

2025

Eine Publikation der WIN-Verlag GmbH & Co. KG

www.autocad-magazin.de

AUTOCAD

MAGAZIN

SONDERHEFT SMARTE PRODUKTION

Intelligente Fertigung setzt auf KI
**Was Lieferketten
robuster macht**

Bild: Xometry, KI generiert mit Adobe Firefly

Abonnieren Sie den WIN-verlagsübergreifenden

KI NEWSLETTER!

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

Melden Sie sich jetzt an und verpassen Sie keine Ausgabe!



Xometry Europe

Lieferketten sind heute anfälliger denn je. Schon eine kleine Störung kann Deadlines verschieben und Entwicklungsprojekte blockieren. Für Konstrukteure bedeutet das: weniger Zeit zum Entwickeln, mehr Zeit für Schadensbegrenzung. Smarte Produktion setzt genau hier an. Sie nutzt KI, um Fertigungsrisiken früh zu erkennen, Kapazitäten dynamisch zu verteilen und sicherzustellen, dass Projekte im Zeitplan bleiben. KI übernimmt die Rolle, die bislang mühselig im Projektteam liegt. Statt auf eine Handvoll Lieferanten angewiesen zu sein, nutzt eine KI-gestützte Plattform ein Netzwerk aus tausenden Fertigungspartnern. Jede CAD-Datei wird automatisch analysiert: Geometrien, Materialien, Fertigungsverfahren, Toleranzen. Innerhalb weniger Sekunden entsteht ein Angebot – nicht nur mit Preis und Lieferzeit, sondern auch mit geprüfter Machbarkeit und optionalen Alternativen.

Weitere Informationen: www.xometry.com



Andreas Müller
Chefredakteur

Liebe Leser,

viele Fertigungsunternehmen fühlen sich fast wie in einem riesigen Cockpit mit unzähligen Displays, Hintergrundrauschen und sich ständig ändernden Einstellungsoptionen. Vorgaben für die Energieeffizienz, Regularien für die Sicherheit der Produktion und die Forderung, künstliche Intelligenz zu nutzen, setzen die Verantwortlichen unter Zugzwang. Und wo sollen sie denn zuerst ansetzen? Die wirtschaftlich ungemütliche und unsichere geopolitische Lage lässt zumal so manche Entscheidung zum Glücksspiel werden.

Richtig bleibt jedoch: In den frühen Designphase entscheidet sich zum großen Teil, wohin die Reise geht, was die Kosten und Funktionalität des Endprodukts betrifft. Und da gilt es, naturgemäß schon einen genaueren Blick, wie und unter welchen Voraussetzungen das spätere Produkt wettbewerbsfähig sein kann. Als Fertigungsverfahren kommt zunehmend auch der 3D-Druck in die engere Wahl. Was Drucker und Software heute können und welche Trends sich am Horizont abzeichnen, erfahren Sie aus unserem Gespräch mit vier Fachleuten aus der Branche auf den Seiten 12 bis 16.

Was die geopolitische Situation betrifft, lohnt es, auch die etwas abseitiger erscheinenden Handelsindikatoren zu berücksichtigen. So können Unternehmen schneller auf Veränderungen reagieren, wie sie auf den Seiten 24 bis 26 lesen.

KI schließlich kann dafür sorgen, dass das Cockpit übersichtlicher wird und leichter zu bedienen, somit helfen, sicher und schnell zu entscheiden, kurz: die Produktion smart zu machen.

INHALT

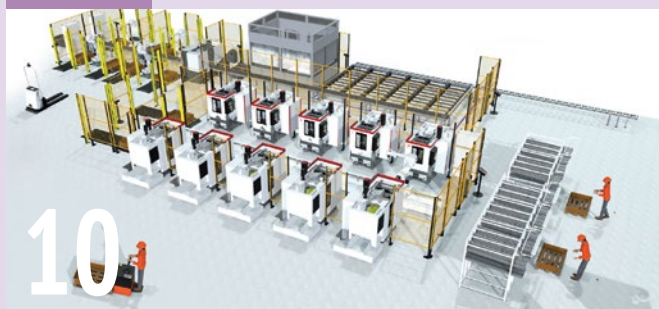


Bild: Visual Components

- 04 Neue Lösungen für die smarte Produktion
- 10 Eine deutliche Demokratisierung
Matthias Wilhelm, Visual Components, über Trends in der Fertigungsplanung
- 12 Experten im Gespräch
Additive Fertigung – in den Entwicklungsprozess integriert
- 16 Wo die nachhaltige Fertigung Fahrt aufnimmt
On-Demand-Ersatzteilproduktion bei der Deutschen Bahn
- 18 Wie eine präzise Produktionskontrolle gelingt
Zulieferer setzt auf Maschinenintegrationsplattform
- 20 Durch CAM im Plus
Additive Fertigung
- 22 Industrielle Transformation aus einer Hand
Kundenspezifische Fertigung
- 24 Früh erkennen, statt teuer reagieren
KI als Frühwarnsensor der Produktion
- 26 Wie der Mittelstand seine Produktionsumgebungen schützt
Cyber Security 2025
- 28 Wenn Produktentwickler mit KI-Agenten zusammenarbeiten
Dr. Moritz Maier, Synera, im Gespräch

REDAKTIONELL ERWÄHNT FIRMEN UND ORGANISATIONEN: 3D Spark S. 16-17, AM Solutions S. 8, Autodesk S. 12, BigRep S. 15, Carbon S. 5, CT CoreTechnologie S. 12-13, Cyberkom S. 26-27, Deutsche Bahn S. 16, DN Solutions S. 5, EOS S. 8, 13; Itac S. 18-19, Laserline S. 9, Mesago S. 4, Misumi S. 22-23, Orderfox S. 24-25, Open Mind S. 14, 20-21; Synera S. 28-30, Ultimaker S. 8, Visual Components S. 10-11

ADDITIVE FERTIGUNG

Formnext und AM-Experten sehen Politik in der Pflicht

Im aktuellen Haushaltsentwurf der Bundesregierung von 26.06.2025 findet sich die additive nicht wieder.



Die Veranstalter der Messe Formnext sowie Fachleute in der additiven Fertigung (AM) in Deutschland kritisieren die staatliche AM-Förderung. In der aktuellen Vorlage des Haushaltsentwurfs der Bundesregierung sind keine neuen Förderungen für AM und Leichtbau geplant.

„Wir vermissen hier ein klares Bekenntnis zu dieser Zukunftstechnologie, insbesondere nachdem dies im Koalitionsvertrag bereits in Aussicht gestellt wurde“, so Sascha Wenzler, der als Vice President Formnext bei Mesago Messe Frankfurt die weltweit wichtigste Messe für die additive Fertigung und die nächste Generation der industriellen Produktion verantwortet. Auch weitere führende deutsche AM-Experten zeigen sich enttäuscht und fordern eine Aktualisierung der politischen Strategie.

Noch vor wenigen Wochen hatte die neue deutsche Regierung in

Aussicht gestellt, sich stärker um Zukunftstechnologien wie die additive Fertigung zu kümmern. Der 3D-Druck wurde als förderungswürdige Technologie explizit im Koalitionsvertrag von CDU, CSU und SPD auf Seite 4 genannt. Im aktuellen Haushaltsentwurf der Bundesregierung von 26.06.2025 findet sich die additive Fertigung (die bisher unter dem Begriff Leichtbau mitgefördert wurde) dagegen nicht wieder. Auf Seite 3364 werden dagegen für den Bereich Leichtbau statt neuer Projekte nur noch Mittel eingeplant, die „ausschließlich zur Ausfinanzierung der in Vorjahren eingegangenen Verpflichtungen und zur Abwicklung des Programms Leichtbau“ dienen.

Sollte dieser Entwurf umgesetzt werden, sieht Sascha Wenzler „die weltweit führende Position der deutschen AM-Industrie langfristig auf dem Spiel. Additiv gefertigte Bauteile und Komponenten machen bereits heute in zahlreichen Branchen neue, leistungsfähigere und oftmals auch nachhaltigere Produkte und Lösungen möglich. Das betrifft unter anderem die Automobilindustrie, die Medizin,

die Energiewirtschaft sowie sicherheitsrelevante Branchen wie Luft- und Raumfahrt sowie Verteidigung.

„Diese große Bedeutung für Innovationen haben Staaten wie USA, China und zahlreiche andere erkannt und in entsprechenden Förderprogrammen umgesetzt“, ergänzt Christoph Stüker, ebenso Vice President Formnext bei Mesago Messe Frankfurt. „Die deutsche AM-Industrie spielt in der führenden Liga weltweit. Die Innovationen, die deutsche Unternehmen und Forschungsinstitute regelmäßig erfolgreich entwickeln, reichen von neuen AM-Systemen über Materialien bis hin zu Lösungen für die Nachbearbeitung.“ Dies zeigt sich auch jedes Jahr auf der Formnext, die als wichtigstes Branchenevent die welt-

„Für den heimischen Maschinen- und Anlagenbau sind Innovationen aus der Industrie und der Forschung auch mit leistungsfähigen AM-Lösungen enorm wichtig.“

Markus Heering

weite AM-Szene nach Frankfurt holt. Auch wichtige deutsche AM-Experten sehen die aktuelle Entwicklung kritisch. So gibt Markus Heering, Geschäftsführer der Arbeitsgemeinschaft Additive Manufacturing im VDMA, zu bedenken: „Wir sehen die aktuelle wirtschaftspolitische Entwicklung in Deutschland rund um neue Produktionstechnologien, insbesondere Additive Manufacturing kritisch. Für den heimischen Maschinen- und Anlagenbau sind Innovationen aus der Industrie und der Forschung auch mit leistungsfähigen AM-Lösungen enorm wichtig. Das ist ein Schlüssel zur Entwicklung von Technologieführerschaft und Erhaltung der technologischen Souveränität des Standortes

Die Formnext findet vom 18. - 21. November 2025 statt.

„Die deutsche AM-Industrie spielt in der führenden Liga weltweit.“

Christoph Stüker



Christoph Stüker (l.) und Sascha Wenzler (r.), Vice Presidents Formnext bei Mesago Messe Frankfurt.

Bilder: Mesago Messe Frankfurt

Additive und subtraktive Fertigung vereint



Der neue Metall-3D-Drucker DLX 450D, das Flaggschiff der neuen Sparte.

Bild: DN Solutions

DN Solutions (ehemals Doosan), der weltweit drittgrößte und Koreas größter Hersteller von Werkzeugmaschinen, hat neue Metall-3D-Drucker der DLX-Serie vorgestellt. Der Metall-3D-Drucker ergänzt das Produktportfolio. Somit vereint DN Solutions erstmals die additive und subtraktive Fertigung und komplettiert damit den Ferti-

gungsprozess. Durch die Synergie von 3D-Druck und CNC-Technologie entstehen neue, hochkomplexe Bauteile in kurzer Produktionszeit.

Mit seinem ersten industrietauglichen LPBF-Metall-3D-Drucker zielt das Unternehmen auf Anwendungen ab, bei denen Subtraktionen an ihre Grenzen stoßen, wie beispiels-

weise bei Leichtbaukomponenten, organischen Strukturen oder funktionsoptimierten Bauteilen. Zugleich bietet der Metall-3D-Drucker in Kombination mit etablierten zerspanenden Fertigungsprozessen Lösungen für die gesamte Fertigungskette. Ziel ist es, die bislang fehlende durchgängige Verkettung zwischen LPBF- und CNC-Prozessen zu schließen. Durch die Integration von Software, Automatisierung und Bauteilhandling will DN Solutions die Grundlage für skalierbare Turnkey-Lösungen entlang der gesamten Prozesskette schaffen.

Das Flaggschiff der neuen Sparte Additive Manufacturing ist die DLX 450D. Der industrielle 3D-Drucker eignet sich für die Fertigung im 24/7-Betrieb und bietet einen austauschbaren Baucontainer zur Minimierung der Nebenzeiten, ein Multi-Lasersystem für hohe Druckgeschwindigkeit und ein Bauvolumen von 450 x 450 x 450 mm.

Nachbearbeitung in einem Schritt



Bild: Carbon

3D-Drucker für den individuellen Einsatz.

Carbon, ein Unternehmen für Produktentwicklung und Fertigungstechnologien, präsentiert auf der diesjährigen Formnext (Frankfurt am Main, 18.–21. November) eine neue Lösung, die die Effizienz in der additiven Fertigung deutlich steigert. Die Innovation vereinfacht und beschleunigt die Nachbearbeitung, indem sie Arbeitsaufwand, Prozessschritte und Lösungsmittelverbrauch drastisch re-

duziert – bei gleichzeitig präziser Reinigung und hoher Produktivität in der Serienfertigung.

Auf der Formnext (Halle 11.1, Stand C61) zeigt Carbon, wie sich das Unternehmen als Vorreiter in der Entwicklung leistungsfähiger Elastomere etabliert hat. Diese Materialien werden weltweit von Marken aus den Bereichen Schuhwerk, Radsport und Helmschutz für mehr Komfort und Perfor-

mance eingesetzt. Auch in Branchen wie Medizintechnik und Automobil sorgen sie für hochwertige, technisch anspruchsvolle Produkte und Bauteile.

„Optimierte Workflows sind entscheidend, um Skalierbarkeit zu erreichen und den 3D-Druck für neue Produktkategorien und Industrien noch attraktiver zu machen“, sagt Kristi Smith, VP Global Design to Production bei Carbon. „Wir freuen uns, mit unseren Hard- und Softwarelösungen die Produktionserfahrung unserer Kunden nachhaltig zu verbessern.“

Carbons Einsatz für Innovation, Sicherheit und Komfort zeigt sich zum Beispiel im Profisport: „Bei der diesjährigen Tour de France fuhren sieben der zehn Erstplatzierten – darunter der Gesamtsieger – auf Sätteln von Carbon ins Ziel. Und in der amerikanischen Profifliga im Football setzen sechs der acht bestbewerteten Helme im Hinblick auf Sicherheit auf Carbon-Technologie, um Spieler auf dem Feld besser zu schützen.“

Smarte Produktion bedeutet, vorbereitet zu sein.

Resilient statt fragil

Lieferketten sind heute anfälliger denn je. Schon eine kleine Störung kann Deadlines verschieben und Entwicklungsprojekte blockieren. Für Konstrukteure bedeutet das: weniger Zeit zum Entwickeln, mehr Zeit für Schadensbegrenzung. Smarte Produktion setzt genau hier an. Sie nutzt KI, um Fertigungsrisiken früh zu erkennen, Kapazitäten dynamisch zu verteilen und sicherzustellen, dass Projekte im Zeitplan bleiben. **VON OLE MARX**

Fast jeder Konstrukteur kennt die Situation: Wochenlange Arbeit steckt in einem neuen Bauteil, die Zeichnungen sind final, das CAD-Modell abgestimmt. Einkauf, Produktion und Kunde warten auf die Freigabe. Doch dann die Nachricht – das Teil wird nicht rechtzeitig geliefert. Vielleicht fehlt Material, vielleicht gibt es Verzögerungen beim Transport, vielleicht hat der Lieferant schlicht keine freien Maschinen.

Wenn ein Bauteil den Unterschied macht

Für das Projekt spielt der Grund keine Rolle. Was zählt, ist der Domino-Effekt: Termine verschieben sich, Validierungen müssen neu geplant werden, Budgets geraten ins Wanken. Ausgerechnet das Team, das sauber gearbeitet hat, sieht sich plötzlich gezwungen, improvisieren zu müssen.

Diese Abhängigkeit von einzelnen Gliedern in der Lieferkette ist kein Ausnahmefall mehr, sondern Alltag. Globale Unsicherheiten, volatile Märkte und enge Kapazitäten machen Kon-

strukteuren das Leben schwer. Der Druck wächst, denn in der Entwicklungsphase zählt jeder Tag. Wer nicht liefern kann, verliert nicht nur Zeit, sondern auch Vertrauen. Die klassische Reaktion: hektisches Umplanen, Telefonate, Excel-Tabellen mit Alternativen. Konstrukteure verbringen Stunden oder Tage damit, Ersatz zu finden. Doch all das geht zulasten der eigentlichen Arbeit: entwickeln. Smarte Produktion darf genau hier nicht scheitern.

KI als Schutzschild gegen Unsicherheit

Der entscheidende Unterschied entsteht, wenn KI die Rolle übernimmt, die bislang mühselig im Projektteam liegt. Statt auf eine Handvoll Lieferanten angewiesen zu sein, nutzt eine KI-gestützte Plattform ein Netzwerk aus tausenden Fertigungspartnern. Jede CAD-Datei wird automatisch analysiert: Geometrien, Materialien, Fertigungsverfahren, Toleranzen. Innerhalb weniger Sekunden entsteht ein Angebot – nicht nur mit Preis und Lieferzeit, sondern auch mit geprüfter Machbar-

keit und optionalen Alternativen.

Besonders wertvoll ist dabei die Möglichkeit, Zielpreise zu hinterlegen. Konstrukteure können definieren, welches Budget für ein Teil vorgesehen ist. Die Plattform prüft, ob diese Vorgabe erreichbar ist, und zeigt passende Fertigungsoptionen auf. Liegt der Zielpreis zu niedrig, macht das System transparent, welche technischen Anpassungen oder Materialänderungen notwendig wären, um das Projekt wirtschaftlich umzusetzen. So entsteht früh Klarheit – und Projekte scheitern nicht an zu spät erkannten Kostenfallen.

Der Vorteil liegt auf der Hand: Kommt es bei einem Partner zu Engpässen oder Preissteigerungen, greift die Plattform auf Alternativen zurück, die in das definierte Budget passen. Für Konstrukteure bedeutet das: weniger Warten, weniger Risiko, mehr Berechenbarkeit. KI wird zum stillen Koordinator, der Probleme löst, bevor sie überhaupt sichtbar werden.

Ein Maschinenbauer aus Süddeutschland konnte diese Erfahrung kürzlich machen. Kurz vor einem wichtigen Serienstart fiel der Hauptliefe-



rant wegen überlasteter Kapazitäten aus. Früher hätte das Wochen an Verzögerung bedeutet. Stattdessen wurde das CAD-Modell bei Xometry hochgeladen. Kurze Zeit später lag ein alternatives Angebot vor: technisch gleichwertig, budgetkonform und lieferfähig im geplanten Zeitrahmen. Das Projekt lief weiter, ohne dass das Konstruktionsteam improvisieren musste. Genau darin zeigt sich, was smarte Produktion bedeutet: Resilienz.

Smarte Produktion heißt Freiraum für Entwicklung

Die Skepsis ist trotzdem spürbar. Viele Ingenieure befürchten, dass Plattformen wie Xometry nur einfache Teile abbilden können oder die Schnelligkeit auf Kosten der Qualität geht. Doch diese Vorbehalte greifen zu kurz. KI auf Fertigungsplattformen ersetzt keine Konstruktionsexpertise, sondern verstärkt sie. Fehler in Geometrien, problematische Wandstärken oder schwer zugängliche Toleranzen werden automatisch erkannt. Was früher erst im Fertigungsprozess auffiel und teure Nacharbeit verursachte, wird heute schon beim Upload sichtbar.

Auch beim Thema Qualität sorgt die Kombination aus Plattform und KI für Sicherheit. Hinter jedem Angebot stehen validierte Fertigungspartner mit dokumentierten Standards – von ISO

9001 bis hin zu branchenspezifischen Zertifizierungen. Prüfberichte und Dokumentationen sind auf Wunsch Teil des Prozesses. Geschwindigkeit heißt also nicht Hektik, sondern Automatisierung. Präzision bleibt die Grundlage.

Für Konstrukteure der eigentliche Gewinn: Zeit

Wer nicht permanent Angebote einholen, Lieferanten anrufen oder Engpässe managen muss, kann sich auf das konzentrieren, was wirklich zählt – die Entwicklung. Smarte Produktion bedeutet daher auch eine neue Rollenverteilung. Koordination wandert in digitale Systeme, während Ingenieure Freiraum für Innovation zurückbekommen.

Resilienz heißt nicht, dass Probleme verschwinden. Sie heißt, dass sie beherrschbar werden. Ein fehlendes Teil blockiert kein Projekt mehr. Ein Engpass zwingt nicht zum Stillstand. Stattdessen bleibt der Prozess stabil – und damit auch der Zeitplan. Für Teams, die unter Druck arbeiten, ist das der vielleicht wichtigste Fortschritt überhaupt.

Von Unsicherheit zu Planbarkeit

Smarte Produktion ist kein Schlagwort mehr, sondern eine Notwendigkeit. Unternehmen, die weiterhin auf starre Lieferketten setzen, laufen Gefahr, bei der nächsten Störung ins Straucheln zu geraten. Für Konstrukteure bedeutet das: ständiger Druck, wechselnde Prioritäten, weniger Fokus auf das Wesentliche.

Wer dagegen auf KI-gestützte Plattformmodelle setzt, verschiebt die Perspektive. Aus improvisierter Schadensbegrenzung wird planbare Fertigung. Aus Unsicherheit wird Resilienz. Und aus einer fragilen Lieferkette wird ein robustes Netzwerk, das auf Schwankungen reagieren kann.

Xometry zeigt, dass dieser Ansatz längst Realität ist. Die Plattform verbindet Ingenieure mit einem geprüften Partnernetzwerk, gleicht Anforderungen mit Kapazitäten ab und stellt sicher, dass auch bei Engpässen belastbare Angebote entstehen. Dank Funktionen wie Sofort-Angeboten, automatischer Machbarkeitsprüfung und Zielpreisaufrägen entsteht ein Werk-



Schon eine kleine Störung in der Lieferkette kann Deadlines verschieben und Entwicklungsprojekte blockieren.

zeug, das über reinen Einkauf hinausgeht. Für Entwickler ist das keine Theorie, sondern gelebte Praxis – ein Beschaffungsmodell, das Projekte absichert und Planungssicherheit bringt.

Globale Unsicherheit wird bleiben. Lieferketten werden auch in Zukunft unter Druck stehen, Materialien knapp und Märkte volatil sein. Doch Konstrukteure und Entwickler haben die Wahl: weiter im Krisenmodus improvisieren oder ihre Prozesse mit Hilfe von KI resilient machen. Smarte Produktion ist nicht nur eine Frage der Technologie, sondern der Haltung. Sie bedeutet, nicht mehr auf das Beste zu hoffen, sondern vorbereitet zu sein. KI macht diesen Schritt möglich. Sie verbindet CAD und Fertigung, schafft Verlässlichkeit und Handlungsspielräume, wo bislang nur Reaktion war.

Am Ende entscheidet nicht das perfekte CAD-Modell über den Erfolg – sondern die Fähigkeit, es zuverlässig in die Realität zu bringen. Genau das ist die Stärke smarter Produktion: Sie macht aus fragilen Prozessen robuste Systeme. Dank KI – und Plattformen wie Xometry, die Konstrukteuren nicht nur Geschwindigkeit, sondern auch echte Kontrolle zurückgeben. *anm* ◀

Der Autor, Ole Marx, ist Regional Director of Sales bei Xometry Europe.



Resilienz macht Probleme beherrschbar. Ein fehlendes Teil blockiert kein Projekt mehr.

Hochsichere On-Demand-Produktion



Die Secure Line von UltiMaker wurde für Verteidigungs- und Hochsicherheitsumgebungen entwickelt und umfasst die Modelle UltiMaker S6 Secure und UltiMaker S8 Secure.

UltiMaker, ein Unternehmen im Bereich 3D-Druck für Verteidigung, Fertigung sowie Bildung, gibt führt die Secure Line von 3D-Druckprodukten ein. Sie wurden für Verteidigungs- und Hochsicherheitsumgebungen entwickelt. Dazu gehören die UltiMaker S6 Secure und UltiMaker S8 Secure, zwei robuste Lösungen, die darauf ausgelegt sind, vertrauenswürdige und zuverlässige On-Demand-Produktions-

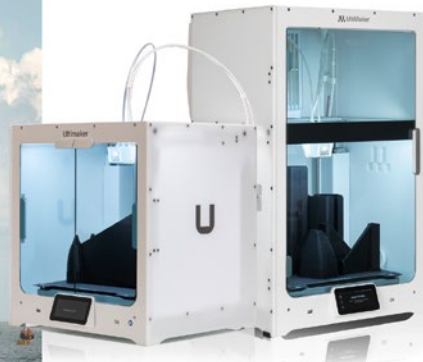


Bild: UltiMaker

kapazitäten für Operationen zu Land, zu Wasser und in der Luft zu bieten.

Die Secure-Line-Drucker wurden für den Einsatz unter extremen und gemäßigten Bedingungen entwickelt. Sie bieten einen isolierten, reinen USB-Workflow ohne Wi-Fi, externe Kameras und ungeprüfte Geräte von Drittanbietern, wodurch gängige Vektoren für Spionage, Datendiebstahl oder Eindringen aus der Ferne ausgeschlossen werden. Zu den wichtigsten Sicherheitsfunktionen gehören werkseitig aufgespiel-

te, manipulationssichere Firmware, verschlüsselte und überprüfbare Dateiverarbeitung, hardware-versiegelte Komponenten für die Integrität im Einsatz vor Ort und kein Cloud-Abhängigkeiten oder externe Angriffsflächen.

Dies gewährleistet eine vollständige Betriebskontrolle sowie Auditierbarkeit und ermöglicht Verteidigungskräften, einsatzkritische Komponenten herzustellen und gleichzeitig Datenkontrolle, Schutz sowie System-sicherheit zu gewährleisten. Mit ihren kompakten Formfaktoren und ihrer robusten Konstruktion ermöglichen S6 Secure und S8 Secure:

- Zuverlässigen Betrieb in mobilen Einheiten, auf Militärstützpunkten und bei Marineeinsätzen
- Schnelle On-Demand-Produktion von kritischen Teilen und Tools
- Minimierte Ausfallzeiten und geringere Abhängigkeit von anfälligen Lieferketten

Die Secure Line wird in der UltiMaker-Produktionsstätte in Zaltbommel, Niederlande, unter Einhaltung strenger europäischer Standards für Qualität, Datensicherheit und Compliance hergestellt.

Die additive Prozesskette neu denken



Bild: Rösler

Die Nachbearbeitungslösungen D1 und F1 wurden von AM Solutions und EOS für die EOS P3 Serie entwickelt. Sie bieten einen vollautomatischen Arbeitsablauf, der das Auspacken, Sieben und Mischen von Pulver optimiert.

Mit den Systemen D1 und F1 haben EOS und AM Solutions erstmals gemeinsam eine Lösung für die automatisierte Nachbearbeitung polymerbasierter 3D-Druckteile entwickelt – speziell abgestimmt auf die EOS P3 Serie. Die Kooperation adressiert zentrale Anforderungen der Industrie: Ef-

fizienz, Reproduzierbarkeit, Sicherheit und Skalierbarkeit.

EOS, Anbieter im Bereich der industriellen 3D-Drucktechnologie, und AM Solutions – 3D post processing technology, ein Experte für die Nachbearbeitung 3D-gedruckter Teile mit Erfahrung in der Oberflächenbearbeitung haben

dafür die Systeme D1 und F1 entwickelt. Diese Technologien lassen sich nahtlos in die EOS P3 Polymerplattform integrieren, zu der auch die kürzlich ge-launchte EOS P3 Next gehört.

Darüber hinaus ist das F1-System mit allen verfügbaren EOS-Polymerdruckern kompatibel. Diese Systeme automatisieren nicht nur das Entpulvern, Sieben und Pulvermischen, sondern sie bilden die Brücke zwischen hochwertigem Druck und praktischer, produktionsgerechter Nachbearbeitung. So wird es den Kunden ermöglicht, die Produktion hochzufahren, ohne die Komplexität zu steigern.

Die Kooperation zwischen EOS und AM Solutions geht dabei über die technische Integration hinaus. Ziel ist es, eine durchgängige Prozesskette zu etablieren, die alle relevanten Aspekte berücksichtigt – von der Pulverhandhabung über Nachhaltigkeit bis zur Bediener-sicherheit.

Spezialoptik für Innenbeschichtungen und blaue Hochbrillanzlaser

Teil des Messeportfolios ist auch die neue OTI-Optik. Sie wurde speziell für die Realisierung von Korrosions- und Verschleißschutzbeschichtungen entwickelt.



Bild: Laserline

Laserline stellt auf der Formnext 2025 neue Optiklösungen für industrielle Laserbeschichtungen vor. Im Mittelpunkt stehen eine neuentwickelte 30-kW-Zoomoptik für flexible Beschichtungsprozesse, eine neue

Spezialoptik für Verschleiß- und Korrosionsschutzbeschichtungen von Innengeometrien sowie blaue Hochbrillanzlaser für die additive Fertigung von Buntmetallbauteilen im laserbasierten Pulverbettverfahren.

So präsentiert Laserline unter anderem auf der Formnext mit dem LD-Fblue 400-wbc und dem LDFblue 800-wbc zwei blaue Hochleistungsdiodenlaser, welche die LDFblue-Technologie mit der innovativen Blade-Engine der Laserline Tochtergesellschaft WBC Photonics kombinieren. Sie agieren mit einer Wellenlänge von 445 nm und ermöglichen aufgrund ihrer exzellenten Absorption in Buntmetallen eine hochgradig materialeffiziente, spritzerfreie additive Fertigung von Kupfer-, Gold- oder Aluminiumbauteilen im laserbasierten Pulverbettverfahren (Laser Powder Bed Fusion). Die hochbrillanten Laser sind mit Ausgangsleistungen von 400 bzw. 800 Watt sowie Faserdurchmessern von 50 µm bzw. 100 µm erhältlich. Ihre robuste, IoT-fähige Systemarchitektur sorgt für hohe Prozessstabilität und erleichtert die Integration in moderne Fertigungsumgebungen.

toolcraft setzt neue Maßstäbe

Effiziente Supportentfernung mit Trockeneisstrahlen

Die additive Fertigung hat industrielle Produktionsabläufe revolutioniert. Doch ein entscheidender Prozessschritt, das Entfernen von Stützstrukturen, blieb bisher eine Herausforderung. toolcraft setzt hier auf Innovation: Der SupportBlaster 320-HA nutzt Trockeneisstrahlen für eine effiziente, sichere und präzise Nachbearbeitung von Metallbauteilen.

Automatisierte Effizienz und Ergonomie

Das Entfernen von Stützstrukturen war bislang zeitaufwändig, körperlich belastend und mit hohem Risiko für Bauteilbeschädigungen verbunden. Die von toolcraft entwickelte Anlage, der SupportBlaster 320-HA, ermöglicht eine teilautomatisierte, schonende Bearbeitung, die Bauteilschäden minimiert und die Ergonomie am Arbeitsplatz verbessert. Außerdem kann je nach Bauteil die Bearbeitungszeit um bis zu 80 Prozent reduziert werden.

„Unternehmen, die weiterhin auf manuelle Verfahren setzen, werden es in Zukunft schwer haben. Automatisierte Lösungen sind der Schlüssel zur Zukunft der additiven Fertigung“, erklärt Christoph Hauck, Vorstand Technolo-



ANZEIGE

Von toolcraft entwickelte Anlage zur Supportentfernung mit Trockeneisstrahlen.

gie und Vertrieb der toolcraft AG. Die Trockeneisstrahlanlage steigert nicht nur die Qualität und Prozesssicherheit, sondern unterstützt auch eine nachhaltige Produktion.

Auf der Formnext können sich Besucher am Stand 12.0-D88 über die Vorteile dieses innovativen Verfahrens informieren.

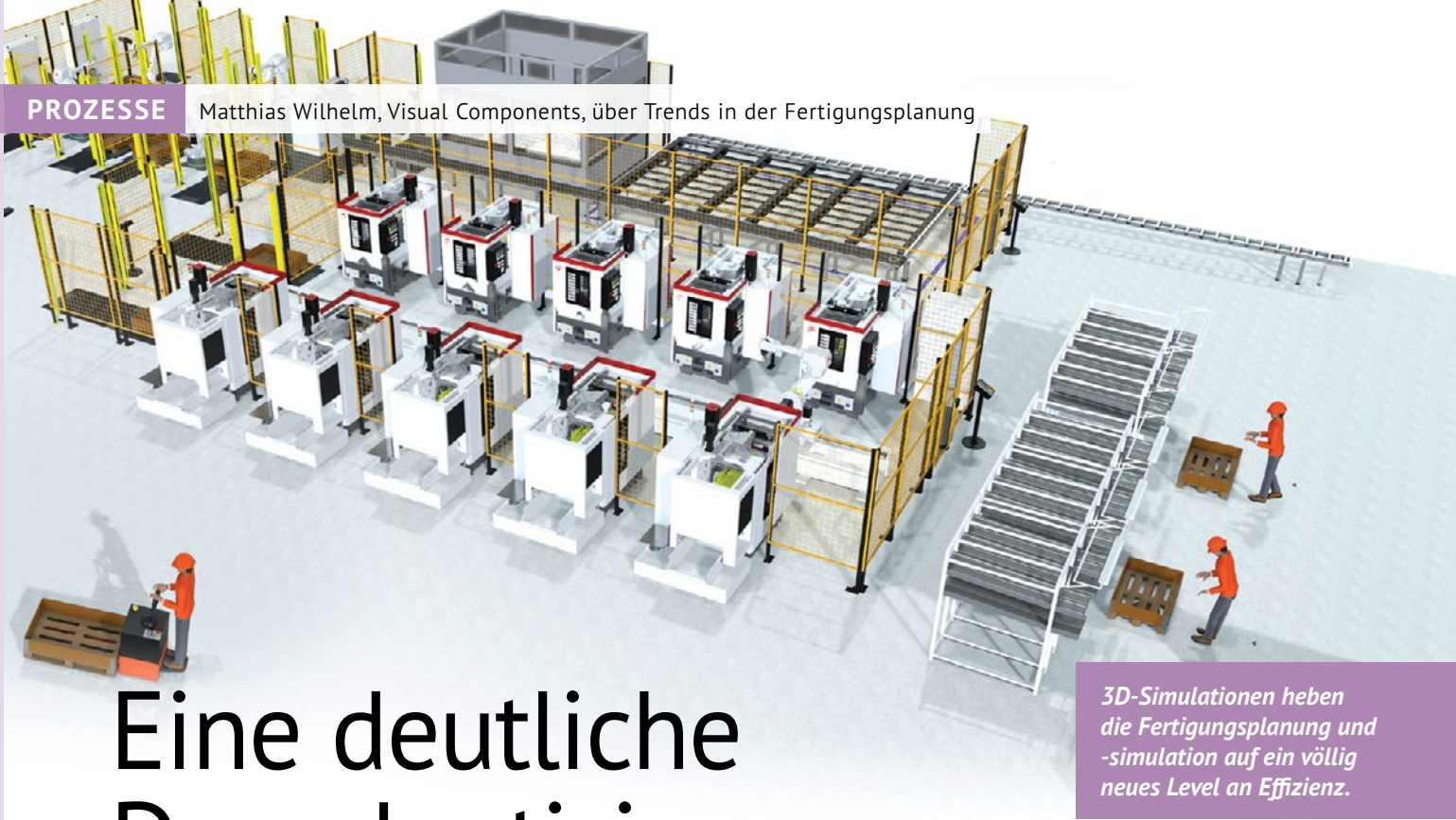
TOOLCRAFT AG

Anschrift: Handelsstraße 1, 91166 Georgensgmünd

Telefon: +49 9172 6956-0 **E-Mail:** toolcraft@toolcraft.de

www.toolcraft.de

toolcraft



3D-Simulationen heben die Fertigungsplanung und -simulation auf ein völlig neues Level an Effizienz.

Eine deutliche Demokratisierung

Fehler in der Fertigungsplanung kommen Unternehmen teuer zu stehen. Wie sich diese mit einer realistischen Simulation frühzeitig vermeiden lassen, erklärt Matthias Wilhelm, Country Manager DACH bei Visual Components, und wirft einen Blick in die Zukunft der Fertigung.

Smarte Produktion: Vor welchen besonderen Herausforderungen stehen Fertigungsunternehmen, wenn es um die Fertigungsplanung geht?

Matthias Wilhelm: Ein Hauptproblem ist sicherlich die immer noch vorherrschende statische Planung, die auf 2D-Zeichnungen oder 3D-Modellen ohne Möglichkeiten zur Simulation von Materialfluss und Prozessen beruht. In der Konsequenz findet die Simulation realer Abläufe in der Planungsphase schlicht nicht statt, was nach wie vor eine große Hürde bei der Optimierung von Ressourcen wie Robotern, Förderbändern

oder fahrerlosen Transportsystemen ist. Weil in statischen Umgebungen auch das Durchspielen verschiedener Szenarien nicht möglich ist, sind viele Unternehmen immer noch gezwungen, auf ineffiziente „Trial and Error“-Ansätze in der realen Produktion zurückzugreifen. Dabei geht wertvolle Zeit verloren und im schlimmsten Fall verschieben sich dadurch Produktionsstarts.

Wie positioniert sich hier Visual Components in diesem Umfeld?

Matthias Wilhelm: Unsere Software erlaubt die schnelle und einfache Erstellung von 3D-Layouts per vorgefertigter

Komponenten und benutzerfreundlichem Drag & Drop-Verfahren. Der Clou dabei: Alle Komponenten sind vollständig simulationsfähig. Damit haben Unternehmen alles an der Hand, um auch den Materialfluss und die Produktionsabläufe realitätsnah und ohne tiefgreifende Konstruktionskenntnisse zu modellieren, mit verschiedenen Ressourcen zu experimentieren und aus einer Vielzahl an Variablen die für sie optimale Lösung zu finden. Mit diesem Ansatz beschleunigen wir nicht nur die Planung neuer Anlagen und Roboterzellen, Unternehmen können potenzielle Probleme auch direkt in der Simulation erkennen und beheben. In der Produktion selbst sparen wir damit Zeit und Material, weil alle notwendigen Informationen im virtuellen Testlauf bereits gesammelt werden konnten.

Visual Components hat auf der Blechexpo in Stuttgart neue Lösungen vorgestellt, so das neue Release Visual Components 5.0. Können Sie uns beschreiben, was die neue Version von an-



„Der Trend geht weg von einer klassischen 2D- und Excel-basierten Planung hin zu standardmäßiger Nutzung von Simulationen.“

Matthias Wilhelm, Country Manager DACH bei Visual Components.

deren Lösungen für die Fertigungssimulation unterscheidet?

Matthias Wilhelm: Mit Version 5.0 machen wir einen großen technologischen Schritt nach vorne. Die Software basiert damit auf einer modernen API und Python 3 – das erleichtert es unseren Kunden und Partnern, eigene Anwendungen zu entwickeln und Visual Components noch flexibler in die eigenen Systeme zu integrieren.

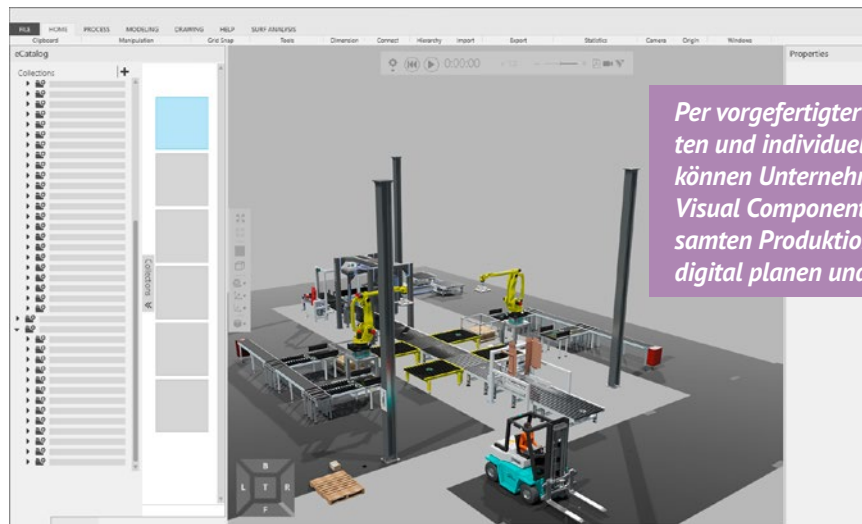
Neu ist auch das Tool zur einfachen Erstellung von Kollisionsgeometrien. Damit lassen sich potenzielle Störgeometrien in Automatisierungszellen noch besser erkennen und frühzeitig vermeiden – ein wichtiger Beitrag zur Sicherheit, vor allem bei der Zusammenarbeit in Bereichen, in denen sich Roboter und Menschen bewegen. Ein weiteres Highlight ist das Modell-basierte Engineering, kurz MBE: Fertigungsinformationen wie Schweißnähte können damit direkt aus dem Bauteil ausgelesen werden. Damit lässt sich die Programmierung automatisieren, was Zeit spart und die Qualität der Ergebnisse noch einmal verbessert.

Ein Schwerpunkt im Rahmen dieser Neuvorstellung war die Roboter-Offline-Programmierung.

Matthias Wilhelm: Derzeit unterstützen wir 22 führende Roboterhersteller und haben fünf Konnektoren zu gängigen SPS-Systemen integriert. Damit können Roboter im digitalen Raum präzise programmiert und optimal abgestimmt werden, um Aufgaben mit höchsten Anforderungen an Genauigkeit und Wiederholbarkeit zu übernehmen – etwa beim Schweißen, in der Oberflächenbearbeitung, beim Lackieren, Schneiden oder in der vorrichtungsfreien Handhabung und Montage.

Wie können Unternehmen die Lösungen individuell auf ihre Bedürfnisse anpassen und beispielsweise bereits vorhandene Systeme einbinden?

Matthias Wilhelm: Die Anbindung unserer Software an bestehende Lösungen ist ohne Frage ein ganz zentraler Aspekt. Wir setzen daher einerseits auf vollständig offene Schnittstellen, die Nutzer an ihre eigenen Anforderungen anpassen und optimieren können. Andererseits können Unternehmen aber



Per vorgefertigter Komponenten und individuellen Daten können Unternehmen mit Visual Components ihre gesamten Produktionsumgebung digital planen und simulieren.

Quelle: Visual Components

auch in der Lösung selbst eigene, individuelle Komponenten erstellen und damit ihre Produktionsumgebung vollständig und digital simulieren.

Welche CAD-Formate lassen sich in Visual Components integrieren?

Matthias Wilhelm: Visual Components 5.0 unterstützt über 30 der gängigsten CAD-Austauschformate wie STEP, IGES und JT sowie viele native Schnittstellen, etwa zu Siemens, Autodesk oder Solidworks. Für das Simulationsdatenmanagement bieten wir eine eigene offene Schnittstelle an, über die sich Visual Components flexibel in bestehende Systeme einbinden lässt.

Wie lassen sich Echtzeiterkenntnisse aus dem laufenden Betrieb wiederum in der Simulation nutzbar machen?

Matthias Wilhelm: Aufgezeichnete Produktionsdaten können im Nachgang in die Simulation eingespeist werden, um kontinuierliche Anpassungen und Verbesserungen der Prozesse durchzuführen. Auf Grundlage der gewonnenen Informationen lassen sich beispielsweise effizientere Varianten im digitalen Fertigungslayout nachspielen.

Inwiefern integriert Visual Components die künstliche Intelligenz in die Simulation?

Matthias Wilhelm: KI ist ohne Frage die Technologie der Zukunft. In den kommenden Releases werden wir sukzessive neue KI-Funktionalitäten einführen, um unsere Software beständig weiterzuentwickeln und Anwendern die bestmögliche User-Experience zu geben.

Wie wird sich die Fertigungsplanung in den kommenden Jahren verändern?

Matthias Wilhelm: Aktuell sind beide Bereiche ganz deutlich Aufgaben für ausgebildete Spezialisten, die über eine entsprechende Erfahrung und das Know-how verfügen. Hier werden wir eine deutliche Demokratisierung erleben! Die Fertigungs-Simulation wird als einfach nutzbares Standard-Tool ei-

„In der Fertigungsplanung und -simulation werden wir eine deutliche Demokratisierung erleben“

ner größeren Zahl von Anwendern zur Verfügung stehen und somit eine kollaborative und effiziente Planung ermöglichen. Der Trend geht also weg von einer klassischen 2D- und Excel-basierten Planung und hin zur standardmäßigen Nutzung von Simulationen. Die Vorteile sind schlicht überzeugend. Gleichzeitig bedeutet dies eine verstärkte Digitalisierung, bei der manuelle Prozesse wie das händische Eintragen von Schweißpunkten auf Papier durch digitale Methoden ersetzt werden.

Und, wie in fast allen Bereichen, wird die Künstliche Intelligenz eine sehr gewichtige Rolle spielen. Ein spannendes Thema, bei dem explizite Use Cases und Lösungen aktuell noch in der Entwicklung sind.

Herr Wilhelm, vielen Dank für das Gespräch.

anm ◀

Von Anfang an in die Entwicklung integriert

Vielseitigkeit, hohe Geometriefreiheit und die Möglichkeit individualisierter Produkte und lokaler Produktion sprechen für die additive Fertigung. Was es braucht, um sie erfolgreich umzusetzen, und welche Rolle dabei Automatisierung und künstliche Intelligenz spielen, erklären hier vier Fachleute für die additive Fertigung. **VON ANDREAS MÜLLER**

1. Wo sehen Sie derzeit die größten Herausforderungen in der Fertigungsindustrie?
2. Inwiefern kann die additive Fertigung Unternehmen dabei unterstützen, diese Aufgaben zu meistern?
3. Können Sie uns, bitte, ein Beispiel dafür nennen?
4. Wie werden neue Verfahren und Materialien in der additiven Fertigung die Produktentwicklung in den nächsten Jahren verändern?



Alexander Oster

Director of Additive Manufacturing
bei Autodesk.

1. Die Entwicklungen der letzten Jahre stellen produzierenden Unternehmen vor immense Risiken und Herausforderungen. Der Trend zur De-Globalisierung, die

wachsende Innovationsfähigkeit Asiens und sich ständig verändernde Lieferketten verhindern langfristige Planungshorizonte. Gleichzeitig verschärft sich hierzulande der Fachkräftemangel, und dies bei immer komplexer werdenden Produkten, gestiegenen Kundenansprüchen und kürzeren Innovationszyklen. In der Folge erleben wir derzeit einen Umbruch hin zu stärker digitalisierten, datengetriebenen und agileren Prozessen. Mit moderner KI lassen sich hier Routineaufgaben effizient automatisieren, Wissen konservieren und kreative Kapazitäten freizusetzen, um generell schneller auf unvorhersagbare Ereignisse reagieren zu können.

2. Im Prototyping war die Additive Fertigung seit jeher ein Schlüsselbaustein, um Produktentwicklungszyklen in der Breite zu beschleunigen. Ab den frühen 2010ern entwickelten sich die Verfahren so weit, dass in gewissen Nischen auch additiv gefertigte Bauteile direkt im Endprodukt eingesetzt wurden. Neu sind fundierte industrielle Anwendungsbeispiele, sei es die neuste Apple Watch oder Raketenantriebe für die New Space Industrie.

Neben der Spezialisierung der Verfahren in High-Tech-Applikationen sehen wir auch eine massive Verbreiterung



Bild: © nordroden/stock.adobe.com

des Einstiegssegments. Und zwar nicht nur in den Millionen von günstigen Kunststoffdruckern, die heutzutage in jedem Winkel der Ingenieurbüros und Fertigungshallen zu finden sind – sondern quer durch alle Verfahren und Materialien.

3. Ein gutes Beispiel ist unsere Zusammenarbeit mit Partnern wie etwa One Click Metal. Gemeinsam verfolgen wir das Ziel, Metall-3D-Druck auch für kleine und mittelständische Betriebe zugänglich zu machen.

Durch die enge Verzahnung von CAD und CAM bietet Fusion eine ideale Plattform, additive Fertigung in die breite Masse zu bringen. Anwender können den gesamten Workflow von der Konstruktion und Optimierung bis zum Druck und der finalen Fräsbearbeitung innerhalb einer Lösung abbilden. Integrierte Simulationswerkzeuge helfen dem Nutzer, auch ohne jahrzehntelange Spezialisierung die Technologie erfolgreich einzusetzen.

4. Die Produktentwicklung wird in den nächsten Jahren deutlich iterativer, intelligenter und kontextbewusster. Die additive Fertigung als die vielleicht digitalste aller Fertigungstechnologien ist hier ein zentraler Baustein. Mit den neuesten KI-Werkzeugen, etwa generativem Design mit

editierbarer BREP-Geometrie oder Modellen zur Prozessvorhersage, können Verantwortliche schon heute Entwürfe generieren, die sich unmittelbar weiterbearbeiten und für additive Prozesse optimieren lassen. Das verkürzt den Weg von der Idee zum fertigen Produkt enorm.



Armin Brüning

Geschäftsführer CT
CoreTechnologie GmbH.

Bild: CT CoreTechnologie

1. In Zukunft werden durch den demografischen Wandel in China sowie sich rasch verändernde politische Rahmenbedingungen wie Strafzölle die Fertigungskapazitäten sicher verstärkt wieder in Hochlohnländer verlagert. Die durchgängige und effiziente Verwendung von 3D/CAD-Daten von der Konstruktion bis in die Fertigung ist hierbei ein wichtiges Thema, um Prozesse effizienter und kostengünstiger zu gestalten. Die Anwendung der 3D-Master-Technologie leistet einen wichtigen Beitrag, denn das 3D-Modell als einzige und führende Informationsquelle birgt für einen durchgängigen Konstruktions- und Produktionsprozess enorme Vorteile.

2. Für Unternehmen wird es in Zukunft immer wichtiger, moderne Additive Manufacturing (AM) Technologien in der Fertigung verstärkt zu berücksichtigen und für ihre Anforderungen umzusetzen. Hierbei bietet AM vorteilhafte Chancen wie eine maximale Unabhängigkeit von komplexen und global verteilten Lieferketten sowie eine hohe Flexibilität. Durch eine eigene additive Fertigung erreichen Unternehmen zudem Kostenreduktion in der Fertigung und Konstruktion durch entfallende Lagerkapazitäten und kurze Transportwege. Ein zentraler Punkt zur Realisierung dieser Vision ist die Automatisierung von Additive Manufacturing-Prozessen. Hierbei spielen Auftragsmanagement-Plattformen



Bild: Autodesk

Autodesk Technology Center in Boston.

1. Wo sehen Sie derzeit die größten Herausforderungen in der Fertigungsindustrie?
2. Inwiefern kann die additive Fertigung Unternehmen dabei unterstützen, diese Aufgaben zu meistern?
3. Können Sie uns, bitte, ein Beispiel dafür nennen?
4. Wie werden neue Verfahren und Materialien in der additiven Fertigung die Produktentwicklung in den nächsten Jahren verändern?

men und deren Integration mit Bauvorbereitungs- und Nesting-Tools wie die 4D_Additive Software eine wichtige Rolle, um manuelle Tätigkeiten auf ein Minimum zu reduzieren und einen nahtlosen automatisierten Prozess zu garantieren.

3. Additiv gefertigte Kunststoffteile bergen enormes Potenzial für Einsparungen, je kleiner und komplexer sie sind. Durch den Entfall der Konstruktions- und Erstellungskosten für Werkzeugformen sowie durch einen vermindernden Aufwand in der Konstruktion der Bauteile selbst können Kosten eingespart und der sogenannte ‚Time to Market‘-Faktor stark reduziert werden. Da der Konstruktionsaufwand entfällt, um die Bauteile entformbar zu gestalten, werden abhängig von der Komplexität des Bauteils rund 40 Prozent der Konstruktionselemente eingespart und dadurch die Konstruktionszeit erheblich reduziert. Wichtig ist in diesem Zusammenhang auch eine Potenzialanalyse, also die automatisierte Identifikation von für den 3D-Druck geeigneten Bauteilen. Diese kann mit Software-Tools wie dem Partfinder von CoreTechnologie durchgeführt werden.

4. Die additive Fertigung ist heute bereits für die Kleinserienfertigung komplexer Kunststoffteile konkurrenzfähig. SLS-Maschinen mit immer größeren Bauräumen und mehreren Lasern erlauben die Fertigung größerer und mehrerer Bauteile pro Druckvorgang, was einen höheren Durchsatz ermöglicht. Wenn man sich die zahlreichen neuen Akteure auf dem Markt und deren innovativen Ansätze für additive Fertigungsprozesse betrachtet, sieht man eine starke Dynamik. Ich denke, dass es hierbei gerade im Bereich der automatisierten Entladung von Druckern und der Nachbearbeitung von Bauteilen noch viel Potenzial gibt. Insbesondere, da der Anteil dieser Kosten an den Gesamtstückkosten bei 3D-Druckbauteilen vergleichsweise hoch ist, kann die Weiterentwicklung von automatisierten Prozessen hier einen wichtigen Beitrag leisten.



Sebastian Becker

Head of Product and Program Management Metal Systems bei der EOS GmbH.

1. Die Fertigungsindustrie steht aktuell unter starkem Druck, gleichzeitig nachhaltiger, flexibler und wirtschaftlicher zu produzieren. Globale Lieferketten sind in den

vergangenen Jahren fragiler geworden, die Anforderungen an Individualisierung steigen und der Fachkräftemangel sowie steigende Energie- und Materialkosten verschärfen die Lage zusätzlich. Besonders in der Metallverarbeitung sind Effizienz, Materialausnutzung und Prozesssicherheit zentrale Herausforderungen.

2. Additive Manufacturing (AM) im Metallbereich bietet entscheidende Vorteile: Komplexe Geometrien lassen sich schneller und ressourcenschonender fertigen. Die digitale Prozesskette ermöglicht eine flexible Produktion direkt am Bedarfspunkt und reduziert die Abhängigkeit von Lieferketten. Zudem erlaubt AM gezielte Materialeinsparung und Funktionsintegration – was sowohl die Nachhaltigkeit als auch die Performance verbessert.

3. Ein gutes Beispiel ist die Luft- und Raumfahrtindustrie, wo mit AM komplexe Strukturen gefertigt werden, die konventionell nicht herstellbar wären. Eines unserer neuen Systeme ist automatisch mit EOS Smart Fusion ausgestattet – das Software-Feature ist direkt integriert. Es reduziert Stützstrukturen, verbessert die Oberflächenqualität und senkt den Aufwand für Nachbearbeitung deutlich. Das führt zu hoher Bauteilqualität, gesteigerter Produktivität und erhöhter Zuverlässigkeit sowie Prozessstabilität im industriellen Einsatz – ein klarer Unique Selling Point, besonders dort, wo Zeit, Kosten und Reproduzierbarkeit entscheidend sind.

4. Verfahren wie Beam Shaping, also Variabilität in der Laserstrahlform und neue Materialien werden die Designfreiheit weiter erhöhen. Unternehmen können künftig noch gezielter auf spezifische Anforderungen reagieren – etwa durch lokal angepasste Materialeigenschaften oder integrierte Funktionen. Gleichzeitig wird der Einsatz von Künstlicher Intelligenz (AI) entlang der digitalen Prozesskette immer wichtiger: Von automatisierter Bauteiloptimierung über Qualitätssicherung bis hin zur vorausschauenden Wartung. AI-basierte Algorithmen helfen, Entwicklungszeiten zu verkürzen, Fehler frühzeitig zu erkennen und Prozesse kontinuierlich zu verbessern. AM entwickelt sich damit zunehmend von einer reinen Fertigungstechnologie zu einem strategischen Enabler für Innovation und nachhaltige Produktentwicklung.



David Bourdages

Produktmanager Additive Manufacturing, Open Mind Technologies AG.

1. Viele Unternehmen stehen vor der schwierigen Aufgabe, immer komplexere Produkte unter wachsendem Zeit- und Kostendruck zu fertigen. Hinzu kommen instabile Lieferketten, etwa infolge von Zollrestriktionen.

2. Additive Fertigung kann eine Form des Insourcings darstellen: Wenn zum Beispiel Rohlinge aus Schmiede oder Gießerei nicht rechtzeitig eintreffen, lässt man sie im eigenen Pulverbett oder im DED-Verfahren „wachsen“. Doch richtig interessant wird es immer dann, wenn durch additive

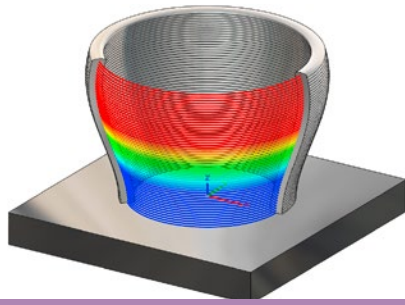


Bild: Open Mind

Funktional abgestufte Werkstoffe: Mit einigen DED-Verfahren ist es möglich, Materialien zu mischen. Der Farbverlauf zeigt den allmählichen Legierungswechsel.

Fertigung Produktdesigns möglich werden, die zuvor nicht realisierbar waren. Oder wenn sie die Effizienz steigern und beispielsweise Materialverschwendung durch ein sehr hohes Spanvolumen vermieden wird. Große Bedeutung hat die additive Fertigung darüber hinaus für Reparaturen und die Nachfertigung nicht mehr verfügbarer Ersatzteile.

3. Ein anschauliches Beispiel für die Produktion vermeintlich „unmöglicher“ Bauteile sind Spritzgussformen mit konturnaher Kühlung. Hier ermöglicht die additive Fertigung die Optimierung eines anderen Fertigungsverfahrens.

4. Die Veränderungen haben bereits begonnen, denn additive Fertigung wird alltäglicher und dringt von den R&D-Labors in die Werkhallen vor. Die Möglichkeit komplexer Strukturen wie bionisch inspirierter Leichtbau oder hybride Materialkombinationen inspirieren bereits die Produktentwicklung. Wie immer, werden neue technische Möglichkeiten auch früher oder später praktisch genutzt. Damit dies allerdings wirtschaftlich und produktiv geschieht, muss die additive Fertigung nahtlos in automatisierte Prozesse eingebunden werden. Sie steht nie isoliert, schon weil sie praktisch nie ohne zerspanende Bearbeitungsschritte auskommt. Der Wechsel zwischen den Bearbeitungsmethoden macht die Arbeit mit einem digitalen Zwilling sinnvoll und die Kommunikation zwischen den Maschinen notwendig. Das CAD/CAM-System Hypermill unterstützt additive und zerspanende Bearbeitung gleichermaßen. Die Funktion Hypermill Best Fit passt zum Beispiel den NC-Code an die Realität an, um bei der Nachbearbeitung die mühsame Werkstückausrichtung zu vermeiden. Darüber hinaus können automatisierte Prozesse maschinenübergreifend programmiert werden. Wie schon beim Siegeszug der CNC-Bearbeitung wird auch diesmal die Software entscheidend sein.



David Schlauer

PGlobal Director Growth Management, bei BigRep.

Bild: BigRep

1. Ein Großteil des heutigen Drucks resultiert aus Problemen in der Lieferkette, den wirtschaftlich unsicheren Zeiten, den hohen Kosten für die kundenspezifische Anpassung und den Herausforderungen der Kleinserienfertigung.

Hinzu kommt, dass die Entwicklung in vielen Fällen immer noch nicht schnell genug ist und viele Hersteller auf konventionelle Fertigungsverfahren setzen.

Wenn Sie versuchen, kundenspezifische Teile in kleinen Stückzahlen zu produzieren, lassen sich die Einrichtungskosten nur schwer rechtfertigen. Letztendlich kann die Zeit, die benötigt wird, um ein Produkt auf den Markt zu bringen, eine großartige Idee zunichtemachen, bevor sie überhaupt eine Chance hat.

2. Inhouse-3D-Druck kann einen riesigen Unterschied machen. Verzögerungen und Risiken durch klassische Lieferketten fallen einfach weg – das heißt: schnellere Durchlaufzeiten. Auch die Individualisierung wird leicht, denn verschiedene Designs zu drucken kostet kaum extra. So lassen sich hochgradig maßgeschneiderte Teile produzieren, ohne das Budget zu sprengen.

Ein weiterer großer Vorteil: Fail-Fast. Statt wochenlang zu warten, geht's direkt vom CAD-Modell zum voll funktionsfähigen Prototyp in nur wenigen Tagen. Diese Geschwindigkeit hält die Entwicklung am Laufen und ermöglicht deutlich schnellere Iterationen.

Und dann ist da noch das Thema Werkzeugbau. Formen, Vorrichtungen oder Lehren lassen sich einfach bei Bedarf drucken. Anstatt also auf externe Zulieferer oder teure Bearbeitung zu warten, produziert man genau das, was man braucht – genau dann, wenn man es braucht.

3. Klar. Zum Beispiel hat Ford entdeckt, dass das Drucken von großen Vorrichtungen und Halterungen mit ihrem BigRep One und Pro deutlich schneller und kostengünstiger ist als herkömmliche Methoden.

Der Fahrradhersteller Canyon verwandelt digitale Rahmenkonstruktionen innerhalb von ein bis zwei Tagen in vollständige Prototypen – gedruckt in einem Teil – auf dem BigRep One. Das physische Modell in den Händen zu halten, ist der schnellste Weg, um neue Rahmengeometrien zu überprüfen.

Ein weiteres starkes Beispiel ist die Zusammenarbeit von RH-Engineering mit manoFigura: Gemeinsam entwickeln sie maßgeschneiderte Luxusmöbel mit einem BigRep 3D-Drucker. In nur vier Monaten sind sie in den Markt für hochwertige Innenausstattung eingestiegen – mit leichten, 3D-gedruckten Waschbecken, ermöglicht durch schnelle, flexible Produktentwicklung und Produktion.

4. Die Bedeutung einer agilen Fertigung für Hersteller kann gar nicht hoch genug eingeschätzt werden. Mit industriellem 3D-Druck optimieren Sie Prozesse, automatisieren die Produktion und erzielen blitzschnelle Durchlaufzeiten. Holen Sie sich die Lieferketten ins eigene Haus, um beispiellose Effizienz zu erzielen, die Konkurrenz hinter sich zu lassen und Ihren Marktanteil zu steigern.

Wir bewegen uns weg vom „Konstruieren für konventionelle Fertigung“ hin zum „Design für den 3D-Druck“. Das bedeutet mehr integrierte Teile, weniger Baugruppen dank Druck in Originalgröße und intelligenteren Konstruktionen. Der 3D-Druck reduziert Durchlaufzeiten und Kosten, minimiert Risiken und macht die On-Demand-Produktion für mehr Unternehmen zu einer praktischen Realität. Jetzt eben auch im Großformat.

anm ◀

Wo die nachhaltige Fertigung Fahrt aufnimmt

Nachhaltige Fertigung ist zu einem Eckpfeiler des Fortschritts geworden und veranlasst Unternehmen, Verfahren einzuführen, die Effizienz, Kosteneffizienz und Umweltschutz in Einklang bringen. Auch die Deutsche Bahn nutzt eine Plattform, mit der sie die Umweltbelastung reduziert. **VON NIHAL GUPTA**

Die Deutsche Bahn (DB), eines der größten europäischen Verkehrsunternehmen, hat die Integration der CO₂-Fußabdruck-Berichtsfunktion von 3D Spark für den unternehmensweiten Einsatz in der On-Demand-Ersatzteilerfertigung validiert und genehmigt.

Diese multifunktionale Plattform ermöglicht es der Deutschen Bahn nun nicht nur, schnellere, datengestützte Entscheidungen zu treffen, sondern optimiert auch die Energieeffizienz und reduziert die Umweltbelastung, während sie gleichzeitig den sich entwickelnden globalen Vorschriften entspricht.

Das Streben nach nachhaltiger Produktion

Hersteller auf der ganzen Welt übernehmen nachhaltige Entwicklungspraktiken, um die Umweltbelastung zu reduzieren und sich an globalen Initiativen wie dem Pariser Abkommen und dem Carbon Disclosure Project (CDP) auszurichten. Dieser Wandel ist nicht nur ethisch, sondern auch unerlässlich, da Unternehmen zunehmend unter Druck stehen, ihr Engagement für umweltfreundliche Produkte und Praktiken unter Beweis zu stellen. Das regulatorische Umfeld entwickelt sich schnell weiter, und die Rahmenbe-

dingungen verlangen Rechenschaftspflicht und Transparenz in Bezug auf CO₂-Emissionen. Zu den globalen und regionalen Vorschriften gehören:

- **Europa:** Carbon Border Adjustment Mechanism (CBAM), Corporate Sustainability Reporting Directive (CSRD) und Emissionshandelssystem (ETS).
- **Vereinigte Staaten:** Die von der SEC vorgeschlagene Climate Disclosure Rule und das kalifornische Climate Accountability Package.
- **Globale Standards:** Initiativen wie die Science-Based Targets Initiative (SBTi) und das Greenhouse Gas Protocol (GHG) leiten die Nachhaltigkeitsbemühungen von Unternehmen.

Für die Hersteller kann die Einhaltung dieser Vorschriften sowohl zeitintensiv als auch kostspielig sein, insbesondere ohne optimierte Prozesse für eine genaue CO₂-Berichterstattung.

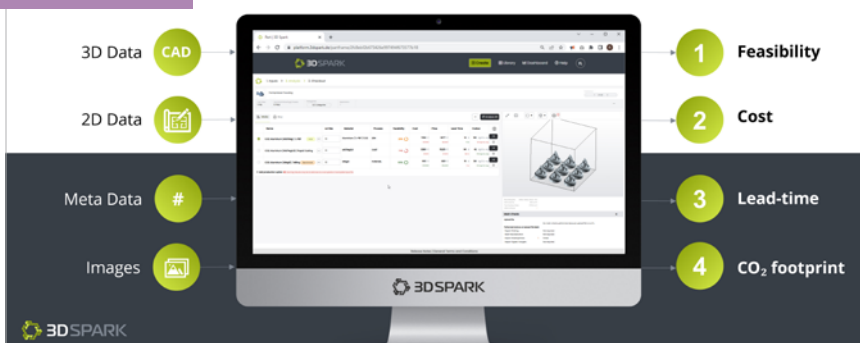
Die Ziele der Deutschen Bahn

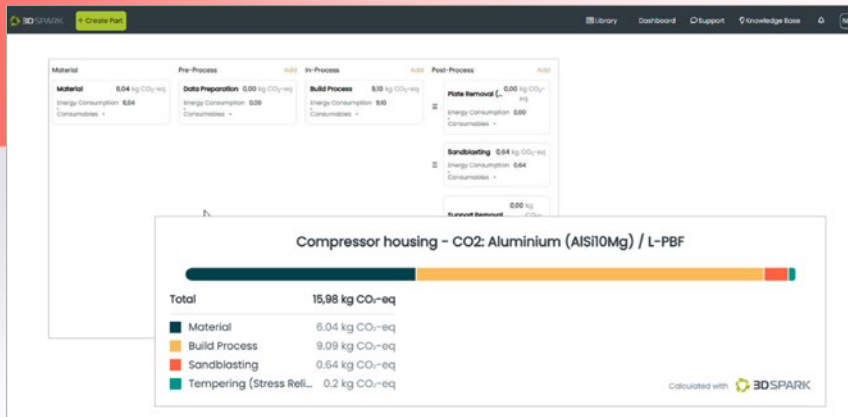
Die DB suchte nach einer Lösung, um

- eine automatisierte Kohlenstoffbewertung zu ermöglichen: Es galt, eine skalierbare, (halb-)automatisierte Berechnung der CO₂-Emissionen für jedes 3D-gedruckte Teil bereit-

Die 3D Spark-Plattform.

Part evaluation across multiple manufacturing technologies for:





Aufschlüsselung des CO₂-Fußabdrucks eines Teils. (Die Abbildung dient der Veranschaulichung und stellt keine Kundendaten dar.)

zustellen, um transparente und datengesteuerte Produktionsentscheidungen zu erleichtern.

- **die Technologieauswahl zu unterstützen:** Integration der Kohlenstoffberichterstattung als Schlüsselfaktor bei der Auswahl des optimalen 3D-Druckverfahrens.
- **die Entscheidungsfindung zu optimieren:** Unterstützung der Teams mit zugänglichen, benutzerfreundlichen CO₂-Analysen, reduzierter Verwaltungsaufwand und Einhalten der relevanten Nachhaltigkeitsstandards.

Ineffizienzen der traditionellen CO₂-Berichterstattung

Häufig verwendete und anerkannte Methoden zur Berechnung von CO₂-Emissionen stützen sich stark auf Ökobilanzierungsinstrumente (LCA) wie Sphera GaBi, Ecoinvent oder SimaPro. Diese Methoden sind zwar korrekt, bergen aber einige Fallstricke:

- Sie sind ressourcenintensiv: Berechnungen erfordern viel Zeit und Experten-Input.
- hohe Kosten: Die Software und das Fachwissen, die für LCA-Berechnungen erforderlich sind, treiben die Kosten in die Höhe.
- eingeschränkte Zugänglichkeit: Die Teams benötigen spezielle Schulungen, die den Fokus von den Kerngeschäftsaktivitäten ablenken
- Sie sind nicht auf die digitale Fertigung zugeschnitten: Herkömmliche Werkzeuge sind nicht für digitale Fertigungstechnologien wie die additive Fertigung (AM) ausgelegt, was zu Ineffizienzen und Einschränkungen bei der Erfassung der tatsächlichen Umweltauswirkungen neuerer Produktionsmethoden führt.

Lösung von 3D Spark

Ohne leicht verfügbare und genaue CO₂-Daten laufen Unternehmen Gefahr, nicht nachhaltige Produktionsentscheidungen zu treffen, Umweltschäden zu verewigen und Möglichkeiten zu verpassen, einen Beitrag zur Kreislaufwirtschaft zu leisten.

Mit 3D Spark laden Unternehmen einfach CADs, PDFs oder Metadaten hoch, um die Herstellbarkeit in großem Maßstab zu bewerten und Technologien zu vergleichen. Neben Einblicken in Kosten und Vorlaufzeiten liefert die Plattform auch einen detaillierten CO₂-Fußabdruck für jedes Teil. Die Emissionen werden nach Material, Bauprozess und Nachbearbeitung aufgeschlüsselt, was den Teams die Transparenz gibt, die sie benötigen, um Optionen zu vergleichen, die Effizienz zu verbessern und nachhaltigere Fertigungsentscheidungen zu treffen.

3D Spark bietet einen neuartigen Ansatz für die CO₂-Berechnung und -Berichterstattung, der sich nahtlos in bestehende Fertigungsabläufe integrieren lässt. Er liefert damit sofort umsetzbare Erkenntnisse, ohne dass zusätzlicher Aufwand erforderlich wäre. Zu den Leistungsmerkmalen zählen:

- **automatisierte CO₂-Berichterstattung:** Genaue CO₂-Fußabdruckdaten mit einer Genauigkeit von ±10 %, wodurch manuelle Berechnungen überflüssig werden.
- **mühevolle Integration:** Die Daten werden während der Angebotserstellung und Entscheidungsfindung automatisch generiert, ohne dass zusätzlicher Aufwand erforderlich ist.
- **verbesserte Energieeffizienz:** Durch die Rationalisierung von Prozessen hilft 3D Spark Herstellern, Zeit und Ressourcen zu sparen.

- **Compliance leicht gemacht:** Die Plattform hält sich an globale Nachhaltigkeitsvorschriften und stellt sicher, dass Unternehmen den regulatorischen Anforderungen immer einen Schritt voraus sind.
- **Unterstützung umweltfreundlicher Produkte:** Durch die Ermöglichung fundierter Entscheidungen können Hersteller umweltverträgliche Produktionsoptionen priorisieren.

Auswirkungen und Ergebnisse

Zeit- und Kosteneinsparungen: 3D Spark reduziert den Zeitaufwand für CO₂-Berechnungen auf Echtzeit-Ergebnisse und senkt so Kosten und den Zeitaufwand für die Berichterstattung über den CO₂-Fußabdruck erheblich. Traditionelle Methoden nehmen rund acht Stunden Expertenzeit und drei bis fünf Tage für Ergebnisse in Anspruch.

Genauigkeit: Das CO₂-Tool von 3D Spark deckt gängige Technologien zur Herstellung von Metallen und Polymeren ab und liefert zuverlässige Emissionswerte, um schnelle, datengestützte Entscheidungen zu unterstützen. Dies stellt sicher, dass vollständige Ökobilanzen nur dann erforderlich sind, wenn dies erforderlich ist.

Betriebliche Effizienz und Compliance: Mit 3D Spark können Teams Energieeffizienz erreichen und globale gesetzliche Standards erfüllen, ohne die Produktivität zu beeinträchtigen..

Fazit und Ausblick

Durch automatisierte CO₂-Fußabdruck-Daten ermöglicht 3D Spark dem Additive Manufacturing-Team der DB, die Umweltbelastung zu reduzieren, die Energieeffizienz zu optimieren und gesetzliche Anforderungen zu erfüllen.

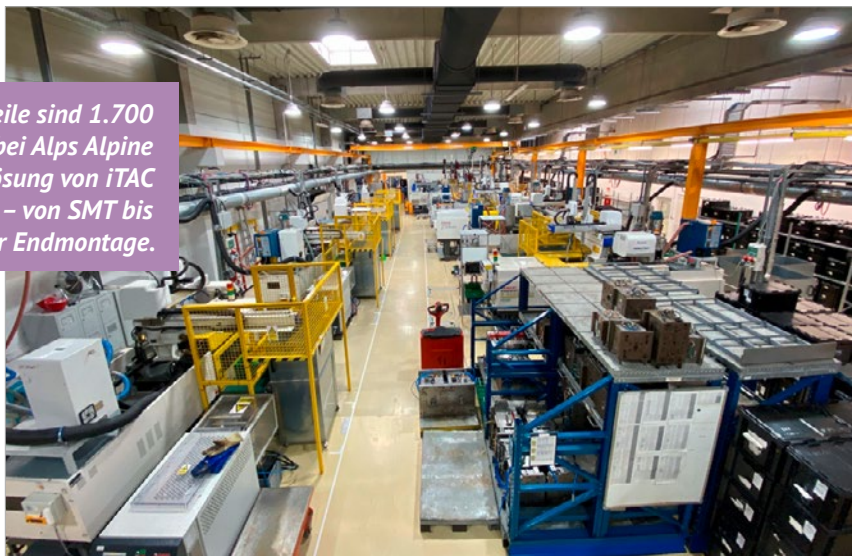
anm ◀

Der Autor, Nihal Gupta, ist Marketing Manager

Wie eine präzise Produktionskontrolle gelingt

Die Automobilindustrie steht unter Druck. Medienberichte vermehren vermehrte Rückrufe und als Reaktion darauf Qualitätsoffensiven von führenden Autobauern in Bezug auf deren Zulieferer. Alps Alpine stellt sich zukunftsfähig auf und setzt für die Produktionskontrolle die MES/MOM-Lösung der iTAC Software AG ein. **VON ULRIKE PETER**

Mittlerweile sind 1.700 Geräte bei Alps Alpine mit der Lösung von iTAC verbunden – von SMT bis zur Endmontage.



Der Automobilzulieferer Alps Alpine nutzte ursprünglich eine Lösung, die auf grundlegende Rückverfolgbarkeit mit Prozessverriegelung ausgelegt war. Doch mit den zunehmenden Anforderungen, insbesondere in der Qualitätskontrolle und des Produktionsmanagements, reichte diese Lösung nicht mehr aus. „Uns fehlte der schnelle Zugriff auf alle relevanten Fertigungsdaten. Um den steigenden Erwartungen der OEMs gerecht zu werden, mussten wir eine Lösung finden, die einen ganzheitlichen Überblick und eine sofortige Datenverfügbarkeit bietet, so dass umgehende Reaktionen auf Prozess- und Qualitätsprobleme möglich sind“, erklärt Ákos Varga, Senior Manager von Alps Alpine. Die Lücke schloss die iTAC.MOM.Suite – ein Fertigungsmanagementsystem, das alle Anforderungen abdeckt, so auch Produktions- und Qualitätsma-

nagement, Traceability sowie Steuerung der Produktionsprozesse in Echtzeit. Mittlerweile sind 1.700 Geräte bei Alps Alpine mit der Lösung verbunden – von SMT bis zur Endmontage.

Standardisierung

Zentral in der neuen Lösung ist die iTAC.SMT.Edge. In der SMT-Fertigung gibt es Maschinen und Systeme unterschiedlicher Hersteller und verschiedenen Alters, die voneinander abweichende Kommunikationsmethoden nutzen. Das erschwert den Datentransfer und die -analyse. iTAC.SMT.Edge ermöglicht es, Maschinen und Systeme verschiedener Hersteller bidirektional miteinander zu vernetzen. Die Daten werden mittels einer Maschinenintegrationsplattform auf Basis einer Edge-Lösung auf dem Shopfloor zusammengeführt und über

eine direkte Schnittstelle an die übergeordneten Unternehmenssysteme wie das MES verteilt.

Die Edge-Technologie ist die Basis, um einfach die Daten aller SMT-Maschinen in der Fertigung in Echtzeit zu erfassen, zu verknüpfen und zu analysieren. So können wichtige Kennzahlen wie Taktzeiten und Produktivität nicht nur innerhalb eines Werks, sondern auch über mehrere Standorte hinweg verglichen werden. „Die Maschinenintegration ist für uns ein wichtiger Hebel, um Effizienz und Automatisierung in Produktionsprozessen durch umfassende Vernetzung zu erhöhen. Die Standardisierung und Zentralisierung von Daten sind dabei entscheidend für eine umfassende Analyse, da sie die Konsistenz und Vergleichbarkeit von Daten gewährleisten“, sagt Ákos Varga.

Die erste Testanlage mit dem Einsatz der iTAC.SMT.Edge startete bei Alps Alpine im Jahr 2016 in Ungarn. Nach dem Testbetrieb wurde die Lösung auch an anderen Standorten wie Mexiko, China und Japan ausgerollt.

Fehler sofort ausmachen

iTAC.SMT.Edge als ein zentraler Bestandteil der eingesetzten iTAC.MOM.Suite bei Alps Alpine ermöglicht unter anderem eine hohe Datenverfügbarkeit. Besonders geschätzt wird die Verfügbarkeit von Echtzeitdaten, die einen großen Fortschritt in der Rückverfolgbarkeit von Bauteilen und Komponenten im Unternehmen darstellt. „Mit dem vorherigen System war es sehr aufwen-

NEWS LETTER

öffnen

AUGEN



In der SMT-Fertigung gibt es unterschiedliche Systeme. Die Edge-Technologie ist die Basis, um die Daten aller SMT-Maschinen in Echtzeit zu erfassen, zu verknüpfen und zu analysieren.

dig und schwierig, Daten zu tracken. Jetzt haben wir sofortigen Zugriff auf alle relevanten Informationen“, erklärt Ákos Varga. Diese unmittelbare Datenverfügbarkeit hat enorme Vorteile. Bei internen Qualitätsproblemen kann sofort die entsprechende Seriennummer zurückverfolgt und das Problem präzise identifiziert werden. Das vereinfacht und beschleunigt die Fehlersuche. Auch für OEMs ist diese Form der Rückverfolgbarkeit von großer Bedeutung. „Bei Beanstandungen muss das betroffene Bauteil so schnell wie möglich gefunden werden – ganz gleich, ob es sich noch im Lager befindet oder bereits in ein Fahrzeug eingebaut wurde. Dank der iTAC-Lösung konnte die Zeit, die für solche Untersuchungen benötigt wird, erheblich verkürzt werden. Was früher Tage in Anspruch genommen hat, lässt sich jetzt innerhalb weniger Minuten ermitteln“, sagt Ákos Varga.

Ausblick

Mit der iTAC.MES.Suite wurde bei Alps Alpine der Grundstein für zukünftige Automatisierung gelegt. Geplante Erweiterungen in Data Analytics, Predictive Maintenance und Anomalie-Erkennung zeigen, dass Automatisierung immer wichtiger wird, um dem Fachkräftemangel zu begegnen und Produktionsprozesse resilienter und effizienter zu gestalten. „Wir streben nach einer Fertigung, in der Maschinen selbststän-

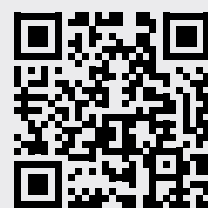
dig Probleme erkennen und frühzeitig vor Ausfällen warnen. Die Weiterentwicklung in Richtung einer stärker automatisierten Produktion sichert langfristig die Wettbewerbsfähigkeit im Unternehmen“, so Ákos Varga.

Die bei Alps Alpine eingesetzte iTAC-Lösung soll sukzessive weiter ausgebaut werden. Ein weiteres Tool, das in naher Zukunft bei dem Automobilzulieferer integriert werden könnte, ist der iTAC.Asset.Analyzer für die Endmontage. Das Dashboarding-Tool bietet eine zentralisierte Plattform, auf der alle Informationen von Maschinen und Anlagen konsolidiert werden können. Die Korrelations-Engine gibt in Echtzeit Aufschluss darüber, wie sich verschiedene Maschinen und Prozesse gegenseitig und die Produktionsleistung beeinflussen. Dazu werden Daten über Prozesse, Maschinen, Standorte und Abteilungen hinweg in Abhängigkeit gestellt und analysiert. Mit dieser Erweiterung möchte das Unternehmen noch tiefer in die Analyse von Maschinendaten einsteigen und vorausschauende Wartungsstrategien entwickeln, um Produktionsausfälle zu verhindern.

„Mit der Einführung der MES/MOM-Lösung iTAC.MOM.Suite und der Lösung iTAC.SMT.Edge, konnten wir unsere Maschinen generationsübergreifend vernetzen und nutzen nun Echtzeit-Daten, um die Produktionskontrolle zu optimieren“, fasst Ákos Varga zusammen.

anm ◀

Die Autorin, Ulrike Peter, ist freie Journalistin.



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

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

AUTOCAD

Konstruktion, Simulation, Generatives Design und Digitale Fabrik

MAGAZIN

Durch CAM im Plus

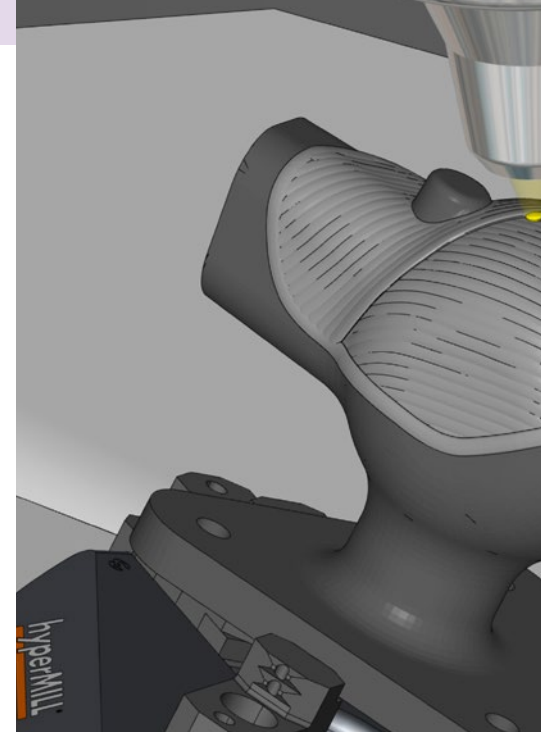
Viele Branchen reizen die Möglichkeiten der additiven Fertigung längst noch nicht aus. Ähnlich wie bei der 5-Achs-Simultanbearbeitung in der Zerspanung definiert die Leistungsfähigkeit der eingesetzten CAM-Software den Nutzen.

VON DAVID BOURDAGES

Neue Anwendungsmöglichkeiten der additiven Fertigung reichen von individuell angepassten Implantaten in der Medizintechnik über die Reparatur beschädigter Bauteile bis hin zur Kombination unterschiedlicher Materialien. Im Formenbau besonders interessant: konturnahe Kühlkanäle (conformal cooling) in Spritzgussformen. Anders als herkömmliche gerade Kanäle folgen diese der komplexen Geometrie der Formkavität in geschwungenen Bahnen. Dies ermöglicht eine deutlich effizientere Wärmeabfuhr. Hier macht die additive Fertigung möglich, was sonst gar nicht oder nur mit großem Aufwand zu realisieren wäre.

Werkzeugwege in der additiven Fertigung

Wie in der Zerspanung steht und fällt die Qualität des Werkstücks auch in der additiven Fertigung mit der NC-Steuerung und den Werkzeugwegen. Bei der Pulverbetttechnologie (Powder Bed Fusion - PBF) sind diese einfach zu erstellen, beim Pulverdüsenverfahren (Direct Energy Deposition - DED) geht es jedoch um komplexe Bewegungen. Seit 2019 umfasst die CAD/CAM-Suite Hypermill ein eigenes Modul für die additive Fertigung. Damit lassen sich sowohl laserbasierte Pulverdüsenbearbeitungsköpfe als auch das Lichtbogenschweißen (Wire Arc Additive Manufacturing - WAAM) für den Werkstoffauftrag komfortabel



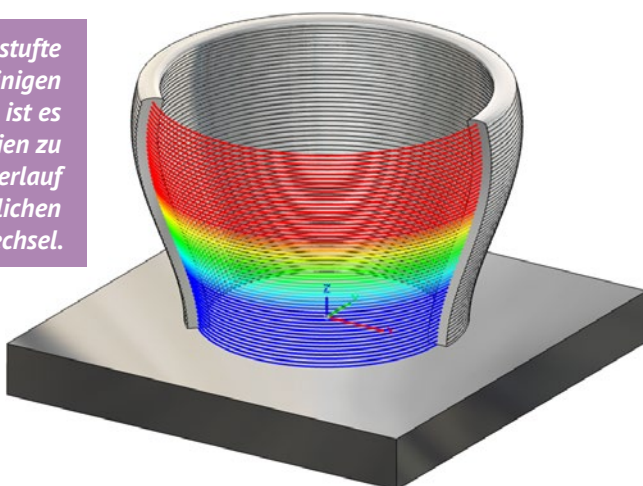
programmieren und automatisch zur Kollisionsvermeidung simulieren. Im Gegensatz zu vielen anderen Lösungen ist in Hypermill Additive Manufacturing das 3D-Druck-Modul vollständig integriert, was sich vor allem beim direkten Wechsel zwischen additiver und subtraktiver Bearbeitung auf Hybridmaschinen zeigt.

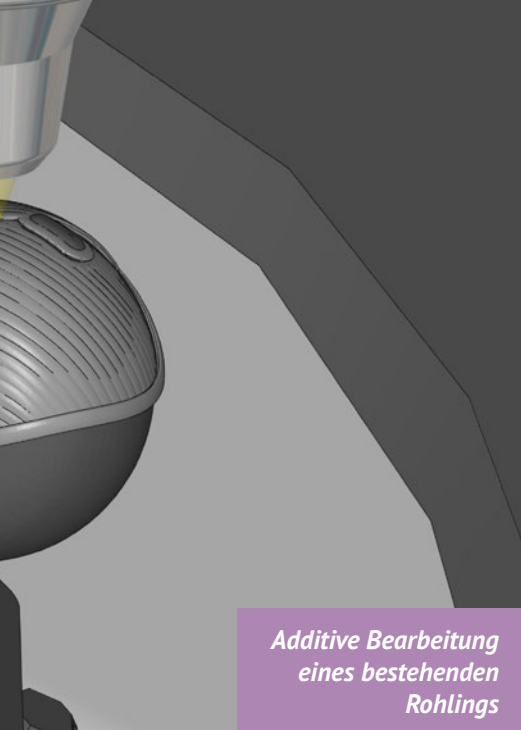
Das Additiv-Modul profitiert von den Leistungsmerkmalen, die auch die CAM-Software in puncto 5-Achs-Simultanbearbeitung auszeichnen. Auch die Simulation mit Hypermill Virtual Machining auf Basis des NC-Codes und des digitalen Zwillings der Maschine sind wichtig. Einerseits sind sowohl die Maschine als auch die Bauteile, die damit gefertigt werden, meist sehr teuer, andererseits sind die Bearbeitungsköpfe im Vergleich zu Fräswerkzeugen deutlich sperriger. Daher braucht es eine sichere Simulation. Die Virtual Machining-Technologie steht für die additive und hybride Bearbeitung sowie für das Fräsen und Drehen bereit.

Konstante Bewegung steuern

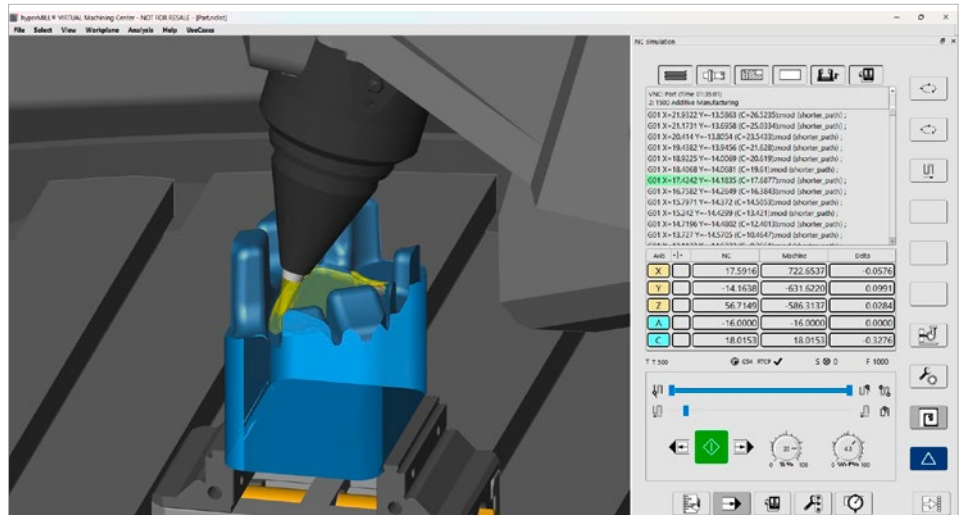
Vor allem beim DED-Verfahren fällt ein wesentlicher Unterschied zur CAM-Programmierung der Zerspanung auf. Während beim Fräsen beispielsweise mit unterschiedlichen Vorschüben gearbeitet werden kann, muss bei der additiven Bearbeitung der Auftrag von Material und sein Aufschmelzen in einer durchgängig konstanten Bewegung erfolgen. Ein gleichmäßiger Materialfluss

Funktional abgestufte Werkstoffe: Mit einigen DED-Verfahren ist es möglich, Materialien zu mischen. Der Farbverlauf zeigt den allmählichen Legierungswechsel.





Additive Bearbeitung
eines bestehenden
Rohlings



bildet die Basis für hochwertige 3D-Druckergebnisse mit konstanten Wandstärken. Besonders am Anfang und Ende stellt die Dynamik des Prozesses eine Herausforderung dar – ein Phänomen, das jedem vertraut ist, der sich schon einmal um perfekte, gleichmäßige Schweißnähte bemüht hat. Da additiv hergestellte Objekte oft besonders komplexe Geometrien aufweisen, ist die 5-Achs-Simultanbearbeitung eher die Regel als die Ausnahme. Gleichwohl gilt auch hier, die Bewegungen immer so einfach wie möglich zu gestalten. Die aktuelle Hypermill-Entwicklung des 5-Achs-Automatikmodus hat auch den Additiv-Modus der Software weiter verbessert. Dank der Voranalyse des gesamten Werkzeugwegs berechnet der neue 5-Achs-Algorithmus eine optimale Bearbeitungsabfolge von simultanen und indexierten Werkzeugbewegungen. Die Wahl der bevorzugten, weil schnelleren, indexierten Bearbeitung und der Simultanbearbeitungsphasen erfolgt automatisch.

Exkurs: Die Nachbearbeitung

Fast immer benötigen additiv hergestellte Werkstücke eine zerspanende Nachbearbeitung, sei es, um sichtbare Schichtlinien zu glätten oder Stützstrukturen zu entfernen. Abgesehen vom Sonderfall hybrider Maschinen, auf denen additive und subtraktive Fertigung direkt nacheinander erfolgen, verlangt die Nachbearbeitung die Ausrichtung eines fast fertigen Rohteils mit geringem Aufmaß in der Werkzeugmaschine.

Weil es mehrere Ebenen und somit auch Achsen gleichzeitig zu berücksichtigen gilt, erfordert die manuelle Bauteilausrichtung viel Erfahrung, Geduld und Zeit. Um dabei etwa 3D-gedruckte filigrane Strukturen exakt fertigzustellen und nicht zu zerstören, müssen Nullpunkt und Lage des Bauteils nach der Aufspannung mit engen Toleranzen, meist im Bereich von wenigen hundertstel Millimetern, bekannt sein. Manuelles Ausrichten mit Messuhr, Steuerungszyklen und viel Feingefühl dauert hier in der Praxis viele Stunden und stellt eine der größten Produktivitätshürden dar.

Der digitale Zwilling tritt auf

In der virtuellen Maschine ihrer CAD/CAM-Suite Hypermill hat Open Mind mit der Funktion Best Fit eine Alternative zur manuellen Ausrichtung von Werkstücken für die Weiterbearbeitung bereitgestellt. Dazu braucht es ein 5-Achs-Fräszentrum mit digitalem Messtaster. Das nicht ausgerichtete Rohteil wird auf der Maschine mit einer 3D-Messung angetastet und das Messprotokoll an das CAM-System gesendet. Die Software passt den NC-Code an die reale Bauteilposition an. So wird jetzt die virtuelle Welt der Programmierung an die reale Welt der Aufspannung angepasst. Der Prozess beginnt damit, dass man eine Messaufgabe in Hypermill anlegt. Das System holt sich so die Informationen über die realen Gegebenheiten. Beim Setzen der Messpunkte unterstützt die Software den Anwender, indem sie die Verschiebung des realen Rohlings im

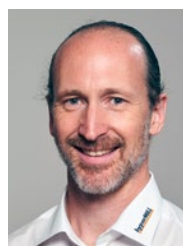
Die Größe des Kopfes im Vergleich zum Werkstück macht deutlich, wie wichtig die Simulation zur Kollisionsvermeidung ist.

Vergleich zum digitalen Zwilling simuliert. So wird festgelegt, wo die Tastpunkte sind. Auf Basis des Messprotokolls entsteht der korrigierte NC-Code. Der neue Code wird dann in der virtuellen Maschine auf die tatsächliche Aufspannsituation simuliert und automatisch optimiert. Weil in der Simulation die geänderten Wege und Ausgleichswege in Bezug auf die Limitierung der Maschinen geprüft werden, erzeugt das das System hundertprozentig kollisionsgeprüfte Werkzeugwege. Im letzten Schritt wird durch erneutes Tasten verifiziert, dass virtuelle Welt und Realität tatsächlich übereinstimmen. Wenn in der Serienfertigung alle Rohteile gleich eingespannt sind, reicht dieser letzte Verifikationsschritt, um sicherzustellen, dass alle Bauteile richtig sitzen.

Weitere Forschung

Um die additive Fertigung weiter zu optimieren, forscht Open Mind in Kooperation mit Hochschulen an der Verbesserung ihrer CAM-Unterstützung. Auch das Feedback der Anwender geht in die Entwicklung neuer Funktionalitäten für Hypermill ein. *anm*

Der Autor, David Bourdages, ist Produktmanager Additive Manufacturing, Open Mind Technologies AG



Moderne Fertigungs-
stätte in Japan

Industrielle Transformation aus einer Hand

Die industrielle Produktion befindet sich in einem tiefgreifenden Wandel. Globale Lieferketten, steigende Variantenvielfalt und der Ruf nach höchster Effizienz stellen Unternehmen vor neue Herausforderungen. Die notwendige Transformation verlangt nach vielseitigen Fertigungslösungen. **VON NOBUYUKI YOSHIDA**

Als Hersteller und Distributor mechanischer Komponenten bietet Misumi Ingenieuren und Einkäufern weltweit Flexibilität: Von standardisierten Bauteilen über Make-to-order-Lösungen (MTO) bis hin zu kundenspezifischen Komponenten.

Was im Jahre 1963 mit Gründung eines Vertriebs von elektronischen Geräten und Wälzlagern in Japan begann, hat sich bis heute zu einem global agierenden Unternehmen zur Herstellung und dem Vertrieb mechanischer Komponenten entwickelt. Diese sind in vielen Industrien im Einsatz: von Sonder-

maschinenbau und Verpackungstechnik über Medizintechnik und Pharmaindustrie bis hin zu 3D-Druck und der Automobilbranche. Durch die Kombination aus globaler Reichweite, tiefem Fertigungs-Know-how und digitaler Innovationskraft positioniert sich Misumi in der industriellen Transformation.

Misumi setzt auf vollständig digitalisierte Produktion. Zentral ist das globale Misumi-Netzwerk (Digital Just-In-Time, D-JIT). Automatisch werden in Echtzeit weltweit die Bestände in eigenen Lagern und bei Partnerlieferanten geprüft, sodass Verfügbarkeiten sofort

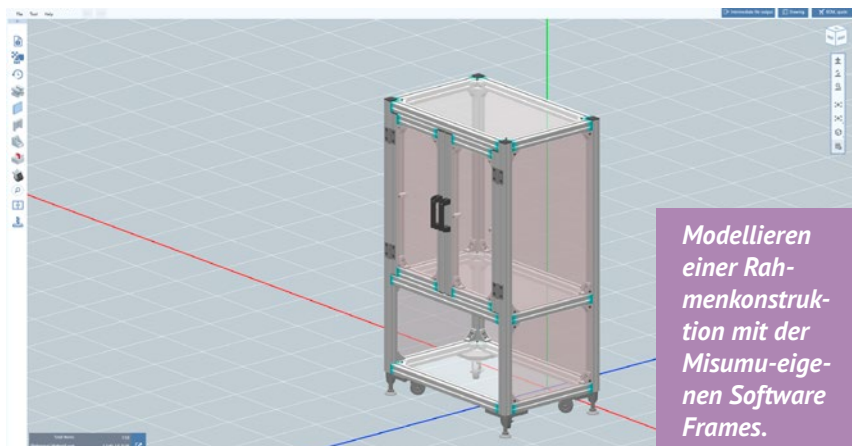
erkennbar sind. Wenn Lagerbestände nicht ausreichen, greift das Netzwerk auf sein globales Produktionssystem mit 22 Produktionsstandorten zu.

Durch die internationale Präsenz ist Misumi nah am Kunden. Alle Werke sind digital miteinander verbunden, wodurch Kapazitäten in Echtzeit abgestimmt und kurze Produktions- und Lieferzeiten garantiert werden. Standardteile, MTO-Komponenten und vollständig kundenspezifische Lösungen werden durch dynamische Produktion rasch verfügbar gemacht. Dies gilt nicht nur für Kleinmengen – auch Großaufträge können global in Echtzeit abgefragt und schnell ausgeliefert werden.

Digitalisierte Fertigung als Schlüssel zur Effizienz

Die Ausrichtung des Unternehmens basiert auf seinem „QCT“-Modell (Quality-Cost-Time, QCT), das hohe Qualität, wettbewerbsfähige Kosten und kurze Lieferzeiten gewährleistet. Halbzeuge werden zentral vorproduziert, an den einzelnen Produktions-

The screenshot displays the Meviy software interface. On the left, a table lists pricing options for a part (MISUMI-KAM-250-13K18-R). The table includes columns for quantity, shipping days, unit price, and total price. The selected option is 10 days shipping at a unit price of 34.49€ and a total price of 34.49€. On the right, a 3D model of a mechanical part is shown with dimensions: 60mm width, 40mm height, 10mm thickness, and a central hole with a diameter of 10mm. The part is labeled '2x M3 x 5' and '2x M6 x 12 / Pin hole 10.1'. Below the 3D model, there is a text box with the title 'Bauteil definieren im „On Demand Fertigungsservice“ – Meviy.' and a link to 'click here' for more information.



standorten vorgehalten und erst nach Kundenauftrag finalisiert. Dieses Prinzip reduziert Durchlaufzeiten erheblich und erhöht gleichzeitig die Flexibilität.

Alle Produktionsstandorte sind über D-JIT vernetzt. So lassen sich Kapazitäten in Echtzeit überwachen und kürzeste Lieferzeiten sicherstellen - weltweit aus einer Hand.

Reichen die Kapazitäten eines Produktionsstandortes nicht aus, prüft D-JIT automatisch die Verfügbarkeiten der weiteren Standorte und verteilt die Fertigung ressourcengesteuert auf ein anderes oder mehrere Werke. Die produzierten Einzelmengen werden anschließend im europäischen QCT-Logistikcenter in Frankfurt a.M. zusammengeführt. Auch große Bestellmengen können so in gewohnter Qualität in kürzester Zeit gefertigt und die Auslieferungszeiten auf ein absolutes Minimum reduziert werden.

Über 20 Millionen Komponenten

Auf der Misumi E-Commerce-Plattform können Ingenieure neben Produkten von MISUMI aus einem Angebot von über 700 in Europa, Asien und weltweit etablierten Marken wählen. Mehr als 20 Millionen Komponenten stehen zur Verfügung – von DIN-, ISO- und JIS-konformen Standardteilen über MTO-Optionen bis hin zu hochpräzisen Lösungen mit Toleranzen bis $\pm 0,01$ mm. Projekt- und anwendungsspezifische Anpassungen lassen sich direkt online konfigurieren, inklusive vielfältiger Oberflächenbehandlungen und Sonderabmessungen. Kostenlose 3D-CAD-Daten ermöglichen es Konstrukteuren,

Bauteile nach Maß schon in der Entwicklungsphase präzise zu integrieren – mit derselben Zuverlässigkeit wie bei standardisierten Teilen.

Mehr als nur Komponenten

Mit der Misumi E-Commerce-Plattform bietet das Unternehmen ein One-Stop-Shop-Konzept, das nicht nur ein umfangreiches Sortiment vieler namhafter Hersteller führt, sondern den gesamten Prozess vom Entwurf bis zur Auslieferung vereinfacht. Zusätzliche Services wie der On Demand-Fertigungsservice Meviy und die konzerneigene Software Rapid Design und Frames bieten zusätzliche Funktionen und vereinfachen den Designprozess.

Nicht jedes Projekt lässt sich mit Standard- oder MTO-Teilen umsetzen. Hier kommt der Meviy ins Spiel. Anwender laden ihre 3D-Daten hoch und erhalten in Sekunden ein KI-gestütztes Angebot – mit Lieferzeitangabe. Ob CNC-Fräsen, CNC-Drehen, Blechbearbeitung oder Blechschweißen (ab 2026) – Meviy gibt Anwendern die Freiheit, uneingeschränkt zu konstruieren und trotzdem ihre Termine einzuhalten. Eine große Auswahl an Materialien und Oberflächenbehandlungen steht zur Verfügung, um nahezu jede Anwendung zu realisieren.

Einfache Erstellung konfigurierbarer Teile

Rapid Design ist ein kostenloses Add-on mit integrierter CAD-Datenbibliothek für die CAD-Software SolidWorks. Dieses Tool vereinfacht den gesamten Designprozess und reduziert Feh-

ler im gesamten Projekt. Anwender können in Rapid Design einfach die Bauteile aus einer Bauteilübersicht auswählen und deren CAD-Modelle direkt in Ihren CAD-Arbeitsbereich importieren. In der Lösung lassen sich die gewählten Abmessungen und Attribute ganz einfach anpassen. Man erhält direkt eine fertig generierte Misumi-Teilenummer.

Durch Echtzeitabfrage der global verfügbaren Lagerbestände und Fertigungskapazitäten wird für das gesamte Sortiment, inklusive MTO-Komponenten, der Preis und die Lieferzeit sofort angegeben. Komplette Baugruppen aus individuell erstellten Standard- und MTO-Komponenten können direkt als Teileliste ausgegeben, digital übermittelt und per Knopfdruck angefragt werden. Schnell erhalten potenzielle Kunden ein Angebot.

3D-Modellierungstool

Misumi Frames ist ein kostenlos installierbares 3D-Modellierungstool, das die Möglichkeit bietet, auch ohne CAD-Vorkenntnisse, unterschiedliche Konstruktionen aus Aluminiumprofilen schnell und einfach zu entwerfen. Die passenden Verbindungsteile werden von der Software automatisch platziert, was die Produktzusammenstellung vereinfacht. Erstellte Konstruktionen können als Frames-Projekt gespeichert und später wieder aufgerufen werden. Ein Export als CAD-File (STEP / Parasolid) ermöglicht den einfachen Import der Gesamtkonstruktion in vorhandene CAD-Software.

Auf Knopfdruck stehen Preis und Lieferzeit aller Bauteile bereit. Die vollständige Teileliste kann von Frames direkt in den Warenkorb der Misumi E-Commerce-Plattform importiert werden.

Fazit

Mit seiner Verbindung aus globaler Reichweite, digitalisierten Prozessen und einem umfassenden Produktportfolio stellt Misumi die Weichen für die nächste Generation industrieller Produktion.

anm ◀

Der Autor, Nobuyuki Yoshida, ist General Manager bei Misumi.

Früh erkennen, statt teuer reagieren

Warum robuste Früherkennung heute auf Signalbreite, Kontext und Netzwerksicht basiert – und wie KI hilft, Risiken rechtzeitig einzuordnen.

VON TIMUR GÖRECI

Globale Lieferketten sind komplexer, schneller und verletzlicher denn je. Auch wenn sich manche Makro-Indikatoren beruhigt haben, zeigen ifo-Unternehmensumfragen [1] und der HCOB Germany Manufacturing PMI (Purchasing Managers' Index) [2], dass Engpässe jederzeit wieder auftreten können. So meldete die Elektroindustrie im Juli 2025 bei 12,7 Prozent der Unternehmen Materialknappheit (April: 5,7 Prozent), während der PMI im selben Monat nur eine minimale Verbesserung der Lieferzeiten auswies – die geringste seit 18 Monaten. Engpässe entstehen so oft schubweise, ausgelöst durch Politik, Wetter oder Kapazitätsverschiebungen.

Für Produktionsbetriebe heißt das: nicht erst reagieren, wenn Material fehlt, sondern Abweichungen erkennen, bevor sie teuer werden. KI-gestützte Frühwarnsysteme verdichten externe

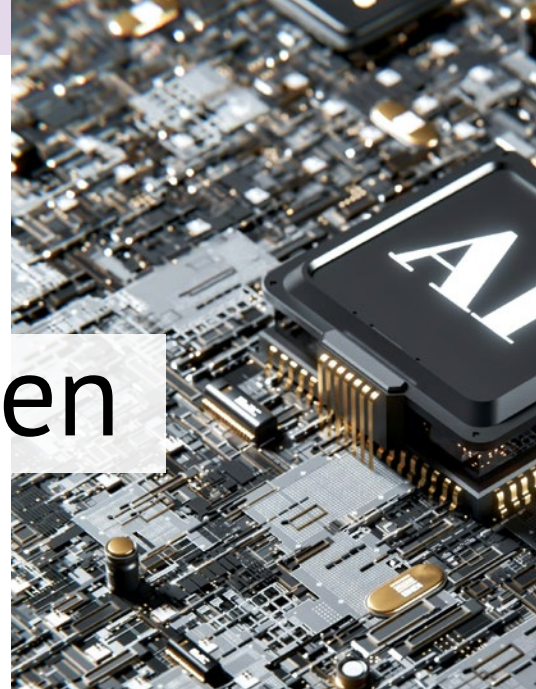
Signale – etwa Preis- und Frachtreihen, Regulierungsmittelungen oder Nachrichtenfeeds. So werden Abweichungen sichtbar und lassen sich im Kontext der eigenen Wertschöpfung einordnen. Gleichzeitig gilt: Eine scheinbar „ruhige“ Weltlage kann lokale Probleme überdecken. Makro-Indikatoren wie der Global Supply Chain Pressure Index (GSCPI) verdeutlichen, dass globale Durchschnittswerte entspannt wirken können, während einzelne Regionen oder Warengruppen unter Druck stehen [3]. Genau an dieser Schnittstelle – global ruhig, vor Ort kritisch – entfalten Frühwarnsysteme ihren Nutzen, weil sie schwache Signale frühzeitig bündeln und einordnen.

Was KI wirklich leistet

Im praktischen Einsatz bewähren sich drei Fähigkeiten, die miteinander verzahnt sind. Erstens die breite Signalerfassung: Relevante Quellen werden kontinuierlich beobachtet und struk-

turiert. Dazu gehören numerische Reihen wie Rohstoff- oder Frachtraten, aber auch textbasierte Hinweise aus Regulierung, Branchenmeldungen und Lieferantennews. Zweitens die gezielte Aufbereitung: Mit Retrieval-Augmented Generation (RAG) und Hybrid-Ranking lassen sich die wichtigsten Belege herausfiltern, sauber referenzieren und zu kompakten, prüfbar Kurzlagen verdichten – statt Informationsfragmente unverbunden nebeneinanderzustellen [4]. Drittens die Einordnung nach Warengruppen und Regionen: Hinweise werden auf die eigene Beschaffungslogik gespiegelt – also auf Materialfamilien, Spezifikationscluster oder Standortbezüge –, sodass Risiken für bestimmte Teilefamilien, Herkunftsländer oder Routen früh sichtbar werden, ohne operative Rezepte vorzugeben. Solche Marktanalysen lassen sich beispielsweise mit Tools wie Gieni AI generieren, die externe Datenquellen sys-

Eine reibungslose Fertigung ist auf funktionierende Lieferketten angewiesen.





KI-gestützte Frühwarnsysteme verdichten externe Signale – etwa Preis- und Frachtreihen, Regulierungsmitteilungen oder Nachrichtenfeeds.

Bild: Igor Omilaeu/unsplash

tematisch auswerten, clustern und in Minuten zu Reports verdichten.

Wirksam wird diese Kombination dann, wenn Signale sich gegenseitig erklären: Eine auffällige Preisbewegung erhält anderes Gewicht, wenn zeitgleich neue Exportauflagen für ein Herkunftsland gemeldet werden und Transportindikatoren auf Belastung hindeuten. Solche Querverbindungen händisch zu verfolgen, überfordert selbst große Teams; KI verringert das Risiko, schwache, aber folgenschwere Signale zu übersehen. Das spiegelt sich auch in Einkaufsmanagerberichten, die phasenweise längere Lieferzeiten dokumentieren und so die Notwendigkeit einer Früherkennung unterstreichen [2].

Frühwarnung ist diszipliniertes Einordnen, kein Abarbeiten von Checklisten. Signalbreite, Kontext, Nachvollziehbarkeit und offene Unsicherheiten führen zu besseren Entscheidungen – im Betrieb wird mit Wahrscheinlichkeiten gearbeitet, nicht mit Gewissheiten.

Datenlage 2025

Aus Daten des KI-Agenten Gieni AI von Orderfox (Stand 2025) [5] ergibt sich, dass in Deutschland 18 bis 22 Prozent und in Europa 16 bis 20 Prozent der Industrie- und Fertigungsunternehmen bereits KI-gestützte Risikoerkennung in ihren Lieferketten einsetzen. Folgende Wirkungen werden berichtet: 32 Prozent weniger Lieferverzögerungen, 8 bis 15 Prozent niedrigere Kosten, bis zu 41 Prozent kürzere Reaktionszeiten auf Störungen sowie 12 Prozent geringere Lagerbestände.

Diese Größenordnungen liegen im Korridor internationaler Studien, unter anderem von McKinsey mit Berichten über 20 bis 30 Prozent geringere Bestände und 5 bis 20 Prozent niedrigere Logistik-/Operativkosten bei verankerter KI-Nutzung [6] sowie dem Capgemini Research Institute, das Effizienz- und Resilienzgewinne in KI-gestützten Supply-Chains belegt [7].

Trotzdem bleibt die Makrolage wechselhaft: Containerfrachtraten schwankten 2025 deutlich – Ende Mai sprang der Drewry World Container Index binnen drei Wochen um 21 Prozent nach oben [8], am 5. Juni meldete Reuters unter Verweis auf Drewry/SCFI einen weiteren Wochenanstieg um 41 Prozent mit ersten Peak-Hinweisen [9]; bis Mitte/Ende September fiel der WCI 14 Wochen in Folge auf 1.913 US-Dollar je FEU (Forty-Foot Equivalent Unit) [10]. Einkaufsmanagerindizes – etwa der HCOB Germany Manufacturing PMI – zeigten im selben Zeitraum nur geringe Verbesserungen oder teils wieder längere Lieferzeiten [2]. Das heißt: lokale Ausschläge sollten ernst genommen und die globale Lage nüchtern eingeordnet werden – gespiegelt an Indikatoren wie dem GSCPI [3].

Grenzen und blinde Flecken

Uneinheitliche Begriffe in Nachrichtenfeeds, unklare Quellqualität oder fehlende Verifikation können Fehleindrücke erzeugen; problematisch sind auch Warnungen ohne nachvollziehbare Begründung. Professionelle Implementierungen, also Lösungen die bestimmte Standards erfüllen, legen daher offen, welche Belege eine Aussage tragen, nennen Datum und Quelle, zeigen – wo sinnvoll – die Änderungshistorie und verankern die Frühwarnlogik in Verantwortlichkeiten. So bleibt die Entscheidungshoheit bei den Menschen, denn KI liefert nur Signale.

Plattformen, die Industriedaten, KI und Arbeitsabläufe zusammenführen, beschleunigen die Nutzbarkeit solcher Frühwarnlogik. Entscheidend ist weniger der Anbietername als die Funktionen. Dazu gehören automatisch erstellte Reports, ein zentraler Datahub und Dashboards, die Signale und Quellen sauber referenzieren, nachvollziehbar priorisieren und erklärbar machen. Techniken wie RAG und Hy-

brid-Ranking erhöhen die Treffsicherheit, indem sie relevante Informationen aus großen Korpora abrufen und gewichten. In diesem Sinne zeigen KI-gestützte Analyseplattformen, wie Marktsignale aus Beschaffung und Fertigung mit externen Indikatoren – etwa zu Preisen, Transport oder Regulierung – neutral zusammengeführt und nutzbar gemacht werden können.

Fazit und Ausblick

Die nächste Welle der Systeme wird multimodal: Textsignale (Regulatorik, Nachrichten), numerische Reihen (Preise, Frachtraten) und Lageinformationen (Regionen, Routen) fließen in gemeinsame Repräsentationen. Das Ergebnis ist eine realistischere, erklärbare Sicht auf Wahrscheinlichkeiten, aus der belastbare Spielräume für operative Teams entstehen. Parallel gewinnt die Simulationsfähigkeit an Gewicht. *anm* ◀

Der Autor, Timur Göreci, ist Chief Revenue Officer (CRO) bei Orderfox.

Anmerkungen

- [1] <https://www.ifo.de/en/press-release/2025-07-30/material-shortages-german-electronics-industry-rise>
- [2] <https://www.pmi.spglobal.com/Public/Home/PressRelease/a39c5ef2de134067a848ddb37e-cedb9d>
- [3] <https://www.newyorkfed.org/research/policy/gscpi>
- [4] <https://arxiv.org/abs/2005.11401>
- [5] Gieni AI bezieht seine Daten aus aggregierten Internetquellen, spezialisierten Branchendatenbanken und interaktiven, KI-gestützten Dashboards. Diese Daten werden kontinuierlich gesammelt und in Echtzeit analysiert, um präzise Marktanalysen zu ermöglichen. Die so gewonnenen Erkenntnisse fließen in die Reports ein, die strategische Empfehlungen und tiefgreifende Einblicke bieten, um Unternehmen bei der Optimierung ihrer Geschäftsprozesse zu unterstützen.
- [6] <https://www.mckinsey.com/industries/industries-and-electronics/our-insights/distribution-blog/harnessing-the-power-of-ai-in-distribution-operations>
- [7] <https://www.capgemini.com/wp-content/uploads/2025/08/Final-Web-Version-Report-Supply-Chain.pdf>
- [8] <https://www.ajot.com/news/drewry-world-container-index-29-may>
- [9] <https://www.reuters.com/business/autos-transportation/tariff-fueled-surge-container-shipping-rates-shows-signs-peaking-2025-06-05/>
- [10] <https://www.drewry.co.uk/supply-chain-advisors/supply-chain-expertise/world-container-index-assessed-by-drewry>

Wie der Mittelstand seine Produktionsumgebungen schützt

Die Anforderungen an die Cybersicherheit in der Industrie steigen. Besonders mittelständische Fertigungsunternehmen sollten komplexe Produktionsprozesse, vernetzte Systeme und regulatorische Anforderungen in Einklang bringen.

Wer jetzt nicht investiert, riskiert mehr als Produktionsausfälle. **VON THOMAS KRESS**

Die Zeiten, in denen Cyberangriffe vor allem große Konzerne trafen, sind vorbei. Heute stehen mittelständische Unternehmen im Visier. Ihre Produktionsanlagen sind zunehmend digitalisiert. Maschinen kommunizieren über Schnittstellen. Sensoren liefern permanent Daten. Gleichzeitig fehlt es oft an umfassenden Sicherheitsstrukturen. Die Hacker von morgen, oft staatlich unterstützt und mit künstlicher Intelligenz ausgestattet, agieren nicht mehr wahllos, sondern strategisch. Sie identifizieren Schwachstellen gezielt und nutzen Automatisierung, um sich effizient Zugang zu Netzwerken und sensiblen Daten zu verschaffen.

Warum gerade der Mittelstand verwundbar ist

Viele Industrieunternehmen wiegen sich in trügerischer Sicherheit. Produktionssysteme seien „abgekoppelt“. Sicherheitsupdates würden „irgendwann nach der Schicht“ installiert. Der Glaube, „uns trifft es schon nicht“, bleibt eine weitverbreitete Haltung. Dabei belegen aktuelle Zahlen des

Bundesamts für Sicherheit in der Informationstechnik, dass der Mittelstand längst zu den bevorzugten Zielen zählt. Produktionsunterbrechungen, Erpressung durch Ransomware, Manipulation von Steuerdaten oder Industriespionage sind keine hypothetischen Risiken mehr. Es sind reale Vorfälle, auch in Unternehmen mit weniger als 500 Mitarbeitenden.

Besonders gefährlich ist die Tatsache, dass IT-Systeme in Produktionsumgebungen oft historisch gewachsen sind. Unterschiedlichste Technologien, inkompatible Softwarestände und fehlende Segmentierung machen es Angreifern leicht, sich lateral durch Netzwerke zu bewegen. In der Konsequenz bedeutet das: Ein einziger infizierter Rechner oder ein kompromittiertes Interface kann zur Eskalation führen. Die Auswirkungen reichen von Fertigungsausfällen bis zu Schäden in der Lieferkette.

KI als Waffe und als Schutzschild

Was sich derzeit verändert, ist die Art der Angriffe. Cyberkriminelle setzen

zunehmend auf künstliche Intelligenz, um gezielte Angriffe zu automatisieren. Phishing-Mails werden nicht mehr in fragwürdigem Englisch verschickt. Sie sind fehlerfrei formuliert, abgestimmt auf Sprache, Tonalität und Organisation. Deepfakes täuschen echte Stimmen oder Anrufe vor. Automatisierte Tools analysieren in Sekunden Netzwerkstrukturen und identifizieren verwundbare Systeme.

Doch KI kann auch zum Schutzschild werden. Moderne Sicherheitssysteme erkennen verdächtige Muster in Datenströmen, weichen Kommunikationsverläufen oder Login-Zeiten. Sie schlagen frühzeitig Alarm. Adaptive Threat Detection und selbstlernende Firewalls sind heute Bestandteil moderner Sicherheitsarchitekturen. Sie entfalten ihr Potenzial aber nur dann, wenn sie strategisch in die Produktionsumgebung eingebettet sind. Genau hier liegt die Herausforderung für den Mittelstand.

Warum klassische IT-Security in der Produktion versagt

IT-Security-Lösungen aus dem Office-Bereich lassen sich nicht direkt



auf Produktionsanlagen übertragen. Maschinen nutzen andere Protokolle, andere Laufzeiten und hängen von Echtzeitkommunikation ab. Ein Sicherheitsupdate zur falschen Zeit kann Produktionsstillstand bedeuten. Hinzu kommen zahlreiche externe Schnittstellen, etwa für Cloud-Daten, Wartung oder Lieferantenintegration. Jede dieser Verbindungen ist ein potenzielles Einfallstor für Angriffe. Zudem fehlt es in vielen Betrieben an IT-Fachkräften. IT-Sicherheit ist häufig keine eigene Abteilung. Die Verantwortung liegt bei Produktionsleitern oder der Geschäftsführung. Das führt zu Überforderung. Investitionen in Cybersicherheit gelten dann als „vermeidbare Kosten“. Doch das Gegenteil ist der Fall. Sie sind überlebensnotwendig.

Sicherheit als Teil der Produktionsstrategie

Der Mittelstand braucht Sicherheitsansätze, die zur eigenen Struktur passen. Es geht nicht um teure Komplettlösungen, sondern um die strategische Kombination aus Technik, Organisation und Weiterbildung. Diese Maßnahmen sind entscheidend:

- Segmentierung von Netzwerken: Produktion und Office müssen strikt getrennt werden.
- Zero Trust Prinzipien: Kein Gerät wird automatisch akzeptiert, auch nicht intern.

- Monitoring mit KI: Systeme erkennen Abweichungen, bevor ein Schaden entsteht.
- Mitarbeiterschulung: Alle im Unternehmen müssen Sicherheitsrisiken verstehen.
- Krisen- und Notfallpläne: Jeder Betrieb braucht definierte Reaktionsprozesse.

Der neue Werkzeugkasten

In der Praxis sind drei Hebel zentral:

- 1. Frühwarnsysteme:** Unternehmen dürfen nicht erst bei einem Angriff reagieren. Risikobewertungen und Bedrohungsanalysen gehören zur Routine.
- 2. resiliente Prozesse:** Sicherheit heißt nicht „alles dichtmachen“. Es bedeutet: vorbereitet sein und handlungsfähig bleiben.
- 3. kultureller Wandel:** Sicherheit beginnt nicht bei der Firewall, sondern in den Köpfen der Mitarbeitenden. Mittelständler sollten sich nicht scheuen, externe Partner zu integrieren. IT-Dienstleister, Security-Anbieter oder branchenspezifische Verbände können den Schutz erheblich verbessern. Besonders dann, wenn intern das Know-how fehlt.

Ziel und Hoffnung

Gerade weil der Mittelstand wirtschaftlich so bedeutend ist, geraten

seine Systeme ins Visier. Doch er hat auch das Potenzial, zum Vorreiter neuer Sicherheitsstandards zu werden. Wer jetzt handelt, schützt nicht nur die eigene Produktion. Er signalisiert Kunden, Partnern und Lieferanten: Wir sind vorbereitet.

Sicherheit wird zum Wettbewerbsfaktor. Wer frühzeitig investiert, sichert Innovationen, Daten und Lieferfähigkeit. Wer wartet, zahlt später den Preis.

Fazit: Cyber Security als Standortfrage

Die Cybersicherheit der nächsten Jahre entscheidet über Wettbewerbsfähigkeit und Innovationskraft. Besonders in der Fertigung, wo Systeme eng verzahnt und global vernetzt sind, ist die Angriffsfläche groß. Gleichzeitig bieten moderne Technologien enorme Chancen. Unternehmen, die auf smarte Sicherheitsstrategien setzen, können Risiken nicht nur abwehren, sondern neue Potenziale erschließen.

Cyber Security 2025 ist kein Nice-to-have. Sie ist Fundament jeder zukunftsorientierten Produktionsstrategie.

anm ◀

Der Autor, Thomas Kress, ist einer der profiliertesten IT-Sicherheitsexperten im deutschsprachigen Raum und Geschäftsführer der Deutschen CyberKom.

Bild: CyberKom



Automatisierungen werden von spezialisierten KI-Agenten übernommen und können flexibel in jedem Schritt der Produktentwicklung eingesetzt werden – stets mit einem Menschen in der Kontrollschleife („Human-in-the-Loop“).



Wenn Produktentwickler mit KI-Agenten kooperieren

Die Fertigungsindustrie setzt zunehmend auf künstliche Intelligenz, wenn es darum geht, Prozesse zu straffen und Kosten zu sparen. Dr. Moritz Maier, CEO und Co-Founder von Synera erläutert, wie sich das Potenzial der KI in Produktentwicklung und Fertigung ausschöpfen lässt.

Smarte Produktion (SP): Welche vielversprechenden Ansätze sehen Sie, was den Einsatz von KI in der Fertigungsindustrie betrifft?

Dr. Moritz Maier: Die größte Wirkung sehen wir beim Aufbau einer digitalen Belegschaft aus intelligenten KI-Agenten, die wie die besten Ingenieure und Ingenieurinnen denken, entscheiden und umsetzen – direkt eingebettet in die etablierten CAX-Umgebungen der Industrie. So entfernt man manuelle Engpässe, teamübergreifende Ablä-

ufe werden verbunden und Projektlaufzeiten von ‚Wochen auf Minuten‘ reduziert.

Wie kann die künstliche Intelligenz konkret die Entwicklung und Optimierung von Produkten unterstützen?

Dr. Moritz Maier: Selbst in der Zeit, die Ingenieurinnen und Ingenieure aktiv für die Produktentwicklung nutzen – also abseits von Meetings und organisatorischen Aufgaben – entfällt ein großer Teil auf repetiti-

ve, manuelle Tätigkeiten. Diese Art von ‚Clickwork‘ bindet wertvolle Kapazitäten. Genau hier setzt künstliche Intelligenz an: Sie automatisiert zunächst einzelne Aufgaben innerhalb des Entwicklungsprozesses. Diese Automatisierungen werden von spezialisierten KI-Agenten übernommen und können flexibel in jedem Schritt der Produktentwicklung eingesetzt werden – stets mit einem Menschen in der Kontrollschleife („Human-in-the-Loop“).

„Unser Ziel ist es, die zuvor genannten repetitiven Aufgaben, die uns Zeit und Produktivität stehlen hin zu überwachter Automatisierung, Qualitäts- und Entscheidungsarbeit zu verschieben.“ Dr. Moritz Maier, CEO und Co-Founder von Synera.

Was bedeutet das für die Arbeit von Ingenieuren, Konstrukteuren und Produktentwicklern?

Dr. Moritz Maier: Unser Ziel ist es, die zuvor genannten repetitiven Aufgaben, die uns Zeit und Produktivität stehlen

Herausgeber und Geschäftsführer:
Matthias Bauer, Dennis Hirthammer, Günter Schürger

SMARTE PRODUKTION im Internet:
www.autocad-magazin.de

So erreichen Sie die Redaktion:
Chefredakteur: Andreas Müller (vi.S.d.P.)
(andreas.mueller@win-verlag.de, Tel. 089/3866617-11)
Redaktion: Regine Appenzeller
(regine.appenzeller@win-verlag.de, Tel. 089/3866617-17)

Autoren dieser Ausgabe:
David Bourdages, Timur Göreci, Nihal Gupta, Thomas Kress, Ole Marx,
Ulrike Peter, Nobuyuki Yoshida, Takehiro Yoshida

So erreichen Sie die Anzeigenabteilung:

Anzeigengesamtleitung:
Martina Summer
(089/3866617-31, martina.summer@win-verlag.de),
Anzeigen verantwortlich

Mediaberatung:
Tilman Huber
(tilman.huber@win-verlag.de, Tel.: 089/3866617-26)
Manuela Gries
(manuela.gries@win-verlag.de, Tel.: 089/3866617-25)

Anzeigendisposition:
Auftragsmanagement@win-verlag.de
Chris Kerler (089/3866617-32, Chris.Kerler@win-verlag.de)

Abonnentenservice und Vertrieb
Tel.: +49 89 3866617 46
www.autocad-magazin.de/hilfe
oder eMail an abovetrieb@win-verlag.de mit Betreff „AutoCAD Magazin“.
Gerne mit Angabe Ihrer Kundennummer vom Adressetikett

Bildnachweise:
shutterstock.com, Adobe Stock, Werkfotos
Titelbild: Xometry/KI-generiert mit Adobe Firefly

Layout: Design-Concept, Viktoria Horvath

Druck:
Vogel Druck und Medienservice GmbH
Leibnizstraße 5
97204 Höchberg

Produktion und Herstellung:
Jens Einloft
(jens.einloft@vogel.de, Tel.: 089/3866617-36)



Anschrift Anzeigen, Vertrieb und alle Verantwortlichen:
WIN-Verlag GmbH & Co. KG,
Chiemgaustraße 148
81549 München, Tel.: 089/3866617-0

Verlagsleitung:
Martina Summer
(martina.summer@win-verlag.de, 089/3866617-31)

Zentrale Anlaufstelle für Fragen zur Produktsicherheit

Martina Summer
(martina.summer@win-verlag.de, Tel.: 089/3866617-31)

Bezugspreise:
Einzelverkaufspreis: 14,80 Euro in D, A, CH und
17,00 Euro in den weiteren EU-Ländern inkl. Porto und MwSt.
Jahresabonnement (8 Ausgaben): 118,40 Euro in D, A, CH und 136,00
Euro in den weiteren EU-Ländern inkl. Porto und MwSt.
Vorzugspreis für Studenten, Schüler, Auszubildende und
Wehrdienstleistende gegen Vorlage eines Nachweises auf Anfrage.
Bezugspreise außerhalb der EU auf Anfrage.
38. Jahrgang

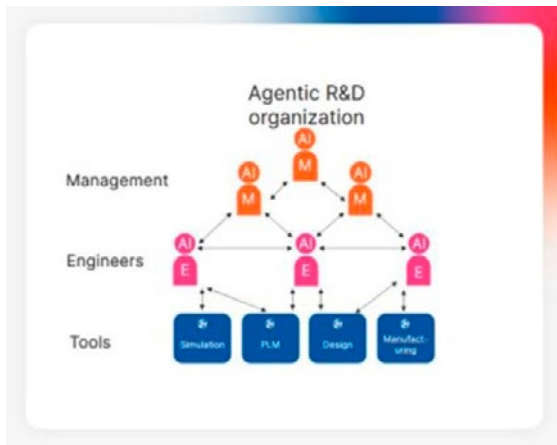
Erscheinungsweise: 8-mal jährlich
Eine Haftung für die Richtigkeit der Veröffentlichungen kann trotz
Prüfung durch die Redaktion vom Herausgeber nicht übernommen wer-
den. Honorierte Artikel gehen in das Verfügungsrecht des Verlags über.
Mit Übergabe der Manuskripte und Abbildungen an den Verlag erteilt der
Verfasser dem Verlag das Exklusivrecht zur Veröffentlichung. Für unver-
langt eingeschickte Manuskripte, Fotos und Abbildungen keine Gewähr.
Copyright © 2025 für alle Beiträge bei der WIN-Verlag GmbH & Co. KG.
Kein Teil dieser Zeitschrift darf ohne schriftliche Genehmigung des
Verlages vervielfältigt oder verbreitet werden. Unter dieses Verbot fallen
insbesondere der Nachdruck, die gewerbliche Vervielfältigung per Kopie,
die Aufnahme in elektronische Datenbanken und die Vervielfältigung auf
CD-ROM und allen anderen elektronischen Datenträgern.

Ausgabe: Sonderheft Antriebstechnik (ET: 30.10.2025)



ISSN 2191-7914
Unsere Papiere sind PEFC zertifiziert
Wir drucken mit mineralölfreien Druckfarben

AUSSERDEM ERSCHEINEN BEI DER WIN-VERLAG GMBH & CO. KG
diese Magazine:
DIGITAL BUSINESS, DIGITAL ENGINEERING Magazin, Digital
Manufacturing, Bauen aktuell, DIGITAL PROCESS INDUSTRY, e-commerce
Magazin, r.energy, PlastXnow, Plastverarbeiter, KGK Rubberpoint



*Synera adressiert
mit seinen KI-
Lösungen gezielt
die Organisations-
ebene.*

hin zu überwachter Automatisierung, Qualitäts- und Entscheidungsarbeit zu verschieben. Ingenieure, Konstrukteure und Produktentwickler werden zukünftig in allen Bereichen ihrer Tätigkeiten mit verschiedenen KI-Agenten zusammenarbeiten.

Wir bei Synera koppeln die Agenten über Automatisierungsworkflows an die ‚Ground Truth‘ der CAX-Tools und machen dadurch jeden Schritt nachvollziehbar. Dadurch bleibt die geforderte 100-%-Richtigkeit in regulierten Branchen (zum Beispiel Luft- und Raumfahrt) gewährleistet – bei gleichzeitig enormer Skalierung der Kapazität.

Woran sollten Unternehmen zuerst denken, wenn sie den Einsatz von KI-Lösungen ins Auge fassen?

Dr. Moritz Maier: Technologischer Enthusiasmus allein reicht nicht aus, um KI effizient im Unternehmen zu implementieren.

Diese fünf Schritte zur KI-Readiness sollte jedes Unternehmen kennen:

1. Ist unser Unternehmen bereit für KI-Agenten?: Folgen wir einem Hype oder ist unser Unternehmen wirklich bereits für den nächsten Transformationsschritt? Eine realistische Bereitschaftsanalyse vor der Implementierung ist ein MUSS.

2. KI-Agenten-Einsatz strategisch planen: Zu Beginn muss eine klare Zieldefinition festgelegt werden. Bestehende Tools müssen eine nahtlose Integration ermöglichen. Ein offener und skalierbarer Ansatz ist entscheidend – ohne Anbieterbindung (Vendor-Lock-in). Statt bestehende Tools zu ersetzen, sollten sie sinnvoll

eingebunden werden. Wichtig sind außerdem Nachvollziehbarkeit und Transparenz (Auditierbarkeit/Traceability) sowie eine schrittweise Transformation, die den laufenden Betrieb nicht stört, aber schnell einen messbaren ROI liefert.

3. Mensch-Maschine-Kollaboration: KI-Agenten erfordern neue Kompetenzen der Mitarbeitenden. Daher ist es unerlässlich, diese auch für den Einsatz von KI-Agenten zu befähigen. Zudem muss ein klarer ethischer Nutzungsrahmen und klare Verantwortlichkeiten definiert werden.

4. Wo setze ich KI-Agenten überhaupt im Engineering ein? Der Einsatzbereich ist vielfältig: von simplen Dokumentationsprozessen, über Datenanalyse und Berichterstellung bis zur autonomen Überwachung von Qualitätsparametern. Der Vorteil liegt vor allem in der Kosteneffizienz – Betriebskosten werden reduziert und Ressourcen effizient eingesetzt.

5. Next Step: Multi-Agenten-System! Engineering steht zunehmend in Verbindung mit anderen Unternehmensbereichen. In vielen Business-Funktionen unterstützen bereits KI-Agenten die Mitarbeitenden. Damit KI im Engineering skalierbar wird, müssen diese Agenten miteinander kommunizieren können. Daher ist der nächste logische Schritt ein ganzes Multi-Agenten-System zu etablieren. Spezialisierte KI-Agenten werden innerhalb eines Multi-Agenten-Systems koordiniert, der sogenannten Orchestrierung. Ein solches KI-Ökosystem im Engineering kann Agenten für Anforderungen, Design, Simulation, Tests und Dokumentation umfassen. Ihre Zusammenarbeit eröffnet neue



„Ingenieure, Konstrukteurinnen und Produktentwickler werden zukünftig in allen Bereichen ihrer Tätigkeiten mit verschiedenen KI-Agenten zusammenarbeiten.“

Dr. Moritz Maier, CEO und Co-Founder von Synera.

Möglichkeiten zur Prozessoptimierung – erhöht aber auch die Komplexität. Die Zukunft liegt in hybriden Systemen, in denen Menschen und KI-Agenten sich sinnvoll ergänzen.

In welchen Phasen der Produktentwicklung kommt nun die Plattform von Synera zum Zuge?

Dr. Moritz Maier: Unsere KI-Agenten-Plattform unterstützt den gesamten Produktentwicklungsprozess – von der frühen Business-Phase mit Anforderungen und Kostenanalysen über CAD und CAE bis hin zu CAM. Besonders wertvoll ist sie überall dort, wo heute Zeit durch Medienbrüche verloren geht: etwa bei Angebotsanfragen (RFQs), an der Schnittstelle zwischen CAD und CAE, in komplexen Abstimmungs- und Freigabeprozessen oder in angebundenen Produktions-Workflows. Synera sorgt hier für nahtlose Übergänge und mehr Effizienz.

Was leisten die KI-Agenten, und wie können diese individuell angepasst werden?

Dr. Moritz Maier: KI-Agenten übernehmen in unserem Unternehmen spezialisierte Fachaufgaben und agieren

als digitale Engineering-Experten und -Expertinnen. Sie arbeiten direkt über flexible Schnittstellen mit CAX-Tools zusammen und lassen sich über Low-Code-Workflows individuell an bestehende Prozesse anpassen. Dadurch können sie nicht nur in Einzelprojekten, sondern auch als kollaborative Agenten in komplexen Multi-Team-Szenarien rund um die Uhr eingesetzt werden – mit dem Ergebnis einer signifikanten Reduktion der Durchlaufzeiten und einer spürbaren Effizienzsteigerung.

Aus welchen Quellen stammen die Daten, mit denen die KI trainiert wird?

Dr. Moritz Maier: Unsere Plattform bindet die bestehenden LLMs der Kunden ein, die anschließend für die Erstellung und die Bereitstellung der KI-Agenten genutzt werden.

Könnten Sie uns bitte ein Beispiel dafür nennen, wie es gelang, Entwicklungsprozesse zu verbessern?

Dr. Moritz Maier: Mit unserer KI-gestützten Automatisierung gestalten wir schon heute komplexe technische Prozesse u.a. in der Automobilbranche und in der Luft- und Raumfahrt effizienter. Bei einem führenden Automobil OEM konnten wir bereits den Konstruktionsprozess von Wochen auf Minuten verkürzen.

Besonders freuen wir uns bei Synera darüber, dass die Luft- und Raumfahrtbehörde NASA derzeit daran arbeitet, künstliche Intelligenz in die Konstruktion von Raumfahrzeugen zu integrieren. Und das kann den Konstruktionsprozess in der Raumfahrt grundlegend verändern: Entwicklungszeiten würden deutlich verkürzt, Routineaufgaben automatisiert und Ingenieurinnen und Ingenieure könnten sich stärker auf komplexere Problemstellungen konzentrieren. Intelligente Systeme unterstützen dabei in Echtzeit – und ermöglichen völlig neue Fahrzeugkonzepte für die Erforschung des Weltraums.

Wie lassen sich bestehende CAX-Anwendungen wie beispielsweise von Autodesk in die Umgebung einbinden?

Dr. Moritz Maier: Bestehende CAX-Anwendungen wie die von Autodesk las-

sen sich über unseren offenen Marktplatz nahtlos integrieren. Aktuell stehen über 70 CAX-Connectoren und mehr als 1.000 Nodes zur Verfügung, die sich flexibel zu End-to-End-Workflows kombinieren lassen. Zudem besteht eine Partnerschaft mit Autodesk – ein Connector zu Autodesk Moldflow ist bereits verfügbar, und weitere Integrationen sind in Planung.

Andererseits integrieren CAX-Anbieter zunehmend KI-Funktionen für die Design-Automatisierung, Autodesk zum Beispiel seine KI Foundation Models in Fusion und Forma. Warum sollten Unternehmen dann noch die Lösungen von Synera einsetzen?

Dr. Moritz Maier: Mit Synera adressieren wir gezielt die Organisationsebene: Unsere Plattform verbindet unternehmensweit heterogene Toolandschaften, vermeidet Vendor-Lock-in und ermöglicht eine tiefgreifende Automatisierung sowie die Orchestrierung von KI-Agenten. Gleichzeitig stellen wir die Nachvollziehbarkeit sicher – ein entscheidender Faktor für regulierte Branchen. Damit ergänzen wir gezielt die KI-Funktionalitäten einzelner Tools und schaffen die Freiheit, eine ‚Best-of-Breed-Strategie zu verfolgen. Innerhalb der Tools können die bestehenden KI-Funktionen ideal genutzt werden, auch im Rahmen von Synera Multi-Agenten-Systemen ist dies äußerst sinnvoll. Die in-Tool KI-Funktionen adressieren jedoch nicht die Breakpoints zwischen verschiedenen Tools.

In welche Richtung werden sich KI-Lösungen in den nächsten Jahren entwickeln, und welchen Beitrag will Synera hierzu leisten?

Dr. Moritz Maier: Die Dynamik verschiebt sich von punktuellen Assistenten oder Copiloten in Einzeltools zu vernetzten Multi-Agenten-Systemen, die ganze Entwicklungsorganisationen skalieren. Synera baut diese Kategorie („AI Agent Platform for Engineering“) als offene Plattform mit wachsendem Connector-Ökosystem und globalem Go-to-Market aus.

Herr Dr. Maier, vielen Dank für das Gespräch.

anm ◀



WE ARE **HIRING**

MEDIABERATER M/W/D



UNSER TEAM SUCHT VERSTÄRKUNG

Unser Verlagshaus ist einer der Pioniere und einer der führenden Fachzeitschriftenverlage im Bereich der Digitalen Transformation. Unsere B2B-Zeitschriften sind innovativ und gehören in ihren Bereichen jeweils zur Spitzengruppe.

Sie möchten mit Ihrer Kreativität den Erfolg unserer Fachmagazine mitgestalten? Dann sind Sie bei uns richtig. Derzeit suchen wir engagierte Mediaberater (m/w/d) in Voll- oder Teilzeit.

Wir freuen uns auf Ihre aussagekräftige Bewerbung unter
<https://win-verlag.de/karriere/>





Die nächste Ausgabe **Sonderheft Smarte Produktion** erscheint 2026

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

- Erscheinungstermin: 30.10.26
- Anzeigenschluss: 9.10.26
- Verbreitung: Abonnenten, Veranstaltungen und Direktversand
- Veröffentlichung als Print- und Digital-Beilage zur Ausgabe 7/2026 des AUTOCAD Magazins
- Veröffentlichung des ePapers in jedem AUTOCAD Newsletter für ein Jahr (= 50 x 7.500 Empfänger)