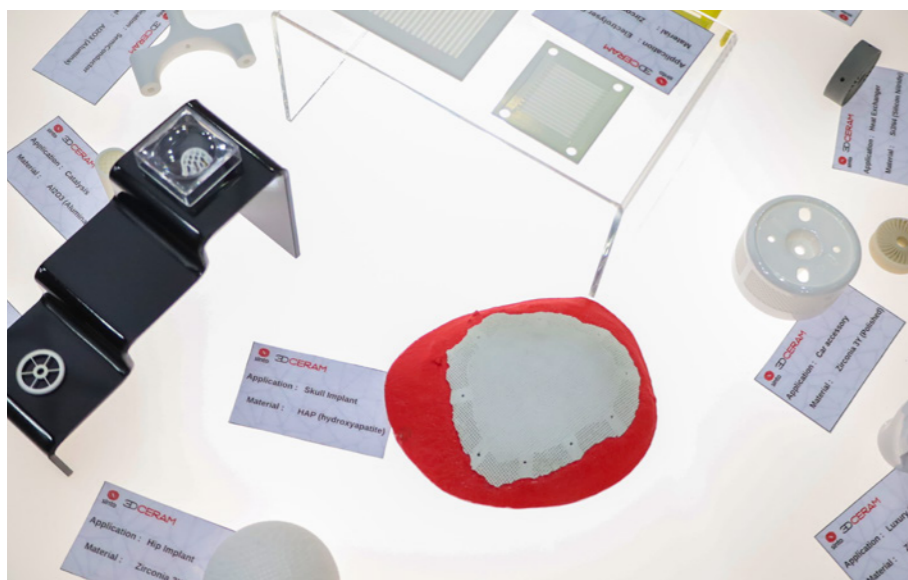
wobei momentan für Lithoz die Branchen bedeutsam sind, die auch in anderen Bereichen der Additiven Fertigung eine wichtige Rolle spielen:

- **Medizintechnik:** z. B. Miniatur-Operationsgeräte mit verschiedenen Funktionen (Bohrer, Sonden, Lichtkanäle, Röhren zum Absaugen oder zur Gewebentnahme)
- **Space:** z. B. kleine Düsen für Satelliten, Sensoren und Empfänger (aus dielektrischer Keramik)
- **Aviation:** Gusskerne für Turbinen, wobei AM immer feinere Kühlkanäle ermöglicht, was zu einer besseren Kühlung der Turbinen und letztlich einem geringeren Verbrauch führt
- **Halbleiterindustrie**
- **neue Energien**
- **Wärmetauscher:** sind in vielen Industriezweigen zu finden. Laut Norbert Gall ist das Material Aluminiumnitrid aufgrund seiner hohen elektrischen Isolierung und der optimalen Wärmeleitfähigkeit »der Star unter den Wärmetauschern«.
- **Automobilindustrie:** Auch hier ist Keramik ein wichtiges Thema für viele OEMs, wobei die Anwendungen nicht veröffentlicht werden.

Entscheidend ist, dass der Keramik-3D-Druck einen echten Mehrwert schafft, denn der komplexe Produktionsprozess macht die Bauteile nicht unbedingt günstig.



Kareem Malsallez und Arnaud Roux präsentierten mit ihrem Unternehmen 3DCeram Sinto auf der Formnext 2024 Anwendungen aus verschiedenen Branchen



Segmente eines Atomic-Layer-Deposition-Rings (oder Gas-Distribution-Rings) aus Alumina (auch Aluminiumoxid), den Lithoz erstmals auf der Formnext zeigte. Das Bauteildesign stammt von Alumina Systems.

Referenzen sind reale Anwendungen, auch Serienproduktion«, erklärt Norbert Gall. »Hier haben wir schon eine weite Strecke absolviert und den größten Teil des Weges hinter uns gebracht.« Gleichzeitig rechnet Gall damit, dass die Bandbreite der Anwendungen in den nächsten Jahren deutlich zunimmt. »Wir haben bei vielen Anwendungen und Branchen den Fuß in der Tür.«

Dabei setzt Lithoz alles daran, die Technologie auf ein solides Fundament zu stellen. »Unser Ziel ist es, Kunden zu befähigen, langfristig mit dem Keramik-3D-Druck erfolgreich zu sein«, so Gall, der auch einige schwarze Schafe der Branche ausgemacht hat. »Wir haben Mitbewerber, die wir sehr schätzen, aber auch solche, die weniger solide an Projekte gehen. Und wenn Kunden dann enttäuscht sind, weil ihr Projekt nicht umsetzbar war, sind sie nicht nur für diesen Hersteller verloren, sondern verabschieden sich in der Regel ganz vom Keramikdruck. Dann profitiert gar keiner.«

Insgesamt geht für Lithoz der nächste Schritt noch stärker in die Serienfertigung. Auch die Zukunftspläne von 3DCeram Sinto gehen in eine ähnliche Richtung: »Wir werden weiter an der Automatisierung des Prozesses über den 3D-Druck hinaus und an der Entwicklung der künstlichen Intelligenz von Ceria arbeiten, um die Technologie noch weiter in der Industrie zu etablieren«, sagt Kareem Malsallez. Und wenn die Entwicklung der Branche weiterhin so konstant nach oben geht, wird es in Zukunft sicherlich auch leichter werden, über noch mehr reale Anwendungen zu berichten.

Daneben hat 3DCeram Sinto vor wenigen Wochen ein vielversprechendes Projekt für die Wasserstoff-Industrie vorgestellt. Dafür hat das Unternehmen seine neueste, am weitesten automatisierte Maschine, die C2000 Dualmatic, vorgestellt. Sie wurde auf Kundenwunsch für die Herstellung von Riffelblechen, die Bestandteile der SOEC-Zellen sind, für die Produktion von grünem Wasserstoff entwickelt. Die Anlage, die im Dezember 2024 ausgeliefert wurde, verfügt über sechs Laser, die jeweils zwei automatisch wechselnde Bauplattformen von 500 x 400 mm belichten. So entsteht ein hoher Durchsatz, der auch den hohen Bedarf der Keramikzellen decken soll – immerhin werden 70 Platten mit internen Kanälen mit einer Größe von 163 x 130 mm und einer Dicke von wenigen Millimetern pro SOEC-Zelle benötigt. »Wir erreichen damit im Keramikbereich das erste Mal eine echte automatisierte Massenproduktion von größeren Bauteilen«, freut sich Kareem Malsallez. Gleichzeitig ist die C2000 Dualmatic mit Ceria ausgestattet, einer künstlichen Intelligenz, die in den letzten drei Jahren von 3DCeram entwickelt wurde.

WARUM NOCH IN DER NISCHE? DIE HERAUSFORDERUNGEN

Bei so vielen erfolgreichen Anwendungen und recht erwachsenen Technologien stellt sich die Frage, warum der 3D-Druck von Keramik immer noch »das behutsam zu pflegende Pflänzchen« und nicht längst aus seiner Nische herausgewachsen ist.

»Unternehmen, die in den 3D-Druck von Keramik einsteigen, müssen in der Regel eine doppelte Herausforderung bewältigen«, erklärt Norbert Gall. »Nicht nur den Wechsel von konventioneller zu Additiver Fertigung, sondern gleichzeitig auch den Wechsel von Metall zu Keramik, einem für viele Ingenieure ganz neuen Material.« So ein einschneidender Technologiewechsel sei auch ein Wagnis.

Zudem sind die benötigten Investitionen höher als zum Beispiel beim Einstieg in den FFF-Druck: Die Kosten für die Fertigungstechnologie inklusive Sintering, Ofen und Software liegen im sechsstelligen Bereich.

AUSBLICK UND ZIELE

Insgesamt sehen die großen Hersteller ihre Keramik-AM-Systeme für die den industriellen Einsatz. »Unsere gesamten

+ MEHR INFOS UNTER:

- » lithoz.com
- » 3dceram.com
- » bosch-advanced-ceramics.com

HAT QUALITÄT EINE ZUKUNFT?



Das Wort »Krise« konnte man in letzter Zeit recht oft in den Medien lesen oder hören – und wenn man in Deutschland wohnt, wahrscheinlich öfter als anderswo. Dass wir hierzulande von der Krise besonders getroffen sind, war selbst der New York Times mehrere Artikel wert: »Warum Deutschlands Wirtschaft, einst Führungsmacht in Europa, jetzt in der Krise steckt.« Dabei sind die Gründe für den wirtschaftlichen Abstieg recht vielfältig, und je nachdem, ob man mit der Regierung der vergangenen drei Jahre sympathisiert oder nicht, kann man dafür weltpolitische Umstände oder eigenes wirtschaftspolitisches Versagen verantwortlich machen.

Führend ist Deutschland dagegen bei den Energiepreisen, beim Krankenstand und bei der Freizeit der Beschäftigten. Im internationalen Vergleich wird in keinem anderen Land so wenig Stunden gearbeitet wie hierzulande: Die Jahresarbeitszeit in Deutschland betrug laut Globalhealth

im Jahr 2024 mit 1.349 Stunden deutlich weniger als zum Beispiel in den USA (1.791), Polen (1.830) oder Südkorea (1.910). Auch die Jugend macht nur wenig Hoffnung auf Besserung: Eine Umfrage der Beratungsgesellschaft EY ergab, dass nur 43 Prozent der Gen-Z-Beschäftigten im Job ihr Bestes geben, bei den Babyboomern (zwischen 1950 und 1964 geboren) liegt der Wert immerhin bei 63 Prozent.

Einen zusätzlichen Tritt in die Magenröhre der positiven Aussichten lieferte Zukunftsforscher Maximilian Lude: Das auf Qualität und Perfektion angelegte Businessmodell habe Deutschland weit gebracht, sei aber nicht mehr zeitgemäß. Dafür drehe sich die Welt inzwischen zu schnell. »Die Zukunft ist, die Perfektion in der Imperfektion finden«, so Lude im »So techt Deutschland«-Podcast von ntv.

Und als wäre das alles nicht schon genug, wurde im vergangenen Jahr auch noch der Rhabarber knapp. Zwar gehört Deutschland nicht zu den wichtigsten

Rhabarberproduzenten weltweit (das sind China, Belgien und Spanien), doch die beliebte Rhabarberschorle ist von der Speisekarte vieler Restaurants nicht mehr wegzudenken. Aufgrund rhabarberungeigneter Witterung war die Ernte teilweise so schlecht, dass die erfrischenden Drinks nicht mehr zu haben waren.

Für Ersatz sorgt derweil der Künstler Bodo Wartke, der mit seinem Song »Barbaras Rhabarberbar« 2024 einen groovigen Hit voller Wortakrobatik produzierte, der international Furore macht. Übrigens perfekt gereimt, auch wenn außerhalb Deutschlands wohl kaum jemand den außergewöhnlichen Text verstehen kann. Aber echte Qualität ist eben eine Kunst.

Text: Thomas Masuch

Illustration: feedbackmedia.de, iStock/Elena Istomina, Kopirin, robuart

365 TAGE

die AM-Welt erreichen



WIR SENDEN IHRE BOTSCHAFTEN IN DIE AM-WELT.

Formnext ist das Branchenhighlight der Additiven Fertigung und gleichzeitig the Place-To-Be. Aber Formnext ist nicht nur 4 Tage 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 **neuen Mediakit 2025** alle Möglichkeiten.



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

+ formnext

» 18.–21.11.2025

» Messe Frankfurt: Halle 11, 12 und Portalhaus

@ KONTAKT:

» Hotline: +49 711 61946-810

» formnext@mesago.com

» formnext.com/fonmag



SAVE THE DATE:

» 17.–20.11.2026

» Weitere Infos unter formnext.de

IMPRESSUM Fon Mag Ausgabe 01/25

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

Druckhaus Stil + Find,
Leutenbach-Nellmersbach

ERSCHEINUNGSWEISE

Das Magazin erscheint
4-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.



Mehr Informationen unter fsc-deutschland.de und natureoffice.com.

Über den QR-Code oder die Eingabe der Projekt-ID unter natureoffice.com erfahren Sie, welcher Wald durch das aktuelle Fon Mag gerade ein wenig wächst.



IMAGINE



CREATE



REPEAT

**COLIBRIUM
ADDITIVE**
a GE Aerospace company

As one of the leading experts on additive manufacturing,
we live to craft the impossible, time and time again.