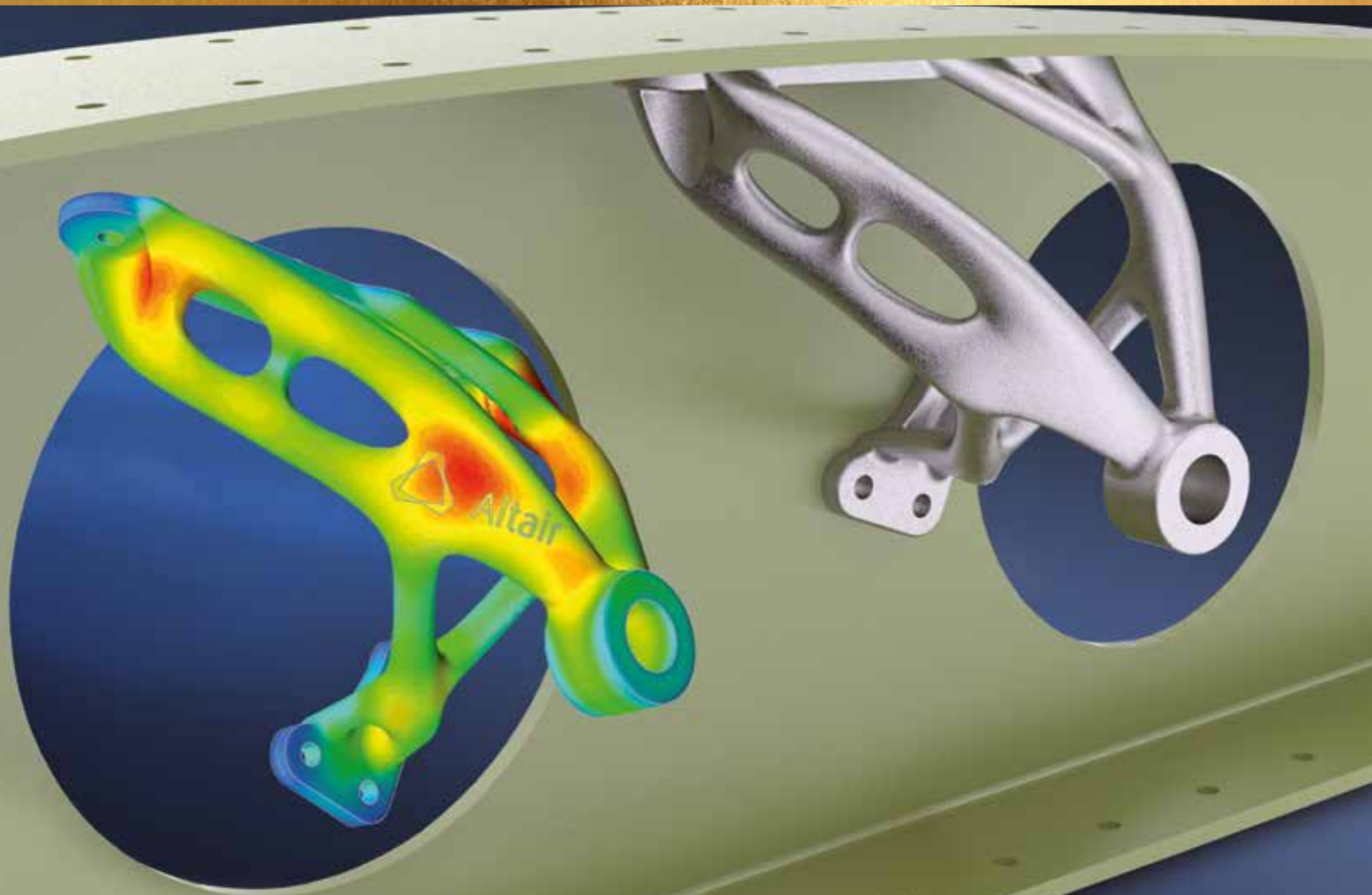


# DIGITAL ENGINEERING MAGAZIN

LÖSUNGEN FÜR KONSTRUKTEURE, ENTWICKLER UND INGENIEURE + INDUSTRIE 4.0 | INTERNET DER DINGE

20 JAHRE

JUBILÄUMSAUSGABE



PARADIGMENWECHSEL IN DER PRODUKTENTWICKLUNG

## Simulations- getriebenes Design



Altair

### › ADDITIVE FERTIGUNG

3D-Druck als wichtiger Bestandteil von Industrie 4.0

### › AUTOMATISIERUNG

Führungssystem für Energieketten

### › PLM Automatische

Vorkalkulation: Erfolgreiche Jagd auf Kostentreiber



# Effektivität, Transparenz und Verfügbarkeit steigern

Nutzen Sie die sofort verfügbare Industrie 4.0 Standardlösung von connyun: Mit dem I4\_Station Optimizer kontrollieren und optimieren Sie Ihre Produktionseinheiten – für vollständige Transparenz, maximale Verfügbarkeit und weniger Ausfallzeiten.

Wie das funktioniert? Die Applikation kombiniert den aktuellen Fertigungsstatus Ihrer Produktionseinheit mit intelligenten Vorhersagen. Ihre Produktionsmitarbeiter behalten die KPIs im Griff, reagieren bei Problemen sofort und bringen ausgefallene Maschinen oder Zellen schnell zurück in den Produktionsablauf. Passend zum Fehlercode erstellbare Lösungsvorschläge vereinfachen und beschleunigen die Problembehebung.

## connyun GmbH

Alter Schlachthof 51

76131 Karlsruhe

+49 721 619 312 00

info@connyun.com



[www.connyun.com](http://www.connyun.com)

20 JAHRE

DIGITAL ENGINEERING  
MAGAZIN**Liebe Leser,**

zwanzig Jahre Digital Engineering Magazin – wenn das kein Grund zum Feiern ist! Als 1998 das Fachmagazin CAD WORLD an den Start ging, war die Welt der Konstruktion eine andere als heute. Damals arbeiteten die Konstrukteure mittelständischer Betriebe hauptsächlich mit CAD-, CAM- und PDM-Lösungen. Mit Product Lifecycle Management (PLM), Digital Mockup und Simulation beschäftigten sich Ende der 1990er Jahre meist nur Unternehmen in der Automobil- und Luftfahrtindustrie.

Mitte 2001 wurde CAD WORLD dann zum heutigen Digital Engineering Magazin. Denn wir wollten dem Rechnung tragen, dass sich der CAD-Markt stark verändern würde und es beim digitalen Engineering um wesentlich mehr geht als nur um die Konstruktion. Hier steht der gesamte Produktlebenszyklus mit einer durchgängigen Prozesskette im Mittelpunkt. In unserer Fachzeitschrift findet deshalb der Produktentstehungsprozess über die gesamte Prozesskette hinweg statt.

Unser Schritt hin zum Digital Engineering Magazin und die kontinuierliche Erweiterung des Themenspektrums, beispielsweise um Automation und Antriebstechnik, war jedenfalls richtig. Das Magazin konnte sich schnell etablieren und heute spielen wir im Markt der Fachzeitschriften für Produktentwicklung und Konstruktion eine wichtige Rolle.

Die Digitalisierung in der Fertigungsindustrie schreitet auch weiterhin mit großen Schritten voran und Automatisierung und IT verzahnen sich zunehmend. Diese Entwicklung kommt uns natürlich sehr entgegen, denn Digitalisierung und IT waren schon immer wichtige Themen im Digital Engineering Magazin.

All das war aber nur möglich, weil Sie, liebe Leserinnen und Leser, uns über zwei Jahrzehnte hinweg die Treue gehalten haben, was uns zu Dank verpflichtet. Und ich verspreche Ihnen, wir wollen auch in Zukunft über die Entwicklungen im Konstruktionsbereich aufmerksam und kritisch berichten. Jetzt aber erst einmal viel Spaß mit unserer Jubiläumsausgabe.

**RAINER TRUMMER**  
Chefredakteur



BESUCHEN SIE DAS DIGITAL ENGINEERING MAGAZIN  
AUCH AUF FACEBOOK, TWITTER UND XING.

**3D/VR**  
für Ihr CAD-System



**VR PluraView**

## 3D-CAD Monitor für echtes 3D-Stereo/VR!



Head-Tracking für ein intuitives Virtual Reality Erlebnis



Ideale Ergänzung beim Einsatz von HMD- & VR-Brillen



Objekt-Tracking mit Balls oder Sticks zur realistischen Modell-Interaktion



Absolut flimmerfrei für entspanntes 3D-Arbeiten



Höchste Auflösung von 4K pro Auge mit Fensterplatz tauglicher Helligkeit



Kompatibel mit jeder VRPN-basierten VR-Software – ohne Tracking zu vielen CAD-Programmen



Weitere Infos oder Demo-Gerät anfordern:  
[www.pluraview.com](http://www.pluraview.com)



**schneider**  
digital

SCHNEIDER DIGITAL  
Josef J. Schneider e.K.  
Maxlrainer Straße 10  
D-83714 Miesbach

Tel.: +49 (8025) 9930-0  
Fax: +49 (8025) 9930-29  
[www.schneider-digital.com](http://www.schneider-digital.com)  
[info@schneider-digital.com](mailto:info@schneider-digital.com)

20 Jahre Digital Engineering Magazin: Gerhard Schröder wurde Bundeskanzler und wir bezahlten noch in D-Mark. In unserer Jubiläums-Strecke sprechen wir nicht nur über uns, sondern vorallem über wichtige Entwicklungen und Trends der letzten Jahre.

SEITE 28-35



**Additive Fertigung im Fokus: Was es Neues gibt im 3D-Druck, das fragen wir einige Experten. Zudem gibt es ein Interview und interessante Anwenderstories rund ums Thema.**

SEITE 16-27

Bild: Fabrikasimf/ Shutterstock.com

**TITELSTORY**  
 Bis dato galt Simulation eher als virtueller Test denn als Gestaltungswerkzeug. Kürzere Entwicklungszyklen und neue Simulationsmöglichkeiten treiben den CAE-Einsatz voran.



**Ob ein Antrieb einer Papiermaschine, Konfigurationssoftware oder Energiespeicherlösungen – unsere Rubrik Antriebstechnik hält einige spannende Geschichten bereit.**

SEITE 36-41

Bild: Michael Hörauf Maschinenfabrik GmbH und Co. KG

**AKTUELL**

**Märkte und Trends**

Neues aus Technologie und Wirtschaft 6

**Veranstaltungskalender**

Was, wann, wo? 10

**SIMULATION & VISUALISIERUNG**

**Titelstory:**

**Gestaltungswerkzeug Simulation**

Die Simulation entwickelt sich vom virtuellen Testwerkzeug zum Gestaltungswerkzeug – ein Beispiel 12

**Hochauflösender Modellierungsansatz**

Mit strömungsbedingter Akustik Verbrennungsinstabilität in Raketensystemen aufspüren 14

**ADDITIVE FERTIGUNG IM FOKUS**

**3D-Druck-Experten antworten**

Zu Trends, Potenzial und Auswahl additiver Fertigungstechnologien 16

**Auf dem Weg zur Serienfertigung**

TÜV SÜD begleitet Anbieter und Anwender der AM-Technologie auf dem Weg zur additiven Fertigung 20

**Das Potenzial nutzbar machen**

Wie es gelingt, die Möglichkeiten des 3D-Drucks zu nutzen 22

**Industrie 4.0 – die Rolle der additiven Fertigung**

Wie sich 3D-Druck als Bestandteil der Industrie 4.0 auswirkt 24

**Die Möglichkeiten nutzen**

Welche Verfahren sich für welche Anwendungen eignen 26

## 20 JAHRE DIGITAL ENGINEERING

### Zwei spannende Dekaden

Der Weg von CAD World zum Digital Engineering Magazin 28

### Aus unseren Rubriken

Vertreter aus den Branchen sprechen über die letzten 20 Jahre und blicken in die Zukunft 30

## ANTRIEBSTECHNIK

### Da brennt nichts an

Papierbechermaschine: Frequenzumrichter sorgt für hohe Regelgüte 36

### Konfigurationssoftware

Der smarte Weg zur perfekten Getriebe-Motor-Kombination 38

### Dynamische Energiespeicherlösung

Schalterschranksysteme als aktive Energiepuffer bieten geldwerte Vorteile 40

## AUTOMATISIERUNG

### Führungssystem für Energieketten

Crane Solutions setzt auf flexible Führungskanäle bei Hallenkränen 42

### Robust, kräftig und schnell

Zimmer Group erweitert ihre Greifer-Serien 44

### Kleinste Abweichungen im Blick

Optischer 3D-Scanner zur berührungslosen Form- und Koordinatenvermessung in der automatisierten Qualitätskontrolle 46

### Digitalisierung der Schweißsysteme

Datenmanagement-System unterstützt beim Sammeln und Analysieren von Schweißdaten 48

## PRODUCT LIFECYCLE MANAGEMENT

### Entwicklungsbegleitende Vorkalkulation

Mit der Software simus classmate kann Hauni Maschinenbau die Kosten von Bauteilen automatisch vorkalkulieren 50

### Integriertes Datenmanagement

PLM-Software als Datenrückrat ermöglicht Datenaustausch zwischen CAD- und ERP-System 52

### Heterogene Systeme synchronisieren

Wie Diebold Nixdorf seine Systeme und Ingenieure verbindet 54

## CAD & DESIGN

### CNC-Simulation

Datendurchgängigkeit für das perfekte Ergebnis 56

### Höchstleistungen im Werkzeugbau

Bernd Lindecke Werkzeugbau steigt auf durchgehende CAD/CAM-Branchenlösung um 58

## BRANCHE

### Effizientes Fertigungsinfosystem

Diehl Aviation setzt auf Integrationsplattform SAP Engineering Control Center 60

### Generatives Design und 3D-Druck

Kombination von Metallguss und additiver Fertigung spart Gewicht im Flugzeugbau 64

## HARDWARE & PERIPHERIE

### Performance-Grenzen verschoben

AMD stellt mit Ryzen Threadripper die nächste Generation seiner Workstation-CPU-Reihe vor 66

## MANAGEMENT

### Die smarte Fabrik

Vier Schritte zur smarten Produktion 68

### Der „Informationsraum“

Das Produktwissen bündeln 70

### Digitale Plattformen

Revolution am Markt 72

EDITORIAL 3

MARKTPLATZ 65

IMPRESSUM 74

VORSCHAU 74

## ADDITIVE MANUFACTURING SOFTWARE TOOL

CAD Daten aller gängigen Formate schnell und einfach für 3D-Druckverfahren aufbereiten

Titelanzeige: Altair Engineering

## Simulationsgetrieben

Auslegungsbeispiel einer Aktuator-Konsole unter Berücksichtigung von Fertigungsrestriktionen mit der neuen Altair Inspire Plattform: Mit Altair Inspire ist es möglich, die Simulation bereits in der frühen Phase des Entwicklungsprozesses als Gestaltungswerkzeug zu nutzen.

So gelangen Konstrukteure und Ingenieure mit Altair Inspire innerhalb kürzester Zeit zu Entwürfen, die hinsichtlich Funktion und Herstellbarkeit abgesichert sind. Dies umfasst die Erstellung und Berechnung effizienter Entwürfe genauso wie schnelle, einfache und robuste Fertigungssimulationen, unter anderem für Guss, Kunststoffspritz-



guss, Blechumformung für Ein- und Mehrschrittverfahren und Strangpressen für industrielle Anwendungen, in einer Softwareumgebung. Das hier gezeigte Bauteil wurde mit Altair Inspire einmal für eine Fertigung mittels Guss und einmal für die additive Fertigung ausgelegt.

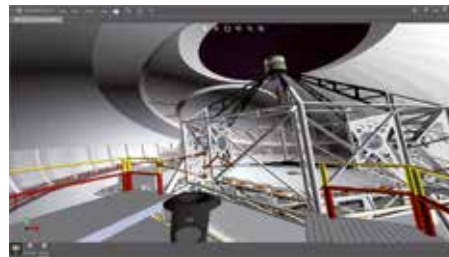
### Altair Engineering GmbH

Calwer Straße 7  
D-71034 Böblingen  
Telefon: +49 (0) 70 31 / 62 08 0  
Internet: www.altair.de  
E-Mail: information@altair.de

Dassault Systèmes

## SOLIDWORKS 2019

Neue Features in Solidworks 2019 sollen es Entwicklerteams einfacher machen, große Datenmengen zu verwalten und vollständige digitale Ansichten eines Designs zu erstellen. Zudem zielen neue Technologien und Workflows auf die Zusammenarbeit und immersive, interaktive Erlebnisse während der Konstruktion und dem Engineering ab. Insbesondere nutzt Version 2019 eine neue Grafikarchitektur für Teile und Baugruppen. Diese bietet eine selbst bei großen Modellen reaktionsfähige Echtzeitanzeige und nutzt dafür moderne OpenGL-4.5- und Hardware-beschleunigte Wiedergabe, was hohe Detailgenauigkeit und Frame-Rate beim Schwenken, Zoomen oder Dre-



hen großer Modelle erlauben soll. Zudem lassen sich Teile und Baugruppen direkt als PDF exportieren, was die Kommunikation vereinfacht. Das Feature Solidworks Extended Reality (XR) ermöglicht es, in Solidworks erstellte CAD-Daten zu visualisieren, einschließlich Beleuchtung, Kamerastandpunkt, Materialien und Animationen für Bewegungsstudien. Darstellen lassen sich die Visualisierungen mittels Virtual Reality (VR), Augmented Reality (AR) sowie Web-Viewer.

Electronica 2018

## TREFFEN UND VERNETZEN

Die smarte, zuverlässige und sichere Vernetzung auf allen Ebenen steht im Mittelpunkt der diesjährigen Weltleitmesse und Konferenz der Elektronik vom 13. bis 16. November 2018 in München. Die Electronica bündelt 17 Hallen Ausstellung, 13 Foren und vier Konferenzen. Also viel Gelegenheit zur Kontaktaufnahme und Vernetzung zwischen Ausstellern, Besuchern, Industrie und Start-ups, Arbeitgebern, Nachwuchs und Interessier-

ten. Dabei wächst die Veranstaltung gegenüber der Vorveranstaltung um vier Hallen auf eine Gesamtfläche von über 180.000 Quadratmetern. Die vier zusätzlichen Hallen führen zu einer Neuordnung der Hallenbelegung, bei der nun fünf Eingänge und ein Besucher-Shuttle zusammen mit der Electronica-App die Orientierung erleichtern sollen. Die neue Halle C6 beispielsweise zeigt Elektronik zum Anfassen und Karrieremöglichkeiten innerhalb der Elektronikbranche. Eingebettet findet auch „Impact – Design for a Cause“ statt. Das Event, an dem sich unter anderem die Ingenieur-Vereinigungen Hacker und Element14 beteiligen, thematisiert in Pitches, Vorträgen sowie Diskussionsrunden den zukünftigen Einfluss von Elektronik auf Kommunikation, Umwelt und Medizin.

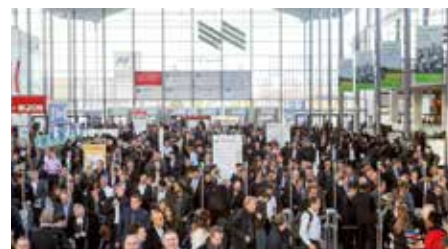


Bild: Messe München

Igus

## DIE LEISERE-E-KETTE

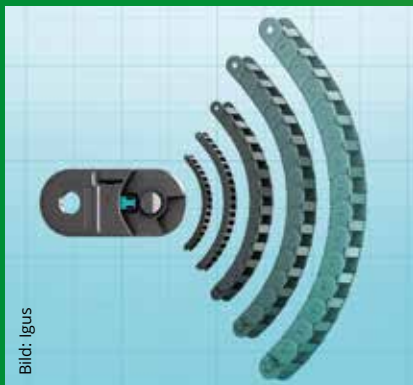


Bild: Igus

Leiser, stabiler, schneller zu befüllen: Igus hat einen neuen E-Ketten-Standard für kleine und mittlere Größen herausgebracht. Serie E2.1 soll laut Hersteller die Geräuschemissionen um 10 Dezibel und Montagezeiten um 50 Prozent senken. Was früher nur teuren Spezialketten vorbehalten war, würde damit zum Standard gehören. Der Hersteller verspricht für die neue Serie eine lange Lebensdauer, einen besonders leisen Lauf und eine einfache Befüllung in Sekundenschnelle.

Dabei passen sich die neue E-Ketten für den mittleren Lastbereich den Anforderungen der Maschine an: Anwender können künftig aus über 850 verschiedenen Varianten die für sie optimale Energiekette oder das passende Energierohr für eine sichere Leitungsführung auswählen. Der Kunstgriff gelingt unter anderem durch ein besonderes konstruktives Merkmal: Eine einzigartige linsenförmige Bremse am Anschlag der Kettenglieder. Diese sorgt für einen besonders leisen Kettenlauf mit wenig Vibrationen und Geräuschen.



SINCE 1948

# LEE HYDRAULISCHE MINIATURKOMPONENTEN

Seit 1948 fertigt LEE höchst präzise, miniaturisierte Hydraulikkomponenten, die maßgeblich zur Verringerung von Größe und Gewicht der Endprodukte beitragen und zugleich Qualität und Leistungsfähigkeit steigern.



Nach ersten erfolgreichen Jahren in der Luftfahrtindustrie erweiterten wir stetig die Einsatzfelder für unsere Produkte. Heute zählen u. a. Automobilindustrie, Mobil- und Industriehydraulik, Offshore-Industrie, Energiewirtschaft, Raumfahrt, Motorsport, aber auch medizinische und chemische Analysegeräte dazu.



**LEE Hydraulische Miniaturkomponenten GmbH**  
Am Limespark 2 · D-65843 Sulzbach

Telefon ++49(0)6196 / 773 69-0  
info@lee.de · www.lee.de



Innovation in Miniature  
**LEE**  <sup>®</sup>

THE LEE COMPANY

Maxon Motor

## CONTROLLER MIT ETHERCAT

Maxon Motor liefert die bestehenden Controller der Serie-Epos4 Compact nun optional mit Ethercat. Dank platzsparender Bauform sind die Positioniersteuerungen schon in der Canopen-Welt beliebt. Nun sprechen die Controller eine zusätzliche Sprache: Die neuen Ethercat-Ausführungen entsprechen dem CoE-Standard (CAN application layer over Ethercat) und können einfach

in bestehende Ethercat-Netzwerke integriert werden.

Die neuen intelligenten Motion-Controller mit Echtzeit-Kommunikation bieten eine anschlussfertige und einfache Lösung für die Ansteuerung von bürstenbehafteten DC-Motoren und bürstenlosen EC-Motoren (BLDC) mit Spitzenströmen bis zu 30 Ampere. Dank des modularen Aufbaus eignen sie sich vor allem für Applikationen mit Ein- und Mehrachssystemen in kleinen Geräten und Maschinen sowie in der Robotik. Passendes Zubehör ist ebenso erhältlich, wie das frei verfügbare Epos Studio, Windows-DLL und Linux Shared Objects Libraries bei der Einbindung in verschiedene Mastersysteme unterstützen. Eine ausführliche Produktdokumentation ist auch dabei.



Bild: Maxon Motor

Nord Drivesystems

## GLATTMOTOREN VON NEUER GRÖSSE

Für Branchen und Anwendungen mit hohen Hygienestandards liefert Nord viele Glattmotoren. Um die Forderungen nach geringere Motorleistungen zu erfüllen, hat der Hersteller jetzt eine zusätzliche Motorgröße entwickelt. Die neue Baugröße 71 ist in drei Leistungsklassen verfügbar: 0,12 kW, 0,18 kW und 0,25 kW. Der Effizienzgrad IE3 sorgt für ressourcenschonenden Betrieb.

Dank Aluminium-Gehäuse in Schutzart IP66 sind die Motoren auch gegen Korrosion geschützt. Optionalen Schutz bringt eine neue Oberflächenveredelung. Die Nord-



Bild: Nord Drivesystems

Glattmotoren sind unbelüftet, dadurch können sie zur Nicht-Verbreitung von Keimen in der Produktion beitragen. Das modulare Design erlaubt Varianten mit Kondenswasserbohrung (verschlossen), Klemmkasten vergossen, Stillstandsheizung, Temperaturfühler, Temperaturwächter und/oder Schutzart IP69K die Einsatzmöglichkeiten. Dank ihres Wash-down-Designs eignen sie sich insbesondere für den Einsatz in der Lebensmittel- und Getränkeindustrie.

Ansys

## NEUE VERSION VORGESTELLT

Von Fluid-Meshing-Technologie über verbesserte Arbeitsabläufe zur Sicherheitsanalyse bis hin zu einer innovativen System Coupling Engine: Die neue Version von Ansys ermöglicht es, schwierige Herausforderungen in der Produktentwicklung schneller zu lösen. Da der Lebenszyklus von Produkten sich weiter verkürzt und sich Trends wie additive Fertigung, autonomes Fahren, Elektrifizierung und 5G-Konnektivität fortschreiben, ist der Druck auf die Unternehmen größer denn je. Version 19.2 der Engineering- und Simulationslösung ermöglicht es beispielsweise, mit einer erweiterten Meshing-Technologie die CFD-Simulation zu beschleunigen. Nutzer sollen zudem von neuen Prozessen zur Embedded-Software-Entwicklung für sicherheitskritische Anwendungen und erhöhter Rechengeschwindigkeit bei der Untersuchung von Radarszenarien, digitalen Zwillingen, 3D-Designs und Strukturmodellen profitieren.

WSCAD

## NEXT GENERATION E-CAD

Die „Suite X“, so nennt WSCAD die nächste Generation seiner E-CAD-Lösung für gewerkeübergreifendes Arbeiten in den Disziplinen Elektrotechnik, Schaltschrankbau, Verfahrens- und Fluidtechnik, Gebäudeautomation und Elektroinstallation. Sie soll einiges besser können als ihre Vorgängerversionen: Sie soll schneller sein, eine komplett neu gestaltete Benutzeroberfläche haben und zahlreiche weitere Verbesserungen mitbringen. Beispielsweise wurde die WSCAD AR App für Augmented Reality im Schaltschrank um eine aktive Verdrahtung per Tablet und Smartphone erweitert. Die völlig neu programmierte und moderne Benutzerober-

fläche unterstützt hochauflösende Bildschirme (High DPI) sowie Multi-Display-Technologie. Zum Standard wurde eine besondere Software-Lizenzierung: Sie ermöglicht Unternehmen und Selbständigen eine bedarfsorientierte Nutzung der modular und skalierbar aufgebauten Electrical-Engineering-Lösung ohne Umstellungskosten und Datenbrüche. Wer neue Funktionen oder mehr Arbeitsplätze benötigt, aktiviert online den zugeschickten Produkt-Key und kann die Erweiterung sofort verwenden. Zudem verfügt die E-CAD-Lösung über viele Schnittstellen zu anderen E-CAD-Anwendungen und PLM-/ERP-Systemen sowie in die Fertigung.



Bild: WSCAD



Faro

## DIE NEUEN LASER-TRACKER

Faro hat eine neue Generation Laser-Tracker in der Pipeline – gemeint ist die „6DoF Vantage-Produktfamilie mit 6Probe“. Zum Hintergrund: Faro hat 2015 den großen KMG-Markt mit der Einführung der leistungsstarken Super-6DoF-Trackarm-Lösung, die sich insbesondere durch die Integration des Vantage-Tracker und des Faroarm auszeichnete, auf den Kopf gestellt. Diese patentierte, umfassende

Lösung ist in der Lage, über Dutzende Meter hinweg ohne Genauigkeitsverlust und Sichtlinienprobleme sowie simultan mit mehreren Bedienern zu scannen. Die neue 6Probe ist eine vollständig integrierte und handgeführte Sonde, mit der sich verborgene, schwer zu erreichende Merkmale in schwer zugänglichen Bereichen mühelos vermessen lassen. Gemeinsam sollen Super-6DoF-Trackarm und 6Pro-

be ein umfassendes Lösungsportfolio für große wie kleine Vermessungsanwendungen zu einem guten Preis-Leistungsverhältnis bieten. Die neue Funktion ist für eine Vielzahl von groß angelegten Messanwendungen in fertigungsorientierten Branchen gedacht, wie die Automobilindustrie, die Luftfahrtindustrie, der Bausektor, die Schwermaschinenindustrie und der Schiffbau.

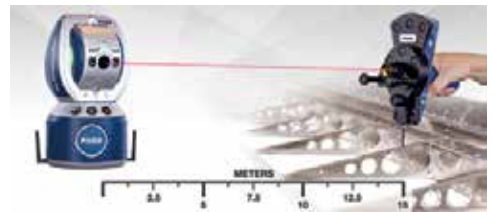


Bild: Faro

ebm-papst auf der  
sps ipc drives

## NEUER ANTRIEBSBAU- KASTEN IN DER PIPELINE

Die Messe sps ipc drives findet dieses Jahr vom 27. bis 29. November 2018 in Nürnberg statt. ebm-papst stellt dazu smarte Komponenten und Software für intelligente Automatisierung sowie neue Lösungen für die industrielle Lufttechnik vor. Als erster Vertreter des neuen modularen Baukastens wurde der bestehende BLDC-Antrieb ECI-42.xx überarbeitet. In der Basisausstattung besteht der Baukasten aus Motoren mit Hall-Sensorik, integriertem Geber und Bremse, Getriebe und industrietauglichem Stecker. Das Gerät ist in der Schutzart IP54 verfügbar. Der elektrische Anschluss erfolgt in der Basisausstattung mittels Stecker, alternativ kann der Antrieb auch mit Kabeln konfektioniert werden. Dank definierter Vorzugstypen sind ausgewählte Antriebskonfigurationen in 48 Stunden versandfertig, kleine Stückzahlen können so laut Hersteller schnell realisiert werden. Weitere Antriebe sollen sukzessive nach dem neuen modularen Konzept weiterentwickelt werden.



### Kalibrierservice

Zuverlässige Messergebnisse - professionell, preisgünstig, herstellerunabhängig, schnell

» **Mein Messgerät - sicher kalibriert** «

**Auf Ihre Messergebnisse müssen Sie sich zu 100% verlassen können, um Ihre Arbeit richtig zu interpretieren. Conrad bietet in Zusammenarbeit mit dem Partner Testo Industrial Services den Kalibrierservice an.**

**Wir bieten Ihnen:**

- ✓ Kalibrierung sämtlicher Mess- oder Labornetzgeräte aus über 30 Gerätegruppen und 100 Messgrößen - herstellerunabhängig
- ✓ Schnelle und kostengünstige Kalibrierung - sowohl bei Neugeräten als auch zur Rekalibrierung vorhandener Messgeräte
- ✓ Dokumentation des Kalibrier-Ergebnisses in einem Kalibrierzertifikat

**DAkkS**  
calibrated

**ISO**  
calibrated

**Jetzt informieren**

Alle Infos finden Sie unter  
[conrad.biz/kalibrierservice](http://conrad.biz/kalibrierservice)

**CONRAD**  
Business Supplies

Wenn Sie in diesem Bereich eine Ihrer Veranstaltungen platzieren möchten, wenden Sie sich bitte an Frau Martina Summer, Tel. 0 81 06/3 06-1 64, ms@win-verlag.de

PLZ	Anbieter	Firma/Anschrift	Schwerpunkte	Termine
00000-99999	 Ihr Dienstleister für digitale Entwicklungsprozesse #CATIA #3DEXPERIENCE	<b>Schwindt CAD/CAM-Technologie GmbH</b> Callenberger Str. 8 96450 Coburg Tel.: 0 95 61 - 55 60-0 Fax: 0 95 61 - 55 60-10 E-Mail: info@schwindt.eu Internet: www.schwindt.eu	<b>Ihr Dienstleister für digitale Entwicklungsprozesse</b> #CATIA #3DEXPERIENCE  <b>Hier die nächsten CATIA Kurse:</b> CATIA Gusswerkzeuge CATIA Basiskurs	<b>Aktuelle Termine</b> und Orte finden Sie unter <a href="http://www.schwindt.eu">www.schwindt.eu</a>  oder auf Anfrage unter <b>Freecall: 0800-CATIAV6</b>
00000-99999		<b>TechniaTranscat GmbH</b> Am Sandfeld 11c 76149 Karlsruhe Tel.: +49 7 21 - 9 70 43 - 0 Fax: +49 7 21 - 9 70 43 - 9 71 events@techniatranscat.com www.techniatranscat.com	<b>3DEXPERIENCE Webseminar-Reihe</b> Entdecken Sie mit uns die Möglichkeiten von 3DEXPERIENCE-Plattform – Business Dashboarding, Social Collaboration, Datenmanagement etc. Zur Anmeldung bitte den QR-Code einscannen oder <a href="https://bit.ly/2vR7bPR">https://bit.ly/2vR7bPR</a>	<b>Die besten PLM Online-Kurse</b> Lernen, wann und wo man will: CATIA, ENOVIA, 3DEXPERIENCE, SIMULIA etc. <b>www.onlineacademy.techniatranscat.com</b>
00000-99999		<b>CADFEM GmbH</b> ANSYS Elite Channel Partner Marktplatz 2 85567 Grafing b. München +49 (0)8092-7005-0 info@cadfem.de www.cadfem.de	<b>Schritt für Schritt zum Simulationserfolg. Bei CADFEM. Mit ANSYS. Ohne Kosten.</b> Sie haben noch nie simuliert - oder nur gelegentlich? Sie simulieren schon, aber nicht mit ANSYS? Oder Sie nutzen ANSYS bereits, möchten jetzt aber damit in einer neuen physikalischen Disziplin arbeiten? Dann sind Sie beim CADFEM Open House genau richtig! Die CADFEM Open House Veranstaltungen sind kostenlose Hands-On-Workshops, bei denen Sie typische Aufgabenstellungen unter Anleitung selbst bearbeiten.	Informationen und alle Termine 2018 in Berlin, Chemnitz, Dortmund, Frankfurt/M., Hannover, München und Stuttgart sowie in Innsbruck und Wien auf  <b>www.cadfem.de/open-house</b>
00000-99999+A+CH		<b>Comsol Multiphysics GmbH</b> Robert-Gernhardt-Platz 1 37073 Göttingen Tel.: +49-(0)551-99721-0 Fax: +49-(0)551-99721-29 E-Mail: info@comsol.de Internet: www.comsol.de	<b>COMSOL Conference 2018</b> Nehmen Sie an der COMSOL Conference 2018 in Lausanne teil, lernen Sie in den Minikursen neue Simulationstechniken kennen, erhalten Sie persönliche Unterstützung an den Demo-Stationen und lassen Sie sich von führenden Anwendern der Multiphysik-Simulation und der erweiterten COMSOL-Community inspirieren. Mit der neuesten Version der COMSOL Multiphysics® Software bleiben Sie auf dem neuesten Stand der Technik.	Informationen und Anmeldung unter <b>www.comsol.de/conference</b>  Alle aktuellen Veranstaltungstermine finden Sie unter <b>www.comsol.de/events</b>
00000-99999+A+CH		<b>NAFEMS Deutschland, Österreich, Schweiz GmbH</b> Griesstr. 20, 85567 Grafing b. München, Germany Tel.: +49 176 217 984 01 Fax: +49 3 22 11 08 99 13 41 E-Mail: roger.oswald@nafems.org Internet: www.nafems.org	NAFEMS ist die internationale, neutrale und unabhängige Interessenvertretung der <b>Anwender numerischer Simulationsmethoden (FEM, CFD, MKS, ...)</b> mit weltweit über 1.300 Mitgliedsunternehmen und -organisationen (Mitglieder erhalten u. a. freie Seminarplätze, Literatur, Networking u.v.m.). Neben Schulungen und Seminaren bietet NAFEMS im deutschsprachigen Raum auch das kostenlose NAFEMS Online-Magazin ( <a href="http://www.nafems.org/magazin">www.nafems.org/magazin</a> ) an. Schauen Sie vorbei, <b>eine Mitgliedschaft lohnt sich auch für Ihr Unternehmen: www.nafems.org</b>	<b>Konferenzen:</b> • CFD – Neue Methoden: 12.-13.11., Wiesbaden • MBSE und CAE: 14.-15.11., Wiesbaden • European SPDM: 28.-29.11., München • Additive Manufacturing: 10.-11.12., Helsinki <b>Kurse:</b> • Verifikation/Validierung: 28.-29.11., Wiesbaden
30000		<b>GOM GmbH</b> Schmitzstraße 2 38122 Braunschweig Tel.: +49 (0) 531 390 29 0 Fax: +49 (0) 531 390 29 15 E-Mail: training@gom.com Internet: www.gom.com	<b>GOM Inspect Einführungsseminare Netzbearbeitungs- und Auswertesoftware für 3D-Daten</b> Die kostenlose GOM Inspect Software eröffnet den freien Zugang zur 3D-Datenbearbeitung. Die Seminare richten sich an Anwender aus Produktentwicklung, Konstruktion und Qualitätssicherung, die 3D-Daten aus unterschiedlichen Messsystemen betrachten, bearbeiten und auswerten. Das Seminar umfasst praktische Übungen zu Datenimport, Netzbearbeitung, 3D-Inspektion, 2D-Inspektion, GD&T, Prüfberichten und Daten-Export. Anmeldung unter <b>www.gom.com/de/events</b> oder <b>training@gom.com</b>	<b>Braunschweig</b> GOM GmbH, Schmitzstr. 2 • 05.11. • 03.12.  <b>Göppingen</b> topometric GmbH, Wilhelm-Zwick-Straße 7 • 08.11.
50000		<b>MAGMA GmbH / MAGMAacademy</b> Kackertstraße 11 52072 Aachen Tel.: +49 241/88901-99 academy@magmasoft.de www.magmaacademy.de	<b>Sie sind Führungskraft in einer Gießerei, Gussabnehmer oder Mitarbeiter aus Konstruktion, Qualität oder Einkauf?</b> Die Seminare der MAGMAacademy bieten Ihnen • fundiertes Werkstoff- und Prozesswissen rund um das Thema Guss • Wissen über systematische Gießprozess-Simulation • Autonomes Engineering • Unterstützung bei der Entwicklung robuster Gussprodukte und -prozesse Auf Anfrage führen wir <b>Seminare auch vor Ort</b> durch. Sprechen Sie uns an!	<b>Seminare in Aachen</b> • Simulation of Cast Iron – <b>28.11.</b>  <b>Ihre Ansprechpartnerin:</b> Malaika Heidenreich
60000		<b>Engineering System International GmbH</b> Siemensstr. 12 63263 Neu-Isenburg Tel.: 06102 / 2067-0 Fax: 06102 / 2067-111 E-Mail: info@esigmbh.de Internet: www.esi-group.com	<b>SMART VIRTUAL PROTOTYPING</b> ESI Group ist Vorreiter und weltweit führender Anbieter von Virtual Prototyping Software-Lösungen sowie Engineering-Dienstleistungen für die gesamte Fertigungsindustrie. Treffen Sie unsere Experten in den kommenden Wochen auf folgenden Veranstaltungen: • <b>Carhs - Human Modeling and Simulation</b> – ESI Vortag, 18.-19.10., Berlin • <b>VirtualCarBody 2018</b> – Stand 4 + Vortrag 23.-24.10., Bad Nauheim • <b>6. OpenFOAM User Conference</b> , 23.-25.10., Hamburg	<b>Ihr Ansprechpartner:</b> Egon.Wiedekind @esi-group.com  <b>Weitere Veranstaltungen:</b> <a href="http://www.esi-group.com/events">www.esi-group.com/events</a>

+++ Seminare & Schulungen +++ Seminare & Schulungen +++ Seminare & Schulungen +++ Seminare & Schulungen +++ Seminare & Schulungen +++

PLZ	Anbieter	Firma/Anschrift	Schwerpunkte	Termine
80000		<b>Software Factory GmbH</b> Parkring 57-59 85748 Garching bei München Tel.: 089 / 323 501-10 Fax: 089 / 323 501-53 E-Mail: cad@sf.com Internet: www.sf.com	Workshops, Seminare und Consulting zu folgenden Themen: <ul style="list-style-type: none"> <li>• Software-Entwicklung mit TOOLKIT, OTK und J-Link für Creo Parametric</li> <li>• Anpassungen von Windchill</li> <li>• Wandstärkenprüfung in Creo Parametric mit WALLCHECK</li> <li>• Windchill FlexPLM Schulungen</li> <li>• IoT- Plattform ThingWorx</li> </ul> <b>SOFTWARE FACTORY - YOUR PARTNER FOR DIGITAL TRANSFORMATION</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Entwicklerworkshop TOOLKIT</li> <li>• JLink Entwicklerworkshop</li> <li>• Workshop Windchill Customization</li> <li>• Inhouse Workshops</li> <li>• „IoT“ - Hands on Workshop</li> </ul> Infos auf <a href="http://www.sf.com">www.sf.com</a> oder per Email an <a href="mailto:cad@sf.com">cad@sf.com</a>
CH		<b>KISSsoft AG</b> Rosengartenstrasse 6 8608 Bubikon Schweiz Tel.: +41 55 254 20 50 Fax: +41 55 254 20 51 E-Mail: info@KISSsoft.AG Internet: www.KISSsoft.AG	Die KISSsoft AG stellt Maschinenbau-Berechnungsprogramme für die <b>Nachrechnung, Optimierung und Auslegung von Maschinenelementen</b> (Zahnräder, Wellen, Lager, Schrauben, Federn, Passfedern, Presssitze und andere) her. KISSsoft bietet <b>auf der Grundlage von internationalen Berechnungsstandards</b> (ISO, DIN, AGMA, FKM, VDI etc.) weitgehende Optimierungsmöglichkeiten. Die Anwendung erstreckt sich vom einfachen Maschinenelement bis zur automatischen Auslegung von kompletten Getrieben. <b>Schnittstellen zu allen wichtigen CADs</b> runden dieses Angebot ab.	<b>25.-26.10.</b> Spezialschulung: Kegel- und Hypoidradberechnung <b>30.-31.10. + 01.11.</b> Spezialschulung: Tragbildanalyse bei Stirnrädern, Kegelrädern und Planetengetrieben + Workshop 2-teilig <b>Infos und Anmeldung <a href="http://www.KISSsoft.AG">www.KISSsoft.AG</a></b>
00000-99999		<b>DSC Software AG</b> Am Sandfeld 17 76149 Karlsruhe Tel.: 07 21/ 97 74-1 00 Fax: 07 21/ 97 74-1 01 E-Mail: info@dscsag.com Internet: www.dscsag.com	<b>„Fascination with Integration“</b> Genau das treibt DSC an und auch Sie können es erleben: Mit Lösungen, die den SAP-Einsatz im technischen Umfeld maximal einfach und profitabel machen. SAP Engineering Control Center integriert MCAD/ECAD in SAP PLM und ermöglicht, Dokumente aller Art spielend in SAP zu verwalten. Factory Control Center bindet CAM, Toolmanagement und Fertigungsplanung ein. So gehen Engineering und Produktion Hand in Hand. Nicht umsonst setzen verschiedenste Industrieunternehmen weltweit auf das Know-how der Karlsruher Integrationsexperten – seit über 30 Jahren.	<b>Sie möchten „Fascination with Integration“ live erleben?</b> Dann nutzen Sie einfach einen individuellen Infotag, Messe-Präsentationen und Orientierungs-Workshops. Aktuelle Veranstaltungstermine finden Sie auf <a href="http://www.dscsag.de">www.dscsag.de</a> .
40000		<b>AutoForm Engineering Deutschland GmbH</b> Josef-von Fraunhofer-Str. 13A 44227 Dortmund Tel.: +49 231 9742-320 Fax: +49 231 9742-322 E-Mail: info@autoform.de <a href="http://www.autoform.com">www.autoform.com</a>	Erweitern Sie Ihr Know-how bei einem unserer Workshops: <b>AutoForm-Sigma<sup>plus</sup> R7</b> Das Ziel des Workshops ist die Einführung in das selbständige Aufsetzen einfacher Parameterstudien und die Auswertung der Ergebnisse. <b>AutoForm-ProcessDesigner<sup>for</sup>CATIA</b> Das Ziel des Workshops ist das Kennenlernen des Funktionsumfangs und der Vorteile. <b>Kosten- und Wertanalyse von Blechteilen mit AutoForm-ProcessPlanner<sup>plus</sup></b> Das Ziel des Workshops ist die Vermittlung einer systematischen, softwaregestützten Methodik für typische Aufgaben von Kostenplanern und Wertanalysten.	Die Workshops finden in unseren drei Büros statt. Weitere Details finden Sie unter <a href="https://www.autoform.com/de/aktuelles/events/">https://www.autoform.com/de/aktuelles/events/</a>  • EuroBLECH 2018, 23.-26.10., Hannover
70000		<b>FARO Europe GmbH &amp; Co.KG</b> Lingwiesenstraße 11/2 70825 Korntal-Münchingen Tel.: +49 (0)7150 9797 – 205 Fax: +49 (0)7150 9797 -9477 info.emea@faro.com <a href="http://www.faro.com">www.faro.com</a>	Entdecken Sie unsere zwei neuen Produkthighlights: Beschleunigen Sie Ihre Scan- und Messvorgänge mit dem neuen <b>FARO® 8-Achsen-System</b> . Dieses System integriert eine funktionale, aber physisch getrennte 8. Achse mit dem FaroArm und ermöglicht so die Drehung von Messobjekten in Echtzeit. Der neue FARO Laser Projector <b>Tracer SI</b> überprüft das Vorhandensein oder Nicht-Vorhandensein von Merkmalen, Objekten und unerwünschten Objekten während des gesamten Montageprozesses mithilfe der Verwendung modernster Laserbildgebung.	Besuchen Sie FARO auf der <b>Fakuma</b> , 16.-20.10., Messe Friedrichshafen, Halle FO – Stand FO-07. oder auch auf der <b>Motek</b> , 08.-11-10., Messe Stuttgart, Halle 7 – Stand 7313 <a href="https://factory-metrology.faro.com/de/">https://factory-metrology.faro.com/de/</a>
90000		<b>encee CAD/CAM Systeme GmbH</b> Falkenstraße 4 92245 Kümmersbruck Tel.: 0 96 21 / 78 29 - 0 E-Mail: <a href="mailto:vertrieb@encee.de">vertrieb@encee.de</a> Web: <a href="http://www.encee.de">www.encee.de</a>	Um Anwendern und dem Fachpublikum den <b>3D-Metalldruck</b> mit dem Studio-System von Desktop Metal hautnah zu präsentieren, geht die encee CAD/CAM Systeme GmbH auf Deutschlandtour. Im Folgenden finden Sie für die Terminkalender ihrer Publikation weitere Informationen zu den Veranstaltungen. Auf den Stationen der Deutschlandtour stellen Fachreferenten das Drucksystem von Desktop Metal vor und erläutern anhand von Musterteilen die unterschiedlichen Anwendungsbereiche. Experten präsentieren konkrete Fallbeispiele von Endkunden und weisen die Teilnehmer in die 3D- Drucktechnologie ein.	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 23. Oktober in Leipzig</li> <li>• 24. Oktober in Ingolstadt</li> </ul> Weitere Informationen zur Veranstaltung und der Anmeldung finden Sie unter <a href="http://encee.de/unternehmen/veranstaltungen">http://encee.de/unternehmen/veranstaltungen</a> .

+++ Seminare & Schulungen +++

+++

Roadshows & Marketing +++

+++

Roadshows & Marketing +++

+++

Roadshows & Marketing +++

# Simulations- GETRIEBEN

Ein Paradigmenwechsel steht an: Bis dato galt Simulation in vielen Bereichen häufig eher als virtueller Test denn als echtes Gestaltungswerkzeug. Sich ändernde Arbeits- und Produktionswelten, kürzere Entwicklungszyklen sowie immer umfassendere Simulationsmöglichkeiten treiben den Einsatz voran.

› von Mirko Bromberger

**D**ie Arbeitswelten von Designern, Konstrukteuren und Fertigungsexperten haben sich im Laufe der Zeit zunehmend spezialisiert, wobei die immer höheren Ansprüche in allen Bereichen ein ausgeprägtes Fachwissen erfordern. Diese Spezialisierung der Bereiche hat eine zunehmende Beschränkung auf das jeweils eigene Metier zur Folge.

Zudem führt eine stärkere Auslagerung von Fertigungsaufgaben in vielen Industrien dazu, dass Konstruktions- und Fertigungsaspekte nicht nur in unterschiedlichen Teams oder Abteilungen diskutiert werden, sondern das Know-how zum Teil auch über die Grenzen eines Unternehmens hinweg in verschiedenen Firmen entlang der Wertschöpfungs- und Zulieferkette verteilt ist. So fehlt gerade in der Konzeptphase dem Industriedesigner oft der

Konstrukteur oder dem Konstrukteur der Fertigungsspezialist als Sparringspartner, um Machbarkeiten abzusichern.

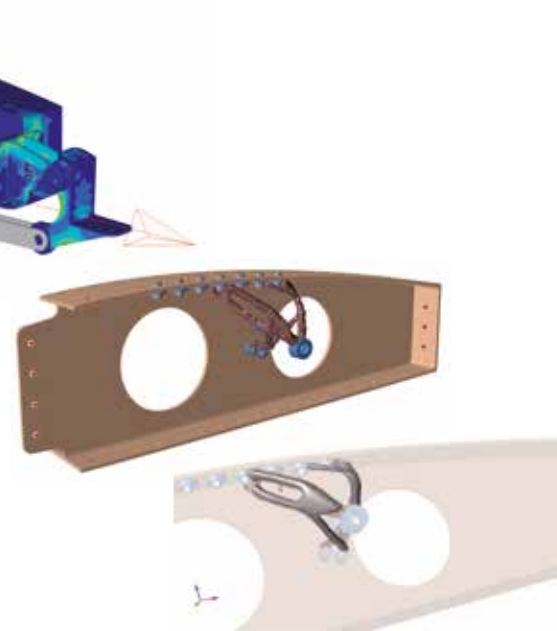
Durch die Konzentration auf das eigene Metier wird die abteilungsübergreifende Kommunikation erschwert, was wiederum den Informationsaustausch und Erkenntnisgewinn beeinträchtigt. In der Konsequenz werden detaillierte Fertigungsaspekte oft erst sehr spät, also nachdem Konzepte bereits in die Konstruktion überführt wurden, berücksichtigt und vorhandene Potenziale hinsichtlich Leistungsfähigkeit und Wirtschaftlichkeit nicht in vollem Umfang erschlossen.

## Konventionelles Design oft Kompromisslösung

Auf Grund von Fertigungsanforderungen können eventuell nötige Änderungen der Konstruktion so nur mit Verspätung und damit zu höheren Kosten umgesetzt werden. Das in einem solchen Prozess entstandene Produkt ist daher oft eine Kompromisslösung und wird den gesteckten Zielen der Hersteller nicht immer gerecht. Für die Hersteller stehen meist folgende Ziele im Vordergrund: Die Produkte müssen ...

- › gewichts-, material- und kosteneffizient,
- › leistungsstark und ausfallsicher,
- › ohne Defekte, also mit einem geringen Fertigungsausschuss, herstellbar sein.

Um diese und andere Entwicklungsziele zu erreichen, ist bereits in der Konzeptphase eine enge Zusammenarbeit oder zumindest ein tieferes Verständnis für nachgelagerte Prozesse unerlässlich. Indem schon zu einem frühen Zeitpunkt ein Bewusstsein für die Anforderungen, Möglichkeiten, aber auch Einschränkungen der anderen Disziplinen geschaffen wird, gelangt man schneller zu ausgereiften Konzepten.



In der frühen Entwicklungsphase lassen sich schnell neue Entwürfe hinsichtlich Funktion und Herstellbarkeit durchspielen. Beim Beispiel einer Aktuator-Konsole einmal in einer direkt 3D-gedruckten Variante und in einer Gussvariante mit Form aus dem 3D-Drucker.

Bilder: Altair

## Mit neuen Tools zum Ziel

Zusätzlich zu den bereits genannten Entwicklungs Herausforderungen wird der Druck auf die Entwicklungsabteilungen durch immer kürzere Zeitfenster, neue regulatorische Vorgaben und wachsendes Umweltbewusstsein der Kunden verstärkt. Um auf diese steigenden Effizianz Anforderungen adäquat reagieren zu können, müssen Unternehmen ihre Innovationskraft stärken und sowohl Entwicklungsabläufe als auch Werkzeuge den neuen Gegebenheiten anpassen.

Gelingen kann dies beispielsweise mit innovativen Softwarewerkzeugen wie Altair Inspire. Dank dieser neuen Softwareplattform wird die Simulation bereits in der frühen Phase des Entwicklungsprozesses zu einem Gestaltungswerkzeug.

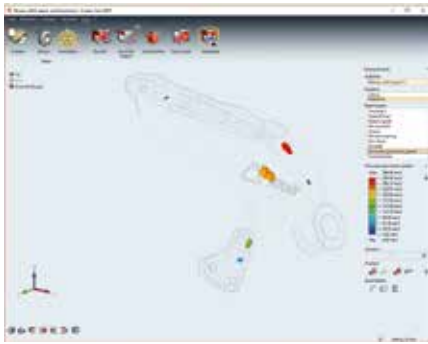
Mit Altair Inspire gelangen Ingenieure innerhalb kürzester Zeit zu Entwürfen, die in Funktion und Herstellbarkeit abgesichert sind. Das umfasst die Erstellung und Berechnung effizienter Entwürfe genauso wie schnelle, einfache und robuste Fertigungssimulationen, unter anderem für Guss, Blechumformung für Ein- und Mehrschrittverfahren und Strangpressen für industrielle Anwendungen in einer Software-Umgebung.

## Beispiel: Gießen oder drucken?

Wie die Plattform Altair Inspire den Entwicklungsprozess beschleunigen kann, zeigt sich am Beispiel einer Aktuator-Kon-



Konventionelles Design (oben) gegenüber dem simulationsgetriebenen Design (unten).



Identifizieren der Porosität mit einer Gussimulation in Inspire Cast.

sole. Traditionell ist der Ausgangspunkt in der Entwicklung hierbei ein CAD-Modell, das in mehreren Iterationsschleifen zwischen Konstruktions- und Berechnungsabteilung untersucht und verbessert wird, bis ein validiertes Modell vorliegt, das erst anschließend auf seine Herstellbarkeit hin geprüft wird.

Legt man die gleiche Halterung mit einer Plattform wie Altair Inspire aus, kann bereits vor dem ersten Geometrieentwurf eine Topologieoptimierung zur struktureffizienten Gestaltungsfindung durchgeführt werden. Hierbei werden zunächst der Bauraum, die Lasten, allgemeine Ziele wie maximale Steifigkeit oder minimaler Materialeinsatz und gegebenenfalls bereits bekannte Fertigungsrandbedingungen festgelegt.

Für die Auslegung einer Kinematik, über die auch beispielsweise dynamische Lasten unter Bewegung ermittelt werden können, steht das Motion-Modul von Altair Inspire bereit. Anhand dieser Vorgaben kann eine optimale Form ermittelt werden. Da sich der Wert einer Topologie-Optimierung dabei stets an der industriellen Umsetzbarkeit der Ergebnisse misst, ist es wichtig, dass eine Software wie Inspire bereits für die Auslegung eine umfangreiche Auswahl an Randbedingungen für die am häufigsten eingesetzten Fertigungsmethoden berücksichtigen kann.

Im Anschluss an die lastgerechte Formfindung mittels Topologie-Optimierung kann – ebenfalls in Altair Inspire – eine FE-Analyse zur Überprüfung der ermittelten Struktur erfolgen. Außerdem können zusätzliche Optimierungsmethoden wie Topographie- oder Parameteroptimierung zum Einsatz kommen.

Das Bauteil ist vom 13. bis 16. November in Frankfurt am Main auf der formnext 2018 bei der Arbeitsgemeinschaft Additive Manufacturing des VDMA im **Foyer der Halle 4.1** als Beispiel für die additive Fertigungskette zu sehen. Altair präsentiert seine Lösungen rund um den Designprozess in **Halle 3.1, Stand F70**.

## Die Fertigung im Blick

Um die Herstellbarkeit abzusichern, können verschiedene Fertigungsrandbedingungen berücksichtigt werden. Beispielhaft wird im Folgenden der Auslegungs- beziehungsweise Fertigungssimulationsprozess für eine Fertigung im Metall-3D-Druck-Pulverbettverfahren und als Gussbauteil mit 3D-gedruckter verlorener Form betrachtet.

Soll die Halterung direkt 3D-gedrukt werden, kann der Anwender mit Altair Inspire beispielsweise die optimale Druckausrichtung finden, um unnötige Stützstrukturen zu vermeiden. Fällt die Wahl der Fertigungsmethode auf den Guss, können die Ingenieure die Herstellbarkeit im Guss mit Inspire Cast prüfen und das Bauteil optimieren, um so Lunker und Porositäten zu vermeiden.

Ein großer Vorteil ist hier, dass sämtliche Schritte – von der Lastermittlung über die Konzeptfindung, die geometrische Umsetzung bis hin zur strukturmechanischen und fertigungstechnischen Absicherung – in nur einer Umgebung stattfinden, so dass etliche Iterationsschleifen zwischen Konstruktion und Fertigung eingespart werden können.

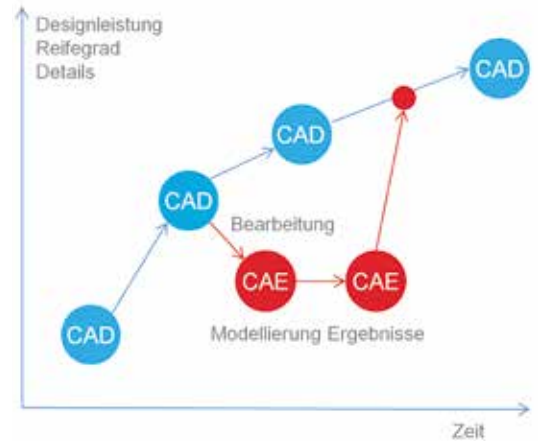
Darüber hinaus kann Inspire Cast am Ende der Designphase zum Einsatz kommen, um den Füllprozess und den Erstarrungsvorgang exakt zu simulieren. Es ermöglicht so die Auswahl der effizientesten Produktionsmethode und die Optimierung der Fertigung. Das wiederum reduziert den

Energie- und Materialverbrauch und verkürzt den Gesamtprozess erheblich. Im vorliegenden Fall wurde das Bauteil zum einen 3D-gedrukt und zum anderen über eine 3D-gedruckte verlorene Form gegossen. Dabei profitieren beide Verfahren von der großen Designfreiheit des 3D-Drucks und ermöglichen

so mittels Topologie-Optimierung eine struktur- und materialeffiziente Auslegung, die bereits in der Konzeptphase Fertigungsrandbedingungen berücksichtigt.

## Innovation und Flexibilität

Eine Änderung bestehender Entwicklungsprozesse ist immer mit einem gewissen Aufwand verbunden. Wird Simulation jedoch als Gestaltungswerkzeug und schon sehr früh im Entwicklungsprozess einge-



Viele Iterationen in hohem Takt: Der simulationsgetriebene Prozess als Innovationsmotor.

setzt, bietet sie ein enormes Potenzial, schnellere, flexiblere und insbesondere kostengünstigere Prozesse zu etablieren und nicht zuletzt wettbewerbsfähige Produkte zu entwickeln. Altair Inspire unterstützt diesen Ansatz durch die Einbindung verschiedener Simulationsdisziplinen und der möglichen Berücksichtigung vieler unterschiedlicher Fertigungsrandbedingungen in einer Softwareplattform, die darüber hinaus dank ihrer intuitiven Benutzeroberfläche einfach zu erlernen ist.

Der Einsatz von Simulation als Gestaltungswerkzeug bietet maximalen Raum für Innovation und schafft eine abteilungsübergreifende Plattform für Designer, Konstrukteure und Berechnungsingenieure. Altair Inspire versetzt den Anwender so in die Lage, Schritt für Schritt und unter Berücksichtigung der eingegebenen Vorgaben einen Entwurf zu produzieren, der bereits hinsichtlich seiner Struktur, Kinematik und der gewünschten Fertigungsmethode optimiert und validiert wurde. Und all dies innerhalb einer einzigen Softwareplattform. **JB1** ◀

**Mirko Bromberger** ist Director Marketing Strategy bei Altair.

# Strömungsbedingte Akustik in RAKETENSYSTEMEN

Die Verbrennungsinstabilität in Feststoffraketenmotoren und Flüssigtreibstofftriebwerken ist für Konstrukteure nach wie vor eine große Herausforderung. Die Anwendung eines hochauflösenden Modellierungsansatzes und die multiphysikalische Analyse bieten einen tieferen Einblick in den Vorgang und ermöglicht bessere Vorhersagen.

› von Sean R. Fischbach



Raketensysteme sind starken Druck-, Geschwindigkeits- und Temperaturschwankungen ausgesetzt.

Bild: NASA

Vor kurzem wurde in einem Projekt ein Ansatz zur Berücksichtigung der Düsenedämpfung mit Effekten auf die mittlere Strömung von J. C. French<sup>1</sup> implementiert, der die ursprüngliche Arbeit von Sigman und Zinn<sup>2</sup> durch die Lösung der Gleichung des akustischen Geschwindigkeitspotenzials (Acoustic Velocity Potential Equation, AVPE) erweitert.

## Modellieren der Gasdynamik in der Kammer

Die neuesten theoretischen Modelle für oszillierende Störungen in Hochgeschwindigkeitsströmungen erfordern eine präzise Bestimmung der akustischen Eigenmoden der Kammer. Voraussetzung dafür ist jedoch eine Simulation der Eigenschaften der mittleren Strömung in der Brennkammer. Die Software von Comsol Multiphysics bietet eine Plattform, mit der sowohl die Gasdynamik in der Kammer als auch die interne Akustik simuliert werden kann. Das Finite-Elemente-Softwarepaket umfasst neben einem allgemeinen mathematischen Interface zahlreiche vordefinierte physikalische Phänomene.

Die hier gezeigte Studie nutzt die FE-Umgebung von Comsol, um die stationären Strömungsfeldparameter eines Flüssigtreibstofftriebwerkes zu modellieren. Dabei wurde das „High Mach Number Laminar Flow Physics Interface“ verwendet, das die vollständig kompressiblen Navier-Stokes-Gleichungen für ein ideales Gas in Kombination mit den Gleichungen für Energie- und Massenerhaltung nutzt.

Viele Raketensysteme sind starken Druck-, Geschwindigkeits- und Temperaturschwankungen ausgesetzt, die ihren Ursprung in den komplexen Interaktionen zwischen dem Verbrennungsprozess und der Gasdynamik haben. Große Schwingungsamplituden können zu Schäden der Einspritzdüsen, einem Leistungsverlust der Rakete oder zu beschädigter Nutzlast führen und können die Mission beeinträchtigen oder sogar gefährden.

Während der frühen Entwicklungsphase eines Raketenantriebs waren die Wissenschaftler und Ingenieure auf die zugrundeliegenden physikalischen Erkenntnisse angewiesen, die sie über Messungen am Vibrationsprüfstand, Beobachtungen der Fluktuationen der Abgasfahne und die bei Instabilitäten auftretende Akustik erhielten. Die Forschungspioniere der Verbrennungsinstabilität konzentrierten sich daher auf die Modellierung der akustischen Wellen innerhalb der Brennkammer.

Da die gemessenen Frequenzen der Schwingungen häufig sehr gut mit den normalen akustischen Modi der Brennkammer übereinstimmen, ist die Fokus auf die Akustik ein logischer Schritt. Dies vernachlässigt jedoch die Einflüsse von rotatorischen und thermischen Wellen, die als direkte Auswirkung oder zumindest als eng gekoppelt mit der akustischen Welle zu betrachten sind. Eine globale, energiebasierende Bewertung führt zu einer Beschreibung der Schwankungen bei der Verbrennungsinstabilität.

Neueste Fortschritte bei der energiebasierenden Modellierung erfordern eine genaue Bestimmung der akustischen Frequenzen und Eigenschwingungsformen. Von besonderem Interesse sind dabei die akustischen Interaktionen mit der mittleren Strömung innerhalb der Düsenverengung des Raketentriebwerkes. Der Ausstoß unregelmäßiger Energie durch eine Raketendüse erwies sich als primäre Quelle akustischer Dämpfung bei den meisten Raketensystemen.

<sup>1</sup> J. C. French, Nozzle Acoustic Dynamics and Stability Modeling, Vol. 27, Journal of Propulsion and Power, 2011.

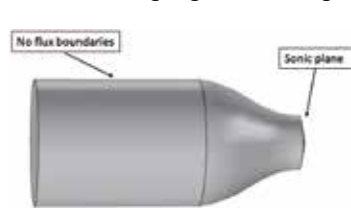
<sup>2</sup> R. K. Sigman and B. T. Zinn, A Finite Element Approach for Predicting Nozzle Admittances, Vol. 88, Journal of Sound and Vibration, 1983, S. 117-131.

Um den Einfluss von heißem Gas aufgrund des verbrennenden Treibstoffes zu berücksichtigen, wird die Frontplatte der Einlassdüse mit einer einheitlichen Einlassströmung modelliert. Alle anderen starren Randbereiche werden mit der „Slip Boundary Condition“ und die Auslassenebene mit der hybriden Auslassströmungsbedingung modelliert, wodurch sowohl Unter- als auch Überschallströmungen unterstützt werden.

Die Parameter der mittleren Strömung, wie Druck, Dichte, Geschwindigkeit und Schallgeschwindigkeit werden zur Modellierung der AVPE benötigt, wobei die Werte in der Düsenverengung, im Bereich der akustischen Drosselenebene, von besonderem Interesse sind. Die akustische Ebene (Machzahl 1) erzeugt eine akustische Barriere in der Strömung. Für eine akustische Analyse mit genauer Geometrie wird die akustische Ebene aus der Analyse der mittleren Strömung extrahiert.

### Modellierung der Kammerakustik

Das Interface „Coefficient Form PDE (Partial Differential Equation)“ von Comsol Multiphysics bestimmt die komplexen Eigenwerte der AVPE. Die Terme zur mittleren Strömung in der AVPE werden von der Lösung zur Berechnung der mittleren Strömung geliefert. Die Gasdynamik in der Brennkammer spielt eine Schlüsselrolle bei der Definition der Randbedingungen für die akustische Analyse. Innerhalb der Verengung und Weitung der Raketendüse steigen die Gradienten des Kammerdrucks, der Geschwindigkeit und der Dichte an der akustischen Ebene (Machzahl 1) theoretisch ins Unendliche. Nach der akustischen Ebene werden akustische Störungen mit der mittleren Strömung bei Geschwindigkeiten oberhalb der Schallgeschwindigkeit transportiert.



Übersicht über die Geometrie mit Randbedingungen für die akustische Analyse.

Dies verhindert, dass sich Störungen nach der akustischen Ebene gegen die Strömungsrichtung ausbreiten. Die Verengung der Düse ist akustisch neutral und hat keinen Einfluss auf die Kammerakustik. Die Simulationsgeometrie wird an der akustischen Linie der Düse abgeschnitten, an der sich die Null-Fluss-Randbedingung selbst genügt. Die verbleibenden Ränder werden mit der Null-Fluss-Bedingung unter der Annahme modelliert, dass auf den Oberflächen keine akustische Absorption stattfindet.

Die Eigenwertanalyse ermittelt komplexe Eigenmoden und Eigenwerte, die jede akustische Mode und ihren komplexen konjugierten Anteil repräsentiert. Der Realanteil der komplexen Eigenwerte repräsentiert die temporale Dämpfung der akustischen Mode, der imaginäre Anteil definiert die Oszillationsfrequenz. Die komplexen Eigenvektoren stellen die räumliche Amplitude und die Phasenlage der akustischen Welle dar.

### Genauere Ergebnisse der Eigenform

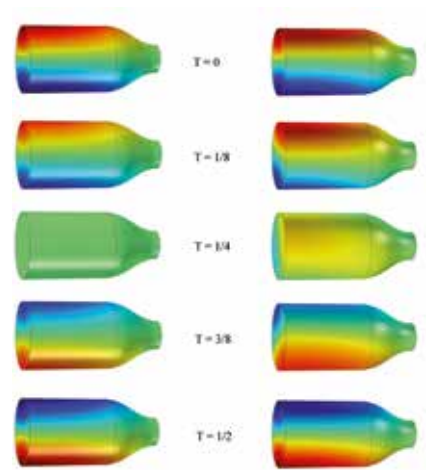
Der Vergleich der akustischen homogenen Wellengleichung (Helmholtz-Gleichung) mit den durch die AVPE abgeleiteten Eigenformen zeigt die Vorteile der höher auflösenden Modelle. Die Berücksichtigung von Termen der mittleren Strömung ermöglicht die Modellierung der Phasenverschiebung. Die Phasenlage ist dabei äußerst wichtig, da die Modelle zur Verbrennungsinstabilität die temporäre und räumliche Integration der akustischen Eigenvektoren nutzen.

Der Einsatz von Comsol Multiphysics bei der Simulation der Gasdynamik in Raketentriebwerken und die Verwendung akustischer Modi bieten genauere Ergebnisse der Eigenform als bisher. Die höher auflösende akustische Beschreibung kann einfach in Modelle zur Verbrennungsinstabilität eingearbeitet werden. Dämpfungselemente, wie Schallwände, oder Veränderungen in den Betriebsbedingungen lassen sich damit bereits vor dem physikalischen Test exakt modellieren.

Eine noch vollständigere Beschreibung der Verbrennungsinstabilität umfasst auch rotatorische Schwingungen und thermische Schwankungen im Zusammenhang mit der Kammerakustik. Rotatorische Schwingungen treten als direktes Ergebnis der akustischen Schwingung auf, während thermische Wellen in Abwesenheit akustischer Schwankungen vorhanden sein können. Weiterführende Arbeiten mit Comsol Multiphysics werden die Lösung von viskosen rotatorischen Wellen behandeln.

SG ◀

Sean R. Fischbach ist tätig beim Marshall Space Flight Center/ Jacobs ESSA Group in Huntsville/USA.



Vergleich des tangentialen Eigenmodus, der mit der homogenen Wellengleichung (links) berechnet wurde und die AVPE (rechts) bei einer halben Schwingungsperiode (T).

# XING

Industrie 4.0, IoT, ziehen mit großen Schritten in die Produktion ein. Betriebs-, Produktions- und Fertigungsleiter beschäftigen sich immer öfter mit IT-Themen. Dies gilt auch für Xing, hier informieren sich bereits über **7.000 Fachleute** über die Trends in der Fertigungsindustrie.

**Digital Manufacturing - Bestens informiert via Print, ePaper, Online und Social Media**

# 3D-DRUCK-EXPERTEN geben Antworten

Der 3D-Druck zeigt in immer mehr Anwendungen sein Potenzial. Wir haben Experten für die additive Fertigung danach gefragt, wo die aktuellen Trends liegen und nicht zuletzt, wie Anwender ob des unübersichtlich wachsende Marktes zur geeigneten Lösung kommen. Hier die Ergebnisse.

## FRAGEN AN DIE EXPERTEN:

1. Was sind die aktuell wichtigsten Trends im 3D-Druck?
2. 3D-Druck beeinflusst ja mehr oder weniger jede Industriesparte. Wo sehen Sie aktuell das größte Potenzial?
3. Anbieter- und technologieeitig wächst der 3D-Druck-Markt zusehends – das ist gut für den Anwender – doch wie findet er zum für ihn geeigneten Verfahren und zur konkreten Anlage?



**Markus Brandl**

LEITER PRODUKTMANAGEMENT BEI ENCEE

**1.** Der wichtigste Trend ist aktuell das Herstellen von High-Performance-Bauteilen mit industrieller Reproduzierbarkeit. Viele Anbieter können oftmals jedes Material „drucken“. Jedoch werden oft sehr viele Anläufe benötigt, um nur ansatzweise eine Reproduzierbarkeit und/oder Qualität zu erzeugen.

**2.** Großes Potenzial bieten jene Branchen, die hochkomplexe Bauteile in geringer Stückzahl benötigen. Viele unserer Kunden ersparen sich durch den 3D-Druck hohe Werkzeugkosten und reduzieren die Time-to-Market drastisch.

**3.** Es ist wichtig, die Prozesse und aktuellen Herstellungsverfahren des Anwenders genau zu durchleuchten. In unserem Technikum Eence Benchmark & Applications Center (EBMAC) werden die Anforderungen der Kunden exakt mit unserem Leis-

tungsspektrum verglichen und ein maßgeschneiderter Vorschlag unterbreitet.



**Vinu Vijayan**

BUSINESS DEVELOPMENT MANAGER BEI EOS

**1.** Die wohl wichtigste Entwicklung ist das sich ändernde Einsatzfeld des industriellen 3D-Drucks: Die Technologie hat einen Reifegrad erreicht, mit dem Bauteile in Serie herstellbar sind. Das zeigt sich zum einen an den Maschinen. Die EOS M 300-4 wie auch die EOS P 500 sind ganz klar auf hohe Produktivität, reproduzierbare Teilequalität, Modularität sowie Automatisierung und Integration ausgelegt. Außerdem hilft die digitale Vernetzung von konventionellen und additiven Technologien, Qualität und Kosten weiter zu optimieren.

**2.** Gerade mit Blick auf den Serieneinsatz ist die aktuelle Zusammenarbeit von EOS und Airbus Helicopters wegweisend. So plant Airbus Helicopters die additive Fertigung von flugkritischen Bauteilen. Konkret geht es um Verriegelungswellen für die Türen des Passagierflugzeugs A350. Das additive Bauteil ist um 45 Prozent leichter und um 25 Prozent günstiger in der Herstellung als das traditionell gefertigte Ebenbild. Die Qualifizierung soll Ende 2018 erfolgen, die Serienfertigung beginnt Anfang 2019 und 2020 sollen die ersten Bauteile zum Einsatz kommen.

**3.** Entscheidend ist, von der Anwendung her zu denken: Was muss das Bauteil leisten, wo wird es eingesetzt? Daraus ergibt sich das Anforderungsprofil an die Technologie. Für eine Serienfertigung sind Pulverbettverfahren bezüglich Bauteilkosten, Geschwindigkeit und Reproduzierbarkeit am besten geeignet. Das führende Pulverbettverfahren

wiederum ist das Laser-Sintern. Diese Technologie wird unter anderem von EOS angeboten. Wir haben die Entwicklung der Technologie wesentlich geprägt und treiben sie durch Neuentwicklungen stetig voran.



**Florian Bautz**

CEO VON GERMAN REPRAP

**1.** In der Zukunft werden Maschinen und Software für den 3D-Druck immer spezialisierter und anwendungsorientierter, um ganz spezifische Kunden- und Branchenanforderungen zu erfüllen. Das bedeutet im Umkehrschluss, dass die Produktionsunternehmen sich jetzt auf ihre Anwendungen konzentrieren sollten. Denn die Technologie ist da, aber es sind die Anwendungen, die den Wandel weiter vorantreiben. Ein Enabler ist beispielsweise unsere Liquid-Additive-Manufacturing-Technologie (LAM), die es ermöglicht, auch Silikone oder andere Flüssigkeiten, die bereits in Unternehmen zum Einsatz kommen, additive zu verarbeiten. [mehr zu LAM in Antwort 2]

**2.** Es ist beeindruckend, dass mittlerweile in nahezu jeder Branche 3D-Drucker zum Einsatz kommen – von der Automobilindustrie über Luft- und Raumfahrt bis in den medizinischen Bereich. Durch die additive Fertigung hat in einigen Unternehmen, etwa bei Airbus Helicopters, bereits ein Umdenken stattgefunden. Bei einem der letzten Anwendungsfälle wurde ein drei Meter langer Prototyp auf einer unserer Maschinen gefertigt, um etwa die Hälfte an Entwicklungskosten zu sparen. Ein großes Potential sehen wir auch in unserer neuen LAM-Technologie. Es handelt sich hier um einen echten Game Changer, denn die Materialien, die bereits in den Unternehmen



verarbeitet werden, können nun auch ganz einfach per 3D-Druck prozessiert werden. Ohne große Umstellung, mit den gleichen Eigenschaften. Komplexe Formen, die mit herkömmlichen Fertigungsmethoden nicht umsetzbar sind, sind so kein Problem mehr und das mit nahezu identischen Eigenschaften zum Spritzguss.

**3.** Der direkte Kontakt zu unseren Kunden und Industriepartnern ist uns besonders wichtig. Denn nur so können wir unser Know-how in Lösungen für unsere Kunden umsetzen und gemeinsam nach individuellen Lösungen suchen.



**Justine Schmitt**

ABTEILUNGSLEITUNG 3D  
BEI MEDACOM

**1.** Im Trend liegen vor allem schnellere, größere und leistungsfähigere Maschinen und die Nutzbarmachung neuer Materialien. Der Einstieg in die Serienproduktion mittels additiver Fertigung und die schnellere und kostengünstigere Ersatzteilversorgung sind wichtige Aspekte.

**2.** Auch wenn viele Branchen derzeit aufrüsten und sich für das Thema 3D-Druck interessieren und investieren, liegen die Sparten Automobilindustrie sowie Luft- und Raumfahrt nach wie vor vorne. Hier wurde früh erkannt, dass eine Investition in den Bereich 3D-Druck deutliche Vorteile schafft. Einige Schlagworte sind Zeiterparnis, Kostenreduzierung, Schnelligkeit, Unabhängigkeit, seriennahe Designprototypen, Kreativitätssteigerung, konstruktive Freiheit und Entlastung des hauseigenen Formenbaus. Das „Umdenken“ hat bereits stattgefunden, sodass der 3D-Druck häufig schon bei den ersten Ideen eingesetzt wird. Eine interessante Industriesparte mit viel Potential stellt auch die Medizintechnik dar. Hier fehlt es zum Teil noch an verfügbaren und zertifizierten Materialien für Haut- und Schleimhautkontakte.

**3.** Wir merken in unserer täglichen Arbeit, wie unterschiedlich die Anforderungen der einzelnen Interessenten sind. Meist kommen diese mit einer Anwendung zu uns, die sie gerne durch 3D-Druck optimieren möchten. Im Projektverlauf wird aber häufig klar, dass es noch viel mehr Potential

gibt, als zunächst gedacht. Unsere Mitarbeiter beraten gerne und gehen dabei auf die konkrete Anwendung und Wünsche ein. Wir empfehlen passende Systeme und nennen kompetente Ansprechpartner



**Daniel Cohn**

GESCHÄFTSFÜHRER  
VON PROTOLABS IN  
DEUTSCHLAND

**1.** Die Entwicklung im 3D-Druck geht rasant voran und unterstützt den Wandel zur modernen, automatisierten Produktion. Neue Materialien, die die Fertigung in immer mehr Einsatzbereichen ermöglichen, und die digitale Fertigung machen eine schnelle und reibungslose Produktion auch in großer Menge möglich.

**2.** Die additive On-Demand-Fertigung hat großes Potenzial, vor allem, wenn wir uns beispielsweise die Luft- oder Schifffahrt ansehen. Wenn während langer Reisezeiten der Bedarf an Ersatzteilen oder Werkzeugen steigt, können diese bereits von unterwegs aus angefragt werden und sind schon zum Einsatz bereit, wenn der Zielort erreicht wird. So können lange Warte- und Wartungszeiten auf ein Minimum reduziert und auch das Lieferkettenmanagement optimiert werden. Neue Materialien machen 3D-Druck darüber hinaus auch für den medizinischen Bereich immer interessanter. Auch hier können Teile on Demand hergestellt werden – und das in individueller Vielfalt.

**3.** Wichtig bei der Auswahl ist eine professionelle Beratung, bei der neben dem geeigneten Verfahren auch die Materialverwendung und eine eventuelle Nachbearbeitung besprochen werden. Um auch die Machbarkeit zu gewährleisten und die Prozesse möglichst schnell abzufertigen, bietet Protolabs ein Online-Angebots- und Fertigungssystem. Das bedeutet, dass die eigens entwickelte Software nach Upload einer CAD-Datei automatisch den Auftrag auf Machbarkeit prüft und anschließend sofort ein Angebot bereitstellt. Ist dieses bestätigt, wird der Produktionsprozess automatisiert angestoßen. Sollte es Probleme geben, steht ein Experte beratend zur Seite, der Verbesserungsvorschläge liefert oder gegebenenfalls ein geeigneteres Fertigungsverfahren vorschlägt.

## 3D-DRUCK, CNC-BEARBEITUNG, KUNSTSTOFF- SPRITZGUSS: WIR HABEN DIE SKALIERBARE TECHNOLOGIE

Versand von 3D-Druck,  
CNC-bearbeiteten  
und Spritzguss-Teilen  
schon ab 1 Tag.

Wir verstehen, wie wichtig der Schritt von der Konzeption zur Umsetzung ist. Daher bieten wir Ihnen belastbare, langlebige Metall und Kunststoffteile zur Prüfung der Passform und Funktionstests in einer auf Sie abgestimmten Zeit. Innerhalb kürzester Zeit halten Sie **3D-gedruckte, CNC-bearbeitete oder Kunststoff-Spritzgussteile** in den Händen.

 **PROTOLABS**  
Manufacturing. Accelerated.

[protolabs.de](https://www.protolabs.de)  
+49 (0) 89 90500222  
[customerservice@protolabs.de](mailto:customerservice@protolabs.de)

Interaktives Angebot inkl.  
Designanalyse



**FRAGEN AN DIE EXPERTEN:**

1. Was sind die aktuell wichtigsten Trends im 3D-Druck?
2. 3D-Druck beeinflusst ja mehr oder weniger jede Industriesparte. Wo sehen Sie aktuell das größte Potenzial?
3. Anbieter- und technologieeitig wächst der 3D-Druck-Markt zusehends – das ist gut für den Anwender – doch wie findet er zum für ihn geeigneten Verfahren und zur konkreten Anlage?



**Stefan Rös**  
MANAGER BUSINESS DEVELOPMENT BEI RICOH DEUTSCHLAND

1. Insbesondere im Kunststoffbereich werden stetig neue Kunststoffe für den 3D-Druck und dort speziell für den Bereich Selektives Laser Sintering (SLS) entwickelt. SLS-Teile können mehr und mehr die konventionellen Spritzgussformteile eins zu eins ersetzen. Für geringe Stückzahlen – und das nicht nur in der Prototypenphase – von 100 bis 200 Teilen sind SLS-Bauteile eine echte Alternative zu der bisherigen Produktion.
2. 3D-Druck hat in jeder Industriesparte ein hohes Potential, da neben den vielen verfügbaren Kunststoffen auch andere Materialien wie Metalle und Keramik – Titan beispielsweise – immer kostengünstiger auf einem 3D-Drucker gefertigt werden können. Ein Beispiel hierfür ist sicher die Automobilindustrie: Hier werden schon heute Sonderteile, die nur in kleinen Stückzahlen, etwa für Einsatzfahrzeuge der Feuerwehr und Polizei oder auch für Krankentransportfahrzeuge, benötigt werden, schon heute komplett auf unseren SLS-Anlagen in Polypropylen (PP) gefertigt. Damit sparen sich die Anwender die teure Fertigung von Spitzgussteilen beziehungsweise deren Formen.
3. Aus unserer Sicht wird der 3D-Druck auch für KMU immer wichtiger. Viele sind indes angesichts der entstehenden Investitionen etwas zurückhaltend. Die Vielzahl der verfügbaren Technologien und Anbieter sowie die fehlende Erfahrung im Umgang mit den neuen Fertigungsverfahren überfordern mitunter zusätzlich und erschweren die Entscheidung. Für genau diese Fälle haben wir als Technologieanbieter

ein besonderes Dienstleistungsangebot entwickelt. In unserem Ricoh RapidFab haben Anwender nicht nur die Möglichkeit, eigene Teile produzieren zu lassen. Sie erhalten dort auch Beratung zu den im Moment verfügbaren Technologien und – ebenfalls wichtig – zur Konstruktion von 3D-Druck-Bauteilen. Wenn es dann ausreichenden Bedarf im eigenen Unternehmen gibt und sich herauskristallisiert hat, welches die passende Technologie ist, kann schließlich gewinnbringend in einen eigenen 3D-Drucker investiert werden.



**Dr. Axel Schulz**  
CSO DER SLM SOLUTIONS GROUP AG

1. Einer der derzeit wichtigsten Trends im 3D-Druck ist die Serienfertigung funktionaler Bauteile. Viele unserer Kunden haben die Prototypenphase verlassen und gehen nun mit ihren Produkten in Serie. Zudem werden von unseren Kunden sinkende Stückkosten für auf additiven Fertigungsmaschinen produzierte Bauteile gefordert. Wir reagieren darauf mit einer kontinuierlichen Steigerung der Produktivität der Maschinen und das natürlich bei gleichbleibend hoher Bauteilqualität. Diese Faktoren führen zu einer hohen Maschinenverfügbarkeit im Sinne einer hohen OEE (Overall Equipment Effectiveness), was beispielsweise im Automotive-Bereich von entscheidender Bedeutung ist.
2. Die additive Fertigung ist besonders in der Luft- und Raumfahrt, der Automobilindustrie, dem Werkzeugbau, der Energieindustrie, dem Gesundheitswesen sowie in der Entwicklung und Forschung von großer Bedeutung. Das sind auch die Branchen, in denen unsere Kunden tätig sind. Alle Bereiche verzeichnen konstant hohe Wachstumsraten. Im Bereich der Luft- und Raumfahrt ist die Anwendung des 3D-Drucks bereits am weitesten vorangeschritten, wobei wir aber auch im Automotive-Sektor großes Wachstumspotenzial in der Zukunft sehen. Auch hier ist die Serienfertigung der Schlüssel zum Erfolg und immer mehr unserer Kunden produzieren auf unseren Maschinen hochkomplexe Bauteile in Serie.
3. Es gibt mittlerweile sehr viele Verfahren auf dem Markt, wobei jedes Verfahren Stär-

ken und Schwächen hat. Potentielle Anwender müssen bewerten, welchen Stellenwert Bauteilqualität und Produktivität für deren Prozesse und Produkte hat. Unsere Technologie zeichnet sich insbesondere durch eine hohe Bauteilqualität bei hohen Aufbautaten sowie durch eine hohe Replizierbarkeit und Stabilität des Bauprozesses aus. Diese Anforderungen sind essentiell für die Serienfertigung funktionaler Bauteile.



**Tobias King**  
DIRECTOR MARKETING & APPLICATIONS BEI VOXELJET

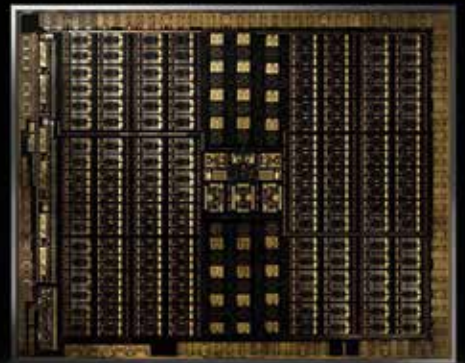
1. Eine wichtige Entwicklung ist sowohl der direkte Metall-3D-Druck als auch Verfahren, die mit Bindern arbeiten – das sogenannte „Binder Jetting“. Dieses bietet, was die Materialvielfalt anbelangt, deutliche Vorteile. Hinzu kommt die Nutzung von Materialien wie Keramik und neue Prozesse zur wirtschaftlicheren Verarbeitung von PA12 und schwierig verarbeitbaren Materialien wie TPU und PP. Ein großer Fokus liegt aktuell auf der Beschleunigung von Prozessen und der Automatisierung beispielsweise von Nachbearbeitungsprozessen.
2. Besonders Guss-, Automotive und Aerospace-Industrie bieten heute schon enorme Möglichkeiten, Material und Kosten über Topologie-Optimierung einzusparen. Aber auch aktuelle Nischenanwendungen bieten noch weitreichendes Potenzial. Ein gutes Beispiel ist die Bauindustrie. Hier gilt es, auf Herausforderungen wie den demographischen Wandel, Verstädterung und nachhaltiges Bauen zu reagieren.
3. Wir betreiben eines der größten Dienstleistungszentren für 3D-Druck in Deutschland. Dort können Anwender Bauteile bestellen und testen. Bei zunehmendem Einsatz von 3D-Druck-Bauteilen kommt irgendwann der Punkt, an dem es sich lohnt, in ein eigenes System zu investieren. Da es sich bei unseren Drucksystemen fast ausschließlich um Open-Source-Plattformen handelt, lassen sie sich in Kooperation mit dem Anwender an seine individuellen Materialien und Wünsche anpassen. Zudem sind wir an dem Joint Venture DSCS (Digital Supply Chain Solutions) beteiligt, das Interessierten hilft, Potenziale für den 3D-Druck in ihrer Produktion zu identifizieren. **JB |**



## NVIDIA QUADRO RTX

### DIE WELTWEIT ERSTE RAY TRACING GPU

Die von NVIDIA entwickelten, gebauten und getesteten Quadro® Desktop-Produkte sind die erste Wahl von Millionen kreativer und technischer Anwender. Ausgestattet mit den leistungsfähigsten Grafikprozessoren der Welt, großen Speicherkapazitäten, 8K-Display-Ausgängen, fortschrittlichen Funktionen für fotorealistentes Echtzeit-Rendering, KI-gestützten Workflows, VR-Umgebungen und mehr, ist Quadro so konzipiert, um professionelle Workflows zu beschleunigen. Optimierte, stabile Treiber, ISV-Zertifizierungen mit über 100 professionellen Anwendungen und Tools für das IT-Management sind nur einige der Vorteile von Quadro.



### TURING INNOVATIONEN

- ULTRASCHNELLER GDDR6 GRAFIKSPEICHER
- RT-KERNE FÜR ECHTZEIT RAY TRACING
- TENSORKERNE FÜR AI-BESCHLEUNIGUNG
- NEUER STREAMING-MULTIPROZESSOR
- CUDA FÜR SIMULATIONEN

	SPEICHER	MIT NVLINK	RAY TRACING	CUDA KERNE	TENSOR KERNE
<b>QUADRO RTX 5000</b>	16 GB	32 GB	6 GigaRays/sec	3,072	384
<b>QUADRO RTX 6000</b>	24 GB	48 GB	10 GigaRays/sec	4.608	576
<b>QUADRO RTX 8000</b>	48 GB	96 GB	10 GigaRays/sec	4,608	576

Erfahren Sie mehr unter [www.pny.eu](http://www.pny.eu)





Eine im 3D-Druck  
additiv gefertigte  
Hand.  
Bild: FabrikaSimf/  
Shutterstock.com

# Auf dem Weg zur **SERIENFERTIGUNG**

Die additive Fertigung und die dahinterstehende Technologie des 3D-Drucks sind an einem spannenden Punkt ihrer Entwicklung angelangt: Wurden 3D-Drucker bislang meist noch zur Herstellung von Prototypen eingesetzt, drängt die Branche nun mehr und mehr auch in Richtung Serienfertigung zur Herstellung von Funktionsbauteilen. TÜV SÜD begleitet Anbieter und Anwender der AM-Technologie auf dem Weg zur industriellen additiven Fertigung mit Dienstleistungen, Zertifizierungen, Trainings und digitalen Services. Wie das im Detail aussieht, verrät uns Gregor Reischle, Head of Additive Manufacturing bei TÜV SÜD.

**Digital Engineering Magazin (DEM): Herr Reischle, wo sehen Sie die additive Fertigung heute?**

**Gregor Reischle:** Additive Fertigungstechnologien gibt es bereits seit rund 30 Jahren. Richtig durchsetzen konnte sich die additive Fertigung bisher aber vor allem im Prototypenbau. Produktdesigner, die schnell einen Prototyp benötigen, können sich diesen über einen 3D-Drucker ausdrucken. Dadurch lässt sich die Entwicklungszeit verringern. Die Industrie erkennt aber mehr und mehr, dass man Additive Manufacturing (AM) auch für Endbauteile nutzen kann. Einige Branchen wie Medizintechnik

und Luft- und Raumfahrt nutzen die additive Fertigung bereits seit Jahren erfolgreich. Dabei handelt es sich aber meist um Leuchtturmprojekte, zum Beispiel um leichtere Bauteile für Flugzeuge. Dental- und Hörgerätehersteller setzen hingegen bereits verstärkt AM-Technologien ein. Dadurch hat sich die Lieferkette in diesen Industrien verändert. Dental-Labore können durch den 3D-Druck im gleichen Zeitraum viel mehr Patienten versorgen als früher.

**DEM: Was bedeutet das für die Entwicklung neuer Produkte, die mittels additiver Fertigung hergestellt werden?**

**Gregor Reischle:** Konstrukteure und Designer müssen bereits in der frühen Phase der Produktentwicklung die Möglichkeiten der additiven Fertigung berücksichtigen. Nur so lässt sich das große Potenzial dieser Herstellungsmethode nutzen. Viele Designer haben nämlich nicht gelernt, 3D-Druck-technisch zu denken. Konstrukteure müssen verstehen, welche neuen Designs die additive Fertigung ermöglicht, die sich mit konventionellen Fertigungsmethoden nicht realisieren ließen.

**DEM: Warum konnte sich die additive Fertigung als Produktionsverfahren in vielen**

**Branchen aber bisher nur schleppend durchsetzen?**

**Gregor Reischle:** Ein Hemmschuh ist sicherlich die mangelnde Effizienz der Anlagen. Wenn man die Stückkosten für ein im 3D-Druck gefertigtes Bauteil mit denen eines konventionell gefertigten Bauteils, zum Beispiel im Spritzguss, vergleicht, liegen diese in den meisten Anwendungsfällen noch um ein Vielfaches höher. Ein weiterer Punkt ist die Qualität der Anlagen. Viele AM-Systeme wurden für die Herstellung von Prototypen gebaut und produzieren ein einzelnes Bauteil in kurzer Zeit. Für die Produktion von Serienteilen sind diese Anlagen aber nicht konzipiert. Hinzu kommt, dass vielen Konstrukteuren das AM-Wissen fehlt. Hier sind auch die Universitäten gefordert. Zwar beschäftigen sich erste Studiengänge bereits mit additiven Fertigungstechnologien, ausgebildete Ingenieure mit AM-Know-how gibt es bisher aber noch viel zu wenige.

**DEM: Was sind derzeit die wichtigsten Herausforderungen bei AM und 3D-Druck?**

**Gregor Reischle:** Die nächste Generation der Fertigungssysteme muss die Anforderungen der Serienproduktion erfüllen. Die Anlagen müssen reproduzierbarer, robuster und vernetzter arbeiten können. Außerdem ist es wichtig, neue Werkstoffe und Materialkompositionen für den 3D-Druck zu entwickeln. Dabei muss die Bauteil- und Werkstoffqualität konstant bleiben. Die Reproduzierbarkeit ist eine wichtige Voraussetzung für die Serienproduktion und erfordert eine Zertifizierung und Validierung von Werkstoffen und Herstellungsprozessen. Material- und Maschinenhersteller müssen deshalb eng zusammenarbeiten.

**DEM: Wo setzt TÜV SÜD bei AM an?**

**Gregor Reischle:** Unser Ziel ist es, Lösungsanbieter und Anwender der AM-Technologie auf dem Weg zur industriellen additiven Fertigung mit unseren Dienstleistungen, Prüfungen, Trainings und digitalen Services zu unterstützen. Basis dafür ist eine Prüfgrundlage wie unser neues „Additive Manufacturer“-Prüfprogramm. Wir unterstützen damit Unternehmen, die eine Fertigungslinie mit 3D-Druckern aufbauen wollen. Die Unternehmen werden nach klar definierten Kriterien auditiert. Sie erhalten einen detaillierten Bericht über Risiken in ihrem AM-Fertigungsprozess,

die zu unzureichender Reproduzierbarkeit führen können.

**DEM: Wie sieht es im Bereich AM-Materialien und Fortbildung aus?**

**Gregor Reischle:** Wir arbeiten an einer Prüfgrundlage für die Werkstoffzertifizierung beim 3D-Druck. Dazu arbeiten wir unter anderem in nationalen und internationalen Normengremien mit, in denen Materialhersteller, Anlagenhersteller und Anwender zusammenkommen. Das Ziel besteht darin, Werkstoffe zu zertifizieren und damit für den Markt sichtbar zu machen, die beim 3D-Druck reproduzierbare Materialeigenschaften ermöglichen.

Darüber hinaus haben wir ein umfassendes Trainingsportfolio für Additive Manufacturing entwickelt. Mit unseren Schulungen und unseren Personenzertifizierungen unterstützen wir Qualitätsmanager, Produktionsleiter, Designer und Prozessingenieure. Weitere Programme für Anwender wie Maschinenbediener und Anwendungsingenieure sind für 2019 geplant.

**DEM: Für wen ist das Programm „Additive Manufacturer Certification“ von TÜV SÜD gedacht?**

**Gregor Reischle:** Unser „Additive Manufacturer Certification“-Programm ist für alle Unternehmen interessant, die eine industrielle Fertigungsstätte aufbauen. Das kann eine zentrale oder künftig auch dezentrale Fertigung sein. TÜV SÜD fungiert dabei als unabhängige Institution, die AM-Fertigungscenter nach dem aktuellen Stand der Technik zertifizieren kann. Besonders die Fertigungsstätten einiger OEM und 3D-Druck-Dienstleister lassen sich nach diesem Programm zertifizieren und können so nachweisen, dass sie hohe Qualitätsanforderungen erfüllen.

**DEM: Wie sieht das Verfahren der Auditierung im Detail aus?**

**Gregor Reischle:** Wir haben dafür das „Additive Manufacturer“-Prüfprogramm mit etwa 250 Qualitätskriterien entwickelt. Das bis zu drei Tage dauernde Audit ist sehr umfangreich. Das auditierte Unternehmen bekommt eine ganzheitliche Übersicht über den aktuellen Stand bezüglich seines „Reifegrads“ bei der industriellen Fertigung. Das Programm konzentriert sich auf die relevanten Qualitätssicherungsschritte innerhalb der additiven Fertigungsstätte. Der Audit-Report erläutert, wo das Unternehmen noch Verbesserungspotenzial hat. Besteht das Unternehmen das Audit, bekommt es das „Additive-Manufacturer“-Zertifikat.

**DEM: Was besagt dieses Zertifikat?**

**Gregor Reischle:** Es zeichnet AM-Produktionsstätten aus und bescheinigt unter anderem, dass die Unternehmen in ihren Fertigungsstätten Qualitätssicherungssysteme implementieren können, die den Anforderungen industrieller Anwendungen entsprechen. Sie zeigen damit, dass sie für Kleinserien-Aufträge der ideale Partner sind. Das Zertifikat ist besonders für Unternehmen interessant, die nach qualifizierten Fertigungspartnern auf höchstem Niveau suchen.

**DEM: Welche Zukunftsthemen sehen Sie im Bereich additive Fertigung?**

**Gregor Reischle:** Die nächste Generation der industriellen additiven Fertigungssysteme verspricht signifikante Bauteilkostenreduzierungen und zudem die Bereitschaft und die Fähigkeit, sich in eine vernetzte Produktion einzugliedern. Sobald diese Systeme auch validierte und reproduzierbare Ergebnisse liefern, sind wir bereit für eine „bedarfsgerechte Produktion“. Künftig werden wir 3D-Drucker dort aufstellen, wo 3D-Bauteile benötigt werden, zum Beispiel nahe bei Krankenhäusern und Werkstätten oder an schwer zugänglichen Standorten wie Bohrinseln. Damit das alles funktioniert, werden wir in vielen Fällen eine „digitale Lieferkette“ brauchen – also eine digitale Prozessüberwachung und eine lückenlose Nachverfolgbarkeit des Herstellungsprozesses pro Bauteil.

**DEM: Herr Reischle, vielen Dank für das Gespräch!**

Das Interview führte der Chefredakteur des Digital Engineering Magazins Rainer Trummer.

**Gregor Reischle ist Head of Additive Manufacturing bei TÜV SÜD.**

Bild: TÜV SÜD



# POTENZIAL nutzbar machen

Leicht, stabil und funktional: Die Natur bietet Perfektion bei Werkstoffen und Strukturen. Zwar wird es durch 3D-Druck einfacher, solche Leichtbau-Konstruktionen nachzuahmen. Doch auch bei der additiven Fertigung gilt es, Restriktionen zu berücksichtigen. Wie es gelingt, das Potenzial der Technologie auszuschöpfen, zeigt dieser Artikel. > von Michael Werner

**O**b Bäume oder Knochen – solch leistungsfähige und belastbare Strukturen, die die Evolution im Laufe von 3,8 Milliarden Jahren zustande gebracht hat, bei der Konstruktion technischer Bauteile zu imitieren, war bis vor Kurzem kompliziert und teuer. Die klassischen Herstellungsverfahren schränkten die Konstruktionsfreiheit ein, unter anderem weil Kriterien wie „Stanzbarkeit“ oder „Gießbarkeit“ nur begrenzte geometrische Möglichkeiten zuließen.

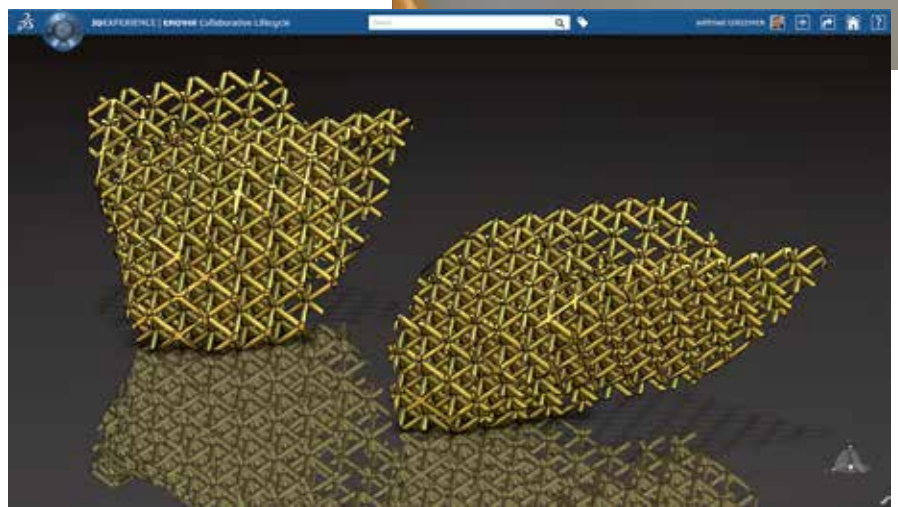
Mit der additiven Fertigung dagegen lassen sich jetzt auch hochkomplexe Geometrien realisieren, die sich an der Natur orientieren. Für die Verwendung solcher Strukturen spricht auch, dass damit Leichtbau-Konstruktionen umgesetzt werden können.

## Die bionische Konstruktionsmethodik

Die bionische Konstruktionsmethodik, kombiniert mit 3D-Druck, reduziert laut einer Bitkom-Studie von 2017 [1] Materialgewicht und Gesamtmaterialverbrauch einzelner Teile um bis zu 90 Prozent. Insgesamt lassen sich durch additive Fertigung bis zu 70 Prozent der Produktionszeit und 80 Prozent der Herstellungskosten einsparen.

Dazu trägt unter anderem bei, dass die Integration mehrerer Funktionen in ein einziges Bauteil Montage- und Lagerhaltungskosten senkt. Auch aufwendige Vorarbeiten wie der Formenbau entfallen. Zudem bietet 3D-Druck die Möglichkeit, relativ kostengünstig an unterschiedlichen Standorten zu produzieren sowie personalisierte Produkte in geringer Stückzahl auf Nachfrage herzustellen.

Doch erst eine an die additive Fertigung angepasste, vollständig virtuelle Pro-



Mit der additiven Fertigung lassen sich hochkomplexe Geometrien nach dem Vorbild der Natur umsetzen.

Bild: Dassault Systèmes

duktentwicklung ermöglicht es, von all diesen Vorteilen zu profitieren und gleichzeitig kostspielige Probe- und Fehldrucke zu vermeiden. Das Erfolgskonzept besteht darin, in einem kollaborativen modellbasierten End-to-End Prozess Applikationen einzusetzen, die speziell auf die additive Fertigung zugeschnitten sind.

## Alles an einem Modell

Was bedeutet das konkret? Eine erfolgreiche additive Fertigung erfordert einen ganzheitlichen Ansatz, bei dem verschiedenste Disziplinen und Abteilungen eng zusammenarbeiten. Eine zentrale Business-Plattform hilft, die verschiedenen Sichten in einer Entwicklungsumgebung zusammenzubringen, vorausgesetzt sie basiert auf einem einheitlichen Datenmodell und einer gemeinsamen grafischen Oberfläche, wie dies die 3DExperience-Plattform von Dassault Systèmes bietet. Weshalb das so wichtig ist? Bisher arbei-

teten fast alle an der Produktentwicklung Beteiligten mit getrennten Modellen: Angefangen beim Geometrie-Modell (CAD), über ein Modell für die Fertigung und die Montage bis hin zu funktionsbeschreibenden Simulationsmodellen, an denen beispielsweise Physik-Modellierungen durchgeführt wurden.

Das war uneinheitlich, ineffizient und teuer. Durch ein einheitliches Datenmodell und eine kollaborative Plattform können nun alle diese Modelle miteinander verknüpft werden – unternehmensweit oder sogar -übergreifend. Basierend auf dem Geometriemodell lassen sich die jeweils benötigten, unterschiedlich detaillierten Funktionsmodellierungen hinzufügen und so modellbasiert alle Produktentscheidungen virtuell unterstützt treffen. Außerdem werden Änderungen an der Geometrie automatisch in den Funktionsmodellen berücksichtigt, ohne diese erneut von Beginn an aufbauen zu müssen.





Eine erfolgreiche additive Fertigung erfordert einen ganzheitlichen Ansatz, bei dem verschiedenste Disziplinen und Abteilungen eng zusammenarbeiten.

Bild: Fraunhofer IAO

#### Schritt 4: Verbesserung von Design und Prozess

„As-designed“ versus „as-manufactured“: Wie bei anderen Verfahren auch, weicht das hergestellte Bauteil in der Regel leicht von der ursprünglichen Konstruktion ab. Beim 3D-Druck liegt das unter anderem an thermischen Eigenspannungen oder nicht optimal positionierte Stützstrukturen. Durch den digitalisierten Prozess lässt sich das konstruierte Bauteil mit dem virtuell gefertigten Bauteil detailliert vergleichen.

Mit Hilfe der Lösung „Catia Reverse Shape Optimizer“ kann der Entwicklungsingenieur die vorhergesagten Abweichungen kompensieren: Die berechneten Abweichungen werden als Vektorfeld mit einer negativen Skalierung auf die Originalgeometrie übertragen und ausgeglichen. Anschließend wiederholt man die Analyseschritte unter Wiederverwendung der Modelle bis eine ausreichende Konvergenz von „as-designed“ und „as-manufactured“ vorliegt.

Weitere Stellschrauben, die virtuell untersucht werden können, sind unter anderem unterschiedliche Stützstruktur-Geometrien sowie Druck- bzw. Laserpfade. So kann ein angepasster Druckpfad geringere Eigenspannungen und thermische Verformungen verursachen. Durch das digitale Abbild des Entwicklungsprozesses lassen sich also aus jedem einzelnen Schritt Erkenntnisse zur weiteren Verbesserung des Bauteils ableiten. Bevor dieses tatsächlich gedruckt wird, lassen sich unterschiedlichste Varianten testen. Damit verknüpfen künftige Bauteile Leichtbau, Stabilität und Funktionalität ideal – nach dem Vorbild der Natur. **JBI**

**Michael Werner** ist Simulia Portfolio Introduction Specialist bei Dassault Systèmes Deutschland.

[1] Bitkom-Studie „3D-Druck – Erfolgsgeschichte für den Digitalstandort“, Februar 2017

#### Virtuell vorbereitet

Mit Hilfe der zentralen Plattform und dem einheitlichen Datenmodell bilden Unternehmen alle relevanten Konstruktions- und Fertigungsentscheidungen vorab digital ab. Applikationen speziell für die additive Fertigung berücksichtigen dabei die Besonderheiten des Fertigungsverfahrens und begleiten die Anwender Schritt für Schritt bis zum fertigen Produkt:

##### Schritt 1: Funktionales generatives Design

Die gewonnenen Designfreiheiten verlangen nach neuen Konstruktionsansätzen. Hier bietet sich das Konzept des Functional Generative Designs an: Algorithmen und physikalische Simulation unterstützen den Konstrukteur bei der Findung des idealen Bauteildesigns unter Berücksichtigung der funktionalen Anforderungen. Dabei kann er unterschiedliche Designvarianten konzipieren lassen und diese analysieren und vergleichen. So lässt sich zum Beispiel unter Einbeziehen aller weiteren Vorgaben rasch das Produktgewicht reduzieren, etwa indem Material in nicht lasttragenden Bereichen identifiziert und eingespart wird.

##### Schritt 2: Druckprozess-Vorbereitung

Ziel des nächsten Schrittes ist, die 3D-Druckanlage mit den nötigen Parametern, Einstellungen und Geometriedaten zu versorgen. So muss der Maschinenprogrammierer die Maschineneigenschaften angeben, die Bauteile auf der Druckplattform ausrichten, nötige Stützstrukturen definieren, um anhand derer Bauteilschnitte und den Druck- oder Laserpfad zu berechnen.

großer Vorteil dieses Ansatzes ist die Erzeugung der Stützstrukturen basierend auf der CAD-Geometrie. Sie lassen sich auch manuell vom Konstrukteur verändern oder im nächsten Schritt dimensionieren und direkt in der physikalischen Simulation nutzen.

##### Schritt 3: Druckprozess-Simulation

Statt kostspielig und zeitaufwendig auszuprobieren, ob die Fertigung gelingt, kann der Entwicklungsingenieur den Druckprozess vorab virtuell untersuchen. Dabei werden die bereits definierten Maschinenparameter und Druckpfade einfach modellbasiert wiederverwendet. Das Bauteil, beziehungsweise alle Bauteile, auf der Druckplattform werden vernetzt und für die Finite Elemente Analyse vorbereitet.

Durch die Erzeugung der Stützstrukturen als Geometrie können diese direkt mitvernetzt werden. Ein Programm-Assistent leitet auch weniger simulationserfahrene Anwender durch den Workflow.

Durch die Simulation des Druckprozesses können die zu erwartenden Verformungen, elasto-plastischen Dehnungen und Eigenspannungen bereits vorab untersucht werden. Selbst Mikrostrukturen und Porosität sind virtuell zu begutachten. So lassen sich bereits vorab die Erfolgsaussichten des Druckprozesses für das entwickelte Produkt bewerten.



# INDUSTRIE 4.0 – die Rolle des 3D-Drucks

Additive Fertigung gewinnt in vielen Bereichen, vom Produktdesign bis hin zur Fertigung, immer mehr an Bedeutung. Wo sich die Technologie als wichtiger Bestandteil der Industrie 4.0 am stärksten auswirkt, erläutert dieser Bericht. > von Dr. Phil Reeves

**L**aut aktuellen Analyseberichten hat sich die Additive Fertigung mittlerweile etabliert. McKinsey & Company schätzt, dass die Branche etwa 100 bis 200 Milliarden USD wert ist. Es gibt zwei Möglichkeiten, diesen 200 Milliarden USD starken Markt zu erschließen.

Die erste Möglichkeit setzt Stratasys bereits um: Es werden Produkte und Geschäftsmodelle gesucht, bei denen die Vorteile des 3D-Drucks zur Geltung kommen. Ein gutes Beispiel dafür ist Strakka Racing. Das britische Motorsport-Team setzt FDM-3D-Drucklösungen von Stratasys im gesamten Design- und Fertigungsprozess ein – vom Prototyping bis hin zu den Produktionswerkzeugen. Auch einige Endbauteile für den Rennwagen werden mittels 3D-Druck erstellt.

## Anpassung an den Anwender

Die Herausforderung besteht darin, die Technologie in ihrer Zweckmäßigkeit an die jeweiligen Anforderungen von Herstellern anzupassen. Und genau an diesem Punkt befinden wir uns gerade – die Umwandlung von Rapid Prototyping in Additive Fertigung. Genau darum geht es: Technologien zu entwickeln, die sich für die Fertigung funktionstüchtiger Endprodukte eignen.

Aber warum ist das Interesse am 3D-Druck erst jetzt so groß, obwohl er schon vor 30 Jahren erfunden wurde? Die Antwort ist wohl in der Sozioökonomie zu suchen. Die Akzeptanz von 3D-Druck wächst mit dem gesellschaftlichen Wandel. Die Bevölkerung nimmt zu, und der Altersdurchschnitt steigt. Die Schere zwischen Arm und Reich geht immer weiter auf, und bekannte wie auch neue Krankheitsbilder stellen uns vor bisher ungelöste Probleme.

Auch die Umwelt verändert die Denkweise von Verbrauchern und Herstellern, sodass vermehrt Technologien wie 3D-



**Hochwertige Einzelfertigung: Einsatzfähige Instrumententafel für einen Rennwagen, in thermoplastischem Material gedruckt.**

Druck im Zusammenhang mit Ressourceneffizienz Beachtung finden.

Damit einher gehen die Veränderungen in der Weltwirtschaft. Trotz der globalen Möglichkeiten, Produkte zu verkaufen, können Unternehmen nicht alle neuen Märkte von einer zentralen Fertigungsstätte aus bedienen. Diese sogenannten globalen Megatrends zwingen Unternehmen dazu, umzudenken und Fabriken aus einer anderen Perspektive zu betrachten, eventuell sogar neu zu erfinden.

## Die nächste Revolution?

Nicht Additive Fertigung allein wird die nächste industrielle Revolution ausmachen, sondern Fertigungstechnologien insgesamt. Im Grunde genommen stehen wir am Anfang von Industrie 4.0. Das ist die eigentliche industrielle Revolution, in der die Additive Fertigung eine wichtige Rolle spielen wird. Wir leben in einer Welt, in der wir die Dinge vernetzen können – darauf basiert Industrie 4.0.

Ein Beispiel: Mein Sohn wird sich künftig mit seinem Smart-Device online mit Unternehmen verbinden, die bisher die Produkte, die er sucht, noch nicht herstellen. Als „Desi-



**Das Motorsport-Team Strakka Racing setzt 3D-Druck im gesamten Design- und Fertigungsprozess ein.** Bilder: Stratasys

gner“ bringt er das PLM-System des Herstellers dazu, das gewünschte Produkt herzustellen, und über seine Kreditkarte löst er die Transaktion aus, die die Produktionsstätte (zusammen mit der Logistik) in Gang setzt. Das ist Industrie 4.0 – keine mechanisierte Fabrik, sondern eine vollständige Lieferkette,

die vom Internet der Dinge angetrieben wird. Der 3D-Druck fügt sich nahtlos in dieses Konzept ein. Auf diese Weise können Produkte hergestellt werden, deren Formen wir heute noch gar nicht kennen.

## Konsumgüter drucken

Zwischen Verbrauchern und Herstellern entwickelt sich eine neue Wirtschaftsform. Es gibt Kunden, die alles kaufen, und Unternehmen, die versuchen alle gesuchten Produkte zu lagern und zu verkaufen. Umgekehrt gibt es aber auch diejenigen Verbraucher, die alles selbst machen möchten.

Wir befinden uns wahrscheinlich irgendwo in der Mitte. Es gibt Unternehmen, die nur Produkte herstellen, die von Kunden gefordert werden, und Kunden, die sich individuell anpassbare Endprodukte wünschen. Das alles ist Industrie 4.0 und 3D-Druck. Hier entsteht der Raum für Veränderungen – die industrielle Revolution. Wir leben in einer spannenden Zeit, in der die Digitalisierung immer mehr dazu beiträgt, dies alles innerhalb verschiedener Lieferketten wahr werden zu lassen.

Es gibt immer mehr Unternehmen, die kundenspezifische Teile liefern, indem sie





briken mit der Produktion. Dies könnte das Geschäftsmodell einiger Unternehmen verändern, da sie ihre Kunden auf ganz andere Art und Weise ansprechen können.

### Strategie erarbeiten

Stratasys liegt viel daran, Unternehmen bei der Entwicklung einer Strategie für die Additive Fertigung mit 3D-Druck zu unterstützen. Die Unternehmen müssen beurteilen, wie nützlich der Einsatz für sie ist. Es gibt

Daten direkt auf deren 3D-Drucker streamen. Das Netz aus Herstellern und Kunden wird auf jeden Fall immer enger miteinander verknüpft. Vor 10 bis 15 Jahren wurde darüber nachgedacht, wie revolutionär es wäre, mithilfe der Additiven Fertigung Maschinen weltweit zu virtuellen Fabriken zu verbinden.

Auch wenn das etwas unrealistisch ist, erleben wir zunehmend, wie Kunden sich als virtuelle Fabriken miteinander vernetzen. Ich kenne beispielsweise ein Unternehmen, das 27.000 3D-Drucker über ein intelligentes Netzwerk miteinander verbunden hat. Nicht alle dieser 3D-Drucker gehören Kunden, sondern es sind auch Servicebüros angeschlossen.

Es gibt also schon jetzt Tausende von 3D-Druckern in Privathaushalten, die zu „Fabriken“ werden könnten. Kunden brauchen lediglich über ein webfähiges Gerät ein Produkt zu suchen und schon beginnen die Fa-

verschiedene Gründe für den Einsatz dieser Technologie: Dazu zählen die wirtschaftliche Produktion kleiner Stückzahlen, geringere Werkzeugkosten, Komplexität der Bauteile, kosteneffiziente individuelle Anpassung an Kunden oder Optimierung der Lieferkette.

Die wirtschaftliche Produktion kleiner Stückzahlen ist für den oben erwähnten Kunden, den britischen Rennstall Strakka Racing, entscheidend. Es kommt auf die Fertigung kleiner Mengen mit hoher Qualität an. Diese Anforderung gilt auch für unsere Kunden aus den Bereichen Luft- und Raumfahrt sowie der Medizin- und Konsumgüter-Industrie.

### Individuelle Produkte

Bei den individuellen Anpassungsmöglichkeiten werden die Vorteile der Technologie besonders deutlich: Es können spezifische zweckgebundene Teile für den individuel-

len Gebrauch hergestellt werden. Beispiel Prothesen: Die herkömmliche Fertigung ist nur mit invasiven Abläufen umsetzbar und unangenehm für die Patienten. Außerdem ist sie zeitaufwändig und nicht optimierbar. Heutzutage können Unternehmen wie der Stratasys-Anwender RTM Ortopedia Personalizzata anhand von Daten aus Patientenscans hoch präzise, individuelle Prothesen per 3D-Druck erstellen. Durch den Einsatz von 3D-Druck konnte das Unternehmen die Kosten reduzieren und die Vorlaufzeiten um 93 Prozent verringern.

### Tradition außer Kraft

Die Additive Fertigung ist in der Lage, herkömmliche Lieferketten zu verkürzen und hat so teils radikale Wirkung auf etablierte Geschäftsmodelle. Sie bietet ganz neue Möglichkeiten, auf sozioökonomische Veränderungen zu reagieren, und wird eine wichtige Rolle in der Industrie 4.0 spielen, da sich mit ihr die Fertigung von funktionsfähigen Produkten mit der digitalen Welt verknüpfen lässt.

Um das Potenzial des 3D-Drucks voll ausschöpfen zu können, müssen Unternehmen lediglich herausfinden, an welchen Stellen in der Liefer- und Wertschöpfungskette die Technologie angewendet werden kann. Eine durchdachte Strategie für die Additive Fertigung ist heute nicht mehr nur eine nette Option, sondern eine solche Strategie ist unverzichtbar.



DER AUTOR

**Dr. Phil Reeves**

ist Vice President Strategic Consulting bei Stratasys.

JBI ◀

www.mecadat.de

# VISI™

## Formenbau

CAD/CAM für den Werkzeug- und Formenbau

- 2D und 3D CAD
- Entformungsanalyse
- Formtrennung

- Elektrodenablenkung
- 3D Werkzeugaufbau
- Füllsimulation

- 2-5 Achsen Fräsen
- Featurebearbeitung
- 2-4 Achsen Drahtschneiden

Hagenastraße 5 · D-85416 Langenbach · Fon + 49 (0) 87 61- 76 20 0 · Fax + 49 (0) 87 61- 76 20 90 · info@mecadat.de

Wir stellen aus: EuroBlech in Hannover – Halle 11 Stand C177

# Die Möglichkeiten NUTZEN

Die Welt des 3D-Drucks entwickelt sich rasant und je nach Anwendung bieten sich unterschiedliche Verfahren an, um das gewünschte Ziel zu erreichen. Der Artikel vermittelt einen Überblick.

› von Jeanett Tschiersky und Dr. Sergej Stoetzer

**D**er 3D-Drucker hat sich in den letzten Jahren von einem Gerät für Bastler zu professionellem Equipment entwickelt, mit dem heute sogar größere Bauteile und komplexe Komponenten produziert werden. Die Anwendungen reichen von der Herstellung von Prototypen oder Testbauteilen in der Forschung und in Entwicklungsabteilungen über die Werkzeug- oder Komponentenerstellung in kleinen Serien bis hin zu Großserien im sechsstelligen Bereich, wo Spritzguss noch nicht wirtschaftlich oder schlicht ungeeignet ist.

## Druckverfahren

Es gibt heute zahlreiche Verfahren, mit denen sich 3D-Objekte erzeugen lassen. Eine der ersten Techniken, die bereits in den

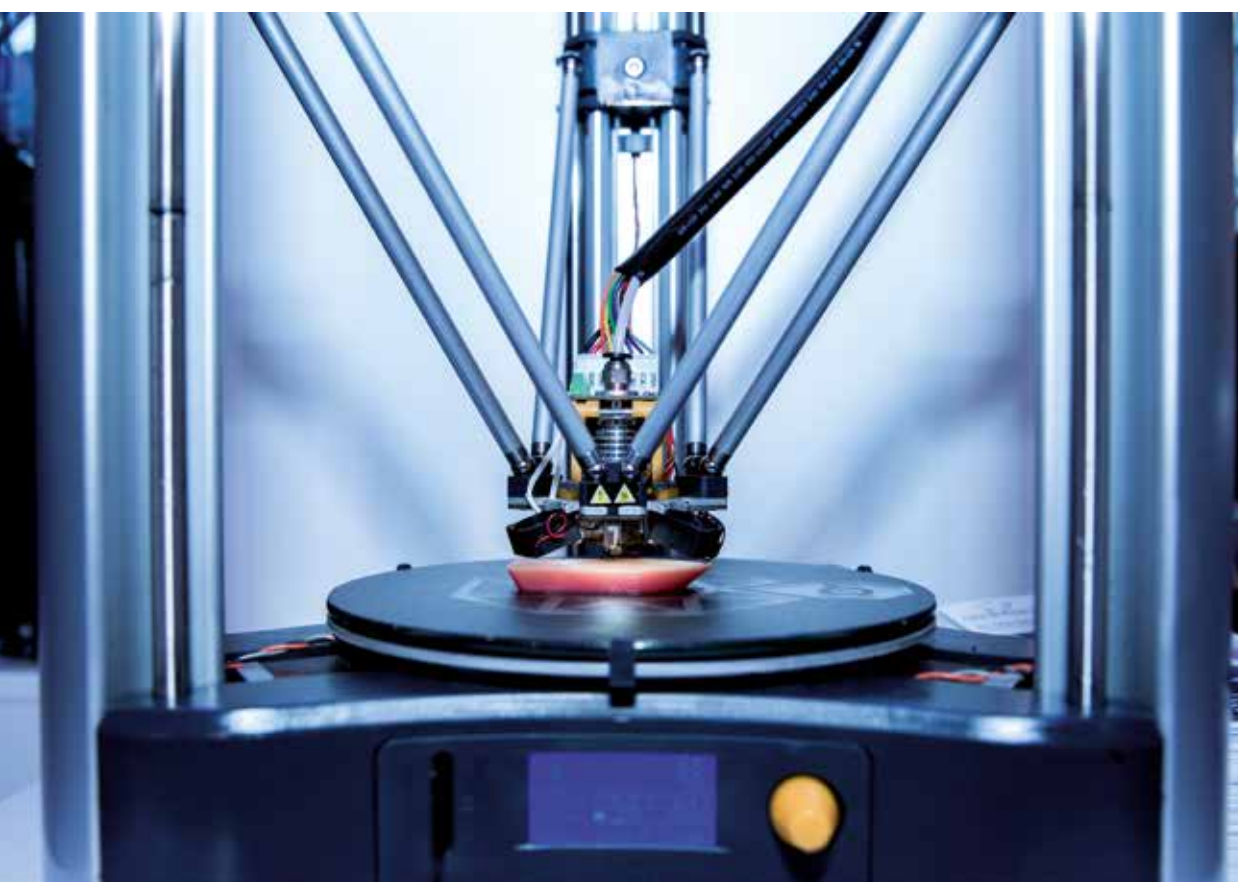
1980er Jahren entwickelt wurde, ist die schichtweise Ablagerung geschmolzenen Materials, welches erstarrt und sich somit Schicht für Schicht zu einem dreidimensionalen Objekt entwickelt. Das Verfahren wird als „Fused Deposition Modeling“ (FDM) oder auch „Fused Filament Fabrication“ (FFF) bezeichnet.

Beim FDM-Verfahren wird ein „Kunststoffdraht“ (Filament) im Druckkopf geschmolzen und durch eine Düse extrudiert. Der geschmolzene Kunststoff wird auf eine Plattform aufgebracht und kühlt dort aus. Bei diesem Verfahren ist je nach Bauteil eine Stützstruktur nötig, die diesem Während des Druckprozesses Halt gibt. Die Stützstruktur wird aus einem anderen Material aus einer zweiten Düse aufgebaut und nach Abschluss des Druckvorgangs entfernt.

Aus diesem Aufbau der Objekte Schicht für Schicht leitet sich auch die Bezeichnung „additive Fertigung“ für den 3D-Druck ab, da Material hinzugefügt wird – anders als bei der typischen zerspanenden Metallbearbeitung, wo ein Objekt seine Form erhält, indem beispielsweise von einem Metallstück Material abgetragen wird.

Ein weiteres heute gängiges 3D-Druckverfahren ist das Selektives Lasersintern (SLS). Dabei wird Pulver mit einem Laser in kurzer Zeit erhitzt, sodass es schmilzt. Danach kühlt das Material sehr schnell aus und verfestigt sich wieder. Mit dem Selektiven Lasersintern lassen sich Schichten im Mikrometer-Bereich erstellen und damit sehr filigrane und präzise Strukturen. Hierbei kommen Kunststoff-, Metall- oder Keramikpulver zum Einsatz. Der Einsatz von Materialien jenseits von Kunststoff macht dieses Druckverfahren für die Industrie besonders interessant. Bei Metallpulver wird oft eine Stützstruktur verwendet, welche zusätzlich die Aufgabe der Wärmeableitung übernimmt.

Die allererste Technik jedoch, mit der sich 3D-Objekte in einem druckähnlichem Verfahren herstellen lassen, ist die Stereolithografie. Bei diesem Verfahren entsteht das Objekt aus einem Kunststoffbad (einer Flüssigkeit aus Photopolymer) heraus, das an den betreffenden Stellen durch einen Laser ausgehärtet wird. Das Verfahren ist technisch recht kompliziert und es eignen sich nur bestimmte Kunst-



**Das wohl meistverbreitete 3D-Druckverfahren ist das Fused Deposition Modelling (FDM). Je nach Anspruch und Anwendung sind jedoch heute weitere Verfahren einen Blick wert.**

Bilder: Conrad Business Supplies

stoffe für den sogenannten SLA-Druck. Andererseits ist SLA sehr weit entwickelt und Objekte lassen sich präzise herstellen.

Ein weiteres, in letzter Zeit sehr beliebtes Verfahren ist die sogenannte Polyjet-Methode. Druckköpfe, die jenen von Tintenstrahldruckern ähneln, bringen tröpfchenweise flüssige Photopolymere auf, die mittels UV-Licht ausgehärtet werden. Mit zwei Druckköpfen lassen sich so bereits ein Baumaterial und ein Stützmaterial gleichzeitig auftragen. Bei Verwendung von mehr als zwei Druckköpfen lassen sich auch Objekte aus unterschiedlichsten Materialien gleichzeitig herstellen. Diese können unterschiedlicher Härte (Flexibilität) oder Farbe in einem Bauteil vereinen. Eine leicht entfernbarere Stützstruktur ist je nach Komplexität notwendig.

## Grundsätzliche Einteilung der Verfahren

Eine grundsätzliche Einteilung der verschiedenen 3D-Druckverfahren lässt sich nach der Art des Materialauftrags vornehmen:

- 3D-Druck mit Pulvermaterialien: Hierzu gehört beispielsweise das selektive Lasersintern.
- 3D-Druck mit geschmolzenen Materialien, wie beispielsweise das FDM-Verfahren.
- 3D-Druck mit flüssigen Materialien. Dazu zählt einerseits das SLA-Verfahren, bei dem das Objekt aus der Flüssigkeit heraus entsteht. Andererseits auch das Polyjet-Verfahren, bei dem eine Flüssigkeit ähnlich wie beim FDM-Druck schichtweise aufgebracht und ausgehärtet wird.

## Von der Idee zum 3D-Bauteil

Ebenso wie es für herkömmliche 2D-Drucker eine Vorlage – also einen Text oder ein Bild in Form einer Datei – benötigt, um einen Ausdruck anzufertigen, ist dies beim 3D-Druck ebenso notwendig. Jedoch muss es hier ein dreidimensionales Modell sein.

Der Anfänger gibt sich vielleicht zunächst mit fertigen 3D-Modellen zufrieden, die man im Internet kostenlos herunterladen kann. Fortgeschrittene Anwender und Lehr- und Forschungseinrichtungen möchten eigene Modelle erstellen. Dazu bieten die Druckerhersteller allesamt zu ihren Modellen passende Software an.

Zudem bieten Drittanbieter je nach Anspruch unterschiedlich ausgestattete CAD-Software an – teilweise kostenlos. Die Möglichkeiten reichen von relativ einfachen Modellierwerkzeugen bis hin zu komplexen Konstruktionsumgebungen.



**Besonders für den Einsatz in Bildung und Forschung entwickelt, bieten Renkforce-3D-Drucker viele optionale Erweiterungen bei moderaten Kosten.**

Neben den CAD-Programmen zur Vorlagenerstellung gibt es auch Software, die CAD-Vorlagen prüft und/oder repariert. Und eine weitere interessante Möglichkeit ist die Erstellung von Daten für den 3D-Druck mittels 3D-Scanner.

## Nicht immer bedeutet teurer besser

Ähnlich wie mit der Software verhält es sich mit dem gewählten Drucker. Dazu muss der Anwender erst einmal definieren, welches Ziel er erreichen möchte. Zwar ist teuer auf die Anwendung gesehen nicht immer besser, doch in der Regel zeichnen sich die teuren Modelle durch bessere Qualität der Ergebnisse sowie höhere Auflösungen und Geschwindigkeiten aus. Auch die Ausstattung, wie beispielsweise die Anzahl der Druck- oder Extruderköpfe variiert. Selbstverständlich spielt auch die Verarbeitung eine Rolle beim Preis, ebenso wie die verwendete Technologie.

## Druckerauswahl

Für Privatanwender, Lehrinrichtungen und einfaches Prototyping eignen sich FDM-Drucker am besten, da sich mit diesen sehr schnell gute und verwertbare Ergebnisse erzielen lassen. Zudem ist das Druckmaterial günstig und die Wartung einfach. Sinterdrucker mit Lasern beispielsweise benötigen spezielle Sicher-

heitsvorkehrungen und bei SLA-Druckern ist die Handhabung des Photopolymers kompliziert.

Conrad Business Supplies bietet unter der Marke Renkforce eigene 3D-Drucker an. Zu einem moderaten Preis ist beispielsweise das Modell RF2000 als Bausatz oder als Fertiggerät erhältlich. Dieser FDM-Drucker mit zwei Extrudern ermöglicht bereits das Drucken mit unterschiedlichen Materialien oder verschiedenen Farben.

Da der Drucker besonders robust aufgebaut ist, eignet sich die Anlage auch für den Dauerbetrieb, wie er in Bildungseinrichtungen oder einer größeren Entwicklungsabteilung üblich ist. Wichtig in diesem Zusammenhang sind das beheizte Druckbett und die leistungsstarken Extruder. Er druckt viele verschiedene Materialien wie PLA, ABS, PVA, HIPS und weitere Spezialfilamente.

## Gesundheit und 3D-Druck

Seit Beginn des 3D-Drucks gibt es die Diskussion, ob die Geräte durch die Emission von Feinstaub oder Dämpfen eine gesundheitsschädliche Wirkung auf Menschen haben. Aktuelle Studien relativieren diese Befürchtungen. In gut belüfteten Räumen sollte die Emission von 3D-Druckern keine Gefahr darstellen.

Im Zweifelsfall gibt es Hersteller, die Druckergehäuse mit Absaugvorrichtung und Filter anbieten. Aus diesem Grunde ist die Emission des Druckers kein schwerwiegendes Kriterium für die Wahl eines bestimmten Modells.

## Im Land der unbegrenzten Möglichkeiten

Alles in allem bieten 3D-Drucker ungeahnte Möglichkeiten für Privatanwender, Forschung/Lehre und Industrie, wo die Geräte teils schon für die Produktion großer Stückzahlen eingesetzt werden. Unterschiedliche Drucktechniken und unterschiedlichste Materialien bieten ein breites Spektrum an Einsatzmöglichkeiten. Auch spezielle Kunststoffe, Metalle und Keramik, die bisher schwer verarbeitbar waren, lassen sich heute nutzen. Diese Entwicklung scheint noch nicht abgeschlossen zu sein, so dass künftig weitere Innovationen zu erwarten sind. **JBI** ◀

**Jeanett Tschiersky** ist Director Strategic Marketing Maker & Education und **Dr. Sergej Stoetzer** ist Senior Expert Product Strategy Education & Trainings bei Conrad Business Supplies.



**Ausgabe 6/1998**  
November 1998: Erste Ausgabe der CAD WORLD.



**Ausgabe 1/1999**  
Alles über Prozessketten in der Produktentwicklung.



**Ausgabe 3-4/2001**  
2001: Aus CAD WORLD wurde das Digital Engineering Magazin.



**Ausgabe 8/2008**  
Jubiläumsausgabe: 10 Jahre Digital Engineering Magazin.

# Zwei spannende DEKADEN

Industrie 4.0, digitaler Zwilling, additive Fertigung – wer hätte vor 20 Jahren geahnt, mit welchen Themen sich Konstrukteure einmal im Jahr 2018 würden beschäftigen müssen? Als das Digital Engineering Magazin 1998 noch unter dem Namen „CAD WORLD“ aus der Taufe gehoben wurde, ging es hauptsächlich um CAX-Themen. Heute aber steht die Digitalisierung im Mittelpunkt – in der Fertigungsindustrie und natürlich auch im Digital Engineering Magazin. **» von Rainer Trummer**

**A**ls 1998 die Fachzeitschrift CAD WORLD – Vorgänger-Publikation des Digital Engineering Magazins – ins Leben gerufen wurde, tickte die Engineering-Welt noch anders und war überschaubarer. Wir haben es uns damals zur Aufgabe gemacht, die Globalisierung des CAD-Marktes transparent zu machen. Kritisch haben wir in CAD WORLD über neue Technologien und aktuelle Trends im Kontext der Produktentwicklung berichtet.

Mitte 2001 wurde CAD WORLD dann zum heutigen Digital Engineering Magazin. Denn wir hatten bereits zu diesem Zeitpunkt erkannt, dass sich der CAD-Markt stark verändern würde. Beim digitalen Engineering geht es um wesentlich mehr als nur um den Bereich Konstruktion. Hier steht der gesamte Produktlebenszyklus mit einer durchgängigen Prozesskette im Mittelpunkt. Wir berichten im Digital Engineering Magazin deshalb über Strategien, Softwarelösungen und Praxisbeispiele für den gesamten digitalen Produktentstehungsprozess sowie über die Digitalisierung in der Elektrotechnik, Automation und Antriebstechnik.

## Der gesamte Produktlebenszyklus im Fokus

Heute ist die Welt der Produktentwicklung wesentlich komplexer und anspruchsvoller als noch vor 20 Jahren. Technologien und Strategien für PLM, Systems Engineering oder Mechatronik, um nur einige zu nennen, ermöglichen es den Unternehmen, ihre Produktentwicklungsprozesse flexibler und schneller zu gestalten. Ziel ist eine durchgängige Prozesskette für den gesamten Produktlebenszyklus – von der Idee über die Planung, Konstruktion und Produktion bis hin zum After Sales und Recycling. Eine enge Verzahnung von virtueller und realer Welt ist eine wichtige Voraussetzung für eine integrierte Produktentwicklung. Im Mittelpunkt steht dabei der digitale Zwilling, der Einzug in die Industrie gehalten hat und dort die Abläufe entlang der gesamten Wertschöpfungskette revolutioniert. Als virtuelles Abbild von Produkt oder Produktion ermöglicht er eine nahtlose Verknüpfung der einzelnen Prozessschritte. Das steigert durchgän-

gig die Effizienz, minimiert die Fehlerquote, verkürzt die Entwicklungszyklen und eröffnet neue Geschäftsmöglichkeiten.

## Industriekomponenten und Konstrukteure

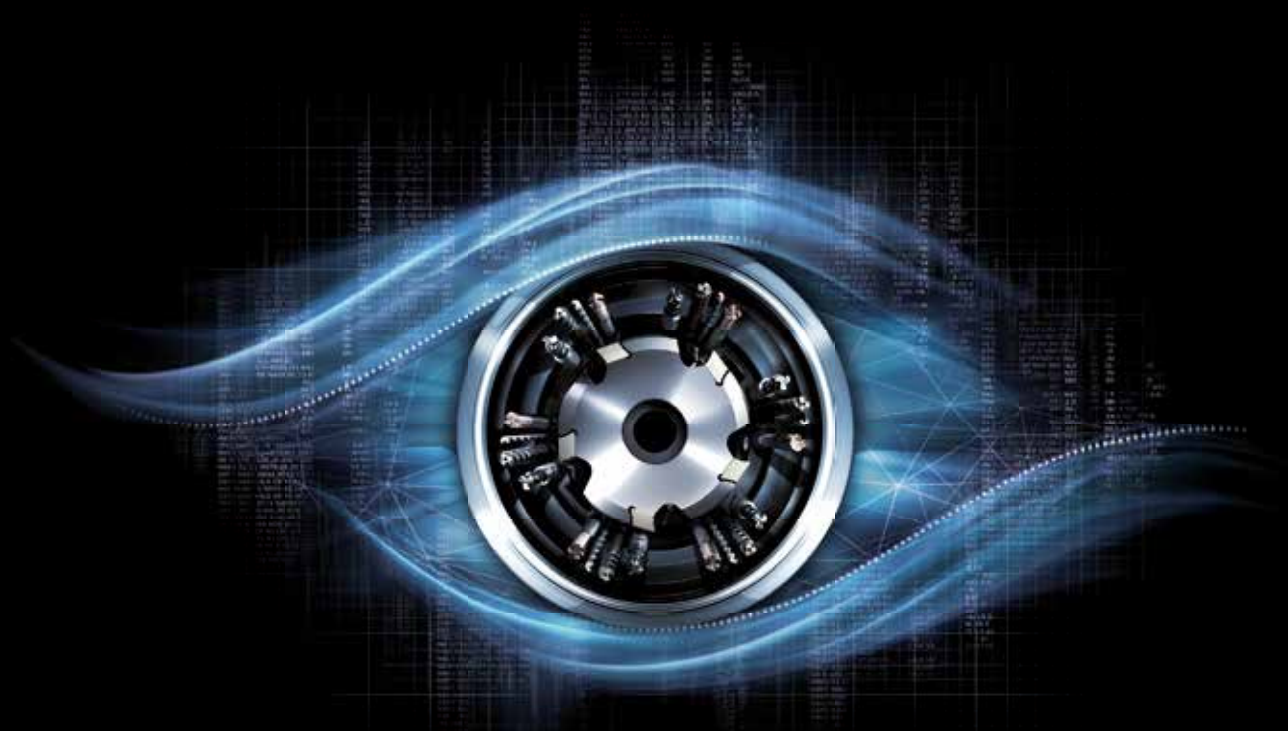
„Industrie 4.0“ ist ein immer noch schillernder Begriff, in dem letztlich alles zusammenfließen soll: Produkte, Fertigungstechnologien, Software, Vernetzung und Kollaboration. Von Beginn an haben wir diese Entwicklung aufmerksam und kritisch beobachtet und begleitet. Lösungen für die Antriebstechnik, die Automatisierung oder die Verbindungstechnik, deren Auswahl in der Regel der Konstrukteur trifft, werden softwareseitig immer früher simuliert und in den Entwicklungsworkflow eingebunden. Ein Grund für uns, den Blick auf all jene Komponenten zu richten, die den Industrie-4.0-Gedanken mit Leben erfüllen können.

Die Digitalisierung in der Fertigungsindustrie schreitet jedenfalls mit großen Schritten voran und Automatisierung und IT werden zunehmend verzahnt. Da Digitalisierung und IT schon immer wichtige Themen im Digital Engineering Magazin waren, kommt uns diese Entwicklung natürlich sehr entgegen.

Von Anfang an haben wir auch über wichtige Trends im Engineering wie Digital Mockup, Virtual Reality oder 3D-Druck berichtet. Während früher die CAM-Anwendungen mit ihren CAD-Schnittstellen eine Anbindung an die Konstruktion schufen, hat sich mit dem 3D-Druck die Fertigung in der Produktentwicklung gleichsam nach vorn verlagert. Additiv herzustellende Bauteile lassen sich schon frühzeitig auf den Fertigungsprozess hin simulieren und optimieren; sie werden dadurch leichter und umweltfreundlicher. Das ist ein Anspruch, der uns angesichts der weltweit anstehenden Aufgabe, schonender mit den vorhandenen Ressourcen umzugehen, in den kommenden Jahren sicher noch stärker beschäftigen wird. Ebenso die Entwicklung von smarten, vernetzten IoT-Produkten. Die Themen werden künftig noch vielfältiger und komplexer. Das Digital Engineering Magazin jedenfalls wird auch in Zukunft aktuell und kompetent darüber berichten.

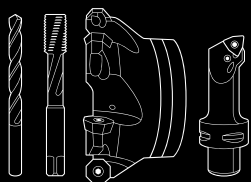
# Walter Nexxt

## Ihre Fertigung im Blick – transparent und in Echtzeit




### Neue Perspektiven für die Industrie 4.0

Sie gehen mit offenen Augen durch Ihre Fertigung. Nehmen Sie uns mit. Mit einer digital vernetzten Zerspanung zeigen wir Ihnen neue Einblicke. Und echte Transparenz. Vom Einsatz der Werkzeuge und Maschinen bis hin zur Logistik. Damit sind Sie detailliert in Echtzeit informiert. Und bleiben auf Augenhöhe: Walter Nexxt.



[walter-tools.com](http://walter-tools.com)

 **WALTER**  
Engineering Kompetenz

# Was war, was ist und WAS SEIN WIRD

Nicht nur das Digital Engineering Magazin hat sich in den letzten 20 Jahren verändert und weiterentwickelt, auch die Branchen, über die wir berichten. Wir haben einige Begleiter befragt, was sich getan hat und wohin die Reise geht.

**G**oogle steckte in den Kinderschuhen, Helmut Kohl übergab die Kanzlerschaft an Gerhardt Schröder und wir bezahlten noch mit der D-Mark. Aber nicht nur wir und die Welt haben sich in den letzten 20 Jahren weitentwickelt, sondern auch die Branchen, über die wir berichten. Ein großer Teil des Wandels geht neben welt- sowie klimapolitischen Ereignissen und Veränderungen sicher auf das Konto sich stark weiterentwickelnder Computertechnik und Vernetzung.

## Die Computertechnik

Dell brachte 1997 seine erste Precision Workstation für Ingenieure heraus. „Mit ei-



» **Neue Tower-Workstations rechnen 32.000-mal schneller als damals, bringen 2.800-mal mehr Grafikleistung und kosten nur einen Bruchteil der ersten Generation“,**

PETER BECK, FIELD PRODUCT MARKETING MANAGER WORKSTATION & RUGGED BEI DELL

ner nach heutigen Maßstäben überschaubaren Leistungsfähigkeit und einem stolzen Preis von 12.000 US-Dollar blieb der erste Erfolg zunächst aus“, wie Peter Beck, Field Product Marketing Manager Workstation & Rugged bei Dell, heute zugibt. Die erste Generation war noch mit magerem Pentium-2-Prozessor ausgestattet. Zur Ehrenrettung muss man sagen, dass Dell schnell nachgelegt hat. Bereits im Jahr 2000 kam mit der Precision 220 eine robuste Dual-Prozessor-Workstation mit zwei Pentium-III-Prozessoren heraus. Und: „Innerhalb der vergan-



» **Daten werden in Zukunft in der Antriebstechnik einen immer größeren Stellenwert einnehmen“,**

PATRICK HANTSCHHEL, LEITER DIGITALIZATION CENTER BEI WITTENSTEIN.

genen 21 Jahre hat sich allerdings einiges getan. Die neuesten Tower-Workstations rechnen 32.000-mal schneller als damals, bringen 2.800-mal mehr Grafikleistung und kosten nur einen Bruchteil der ersten Workstation“, wie Peter Beck ergänzt.

Was sich natürlich auch verändert hat, sind die Vernetzungsarchitekturen der Rechner untereinander, wie Matthias Ro-



» **Die neuen additiven Fertigungstechnologien werden sich auch in Zukunft rasant entwickeln und weitere Branchen revolutionieren“,**

DANIEL COHN, GESCHÄFTSFÜHRER VON PROTOLABS IN DEUTSCHLAND.

ese, Chief Technologist, Manufacturing, Automotive & IoT bei Hewlett Packard Enterprise, ausführt: „Auf das Client-Server-Zeitalter folgte das Zeitalter der Cloud und des Mobile Computing. Das war ein Motor dessen, was wir heute als ‚Digitalisierung‘ bezeichnen.“

Und mit dieser Entwicklung nicht am Ende, stehen wir heute wieder vor einem neuen IT-Zeitalter. Denn Fahrzeuge, Maschinen und Anlagen erzeugen gigantische Datenmengen. Alle zwei Jahre verdoppelt sich die Gesamtdatenmenge auf der Erde. „Das ist ein riesiger Schatz, der unzählige Möglichkeiten birgt, Geschäftsprozesse zu verbessern und neue Geschäftsmodelle zu schaffen“, wie Matthias Roese folgert. „Allerdings wird aktuell nur ein Bruchteil dieser Daten nutzbringend verwertet. Um den Schatz zu heben, brauchen wir neue, dezentrale IT-Architekturen.“ Womit er auf



» **Um den Schatz zu heben, brauchen wir erstens neue, dezentrale IT-Architekturen. Zweitens müssen wir Daten zum Zentrum der Geschäftsmodelle machen. Beides erfordert eine umfassende Transformation, die Technik, Prozesse und Menschen betrifft“,**

MATTHIAS ROESE, CHIEF TECHNOLOGIST,  
MANUFACTURING, AUTOMOTIVE & IOT  
BEI HEWLETT PACKARD ENTERPRISE.



» **In zwei bis vier Jahren sehen wir viele Resultate heutiger Entwicklungsprojekte: beispielsweise eine Kommunikation zwischen Antriebskomponenten über standardisierte Protokolle und klassifizierte Werte“,**

MICHAEL BURGHARDT, HEAD OF PRODUCT MARKETING  
BEI DANFOSS DRIVES DEUTSCHLAND.

die Idee des Edge Computing anspielt, bei dem die Computer dort stehen, wo die Daten anfallen und wo sie direkt ausgewertet werden können, ohne sie über lange Wege in Rechenzentren zu senden.

### Additive Fertigung

Das Thema 3D-Druck nahm in den 90er Jahren zunächst verhalten Fahrt auf. Man sprach noch oft vom Rapid Prototyping, dem auch andere Verfahren zugeordnet waren. „Bei ehrlicher Betrachtung hat sich danach, bis auf etwas Modelpflege und Verfeinerung des eigentlichen Prozesses, bis Ende der 2000er Jahre technisch nicht viel bewegt“, wie Daniel Cohn, Geschäftsführer des weltweit aktiven Fertigungsdienstleisters Protolabs in Deutschland, erläutert. „Erst in den letzten Jahren kommen immer mehr neue Verfahren auf den Markt, die den 3D-Druck insbesondere auf Kosten und Prozessseite noch mit kleinen Schritten Richtung Industrialisierung bewegen.“

Wenn man sich die Anwender- und Technologie-Berichte der letzten Zeit anschaut, scheint tatsächlich der nächste Schritt für den 3D-Druck jener hin zur Industrialisierung zu sein.

„Gerade im Bereich der additiven Fertigung gibt es aktuell immer wieder prägende Neuerungen, sei es die Produktion mit neuen Materialien oder die immer schnellere Produktionsgeschwindigkeit moderner Maschinen“, wie Cohn erklärt. „Dadurch wurden bereits wichtige Branchen wie die Medizintechnik revolutioniert, indem es Ärzten und Chirurgen mithilfe der additiven Fertigung beispielsweise möglich ist, Prothesen und maßgeschneiderte Implantate herzustellen.“

Additive Fertigung hat also für die Zukunft durchaus das Potential, weitere Branchen nachhaltig zu prägen.

### Antriebstechnik

Prägend waren die letzten 20 Jahre auch für die Antriebstechnik. Maschinen beispielsweise liefen noch häufig mit einem Hauptantrieb und teils gewagten Riemenkonstruktionen vom Band, um diverse Hilfsachsen im Gleichtakt (oder einer gewissen meist festen Übersetzung) zu bewegen.

Ein Trend, den Patrick Hantschel, Leiter Digitalization Center bei Wittenstein so beschreibt: „Mehr und mehr verringerte sich der Anteil der mechanischen Teile in den Antriebssträngen. Gleichzeitig ge-



**Finden Sie die Zukunft Ihrer Fertigung auf der formnext!**

Ihr Kopf steckt voller genialer Einfälle und Sie suchen innovative Partner, die Ihre Ideen mit Additive Manufacturing und neuesten Fertigungstechnologien zum Produkt machen? Wir bieten dafür die ideale Plattform.

**Where ideas take shape.**





» Wir denken, dass die Kombination aus additiven und subtraktiven Verfahren an Bedeutung zunehmen werden. Die CAM-Systeme müssen deshalb unbedingt beide Prozesse komplett unterstützen“,

DR. JOSEF KOCH, CTO BEI DER OPEN MIND TECHNOLOGIES AG.

wann die Notwendigkeit der elektrischen Vernetzung an Bedeutung.“

Weniger Mechanik bedeutet mehr elektrische Antriebstechnik und da sollte Michael Burghardt, Head of Product Marketing bei Danfoss Drives Deutschland, zu Wort kommen: „Immer mehr Frequenzrichter kamen auf den Markt. Ein Treiber ist hierbei das große Potential zur Energieeinsparung. Die Vernetzung via Feldbus bis hin zum Einsatz von Industrial Ethernet haben diese Entwicklung weiter verstärkt.“

Aktuell treiben die Antriebstechniker die Themen Industrie 4.0 und die Standardisierung der Kommunikation, beispielsweise mit OPC/UA sowie TSN, voran. „Innerhalb dieses Komplexes hat der Aspekt Security hohe Priorität“, wie Michael Burghardt von Danfoss be-

merkt. Da Danfoss selbst Leistungshalbleiter für seine Umrichter herstellt, misst das Unternehmen auch Grundlagenforschung und Detailverbesserungen hohe Bedeutung zu.

Auch Wittenstein arbeitet weiter an der mechanischen Güte und dem Wirkungsgrad seiner Antriebskomponenten – wie das spezielle Konzept des Galaxy-Getriebes zeigt, mit beachtlichen Erfolg. Zudem möchte der Antriebstechniker seine Antriebskomponenten mit Sensoren intelligent ausstatten und sieht Plattformen im Kommen. Patrick Hantschel von Wittenstein erklärt das Ziel: „Mit dem aus Daten

gewonnenen wertvollen Wissen werden sich neue Services und sogar neue Geschäftsmodelle bilden.“

### Automatisierung

„1998 herrschte eine große Verunsicherung über die Zukunft der Automatisierung“, erklärt Thomas Fechner, Senior Vice President Product Area New Business bei der Bosch Rexroth AG. „Große Steuerungsanbieter hatten versucht, proprietäre und



» Die neuen Herausforderungen haben durchaus Ähnlichkeiten mit den alten, aber sie beschleunigen sich, der ‚übermenschliche‘ Teil der e-Funktion des Moore’schen Gesetzes manifestiert sich“,

FRANK MAIER, INNOVATIONSVORSTAND (CTO) VON LENZE.

teilweise zentrale Systeme zu etablieren.“

Rexroth ist damals gegen den Strom geschwommen und hat auf verteilte Intelligenz und offene Standards gesetzt. „Aus heutiger Sicht die einzig richtige Entscheidung“, glaubt Thomas Fechner. Schon fast radikal klingen seine Ideen zur Fabrik der Zukunft: Alle Maschinen sind demnach mobil und tauschen drahtlos Informationen aus. Sie stellen sich selbstständig auf die zu fertigenden Produkte ein und formieren sich flexibel zu optimierten Fertigungszellen. „Auf dem Weg dorthin werden Themen wie Prozessflexibilisierung, Robotik, künstliche Intelligenz und Daten-

sicherheit stark an Bedeutung gewinnen“, wie er betont.

Eine wirtschaftspolitische Sicht nimmt Frank Maier, Innovationsvorstand (CTO) von Lenze, ein. Für ihn waren die letzten Jahrzehnte geprägt von zwei enormen Wachstumsphasen, unterbrochen „durch eine tiefe Zäsur, die Finanzkrise 2008/09.“ Diese habe gezeigt, dass die Bäume auch in der Automation nicht in den Himmel wachsen. „Die schnelle Erholung danach

beweist aber auch, dass der langjährige Trend des stetig steigenden Bedarfs nach mehr Automatisierung ungebrochen ist.“ Als technologisch treibend sieht Frank Maier den exponentiellen Anstieg der Rechenleistung: „Dies führte zu dem Quantensprung der Buskapazität über die Real-Time Ethernet Busse und viele neue Möglichkeiten in der Software. Alles Voraussetzungen für das, was wir heute Industrie 4.0 nennen.“

Technisch möchte Lenze demnach auf dem Weg „Industrie 4.0“ weitergehen, hin zu vernetzten, intelligenten, adaptiven Maschinen. Gemeinsam mit den Anwendern „wollen wir Lösungen schaffen, die über vorgefertigte Bausteine und einen digitalen Engineering-Prozess die Komplexität der Technik beherrschbar halten“, schließt Maier.

### CAM-Lösungen

Die Metallbearbeitung war und ist – allen neueren Verfahren wie der additiven Fertigung zum Trotz – nach wie vor eines der verbreitetsten Herstellungsverfahren in



» Wir haben eine klare Vorstellung von der Fabrik der Zukunft. In ihr sind nur noch der Boden, die Wände und die Decke unveränderlich“,

THOMAS FECHNER, SENIOR VICE PRESIDENT PRODUCT AREA NEW BUSINESS BEI DER BOSCH REXROTH AG.





» Die Branche wird sich vermehrt von monolithischen Software-Architekturen abwenden, was unserem seit langem gelebten Prinzip ‚Open by Design‘ sehr entgegenkommen wird“,

ANDREAS SCHÄFER, SENIOR DIRECTOR MARKETING GERMANY BEI SIEMENS PLM SOFTWARE.

der deutschen Industrie. Die Entwicklung der letzten 20 Jahre, die auch die CAM-Systeme begleitet haben, ist geprägt von vielen Detailverbesserungen. Eine Supernova war aber sicher eine davon: Vor 20 Jahren wurde die 5-Achs-Technologie im Bereich Werkzeug- und Formenbau eingeführt. Dr.



» Als reiner Softwarehersteller wird es langfristig immer schwieriger, am Markt zu bestehen. Vielmehr steigt hier die Nachfrage nach einem Prozess-beziehungsweise Lösungsanbieter“,

ANDREAS SEUM, GENERAL MANAGER DACH BEI VERO SOFTWARE.

Josef Koch, CTO bei der Open Mind Technologies AG, erinnert sich: „Damals haben wir als erster CAM-Hersteller die Chance ergriffen, die 5-Achs-Simultanbearbeitung für diesen Industriezweig nutzbar zu machen.“

In den letzten 5 bis 10 Jahren folgte die Entwicklung neuer Werkzeugformen. Auch an den neuen Werkzeugen haben CAM-Anbieter mitentwickelt, etwa dem Tonnenfräser. Diese Fräser ermöglichen neue Bearbeitungsstrategien, mit denen 2.5D- und 3D-Aufgaben jetzt deutlich effizienter 5-achsig simultan gefertigt werden können.

Heute hat Dr. Josef Koch von Open Mind insbesondere sichere und effiziente Prozesse durch NC-Code-basierte Simulationen im Blick, die zusätzlich eine Vernetzung von Maschine und CAM-System bieten.

Auch für Andreas Seum, General Manager DACH bei Vero Software, brachte die Entwicklung im Fertigungsumfeld der letzten Jahre neue Bearbeitungsverfahren und immer besser darauf abgestimmte Softwarelösungen und effizientere Werkzeuge hervor. Auch die Mehrachsbearbeitung ist bei Vero natürlich ein Thema.

Ein weiterer Aspekt, der die CAM-Anbieter bewegt, ist HSC, also Verfahren für besonders schnellen Spanabtrag. Andreas Stute, Geschäftsführer von Intercam er-



» Durch unser Engagement – unter anderem bei den WorldSkills – tragen wir dazu bei, dass auch unsere Kunden in Zukunft gut ausgebildete, kreative und innovativ denkende Fachkräfte für ihr Unternehmen finden können.“

ANDREAS STUTE, GESCHÄFTSFÜHRER VON INTERCAM.

läutert: „Vor gut 14 Jahren ging es um die bessere Auslastung von Maschinen. HSC und dynamische Bearbeitungsstrategien kamen hinzu, um ein Optimum an Verfahrensbewegungen zu erreichen.“

Die Verbreitung sowohl von HSC als auch der Mehrachsbearbeitung wurde begünstigt durch schnellere Antriebe, intelligente Maschinenkonzepte und die Steigerung der Genauigkeiten der Maschinenkomponenten, wie Andreas Seum von Vero Software feststellt.

**HEITEC**  
engineering solutions



**HEITEC 4.0** – Schneller zur vernetzten Produktion  
[www.heitec.de/heitec40](http://www.heitec.de/heitec40)



» Heutzutage ist die Simulation aus der Produktentwicklung nicht mehr wegzudenken, hat sie sich doch in den letzten 20 Jahren von einer Nischenanwendung hin zu einem Gestaltungswerkzeug, das die gesamte Produktentwicklung antreibt, entwickelt“,

MARKUS HALLER, DEPUTY MANAGING DIRECTOR BEI DER ALTAIR ENGINEERING GMBH.

Als besonders wichtigen (und wie wir finden, sehr zukunftsweisenden) Teil seiner Arbeit sieht es Intercam-Chef Stute, junge Menschen frühzeitig für das Thema Zerspannung zu begeistern.

### Product Lifecycle Management

Der Produktentstehungsprozess (PEP) und dessen digitale Umsetzung haben sich in den letzten 20 Jahren komplett verändert, diese Meinung vertritt Andreas Schäfer, Senior Director Marketing Germany bei Siemens PLM Software, und er führt aus:

„Ausgehend von einer erheblichen Skalierung der Performance von Hardware und Softwarepaketen sind Engineering-, Manufacturing- und Datenmanagement-Tools weit verbreitet und verknüpfen von der ersten Idee bis zum Recycling alle Aspekte des Produktlebenszyklus.“

Für Dr. Roland Drewinski, Leiter Marketing bei Contact Software, gilt indes nach wie vor: „Die Idee hinter PLM ist eigentlich ganz einfach: eine einzige verbindliche Quelle ‚Single Source of Truth‘ für alle Aspekte entlang des Lebenszyklus eines Produkts im Unternehmen nutzen zu können.“

Wichtig sei die Frage, wie einfach der Anwender seine Aufgaben erledigen könne. Dazu möchte Contact Software dem Anwender Werkzeuge bereitstellen, die die Komplexität der Zusammenhänge beherrschen lässt.“

Insbesondere System-Offenheit ist Andreas Schäfer von Siemens PLM Software wichtig, denn sie „erleichtert die Interoper-

abilität von PLM, MES und ERP. So wurden erhebliche Fortschritte bei Time to Market, Effizienz und Produktivität erzielt.“

Für den PLM-Anbieter Dassault Systèmes war 1998 ein lokaler Meilenstein mit der Eröffnung des ersten deutschen Büros in Stuttgart, wie sich Klaus Löckel, Geschäftsführer Zentraleuropa bei Dassault Systèmes, erinnert. Seitdem hat das Unternehmen sein Angebotsportfolio stetig weiterentwickelt und ist strategische Partnerschaften eingegangen, beispielsweise mit Boeing. „Der wichtigste und visionärste

Bereich kommt dadurch künftig eine noch größere Bedeutung zu“, erklärt Andreas Schäfer von Siemens PLM.

Die maschinelle Analyse der Betriebsdaten für die automatische Zustandsüberwachung ist auch für Dr. Roland Drewinski von Contact Software ein gutes Beispiel: „Dabei werden jene Unternehmen besonders erfolgreich sein, die neue Inseln vermeiden und ihre IT wie ERP und PLM mit den operativen Technologien im Feld verbinden, also IT und OT integrieren. Der Schlüssel dafür sind offene Plattformen



» Ein Trend sind Simulationstechnologien, die im Hintergrund im CAD-System laufen und auf jede Design-Änderung des Anwenders direkt reagieren“,

CHRISTOPH MÜLLER, GESCHÄFTSFÜHRER VON CADFEM.

Schritt war aber mit Sicherheit die Einführung der 3DExperience-Plattform“, wie Löckel analysiert.

Damit könnte der Geschäftsführer Zentraleuropa von Dassault Systèmes durchaus recht haben, denn Plattformen sind heute in aller Munde und auch Siemens PLM und Contact Software sprechen im Zusammenhang mit dem digitalen Zwilling und IIoT zunehmend von Plattformen: „Das Industrial Internet of Things (IIoT) wird zum ‚Enabler‘ für neue Geschäftsmodelle und Plattformen, neue Dienste ziehen in die digitale Fabrik ein. Dem After-Sales- und Service-

und Open-Source-Technologien, die helfen, agile Infrastrukturen aufzubauen und zu betreiben.“

### Simulation

Die Simulation hat in den letzten Jahren einige gravierende Entwicklungen mitgemacht. Im Grunde ist sie treibende Kraft und Getriebene ihrer Anwenderbranchen. Eine bekannte CAE-Software-Suite ist Hyperworks von Altair. Sie umfasst heute über 50 Produkte und Technologien für Design und Optimierung. Darunter Werkzeuge für Strukturanalyse, Optimierung,



» Ein sehr wichtiger Aspekt ist auch, dass die Anwender die Vorteile der kombinierten Analyse – Multiphysik – erkannt haben, was weitaus bessere Produktdesigns ermöglicht“,

GERARD HEGEMANS, GESCHÄFTSFÜHRER VON COMSOL MULTIPHYSICS.

Mehrkörpersimulation, EM- und EMV-Anwendungen, Systemsimulation, multiphysikalische Analysen, Datenmanagement, HPC und IoT.

Doch die Simulation abgekoppelt von Ihren Anwendern darzustellen, ist schwierig: „Aufgrund der wachsenden Komplexität von Produkten muss Simulation immer neue Bereiche erschließen, die weit über die reine Produktentwicklung hinausgehen, beispielsweise in Form von digitalen Zwillingen, die Daten aus dem Betrieb des Produkts in die Entwicklung künftiger Produkte einfließen lassen können oder dabei helfen, Wartungsvorhersagen zu treffen“, gibt Markus Haller, Deputy Managing Director bei Altair Engineering, zu bedenken.

Dabei sind die einzelnen Bereiche der Simulation keineswegs einheitlich entwickelt. Während es Software für die Strukturmechanik bereits seit 50 Jahren gibt, existiert auch weniger abgesichertes Terrain, wie Gerard Hegemans, Geschäftsführer von Comsol Multiphysics, ausführt: „Software für Mehrkörperdynamik, Strömungen und Wärmeübertragung gibt es noch nicht ganz so lange, daher sind noch viele spannende Neuentwicklungen zu erwarten. Noch jünger sind die Bereiche Akustik oder Elektromagnetismus, in denen man relativ spät mit numerischen Berechnun-



» **Durch die Demokratisierung des Wissens auf Plattformen werden neue Ökosysteme entstehen, die es auch mittelständischen Unternehmen einfacher machen, in die digitale Zukunft aufzubrechen.“**

KLAUS LÖCKEL, GESCHÄFTSFÜHRER ZENTRAL-EUROPA BEI DASSAULT SYSTÈMES

gen begonnen hat – hier ist noch viel zu entdecken.“

Wenn es darum geht, Neues zu entdecken, kann Dr. Tarik El Dsoki, Geschäftsführer von MSC.Software, nicht weit sein. Der CAE-Pionier hat die zum Teil drastischen Änderungen der letzten Jahrzehnte miterlebt. Doch die Zukunft und Gegenwart gehören für ihn dem Digital Twin und der künstlichen Intelligenz: „Die Kopplung von Hardware mit Software (Hardware in the Loop – HIL) wird immer bedeutender. Ganz allgemein wird Virtual Reality sehr viel dominanter im Vergleich zu klassischen experimentellen Untersuchungen“, so Dr. El Dsoki.

Für Christoph Müller, Geschäftsführer von CADFEM, hat sich weniger an der Simulation selbst etwas Grundsätzliches verändert. „Die große Änderung sehen wir in der Leistungsfähigkeit der Simulationen und in den deutlich vereinfachten Workflows, so dass die Simulation nicht nur den Expertenbereich, sondern auch den Konstruktionsbereich abdeckt.“

Damit könnte Simulation bald absolut zum Standard in jedem Entwicklungsprozess gehören. **JB1** ◀



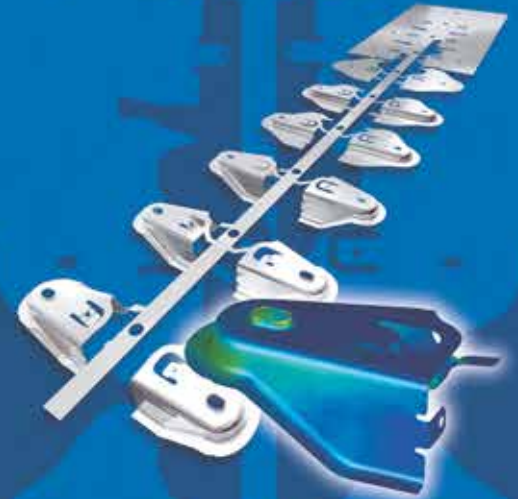
» **Die heute vielleicht noch abstrakten Themen wie „Internet of Things“, „Internet of Services“ oder „Internet of Data“ werden immer mehr Aufgaben nicht nur in der Simulation, sondern ganz allgemein in unserem Leben übernehmen“,**

DR. TARIK EL DSOKI, GESCHÄFTSFÜHRER VON MSC.SOFTWARE.

**WIR DANKEN ALLEN MITWIRKENDEN FÜR IHRE BETEILIGUNG AN DIESEM ARTIKEL.**

# AutoForm

Software Lösungen für die Blechumformung



Der Wettbewerb in der Automobilindustrie hat zu einer größeren Vielfalt an Modellen, verkürzten Produktionszyklen und einem stärkeren Kostendruck geführt.

Diese Herausforderungen können nur mit den richtigen Partnern und besseren Lösungen gemeistert werden.

AutoForm-Software-Lösungen bieten eine umfassende Plattform für das Engineering, die Evaluation und die Verbesserung von Blechumformprozessen.



Besuchen Sie uns auf der EuroBLECH 2018: Halle 27, Stand J41 23. – 26. Oktober 2018 Hannover, Deutschland

**AUTOFORM**  
Forming Reality

[www.autoform.com](http://www.autoform.com)

# Da **BRENNT** nichts an

Ein Papierbecher muss hohe Ansprüche erfüllen. Eine Technologie der Michael Hörauf Maschinenfabrik produziert die erforderliche Qualität mit einer Papierbechermaschine aus der BMP 100-Serie mit bis zu 180 Mal pro Minute. Dabei sorgt ein leistungsfähiger Frequenzumrichter von Yaskawa trotz starker elektrischer und mechanischer Belastungen für eine hohe Regelgüte. ▶ von Michael Grupp



**D**er Kaffee „to go“ wärmt den Magen, soll aber nicht die Finger verbrennen und beim Trinken soll kein Tropfen daneben gehen. Auch wenn Papierbecher normalerweise keine große Aufmerksamkeit genießen, erfüllen sie Tag für Tag hohe Qualitätsansprüche. Gleichzeitig müssen sie als milliardenfach verbrauchtes Standardprodukt in großen Mengen und kosteneffizient produziert werden.

Dafür sorgen die Maschinen der Traditionsfirma Michael Hörauf Maschinenfabrik GmbH und Co. KG im schwäbischen Donzdorf. Das Portfolio umfasst heute neben High-End-Maschinen zur rationellen Fertigung von Papierbechern auch individuelle Lösungen für Markenartikler zur Inhouse-Produktion von Verpackungen aus Papierverbund.

Die BMP 100 Compact aus der ökonomischen BMP 100-Maschinenserie wurde für die wirtschaftliche Produktion von Heiß- und Kaltgetränkebechern (zum Beispiel

für Kaffee) konstruiert. Die BMP 100 Super ist hingegen ausgelegt auf die Herstellung von großvolumigen Verpackungsbechern (zum Beispiel für Snacks, Popcorn, Nudeln). Beide Maschinen können sowohl vom Zugschnitt (Papiersegment) als auch von der Rolle arbeiten. Dabei werden, in Abhängigkeit vom Format, Taktzahlen von bis zu 180 Bechern pro Minute erreicht. Das Know-how basiert auf Erfahrung und Wissen im Bereich der Umformung und Verbindung von Papier und Papierverbund.

## Antriebstechnische Herausforderungen

Das Herzstück der Maschine ist die Becherform-Einheit, ein mit Kerndornen bestückter so genannter „Stern“ mit rund einem Meter Durchmesser. Diese Einheit muss bei jedem der 180 Takte pro Minute beschleunigt und wieder abgebremst werden. Ein Asynchronmotor übernimmt die mechanisch sehr anspruchsvolle Antriebsaufgabe.

Herkömmlicherweise ergaben sich aus den generatorischen Betriebszuständen bei den Bremsvorgängen zwei charakteristische Probleme: Zum einen entstanden so Spannungsspitzen, die die Antriebe stark belasteten und damit zu Ausfällen führten. Zum anderen wurde die generatorische Energie beim Bremsen in Wärme umgewandelt, und dadurch sind die Temperaturen am Bremswiderstand auf bis zu 80°C angestiegen. Durch die Verwendung von Papier als leicht brennbarem Werkstoff war es zudem nicht möglich, die Bremswiderstände außerhalb der Schaltschränke zu installieren. Die überschüssige Wärme musste deshalb aufwändig aus den Schaltschränken abgeführt werden.

Vor diesem Hintergrund machten sich die Hörauf-Konstrukteure auf die Suche nach einer geeigneten Antriebslösung, die die hohen mechanischen Anforderungen ohne Wärmeentwicklung meistern sollte.

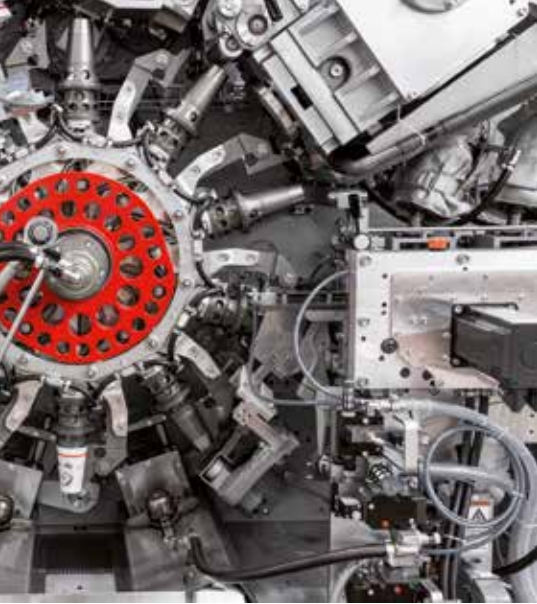
## Frequenzumrichter mit Open Loop Vector Regelung

Fündig wurden die Ingenieure bei Yaskawa: Der 2015 erstmals vorgestellte Frequenzumrichter GA700 bietet die klassischen Leistungsmerkmale der Yaskawa-Umrichter: Belastbarkeit, Langlebigkeit und Qualität werden durch das Design der Antriebe sichergestellt. Sie sind ausgelegt auf zehn Jahre 24/7-Dauerbetrieb bei einer Belastung von 80 Prozent der maximalen Leistung. Dabei arbeiten sie ohne Leistungsverlust bei Betriebstemperaturen von bis zu 50°C. Die Anwender profitieren dadurch



Das Portfolio der Traditionsfirma Michael Hörauf Maschinenfabrik im schwäbischen Donzdorf umfasst auch High-End-Maschinen zur rationellen Fertigung von Papierbechern.

Bild: Michael Hörauf Maschinenfabrik GmbH



Das Herzstück der Maschine ist die Becherform-Einheit, ein mit Kerndornen bestückter so genannter „Stern“ mit zirka 1 m Durchmesser. Diese Einheit muss bei jedem der 180 Takte pro Minute beschleunigt und wieder abgebremst werden.

Bild: Michael Hörauf Maschinenfabrik



Der Einsatz des Frequenzumrichters GA700 führte zur Reduzierung der Zyklus-Spannungsspitzen um 30 Prozent sowie zu einer Verringerung der Antriebsverluste.

Bild: Yaskawa

von sehr geringen Ausfallraten und minimalem Service-Aufwand.

Im vorgestellten Fall konnten zusätzlich durch den Einsatz einer hochdynamischen Strom-Vektor-Regelung (Open Loop Vector Control) das Überspringen der Mechanik sowie die generatorischen Effekte und Spannungsspitzen minimiert werden. Konkret ließen sich die Spannungsspitzen um 30 Prozent reduzieren, und damit entsteht weniger generatorische Energie. Die Temperatur der Bremswiderstände entspricht nun der Umgebungstemperatur.

Durch die Open-Loop-Vector-Control-Regelung wird in Asynchron- sowie Permanent-Magnet-Synchronmotoren das volle Drehmoment bereits bei sehr kleinen Drehzahlen ohne Geberrückführung erreicht. Wie nicht zuletzt das Beispiel der BMP 100 Compact belegt, zeigt der Asynchronmotor damit eine hohe Regelsteifigkeit. Der GA700 in Verbindung mit Permanent-Magnet-Synchronmotoren kommt sogar dem Verhalten von Servo-Antrieben sehr nahe.

### Frequenzumrichter GA 700

Über die schnelle Open-Loop-Vector-Regelung hinaus optimiert der Frequenzumrichter GA700 seine Applikationsparameter kontinuierlich im Betrieb. Somit unterstützt Yaskawa die Ingenieure bei der Planung, der Inbetriebnahme und beim Betrieb durch intelligente Funktionen.

Als neues Feature verfügt der GA700 über einen SD-Karten-Slot, Bluetooth-Schnittstelle und Real Time Clock. Dies ermöglicht zum Beispiel die zeitgenaue Aufzeichnung von Lastprofilen oder unterstützt den Servicetechniker bei der Fehlersuche.

Der GA700 lässt sich über das Bedienfeld, den PC sowie das Smartphone in Be-

trieb nehmen. Die Yaskawa DriveWizard Mobile App ermöglicht es zudem, die Parameter auf Wunsch auch in der Cloud zu speichern oder mit anderen Mitarbeitern zu teilen. Dieses neue Konzept soll wesentlich dazu beitragen, dass sich die Geräte der 700er-Reihe auch ohne Expertenwissen rasch in Betrieb nehmen und ohne große Vorkenntnisse einfach bedienen lassen.

Mit integrierten Features wie dem EMV-Filter, interner 24-V-DC-Spannungsvorsorgung mit zusätzlichen 150 mA für die Versorgung von externen Sensoren (zum Beispiel Temperatur oder Druck) oder funktionaler Sicherheit nach STO SIL3 kann der GA700 auch bei Anwendungen mit einer höheren Risikostufe eingesetzt werden und auf externe Sicherheitsmaßnahmen verzichten.

### Fazit

Wo eine schwere Becherform-Einheit mit 1 m Durchmesser 180 mal pro Minute beschleunigt und wieder abgebremst werden soll, entstehen hohe mechanische Belastungen und insbesondere hohe Temperaturen. Durch den Einsatz des Frequenzumrichters GA700 von Yaskawa konnte die Michael Hörauf Maschinenfabrik diese Anforderung meistern. Der Einsatz dieser Frequenzumrichter führte zur Reduzierung der Zyklus-Spannungsspitzen um 30 Prozent sowie zu einer Verringerung der Antriebsverluste. Der robuste GA700-Antrieb ermöglicht es darüber hinaus sogar, die Temperatur der Bremswiderstände auf Umgebungstemperatur zu reduzieren und somit die Kühlleistung der gesamten Maschine zu optimieren.

ANM ◀

Michael Grupp ist Corporate Account Manager bei Yaskawa Europe – Drives, Motion & Controls Division.

**MSC One™**

Schaffen Sie sich für Ihre Innovationen eine flexible Lösungsumgebung mit dem MSC One™ Token-System.

- Ein erweitertes Produkt-Token-System, das Ihnen Zugriff auf das MSC Simulations-Portfolio gewährt
- Reduziert Ihr finanzielles Risiko, indem Sie die Kapazität je nach Bedarf erhöhen oder verringern

**MSC Software**

[www.mscsoftware.com](http://www.mscsoftware.com)

# Der smarte Weg zum **PERFEKTEN GETRIEBE**

Der Getriebespezialist Neugart hat auf der diesjährigen Motek die beiden intuitiv bedienbaren Konfigurations-Tools Tec Data Finder (TDF) und NCP präsentiert. Mit dem TDF-Tool können Anwender die passende Getriebe-Motor-Kombination konfigurieren – auch von unterwegs aus mittels Tablet oder Smartphone. Die Software NCP 4.0. ermöglicht hingegen die kosten- und ressourceneffiziente Auslegung der Getriebe-Motor-Kombination im komplexen Antriebsstrang. > von Sven Borho



Der Relaunch des jetzt auch für mobile Geräte verfügbaren Konfigurationstools Tec Data Finder (TDF) wurde erstmals auf der diesjährigen Fachmesse Motek in Stuttgart vorgestellt. Bilder: Neugart

**M**it dem kostenlosen Online-Konfigurator Tec Data Finder (TDF) von Neugart können Anwender die geeignete Getriebe-Motor-Kombination schnell und einfach ausgewählt. Der TDF prüft deren geometrische Kompatibilität, angezeigt werden dabei nur passende Gegenstücke. Ein besonderes Feature ist die einfache Nutzbarkeit des Konfigurationstools auch von unterwegs aus auf mobilen Endgeräten. So passt sich das Layout dank dem responsivem Design flexibel an die jeweilige Größe und Auflösung des Displays an.

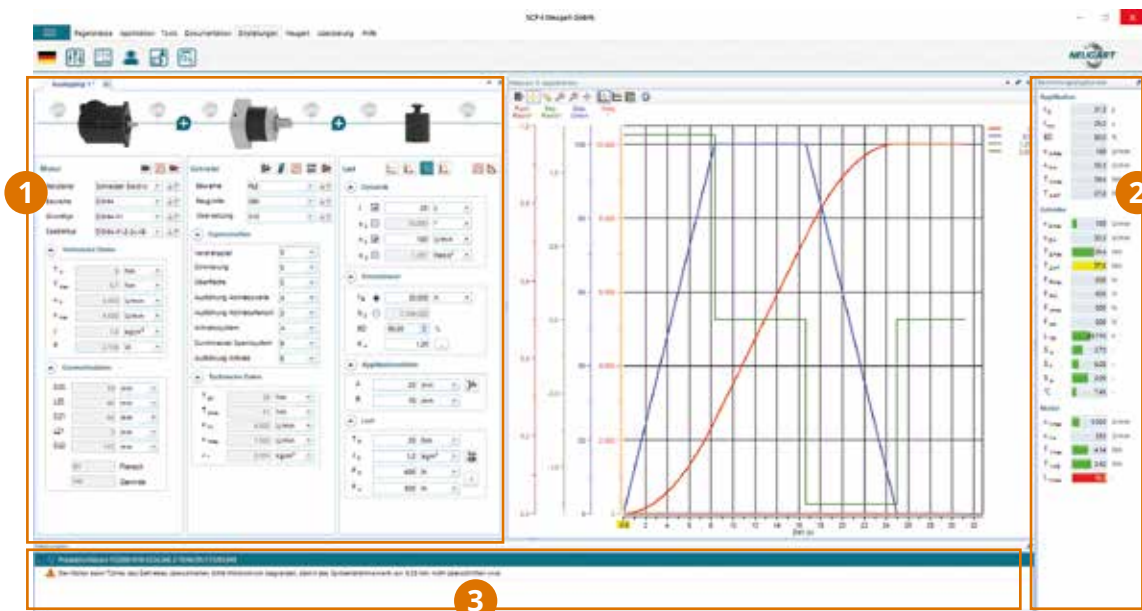
Mit der neuen Version des TDF hat der Anwender die Wahl, ob er die Konfiguration entweder mit dem Motor oder dem Getriebe starten möchte. Mehr als 17.000 Motoren aller gängigen Hersteller stehen dabei zur Auswahl. Besonders hilfreich bei der Zusammenstellung der Konfigurationen sind die bebilderten Erklärungen.

Bis zu fünf verschiedene Getriebe lassen sich jetzt miteinander verglichen werden. Unterschiede innerhalb der technischen Daten werden farblich hervorgehoben und sind auf einen Blick deutlich sichtbar. So sehen Nutzer schnell, welches Getriebe

die technischen Anforderungen optimal abdeckt. Nach der Konfiguration kann der Anwender bei Neugart CAD-Modelle, technische Datenblätter und passende Angebote anfordern.

## **Vollständige Visualisierung des Antriebsstrangs**

Während der TDF lediglich die geometrische Vereinbarkeit von Getriebe und Motor überprüft, steht zur Dimensionierung und Überprüfung der applikationsbedingten Kennwerte die Berechnungssoftware Neugart Calculation Program (NCP)



- Neugart Calculation Program (NCP):**
1. Links im Definitionsbereich werden die Applikationswerte eingetragen sowie Getriebe und Motor ausgewählt.
  2. Rechts außen im Ergebnisbereich werden die Berechnungsergebnisse angezeigt. Mittels Farbbalken wird visualisiert, wie stark das Getriebe oder der Motor ausgelastet ist.
  3. Im unteren Bereich wird eine Meldung bei Über- oder Unterlast des Antriebsstrangs angezeigt.

zur Verfügung. NCP berechnet auftretende Kräfte, Drehmomente und Drehzahlen innerhalb komplexer Lastverläufe und visualisiert den kompletten Antriebsstrang. Hierbei sind vielfältige Applikationen und Lastprofile wählbar.

Die neue Version 4.0 überzeugt durch einfachere Bedienung und höhere Anwenderfreundlichkeit, außerdem ist sie kompatibel mit der Vorgängerversion. Um eine intuitive Bedienung zu gewährleisten, sind alle Eingabefelder zu den Themen Motor und Getriebe sowie zur Applikation bebildert und mit Erklärungen versehen. Darüber hinaus werden Berechnungsergebnisse, die die Auslastung anzeigen, zusätzlich in den Farben Rot, Gelb und Grün hinterlegt. Somit behält der Anwender stets den Überblick über die aktuelle Auslastung der Komponenten.

Eine zusätzliche Hilfestellung bieten Meldungen mit nützlichen Hinweisen. Ein entsprechender Hinweis wäre beispielsweise,

dass ein Motor zu schwach für den Antriebsstrang ist. Mithilfe von NCP können Nutzer eine alternative Auslegung finden.

### Fünf Kombinationen miteinander vergleichen

Nach Auslegung des kompletten Antriebsstrangs besteht die Möglichkeit, bis zu fünf unterschiedliche Auslegungen zu vergleichen. Der Anwender kann seine Applikation mit fünf Getriebe-Motor-Kombinationen anlegen und danach entscheiden, welche die kosten- und energieeffizienteste Kombination darstellt. Das reduziert den Dokumentationsaufwand, schont die Ressourcen und vermeidet unnötige Fehler.

Die Informationen zur Applikation, die Eigenschaften zu Getriebe und Motor sowie die Berechnungsergebnisse können als PDF-Datei abgespeichert werden. Ebenfalls ist es möglich, für die ausgewählte Getriebe-Motor-Kombination CAD-Mo-

delle und technische Datenblätter anzufordern. Als zusätzlichen Service bietet Neugart Schulungen und Workshops an. Hierbei werden dem Anwender Schritt für Schritt die Möglichkeiten der Auslegungssoftware vermittelt. Eines der beliebtesten Angebote ist die Schulung NCP on the road – welche in ganz Deutschland verfügbar ist. „NCP at home“ ist ein exklusiver Service für Anwender. Hierbei kommt der Trainer direkt ins Unternehmen und schult zielgerichtet die Mitarbeiter der Konstruktions- und Applikationsabteilungen.

Weitere Informationen zu den NCP-Schulungen sind auf der Webseite [www.neugart.com](http://www.neugart.com) abrufbar. Außerdem finden regelmäßig Coachings bei den „Training Days“ am Firmensitz von Neugart in Kippenheim statt.

SG <

**Sven Borho** ist Teamleiter Produktmanagement bei der Neugart GmbH.

# Servo, Bus & 36 Monate Garantie



igus® Hybrid-Servoleitung mit Buselement als platzsparende Einkabel-lösung für den Einsatz in der e-kette®. Leitungsqualitäten in PVC & PUR. UL und CSA zertifiziert. Geprüfte Sicherheit durch Tests im 2.750 qm igus® Labor. Als einzelne Leitung ab 1 m, konfektionierte Leitung oder komplettes Energieketten-System. Online berechenbar, schnell geliefert, weltweit montiert.

Die chainflex® Hybridleitung im Einsatz – ein Kundenbeispiel:  
[igus.de/CFBohrautomat](mailto:igus.de/CFBohrautomat)



CHAINFLEX®

[igus.de/hybridleitung](http://igus.de/hybridleitung)  
 Tel. 02203-9649-800 info@igus.de plastics for longer life



Besuchen Sie uns:  
 Fakuma, Friedrichshafen – Halle A5 Stand 5214 | Compamed, Düsseldorf – Halle 8b Stand A20

# Schaltstranksysteme als aktive ENERGIEPUFFER

Die Erhöhung der Energieeffizienz elektrischer Antriebssysteme hat eine herausragende Bedeutung für den Klimaschutz. Allerdings ist für viele Industrieunternehmen der Anreiz zur Reduzierung des Energieverbrauchs zu gering. Einen Ausweg bieten die dynamischen Energiespeicherlösungen der Michael Koch mit ihren geldwerten Vorteilen bei relativ kurzen, zyklischen Produktionsprozessen. > von Michael Koch

Im Zyklus eines Produktionsprozesses beschleunigen und bremsen Elektromotoren fast ständig, in vielen Fällen, wie etwa in Mehrachs-Knickarmrobotern, ändern sie auch häufig ihre Drehrichtung. Elektrische Energie wird aus dem Netz angefordert, bei Geschwindigkeitsreduzierung häufig vom Motor erzeugt. Im Gleichstromzwischenkreis des Drive Controllers pulsiert die Spannung über mehrere Hundert Volt hinweg. Neben Bremswider-

ständen oder einer Netzzurückspeisung gibt es bei Überspannung die Möglichkeit der aktiven Erweiterung der Zwischenkreis-kapazität. Diese hat gegenüber anderen Technologien den Vorteil, dass sie über die Verarbeitung generatorischer Energie noch weit mehr leisten kann.

Die Erhöhung der Energieeffizienz elektrischer Antriebssysteme hat globale Bedeutung. Allein in Deutschland beträgt der Anteil der in der Industrie für elektrische

Antriebe eingesetzten Energie rund 70 Prozent. Beim aktuellen Erzeugermix hilft jeder reduzierte Prozentpunkt, die Ursachen des menschlichen Anteils am Klimawandel zu bekämpfen. Allerdings ist der elektrische Strom zu billig, als dass die Reduzierung der Stromrechnung allein für die Industrie von Interesse sein könnte – die Amortisationszeiten der Investitionssumme sind dafür oft zu lang. Also muss eine technische Lösung zumindest bei relativ kurzen zyklischen Produktionsprozessen weitere geldwerte Vorteile bieten. Diese liefern die dynamischen Energiespeicherlösungen der Michael Koch GmbH, und zwar von schuhschachtelgroßen Geräten bis hin zu schaltstrankgroßen Systemen.

In der Regel werden deshalb neben dem Management von Brems- oder generatorischer Energie, also der direkten Erhöhung der Energieeffizienz, drei weitere Anwendungsfälle diskret

oder auch in Kombination nachgefragt: die Reduzierung von Lastspitzen für das Versorgungsnetz, das Management von Spannungsschwankungen bis hin zu Netzausfällen und die Möglichkeit eines weitgehend netzunabhängigen Betriebs. Die kompakten Geräte von Koch auf Kondensatorbasis erfüllen all diese Anforderungen genauso wie die Systeme, die auf dem dynamischen Speicher-Manager DSM 4.0 aufbauen. Der DSM 4.0 ist die aktive Verbindung zwischen elektrischen Speichern und dem Gleichstromzwischenkreis des Drive Controllers. Er bedient sich ebenfalls großer Elektrolytkondensatoren, aber auch Superkondensatoren oder Batterien.

## Erhöhung der Energieeffizienz allein reicht nicht aus

Anschaulich wird die Auswahl, Flexibilität und Leistungsfähigkeit der dynamischen Energiespeicherlösungen von Koch anhand des folgenden Beispiels: Für einen Produktionszyklus von drei Sekunden in der Spitze benötigt eine Maschine 53 Kilowatt Leistung, im Mittel über die Zeit sind es rund 25 Kilowatt, also eine Energiemenge von 75 Kilojoule pro Zyklus. Folgende drei Forderungen lassen sich mit dem modularen Energiespeicher-/Energiemanagementsystem KTS der Michael Koch erfüllen:

1. Lastspitzenreduzierung: Die regelmäßige Leistungsaufnahme aus dem Netz soll 25 Kilowatt nicht übersteigen
2. Erhöhung der Energieeffizienz durch die Zwischenspeicherung generatorischer Energie
3. Verhindern von Netzstörungen: Ein Produktionszyklus soll bei Ausfall der Stromversorgung noch zu Ende gebracht werden.

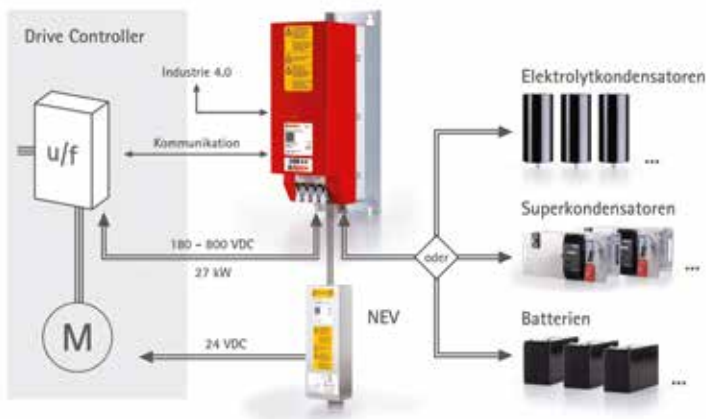
Die Lösung der Aufgabenstellungen erfolgt mit Hilfe eines Systems von Einzelmodulen, die applikationsspezifisch zu-



Das Energiemanagementsystem KTS der Michael Koch wird in der Industrie im Bereich elektrische Antriebstechnik eingesetzt.

Bilder: Michael Koch GmbH





Den Kern des KTS-Systems bildet der dynamische Speicher-Manager DSM 4.0 für Gleichstromnetze von 180 bis 800 Volt.

## TECHNISCHE DATEN

- › Dauerspannung Gleichstromzwischenkreis: 180 bis 800 VDC
- › Spitzenstrom: maximal 480 A für eine Dauer von 6 Sekunden, Dauerstrom: maximal 160 A
- › Speicherspannung: maximal 450 VDC (bei 400 VAC Anschlussspannung Drive Controller)
- › Dauerleistung 72 kW, Spitzenleistung (6 Sekunden) bis zu 216 kW
- › Energiemenge bis 1,8 Megajoule (Supercap-Module)
- › Abmessungen: 200 x 120 x 60 cm (Höhe x Breite x Tiefe)
- › Digitale I/Os
- › Busanbindung: RS422/RS485
- › Anschlussfertig konfiguriert und anwendungsbezogen parametrisiert
- › Option NEV: 24-Volt-Notstromenergieversorgung mit 6 A (150 VA)
- › Option SDU: Überlastsichere zuschaltbare Entladeeinheit mit ca. 1.400 Watt Leistung und Energieaufnahme von 200 oder 400 kJ

sammengestellt und dann konfiguriert und anschlussfertig im Schaltschrank ausgeliefert werden. Eingängige Tests der einzelnen Produktionsschritte und eine Abschlussprüfung vor der Auslieferung gewährleisten ein passendes KTS-System. In dieser Art ausgeliefert, bedarf es bei der Montage vor Ort nur noch des elektrischen Anschlusses – und KTS ist betriebsbereit.

Abhängig von der geforderten Spitzenleistung wird die Anzahl der einzusetzenden DSM-4.0-Geräte bestimmt. Sie kommen ohne weiteren Konfigurationsaufwand aus und sind damit sehr einfach zu kaskadieren, mit Spitzenleistungen bis über 200 Kilowatt.

Die andere Seite des Systems bilden die Speichereinheiten. Für sie gelten als Auswahlkriterien die Häufigkeit und Dauer der Zyklen sowie die notwendige Energiemenge. Für extrem schnelle und häufige Zyklen mit kleineren Energiemengen benötigt der DSM 4.0 Elektrolytkondensatoren, für seltene, aber energiereiche Zyklen sind jedoch Batterien notwendig. Den Mittelweg bilden Superkondensatoren, die bei den KTS-Lösungen von Koch bevorzugt in Modulen zum Einsatz kommen, welche aus mehreren einzelnen Superkondensatoren bestehen. Mit Ihnen lassen sich KTS-Systeme abbilden, die ein sehr breites Spektrum an Leistung und Energiemenge und somit auch an konkreten Einsatzfällen mit entsprechenden Nutzenvorteilen abdecken.

### Tools helfen bei der Auslegung

Die konkrete technische Auslegung erfolgt über Simulationen der realen Belastungsprofile in der konkreten Systemumgebung. Koch bietet hierfür ein frei verfügbares Tool an, das nach Eingabe einiger Anwendungsparameter eine Lösung vorschlägt, welche die Grundlage für die weitere Definition des passenden Systems bildet. Neben den eigentlichen Applikationsanforderungen bestehen eventuell noch individuelle Wünsche: Um die Sicherheit für das Montage- und Wartungspersonal zu erhöhen, könnte beispielsweise der Einbau einer sicheren, weil schaltbaren Entladeeinheit gewünscht sein. Die überlastsichere Entladeeinheit SDU aus dem Hause Koch wurde speziell für diesen Einsatzfall entwickelt.

Ein weitere Möglichkeit der Auslegung bietet das mächtige Auslegungswerkzeug Servosoft der ControlEng Corpora-

tion. Vielachsige Servo-Antriebssysteme lassen sich nach dem Motto „von der Last zum Stecker“ berechnen. Die dynamischen Energiespeicherlösungen von Koch sind integrativer Bestandteil des Tools und können dem errechneten Antriebssystem bedarfsgerecht zugeordnet werden. Schon zu diesem Zeitpunkt wird in beiden Fällen der zu erwartende Nutzen des Energiespeichersystems konkret nennbar.

Beim geschilderten Fall entschied sich der Anwender für eine Konfiguration des KTS-Systems mit vier DSM 4.0 und sechs Supercap-Modulen. Dabei kamen eine Energiemenge von circa einem Megajoule, 24 Volt-Notstrom-Energieversorgungen NEV für Steuerung und Sensorik und zuschaltbare überlastsichere Entladeeinheiten SDU zum Einsatz. Letztere waren für den Fall vorgesehen, dass die Energiespeicher auch einmal entladen werden müssten. Alle Komponenten wurden komplett montiert und anschlussfertig in einem Schaltschrank (200 x 60 x 60 cm) verdrahtet. Sämtliche Details, Prüfungen und Ergebnisse sind dokumentiert und bis zu den Einzelkomponenten nachvollziehbar. Dabei wurden die konkret gestellten Aufgaben erfüllt. **SG** ◀



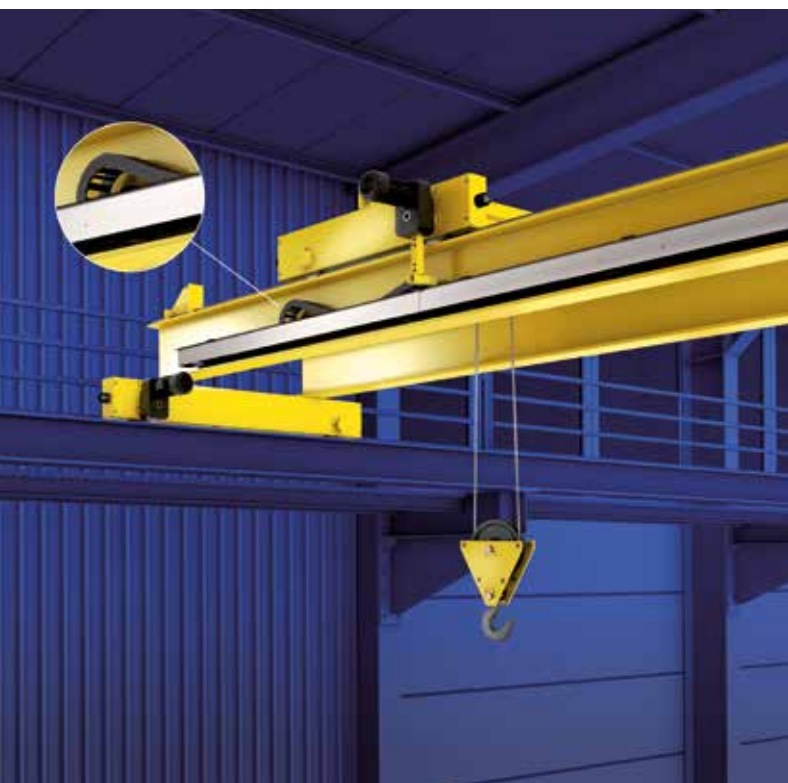
**Das Energiemanagementsysteme KTS-C bietet Spitzenleistungen mit bis über 200 Kilowatt und 1,8 Megajoule Energie.**

**Michael Koch** ist geschäftsführender Gesellschafter der Michael Koch GmbH.

# Flexibler Führungskanal FÜR HALLENKRÄNE

Bei der Entwicklung und Fertigung von Hallenkränen gibt es für CraneSolutions kaum Überraschungen mehr. Was jedoch nicht bedeutet, dass man bezüglich der Komponenten nicht offen für Innovationen ist. So verbauen die Kran-Experten neuerdings das Easy-Guide-System von Tsubaki Kabelschlepp. Der flexible Führungskanal macht es möglich, bei den Hallenkränen auf umständliche Festoon-Systeme zu verzichten. > von Stefan Rosenthal

**D**er niederländische Hersteller CraneSolutions hat sich auf Standard- und Spezialkräne, Hebezeuge aller Art, Ersatzteile und Zubehör spezialisiert. Das Unternehmen mit Sitz in Katwijk in der Nähe von Den Haag bietet zudem Services und Wartung für die Stahlindustrie, die Petrochemie sowie Energie- und Offshore-Unternehmen an. Dank der Zusammenarbeit mit Kunden, der Partnerschaft mit den Unternehmen Stahl Cranesystems und Indeva sowie der jahrzehntelangen Praxiserfahrung verfügt CraneSolutions heute über ein vielfältiges Portfolio an hochwertigen Hebelösungen. Das Team, darunter Ingenieure und Produktspezialisten, findet stets die optimale Lösung für die jeweilige Kundenanforderung.



**Der Führungskanal schützt die Energieführungskette und gewährleistet eine optimale Führung.**

## Ein Standardauftrag mit einer besonderen Komponente

Im Frühjahr 2018 erhielt CraneSolutions einen Auftrag über insgesamt zehn Einträgerlaufkräne. Der Auftraggeber war ein Hersteller von Greifern für Schüttgutkräne, der seine Produktionslinie erweitern wollte – und zwar um neun kleinere Hallenkräne mit Hebekapazitäten bis zu 5.000 Kilogramm und Spannweiten bis zu 8.340 Millimeter sowie ein großes Modell mit einer Hebekapazität von 15.000 Kilogramm und einer Spannweite von 19.100 Millimeter. Die Hubhöhe beträgt jeweils rund fünf Meter.

Die Kräne sind in sogenannten „Work Boxes“ untergebracht, in denen die Einzelteile der Greifer hergestellt und verschweißt werden. Sie übernehmen den Transport von Material, wobei der 15-Tonnen-Kran bereits montierte, größere und schwerere Bauteile zum nächsten Produktionsschritt befördert. Die Verfahrgeschwindigkeiten betragen bei allen Kränen höchstens 20 Meter pro Minute.

**Das Easy-Guide-System überzeugt durch sein platzsparendes Design und eine leichte Montage mit wenigen Bauteilen.**  
Bilder: CraneSolutions

Hallenkräne dieser Art gehören für Crane Solutions zu den Standard-Aufträgen. In diesem Fall allerdings gibt es eine Besonderheit: „Es sind mit die ersten Krane, die wir mit dem Easy-Guide-System von Tsubaki Kabelschlepp ausliefern“, erläutert Jacco Hus, Electrical Engineer bei Crane Solutions. „Diese flexible Führung von Energieketten hat bei uns die Festoon-Systeme mit Kabelschlaufen abgelöst, die wir bislang verwendet haben.“

### Einfach und flexibel geführt mit dem Easy-Guide-System

Das Easy-Guide-System von Tsubaki Kabelschlepp ist ein neuer Führungskanal für Energieketten, der speziell für den Einsatz in Kränen entwickelt wurde. Er überzeugt durch sein platzsparendes Design sowie eine mühelose Montage mit wenigen Bauteilen. Der Führungskanal ist verzinkt oder als Edelstahlvariante erhältlich und lässt sich nicht nur vertikal stehend, sondern im Gegensatz zu vergleichbaren Systemen auch horizontal liegend anbringen und bleibt auch nach der Montage flexibel einstellbar. Das optional installierbare Dach dient als Aufstiegs- und Wetterschutz sowie mechanischer Schutz. Es verhindert zudem ein Herausfallen oder Schlagen der Energiekette. Letztere wird somit in verschiedensten Positionen, auch seitlich liegend, optimal geführt.

Der Systemkanal benötigt keine aufwändige Stahlstruktur und ist für alle I-Träger und Kastenträger geeignet. Im Abstand von 850 Millimeter sind Montagebohrungen

### EASY-GUIDE-SYSTEM

Das System ist ein standardisiertes Führungssystem für Energieketten, das für die Katzstrom-Zuführung und lange Verfahrswege in der Kranfahrt konzipiert ist. Es eignet sich aber nicht nur ideal für den Kranbau, sondern auch für andere Anwendungsbereiche. Ob bei langen Verfahrswegen, Längs-, Quer- oder Kurvenfahrten – der Systemkanal wird verschiedenen Anforderungen auch in rauen Umgebungen gerecht. So lässt er sich zum Beispiel in der Intralogistik, in Lackieranlagen, im RBG-Bau, in Klärwerken, als Stromschienenersatz im Ex-Zonenbereich, in Bewässerungsanlagen, für Highspeed-Kameras, im Torbau oder in Hebezeugen einsetzen.



Bei dem Easy-Guide-System sind im Abstand von 850 Millimeter Montagebohrungen für die Kabeldurchführung vorhanden.

für Energieführung und Kabeldurchführungen vorhanden. Tsubaki Kabelschlepp bietet denselben Montagehalter für unterschiedliche Rinnengrößen beziehungsweise Kettentypen an. Festverlegte Leitungen können einfach hinter der Rinne, direkt an dem Halter montiert werden, sodass keine zusätzlichen Kabelkanäle nötig sind – das spart Zeit und Aufwand bei der Montage.

„Das Easy-Guide-System macht es möglich, bei Hallenkränen mit Energieketten auf lose herabhängende Festoon-Schlaufen zu verzichten“, sagt Grego Ernst, CEO und Inhaber von Wisman Technik, dem niederländischen Partner von Tsubaki Kabelschlepp. „Wir bewegen uns hier auf einem ähnlichen Preisniveau wie bei Festoon-Systemen, im direkten Vergleich überzeugt jedoch der Führungskanal durch eine einfachere Montage. Er ist zudem weniger fehleranfällig und es ist kein zusätzlicher Stahlbau nötig.“

### Ein Komplettpaket aus Energiekette und Zubehör

Bei CraneSolutions ist das Easy-Guide-System Bestandteil eines Komplettpakets: Tsubaki Kabelschlepp und Wisman Technik liefern nämlich auch die passenden Energieketten sowie Leitungen und Kabel – fertig konfektioniert. Als Energiekette kommt in allen Kränen das Modell QuickTrax 0320 mit außen aufklappbaren Bügeln zum Einsatz. Diese Energieführungen zeichnen sich dank ihres gewichtsoptimierten Kunststoffrahmens durch eine besonders hohe Torsionssteifigkeit aus. Verschlussbügel mit flexiblem Filmscharnier ermöglichen zudem eine besonders einfache Leitungsbelegung. CraneSolutions erhält zudem die benötigten Kabel aus dem Leitungsprogramm Traxline, mit dem Tsubaki Kabelschlepp jeden Be-

### TOTALTRAX-ENERGIEKETTENSYSTEME

Mit anschlussfertigen Energiekettensystemen bietet Tsubaki Kabelschlepp eine individuelle Lösung optimal aufeinander abgestimmter Komponenten, die speziell für den jeweiligen Anwendungsfall konzipiert ist. Das Totaltrax-Konzept sorgt für mehr Effizienz in der Beschaffung von Energieführungen und Leitungen: Der Anwender spart den Aufwand für Disposition und Einkauf aller Einzelelemente, tätigt nur eine Bestellung, erhält nur eine Rechnung und hat durchgängig nur mit einem Ansprechpartner zu tun.

darf abdeckt: Verfügbar sind Steuer-, Leistungs-, Einzelader-, Daten-, BUS-, LWL- und Koax-Leitungen, Systemleitungen zum Beispiel nach Siemens-, Indramat- oder anderen Spezifikationen sowie die Mittelspannungsserie „Heavy Duty“.

„Wir sind sehr zufrieden mit den einbaufertig gelieferten Energieführungen. Die Montage geht einfach und schnell, zudem ist die Qualität gut“, betont Jacco Hus. Begeistert ist der Ingenieur auch von dem Easy-Guide-System, weil es damit möglich wird, sehr kompakte Krane zu bauen. „Im Vergleich zu den traditionellen Festoon-Systemen benötigen wir viel weniger Bauraum. Ein angenehmer Nebeneffekt ist, dass die Krane mit dem Easy Guide System nicht nur einwandfrei funktionieren, sondern auch viel besser aussehen.“ Gute Noten also für den innovativen Führungskanal, der sich noch in vielen weiteren Kränen von CraneSolutions bewähren wird. **SG** ◀

Stefan Rosenthal ist Export Sales Manager bei Tsubaki Kabelschlepp.

CraneSolutions bezieht die benötigten Kabel aus dem Traxline-Portfolio von Tsubaki Kabelschlepp.



# Robust, schnell und KRÄFTIG

Die Zimmer Group hat ihre Premiumgreifer-Serie 5000 um eine neue pneumatische Modellreihe erweitert – neben den vorhandenen Modellen mit Stahl-in-Stahl-Führung sind nun auch Ausführungen mit Stahl-Aluminium-Profilnutenführung verfügbar. > von Gregor Neumann

**D**ie neuen Greifer (GPP/GPD5000AL) von Zimmer erweitern die Produktpalette um Zwei-Backen-Parallelgreifer und Drei-Backen-Zentrischgreifer. Die Besonderheit der neuen Modelle ist die Stahl-Aluminium-Profilnutenführung, die Zimmer nun anbietet. Damit sind die neuen Greifer besonders für preisbewusste Kunden interessant, die aber nicht auf die Zimmer-Qualität verzichten wollen.

Technisch unterscheidet die neuen Greifer ihre Stahl-Aluminium-Profilnutenführung von T-Nuten-Greifern und sie laut Hersteller im Marktumfeld Greifern mit Vielzahnführungen mindestens ebenbürtig. Dabei garantiert Zimmer bis zu 15 Millionen Zyklen ohne Wartung. Neben der neuen Variante besteht die Greifer-Serie aus den GPP/GPD5000- und den GPW5000-Modellen, die pneumatisch angetrieben sind, aus den pneumatisch-elektrischen Hybridgreifern GPP/GPD5000IL sowie aus einer reinen elektrischen Version, die GEP/GED5000.

## Für den Universal-einsatz konzipiert

Die Greifer-Baureihe 5000 wurde für den echten Universaleinsatz konzipiert und besitzt je nach Variante eine Reihe von Merkmalen (Schnelligkeit, hohe Greifkräfte, große Greifbackenlängen) und bietet somit für jede Anwendung die passende Lösung. Die Greifer warten je nach Variante mit einer Dichtheitsklasse von IP40 bis IP67 auf und können für die maximale Anlagenverfügbarkeit mit höchster Genauigkeit gegeneinander ausgetauscht werden. Die Greifer der Serie 5000 von Zimmer weisen eine Vielzahl von Detaillösungen auf, die den täglichen Einsatz erleichtern und die Verwendung von Zubehör oft überflüssig machen.

## Zimmer-Greifer im Einsatz.

Bilder: Zimmer Group

Der Hersteller setzt dabei auf neuentwickelte Magnetfeldsensoren, die erlauben, von der Seite aus eingeführt zu werden. Die Sensoren lassen sich daher ganz einfach austauschen, ohne dazu den kompletten Greifer abzumontieren. Ein weiterer Vorteil ist, dass sie nicht über die C-Nut herausstehen, d.h. die Greifer können bündig aneinander verbaut werden. Die Schalteigenschaften im Vergleich zum Vorgänger-Sensormodell sind gleich. Die neuen Sensoren sind in den Ausführungen 5-Meter-Kabel mit offenen Litzenende und 0,3 Meter mit M8-Stecker lieferbar.

Alle Ausführungen der 5000er Serie – sowohl die pneumatischen, die pneumatisch-elektrischen, als auch die rein elektrischen Greifer – bieten im Vergleich zum Wettbewerb (laut Hersteller) je nach Modell höhere Greifkräfte, eine größere Greifbackenlänge und kürzere Öffnungs- oder Schließzeiten.

## Absolutes Messsystem integriert

In den elektrischen Varianten ist neben der Steuerung und einem Hall-Sensor für die Greiferbackenabfrage auch ein absolutes Wegmesssystem mit einem hochauflösenden Resolver integriert, der permanent die Position der Greiferbacken ermittelt. Dadurch ist die Greifersteuerung nach dem Einschalten sofort im Bild, in welcher Position die Greiferbacken stehen. Die integrierte Steuerung macht es auch möglich, den Greifer direkt zu teachen oder über ein kleines Bedienfeld am Gehäuse die Greifkraft in fünf Stufen einzustellen. Die Greifer sind Plug-&-Play ausgelegt, der elektrische Anschluss ist ebenso einfach wie die pneumatische Verschlauchung.

## Pneumatische Greifer

Die bereits am Markt eingeführten Greifer der GPP/GPD5000-Version bilden mit einer robusten, hart beschichteten Stahl-in-Stahl-Profilnutenführung derzeit die Premiumlinie. Sie sind sehr robust und bieten sehr hohe Greifkräfte. Diese Greifer sind darüber hinaus gegen Überlastung unempfindlich. Besonders beschichtete Greiferbacken mit niedrigen Reibungskoeffizienten und den guten Notlaufeigenschaften sorgen dafür, dass die Greifer 30 Millionen Zyklen ohne Wartung bewältigen und dabei auch widrige Einsatzbedingungen überstehen.

Solche Dauerleistungen sind möglich, weil die Greiferbacken mit Schmier-



schon für eine sichere Schmierstoffversorgung ausgestattet sind und die Entwickler für die Abdichtung der Prismenführungen zudem einen Doppelabstreifer eingesetzt haben. Die äußere Dichtlippe streift dabei Schmutz und Staub ab, die innere Dichtlippe sorgt dafür, dass der Fettvorrat über die gesamte Lebensdauer erhalten bleibt.

Mit dieser doppelten Abdichtung weisen diese Geräte die Dichtheitsklasse IP64 auf – ein Wert, der normalerweise nur mit zusätzlichen Protektoren erreicht werden kann. Mit solch einem Protektor kann die Dichtheit der Zimmer-Greifer sogar auf IP67 gesteigert werden, so dass sie auch unter schwierigen Umgebungsbedingungen wie etwa in Bearbeitungszentren oder Schleifmaschinen eingesetzt werden können.

Hans-Stefan Csulits ist Geschäftsführer von Heitec Auerbach und kommentiert: „Durch die Beständigkeit der Greifer unter widrigen Umgebungen wie beim Fräsen, Bohren oder Räumen, sowohl nass als auch trocken, in unseren Maschinen, erreichen wir die benötigte Prozesssicherheit. Diese einzigartige Innovation der Serie 5000, und gerade sehr aktuell die elektrischen Vari-

anten, heben unsere Anlagen vor allem in Hinblick auf sinkende Energieverbräuche, auf das nächste Qualitäts-Level.“

### Flexible Anbindung mit IO-Link

Um die elektrischen Varianten an die zentrale Maschinensteuerung anzubinden, setzt Zimmer auf das benutzerfreundliche Kommunikationssystem IO-Link. Die Einstelldaten der Greifer können hier direkt eingegeben oder geteacht werden. Sie lassen sich zentral abspeichern und problemlos auf andere Greifer übertragen. Beim Austausch eines Greifers können seine Daten schnell und fehlerfrei auf den neuen Greifer übertragen werden, so dass damit ein Maximum an Maschinenverfügbarkeit gewährleistet ist. IO-Link eröffnet zudem zahlreiche Optionen für die erweiterte Diagnose und vorbeugende Wartung, so dass Greifer und andere Komponenten schon bei ersten Anzeichen von Verschleiß ausgetauscht oder gewartet werden können, lange bevor es zu einem Ausfall kommen kann.

JBI ◀

**Gregor Neumann** ist Kommunikations-Manager bei der Zimmer Group.



**IO-Link eröffnet Optionen für die erweiterte Diagnose und vorbeugende Wartung.**

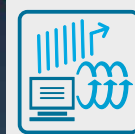
# sps ipc drives

Smarte und Digitale Automation  
Nürnberg, 27. – 29.11.2018

## Answers for automation

Es gibt Aufgaben, die uns vor neue Herausforderungen stellen.  
Treffen Sie Experten für eine zukunftsweisende Automation.  
Finden Sie im direkten Gespräch konkrete Lösungen für Ihr Unternehmen.

**Ihre kostenlose Eintrittskarte: Code 1812301064ADE1**  
[sps-messe.de/tickets](https://sps-messe.de/tickets)



**mesago**  
Messe Frankfurt Group

# Kleinste Abweichungen IM BLICK

Die Otto Vision Technology GmbH bietet mit dem Flex-3A-System optische 3D-Scanner zur berührungslosen Form- und Koordinatenvermessung in der automatisierten Qualitätskontrolle. Durch die Weiterentwicklung des Bildverarbeitungssystems und die Integration von zwei als Stereokameras eingesetzten 12-Megapixel-Kameras genügt nun ein Gerät für die Erfassung hochgenauer 3D-Daten zur Prüfung auf Maß, Form und Lage bei Messfeldern von 20 mm bis 200 mm. [► von Nicole Marofsky](#)

**D**ie berührungslose 3D-Vermessung und Geometrieprüfung komplexer Objekte kann in allen Fertigungsphasen – von der Erstinbetriebnahme über die Optimierungs- und Bemusterungsphase bis hin zur Serienproduktion – eingesetzt werden, um Abweichungen schnell zu identifizieren, Fehlerquellen zu erkennen und Korrekturmaßnahmen einzuleiten. Zum vollflächigen Soll-Ist-Vergleich gewinnt Flex-3A 3D-Oberflächendaten in hoher Punktdichte. Vor allem in der Stanzindustrie vertrauen viele Hersteller auf das System der Bildverarbeitungsspezialisten aus Jena. „Aber auch andere Branchen sind im Wachstum begriffen. Vor allem sehen wir in der Kunststoffindustrie vielfältige neue Einsatzmöglichkeiten“, erklärt Gunter Otto, Geschäftsführer von Otto Vision.



**Zwei als Stereokameras eingesetzte 12-Megapixel-CMOS-Kameras von Baumer liefern die Aufnahmen.**

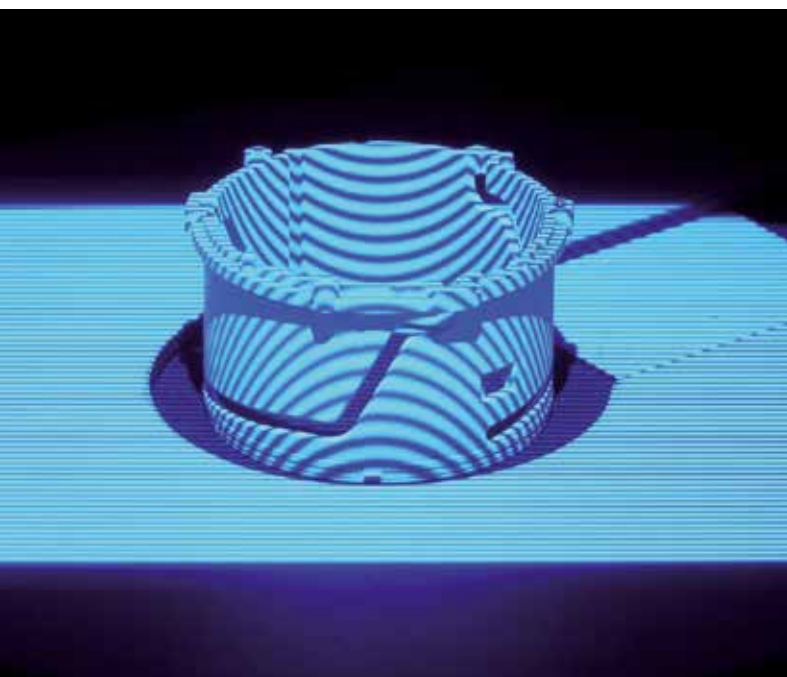
Mit der Weiterentwicklung strafft Otto Vision das Portfolio und kann nun Messfeldbereiche von 20 mm bis 200 mm mit nur einem Gerät realisieren. Besonders anspruchsvoll dabei war die Lösung eines optischen Problems. Denn auch bei festen Messabständen sollten, wie auch bei den bisherigen Geräten, die verschiedenen Messfelder nur durch den Wechsel der Objektiv erreicht werden.

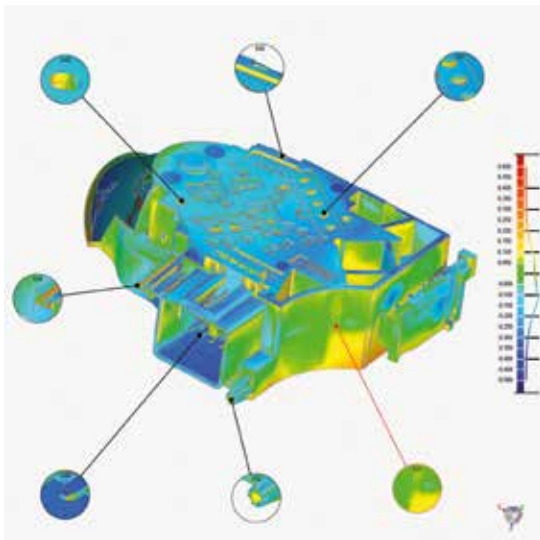
## Passmarken ade

Flex-3A arbeitet als vollautomatisches Multiview-System auf Basis der phasemessenden Streifenprojektion mit Triangulation und Phasogrammetrie. Der 3D-Messkopf ist mit zwei USB-3.0-Kameras mit 12 Megapixeln und einem LED-Streifenprojektor mit einer Auflösung von 1440 x 1080 Pixel ausgestattet. Eine dritte

**Das Scannersystem nutzt die phasemessende Streifenprojektion mit Triangulation und Phasogrammetrie zur Erzeugung von 3D-Bildern.**

Bilder: Otto Vision Technology





Messpläne und -parameter lassen sich mit der mitgelieferten Software einfach auswählen und festlegen.

dell kann so schnell und einfach durchgeführt werden, um Formabweichungen wie Verzug, Schrumpfung, Versatz oder auch Werkzeugverschleiß leicht zu lokalisieren.

Die Nutzeroberfläche erlaubt das direkte und schnelle Anlegen beliebig vieler Messpläne, die einfache Einstellung teilespezifischer Messparameter, das Festlegen von Automatisierungsabläufen und die leichte Anpassung und Optimierung des Streifencodes. Die Kalibrierung nach einem Messfeldwechsel ist sehr einfach möglich.

Aufgrund der guten Zusammenarbeit und Zuverlässigkeit war es für uns klar, dass wir auch für die Weiterentwicklung des Flex-3A auf diese Kameras setzen“, erläutert Otto. Mit der Kombination aus der hohen Auflösung von 12-Megapixeln bei 30 Bildern pro Sekunde und kleinem Formfaktor von 29 mal 29 Millimetern passten die VCXU-124 Modelle der CX-Serie optimal zu den Anforderungen des Systemdesigns. Der eingesetzte Pregius-CMOS-Sensor IMX304 von Sony liefert für die 3D-Aufnahmen zudem eine ausgezeichnete Bildqualität.

Mit der USB-3.0-kompatiblen Schnittstelle profitiert Otto Vision außerdem von einer zuverlässigen Ein-Kabel-Lösung mit Plug-&-Play-Funktionalität und spart Zeit und Kosten bei der Integration. Dank der umlaufenden M3-Befestigung konnten die Kameras mechanisch einfach und flexibel integriert werden. Mit der optimalen Synchronisation der Kameras und digitalem Projektor gelang es den Bildverarbeitungsspezialisten, die volle Geschwindigkeit der Kameras auszunutzen.

### Wachstumsmarkt 3D-Inlineprüfungen

Die vollständige Automatisierung von 3D-Vermessungen ermöglicht einen schnellen

Kamera stellt die Mehrbildregistrierung sicher. Die zu inspizierenden Teile können entsprechend ihrer Komplexität aus mehreren Richtungen beleuchtet und aufgenommen werden. Ein kompletter 3D-Scan wird durch eine zusätzliche motorisierte Wendehalterung erreicht.

Das Aufnahmeverfahren mit drei Kameras aus unterschiedlichen Blickwinkeln ist patentiert: „Wir verwenden zu den zwei Kameras am 3D-Messkopf zusätzlich noch eine objekt feste Referenzkamera zur Positionsbestimmung des Prüfobjektes. So können die Teilansichten hochgenau photogrammetrisch zu einem globalen 3D-Modell zusammengefügt werden – komplett ohne Kleben von Passmarken, was zusätzliche Zeit und Kosten spart“, erklärt Otto.

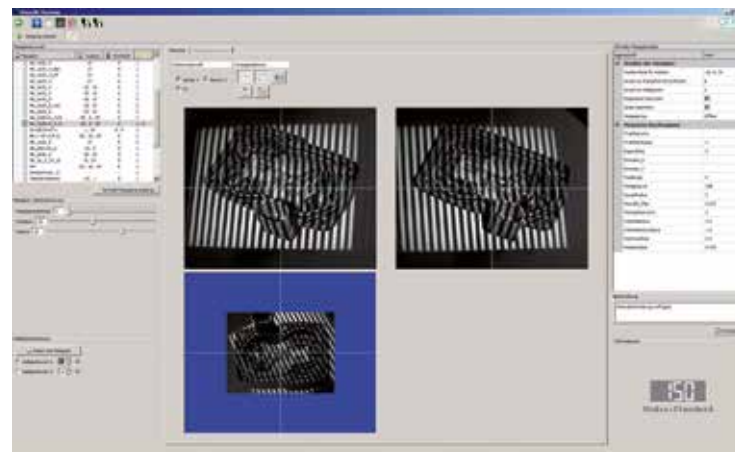
Mit der optionalen Erweiterung um eine motorisierte Wendehalterung lassen sich zudem auch Ober- und Unterseite vollautomatisch vermessen. Dank der flexiblen Gestaltung kann das System so für die Erstbemusterung von Prototypen, für fertigungsbegleitende Stichprobenprüfungen wie auch für Wareneingangskontrollen gefertigter Teile variabel eingesetzt werden.

### Flexibler Soll-Ist-Vergleich

Die Aufnahme aller Bilddaten, inklusive deren Zusammensetzung zu einem Gesamtmodell sowie Berechnung und Auswertung ist automatisiert und wird über eine leistungsfähige Software realisiert. Die digitalisierten Daten können dabei als Punktwolken oder als vernetzte STL-Fläche zum Koordinatensystem des Referenzmodells ausgerichtet werden. Der grafische Soll-Ist-Vergleich zwischen produzierten Teilen und dem entsprechenden CAD-Modell

### Präzise Erfassung verschiedener Messfelder

Die automatisierte berührungslose 3D-Prüfung auf Maß, Form und Lage mit variabler Messfeldgröße erfolgt mit dem System einfach und schnell. Eine sehr hohe Punktdichte erlaubt einen äußerst präzisen Vergleich – auch für Messaufgaben an kleinen Objekten, die taktil schwierig zu erfassen wären. Für einen Messfeldwechsel ist ein Tausch der Objektive mit anschließenden



Abweichungen zwischen digitalem Referenzmodell und produziertem Teil lassen sich in einer farblichen 3D-Darstellung schnell lokalisieren.

der, vom System unterstützter Neukalibrierung mittels Kugelnormalen ausreichend. Diese im Lieferumfang vorhandenen Kugelhanteln können auch jederzeit zur Überwachung sowie anschließenden Dokumentation der Messgenauigkeit eingesetzt werden.

### Umstieg auf USB 3.0

Mit dem neuen 3D-Scanner setzt Otto Vision das erste Mal USB-Kameras ein. „Wir nutzen im Kamerabereich schon seit vielen Jahren erfolgreich Baumer-Kameras

und prozessstabilen Einsatz unter Produktionsbedingungen und bietet gegenüber taktilen Messverfahren eine höhere Informationsdichte. Für Otto Vision ist dies deswegen ein Bereich mit sehr großem Wachstumspotenzial. „Dabei fokussieren wir zukünftig nicht nur auf Offline-Geräte, sondern immer stärker auch auf die 3D-Inlineprüfung“, blickt Otto in die Zukunft. **JBI** ◀

**Nicole Marofsky** ist Marketing- und Kommunikationsmanagerin bei Baumer Optronic in Radeberg.

# SCHWEISSDATEN digital verarbeiten

Die EuroBLECH 2018 steht unter dem Motto „Am Puls der Digitalisierung“. Passend dazu präsentiert Fronius Perfect Welding auf der Fachmesse in Hannover digitale Lösungen. Das Datenmanagement-System WeldCube unterstützt beim Sammeln und Analysieren von Schweißdaten. Mit der TPS/i bietet Fronius eine Geräteplattform, die perfekt auf die Anforderungen moderner Produktionsabläufe abgestimmt ist. Einen weiteren Schwerpunkt setzt Fronius mit einer neuen Handschweißgeräteserie.



Der User kann die durchgeführten Analysen individuell gestalten und vom Computer wie auch mobilen Geräten wie Tablet oder Smartphone abrufen. Damit unterstützt WeldCube die Umsetzung einer modernen Produktion und hilft Anwender dabei, Abläufe zu verbessern und Kosten zu reduzieren.

## Flexible Geräteplattform für Höchstleistungen

Die Geräteplattform TPS/i stellt nicht nur die Basis für Vernetzung, sondern besitzt einen Hochleistungsprozessor und einen High-Speed-Bus. Damit bietet sie erhöhte Kontrolle über den Lichtbogen und mehr Präzision in den Schweißprozessen. Durch verschiedene Funktionspakete kann der Schweißer Prozesse wie LSC (Low Spatter Control), PMC (Pulse Multi Control) und auch CMT (Cold Metal Transfer) auf derselben TPS/i einsetzen. Auf der EuroBLECH können sich Besucher bei Live-Schweißdemonstrationen vom hervorragenden Schweißverhalten der Stromquelle überzeugen.

**M**oderne Schweißsysteme erfassen vielfältige Informationen wie Strom, Spannung, Drahtvorschub und Schweißgeschwindigkeit. Mithilfe eines Datenmanagementsystems können Anwender diese Informationen nutzen, um Prozesse zu optimieren. Die von Fronius entwickelte Software WeldCube bereitet die wichtigsten Schweißdaten auf und stellt sie übersichtlich zur Verfügung.

Bis zu 50 Stromquellen können mit einer WeldCube-Installation verbunden sein. Diese Vernetzung ermöglicht es, Daten geräteübergreifend auf Bauteilebene zu dokumentieren. In Verbindung mit der Schweißgeräteplattform TPS/i können Anwender Jobs für alle mit WeldCube verbundenen Stromquellen zentral erstellen und bearbeiten.

**Das LaserHybrid-Verfahren kombiniert die Vorteile von MSG- und Laserstrahl-Schweißprozessen.**

Bilder: Fronius International



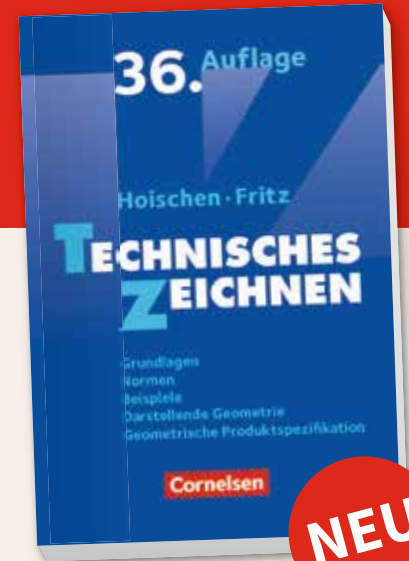
Mit den WIG-Orbitalschweiß-Systemen von Fronius können Anwender ein breites Spektrum von Schweißaufgaben bewältigen.



Die kompakte TransSteel 2200 ist multi-prozessfähig und beherrscht E-Hand-, MIG/MAG- und WIG-Schweißprozesse.



Der neue Hoischen ist da!  
Die 36. Auflage



NEU

### Das Standard-Werk für Techniker und Ingenieure

- Seit Jahrzehnten ein unentbehrliches Arbeitsbuch und starkes Nachschlagewerk
- Normseitig und technisch auf aktuellem Stand
- Für die Ausbildung, das Studium und den Beruf

Alle Infos: [cornelsen.de/cbb](http://cornelsen.de/cbb)

**NEU** Hoischen | Fritz  
Technisches Zeichnen  
36., überarbeitete, aktualisierte Auflage

Grundlagen, Normen, Beispiele, Geometrie  
978-3-06-451712-7 27,00

**Ein starkes Team**  
Technisches Zeichnen (36. Auflage) sowie Technisches Zeichnen – Metall gibt es auch zum Paketpreis von 38 € (statt einzeln 45,25 €).



**Im Paket:** Technisches Zeichnen (36. Auflage) und Praxis des Technischen Zeichnens – Metall  
978-3-06-451713-4 38,00



Die modular konzipierte DeltaCon-Zange zum Punktschweißen ist für Aluminium-Anwendungen optimiert.

Fronius reagiert auf aktuelle Anforderungen wie immer schnellere Fertigungsprozesse und hohe Qualitätsanforderungen mit dem LaserHybrid-Verfahren, welches die Vorteile von MSG- und Laserstrahl-Schweißprozessen miteinander kombiniert. Anwender können LaserHybrid nun auch auf der TPS/i nutzen und profitieren so von der modularen Stromquellentechnologie sowie neuen Kennlinien und Prozessen.

### Handliche Allrounder für manuelles Schweißen

In diesem Jahr hat Fronius eine neue Geräteserie für manuelles WIG-Schweißen auf den Markt gebracht. Die Stromquellen nutzen die technologischen Innovationen der TPS/i-Plattform. Daraus sind WIG-Geräte mit intuitiver Bedienung und verbessertem Zünd- und Schweißverhalten hervorgegangen. Zur neuen Gerätegeneration gehört etwa die MagicWave 230i,

die Besucher bei der EuroBLECH live im Einsatz erleben können.

Eine weitere Innovation ist die TransSteel 2200. Das Handschweißgerät beherrscht die Schweißverfahren E-Hand, MIG/MAG und WIG und ist ideal für immer wieder wechselnde Aufgaben geeignet. Das kompakte Multitalent mit einem Gewicht von 15,5 Kilogramm ist robust, zuverlässig und einfach zu bedienen.

### Welding Automation: Reproduzierbare Nahtqualität

Mit Welding Automation bietet Fronius Lösungen für mechanisiertes Schweißen. Das Schweißfahrwerk FlexTrack 45 Pro besteht aus einem Schienensystem und einem robusten, leichten Fahrwerk. Die konstante Fahrgeschwindigkeit sorgt für optimale, reproduzierbare Schweißergebnisse.

In der Energietechnik-Branche, der Biochemie oder auch der Lebensmittelindustrie sind die Anforderungen an Rohrverbindungen besonders hoch. Die WIG-Orbitalschweiß-Systeme von Fronius sind hierfür bestens geeignet. Zahlreiche Funktionen sorgen dafür, dass der Anwender ein breites Spektrum an Schweißaufgaben effizient und in höchster Qualität bewältigen kann.

### Modulare Zangen für Alu-Punktschweißen

Fronius präsentiert auf der EuroBLECH nicht nur seine Lichtbogentechnologie: Mit DeltaCon erweitert das Unternehmen auch seine Produktpalette für das Widerstands-Punktschweißen. Die neue Schweißzange ist für Aluminium-Anwendungen optimiert und bietet hohe Produktivität durch minimale Stillstandszeiten. DeltaCon ist modular aufgebaut, dadurch können Anwender die Hauptkomponente für Zangen sowohl mit X- als auch mit C-Geometrie nutzen. Das erhöht die Flexibilität und die Wirtschaftlichkeit. **SG**

**Cornelsen**

# Erfolgreiche Jagd auf KOSTENTREIBER

Im Bereich der Maschinen zur Filter- und Zigarettenherstellung werden bei der Hauni Maschinenbau in Hamburg jährlich rund 30.000 neue Bauteile konstruiert. Dabei enthält jede Maschine zwischen 2.000 und 4.000 Fertigungsteile. Dank der CAD-integrierten Software *simus classmate* von *simus systems* werden inzwischen 80 Prozent der Bauteile mit einer Genauigkeit von 95 Prozent automatisch vorkalkuliert. > von Dr. Thomas Tosse

**A**ls Teil des Körber-Konzerns entwickelt und fertigt die 1946 gegründete Hauni Maschinenbau als führende Marke der Business Area Tobacco Lösungen für die weltweite Tabakindustrie. Neben Primary-Anlagen zur -Tabakbehandlung entstehen in Deutschland und Ungarn Secondary-Maschinen für die Filter- und Zigarettenherstellung: Für sämtliche Kernprozesse, wie die Produktion von Filtern, Multifiltern und Zigaretten sowie Logistik, werden technische Lösungen kundenspezifisch entwickelt, die sich durch herausragende Verfahrenstechnik und Qualität auszeichnen.

Daher entwickeln rund 250 Konstrukteure jedes Jahr rund 30.000 neue Bauteile – das sind circa 18 Prozent des aktiven Teilebestandes. Für jede Produktentwicklung müssen sie mehrere Tausend Fertigungs-

teile anpassen und pro Entwicklungsphase in mehreren Schritten ändern. Dafür verwenden sie das 3D-CAD/CAM-System NX, integriert in das PDM-System Teamcenter, beide von Siemens PLM Software.

## Lösung für die entwicklungs- begleitende Vorkalkulation

Die schwierige Aufgabe, die Kosten eines derart umfangreichen Fertigungsspektrums zu kalkulieren sowie durch Transparenz und Kostenbewusstsein zu optimieren, erfüllt ein fünfköpfiges Team um Tobias Müller. Von einem Technology Cluster Meeting der Körber AG nahm er die Anregung mit, den Konstrukteuren eine Software zur entwicklungsbegleitenden Vorkalkulation an die Hand zu geben. „Bei unseren Losgrößen können wir die Kosten in der Serienfertigung kaum noch senken“,

erklärt Tobias Müller. „Deswegen wollten wir in der Entwicklung ansetzen, dort, wo die Kosten festgelegt werden.“

Bei seiner Recherche stieß er auf die Software *simus classmate* von *simus systems*, einem Spezialisten im Umgang mit technischen Massendaten. Das zur Suite gehörende Modul *classmate CAD* analysiert 3D-Modelle beliebiger Formate und das Modul *classmate PLAN* ordnet den Geometrie-Elementen anschließend Herstellungsverfahren wie Drehen, Fräsen oder Blechbearbeitung zu. Das Programm bestimmt die verschiedenen Arbeitsfolgen wie Sägen, Drehen, Fräsen, Bohren, Entgraten oder Schleifen und verknüpft sie mit Informationen über Werkstoffe, Maschinen mit Stundensätzen, Werkzeuge und Fertigungsparameter aus Technologie-Datenbanken.

Direkt aus der Benutzerführung des 3D-Systems heraus können die Konstrukteure mit *classmate PLAN* die voraussichtlichen Herstellungskosten ihrer Bauteile und Baugruppen automatisch berechnen und die Kalkulationsergebnisse, einschließlich Änderungshistorie, integriert in NX anzeigen lassen. Ohne Änderungen am CAD-Modell lassen sich Kosten für unterschiedliche Toleranzen, Materiale oder Oberflächenbehandlungen ermitteln. „Mit diesen Funktionen können Konstrukteure selbständig Bauteile kalkulieren und die Einhaltung der vereinbarten Zielkosten prüfen, ohne ihre Arbeit zu unterbrechen“, so Müller.

## Neunmonatiges Einführungsprojekt

Nach einer strategischen Entscheidung der Geschäftsleitung für die Einführung dieser Software begann im Januar 2017 die Einführung von *simus classmate* durch eine Projektgruppe mit Tobias Müller und zwei Mitarbeitern von *simus systems*. In Work-



Hauni stellt Maschinen zur Filter- und Zigarettenherstellung her, für die jährlich rund 30.000 neue Bauteile konstruiert werden.

Bild: Hauni Maschinenbau

shops ging es darum, das Bauteilspektrum zu analysieren, die Kalkulationsmethoden und -grundlagen zu definieren und die Fertigungsmöglichkeiten bis auf Werkzeugebene zu beschreiben. Deshalb gehörten auch zehn Mitarbeiter von Hauni, unter anderem Einkäufer und Fertigungsexperten, zum Einführungsteam.

Die Kalkulationsgrundlagen wurden in drei Technologie-Datenbanken gepflegt. Sie ermöglichen eine werksneutrale Kalkulation für Konstrukteure und standortbezogene Kostenberechnungen für Hamburg und den Standort in Ungarn. Dabei stellte sich heraus, dass die Product Manufacturing Informations (PMI), mit dem 3D-Modell assoziativ verknüpfte Fertigungsinformationen wie Toleranzen oder Materialgüten, eine wichtige Kalkulationsgrundlage bilden. „Diese Informationen haben wir bisher auf Fertigungszeichnungen an unsere Lieferanten weitergegeben“, berichtet Müller. „In einem großen Projekt wurden die Grundlagen geschaffen, um die Modelle aller Neuteile ab Ende 2019 mit PMI zu versehen. Mittelfristig soll dann auf Zeichnungen verzichtet werden.“

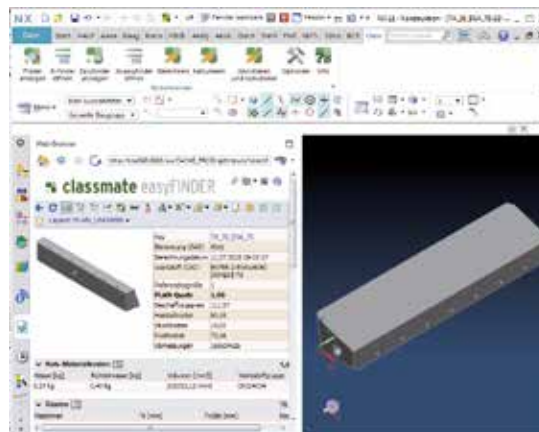
Denn nicht nur simus classmate, sondern auch CNC-Steuerungen von Messmaschinen und Bearbeitungszentren verarbeiten die PMI. Kaufmännische Informationen wie Materialpreise oder Werkzeugkosten und ihre Gemeinkostenanteile werden durch eine Integration mit dem ERP-System von SAP bereitgestellt. „Wir wollen keine Beschaffungspreise berechnen, sondern messbare, technologisch darstellbare Herstellungskosten. Deshalb beschränken wir uns auf wenige realistische Zuschläge, die ohne Diskussion plausibel sind“, erklärt Müller. Mit Anwenderschulungen im September 2017 wurde das Projekt erfolgreich innerhalb des vorgegebenen Zeit- und Kostenrahmens abgeschlossen.

### Bereichsübergreifendes Kostenverständnis

Seitdem können zunächst rund 50 Anwender in der Produktentwicklung aus dem NX-Programm heraus den classmate Finder aufrufen, um die voraussichtlichen Herstellungskosten ihrer Bauteile und Baugruppen zu überprüfen. Dieser einfache Zugang und die automatische Berechnung lösen nicht nur Aha-Effekte aus, sondern schaffen Kalkulationswissen und stärken das Kostenbewusstsein der Konstrukteure. Und auch alternative Bearbeitungen mit unterschiedlicher Genauigkeit, Toleranz oder Oberflä-

chengüte lassen sich simulieren und in einer Änderungshistorie eigenständig bewerten.

„Für rund 80 Prozent unserer Bauteile berechnet simus classmate die Herstellungskosten im Voraus mit einer Trefferquote von 95 Prozent“, erläutert Müller. Das Costing-Team kann dadurch Routine-Arbeiten verkürzen. Auch im Einkauf greifen inzwischen zwölf Mitarbeiter auf die Kalkulationsmöglichkeiten von classmate zu. Unabhängig vom CAD-System nutzen sie



**Mit dem webbasierten Tool classmate easyFinder können Mitarbeiter verschiedener Abteilungen auf gleicher Datenbasis kalkulieren und simulieren.**

Bild: simus systems

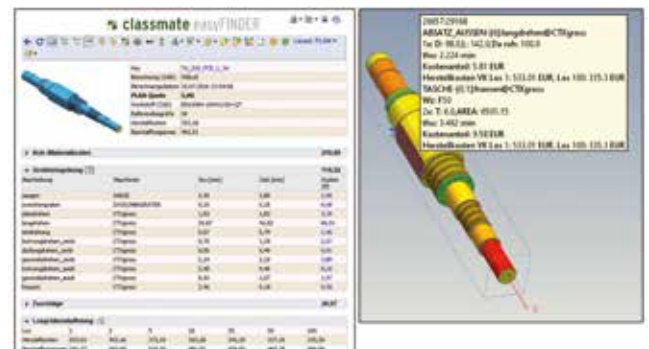
classmate easyFinder zur 3D-Betrachtung der Bauteile und Kostenberechnung, um Angebote von Lieferanten zu plausibilisieren. Wird das preisliche Delta zu groß, gewinnt man bei Verhandlungen Wissen und gegenseitiges Verständnis. Eine weitere Möglichkeit wäre, den Lieferanten Zielkosten für die angefragten Komponenten vorzugeben. Die anstehenden „Make or buy“-Entscheidungen lassen sich auf solider Basis treffen und die Frage nach dem geeigneten Produktionsstandort beantworten. Im internen Beschaffungsprozess der rechtlich unabhängigen Hauni-Unternehmen bietet simus classmate schnelle Möglichkeiten zur Angebotserstellung und -prüfung, um Bestellvorgänge auf einer realistischen Basis abzuwickeln.

### Konstrukteure führen Kostenberechnung durch

Als eine neu entwickelte Hauni-Maschine schnellstmöglich extern gefertigt werden musste, war ein Lieferant in der Kürze der Zeit nicht in der Lage, die geforderten Angebote abzugeben. „Auf der Basis unserer

Vorkalkulationen musste der Lohnfertiger nur noch eine Plausibilitätsprüfung vornehmen und einen vereinbarten Zuschlag berechnen“, berichtet Müller. „Alle diese Funktionen der exakten Berechnung von Herstellungskosten bilden insgesamt einen hohen Mehrwert für uns.“ Auch in der Produktionsplanung nutzen vier Mitarbeiter simus classmate, um schneller Angebote zu erstellen. Die Daten bilden dabei eine gute Grundlage für die Kapazitätsplanung.

Aufgrund dieser Erfahrungen soll der Einsatz der Software in den kommenden Jahren ausgebaut werden, außerdem könnten Hauni-Niederlassungen und A-Lieferanten das System einsetzen. Auch sie könnten durch frühzeitige Vergleiche und Analysen Kosten visualisieren und dadurch vermeiden. Das Wissen über die Kostentreiber bei der Herstellung wächst im Unternehmen ständig an. Die Trefferquote



**Die Kostentreiber lassen sich über unterschiedliche Bearbeitungen hinweg ermitteln und visualisieren.**

Bild: simus systems

und Genauigkeit des Costings können noch gesteigert werden. Mit einem Dienstleistungskontingent zusätzlich zu den Wartungskosten wird die Installation an ständige Veränderungen angepasst.

„Wir entwickeln neue Maschinen, wenden neue Verfahren an und produzieren heute auf einer vorhandenen Maschine anders, als noch vor fünf Jahren. Diese Veränderungen müssen wir im System abbilden, ohne ständig Angebote anzufordern“, sagt Müller. Der Einsatz von simus classmate verändert die Prozesse in Produktentwicklung und Target Costing nur wenig – doch das frei zugängliche Kostenwissen in vielen Firmenbereichen beschleunigt sie erheblich und führt zu deutlichen Einsparungen. **SG**

**Dr. Thomas Tosse** ist freier Fachjournalist in München.

# Datenmanagement zwischen CAD UND ERP

Getrennte Datenhaltung und das manuelle Übertragen von Informationen zwischen CAD- und ERP-System führen in Unternehmen häufig zu Irrtümern, Nachbearbeitung und unnötigen Kosten. Der Weg zu konsistenten Daten liegt in einem gemeinsamen Datenrückrat und dem automatisierten Abgleich zwischen den IT-Systemen. > von Frank Zscheile



**Aerodata bietet Flight-Inspection-Systeme für den Einsatz im Cockpit an.**

Bild: Aerodata AG

**D**ie Hauptursache für inkonsistente Daten im Unternehmen ist die getrennte Datenhaltung von Entwicklung und Konstruktion einerseits (sie arbeiten mit CAD und legen die Daten im PLM-System ab) und den Abteilungen Arbeitsvorbereitung, Einkauf, Disposition und Fertigung auf der anderen Seite, die ihre Daten im ERP-System pflegen.

Ein Stolperstein auf dem Weg zur fehlerfreien Produktion sind ferner veraltete Zeichnungen und Fertigungsdokumente. Vermeiden lassen sie sich, in dem es stets nur eine Zeichnung gibt, die – als neutrales PDF-, PDF/A- oder TIF-Dokument – im direkten Zugriff für alle Abteilungen bereit steht. Diese Zeichnungen können an den ERP-Arbeitsplätzen in der Artikelstammdatenverwaltung abgerufen werden. Zeichnungen werden dann nicht mehr als Plots

im Unternehmen verteilt, sondern in der Fertigungshalle an der Maschine digital bereitgestellt. Einer solchen Zeichnung kann im PLM-System für den Service zusätzlich eine Stückliste beigefügt werden.

Auch der umgekehrte Weg muss funktionieren. Mitarbeiter aus der Entwicklung erhalten Zugriff auf Informationen im ERP-System, wie zum Beispiel Preise oder Lagerverfügbarkeit von Zukaufartikeln. Hat der technische Einkauf eines Unternehmens mit seinem Lieferanten

für Motoren bestimmte Konditionen vereinbart, so muss über die Integration von CAD/PDM und ERP-System diese Verwendungsvorgabe an die Konstruktion kommuniziert werden.

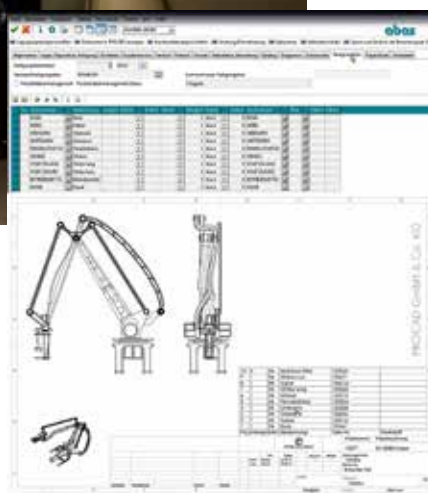
## Die PLM-Software wird zum Datenrückrat

Getrennte Datenhaltung ist grundsätzlich kein Problem, wenn die Daten synchronisiert werden. Statt getrennter Produktdaten erhält man so eine gemeinsam gültige Produktdatenbasis, auf die alle Seiten zugreifen. Zusätzlich sorgt diese gemeinsame Datenbasis für Transparenz. Für jeden Beteiligten ist ersichtlich, welche Arbeitsschritte bereits erledigt und freigegeben sind und welche sich noch in Arbeit befinden.

PLM-Software lässt sich als ein solches Datenrückrat einsetzen und fungiert dann als Brücke zwischen CAD- und ERP-System. Unternehmen schaffen damit eine integriere Datenbasis, weil alle zur Produktion gehörenden Informationen nicht separat im Projektmanagement, in der Instandhaltung, Entwicklung und Fertigung gepflegt, sondern bereichsübergreifend zur Verfügung gestellt werden.

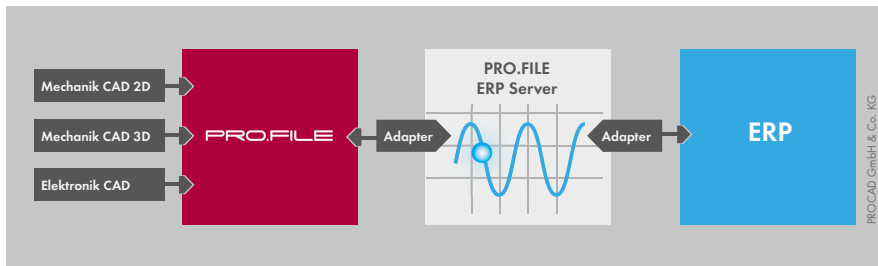
## Einheitliche mechatronische Stückliste

Bei der Integration von CAD und ERP geht es im Wesentlichen um den Austausch und die Übergabe von Artikelstammdaten, Produktstrukturen (Baugruppen), Stücklisten sowie Dokumenten aus Mechanik-, Elektro- und Elektronik-Entwicklung an das ERP-System. Konsistente Stücklisten sind



**Durch die Integration mit Pro.File werden auf der Bedienoberfläche des Abas-ERP-Systems CAD-Zeichnungen angezeigt.**

Bild: Procad



Die PLM-Lösung Pro.File schließt mehrere CAD-Systeme über eine zentrale Schnittstelle an das interne ERP-System an. Bild: Procad

die Voraussetzung für eine fehlerfreie Produktion, sie sollten im ERP-System die gleiche Struktur aufweisen wie im CAD-Umfeld. Deshalb übergibt die PLM-Software Stücklisten automatisch vom CAD an das ERP-System. Dort fließen Stücklisten aus der Mechanik und Elektrotechnik in einer einheitlichen mechatronischen Stückliste zusammen. Automatisch wird dadurch verhindert, dass etwa ein Antrieb, der sowohl als mechanische wie auch als elektrische Komponente betrachtet werden kann, vom Einkauf gar nicht oder doppelt bestellt wird. Dadurch können Dubletten gar nicht erst entstehen.

Umgekehrt kann die Entwicklungs- beziehungsweise Konstruktionsabteilung Informationen im ERP-System einsehen, etwa Preise oder Informationen über die Lagerverfügbarkeit von Zukaufartikeln. Dies ist wichtig, wenn zum Beispiel der Einkauf mit einem Lieferanten Sonderkonditionen ausgehandelt hat, worüber auch die Konstrukteure Bescheid wissen müssen. Dank einer ERP-Integration in das CAD-System stehen solche Informationen sofort für alle Beteiligten sichtbar bereit.

Projekte zur ERP-Integration starten oft mit den Projektdaten, mit der Bestellung oder Auftragsbestätigung, die über das ERP ausgelöst wird und an die Konstruktion übermittelt werden muss. Über die CAD-ERP-Integration stellt die Einkaufsabteilung sicher, dass die Vorzugsteile, die das Unternehmen mit bestimmten Lieferanten vereinbart hat, in der Konstruktion auch verwendet werden.

### Optimierter Austausch der Artikelstammdaten

Mit der PLM-Software Pro.File von Procad haben bereits zahlreiche Fertigungsunternehmen Integrationsprojekte zum Artikelstammdatenaustausch zwischen CAD und ERP durchgeführt. Hohe fünfstellige Euro Beträge konnten die Anwender dabei einsparen: durch schnellere und sicherere Prozesse und die Vermeidung von Dubletten durch unkoordinierte Beschaffungsaufträge aus den Entwicklungsabteilungen.

Bei Aerodata, Marktführer bei Flight-Inspection-Systemen und Spezialist für Echtzeitdatenerfassung und Prozesssteuerung mit Hauptsitz in Braunschweig, inter-

agiert das PLM-System als Herz der Systemlandschaft bidirektional mit allen M- und E-CAD-Lösungen sowie mit der ERP-Software MiClas und Microsoft Office. Es dient außerdem als Dateiablage für weitere angrenzende Systeme. Im CAD-System legen die Konstrukteure Artikel- und Stücklistenstammdaten, Zeichnungen und Modelle beziehungsweise Visio-Dateien in Engineering Base an. Diese werden dann automatisch an das Daten-Backbone transferiert.

Durch die Integration haben die Konstrukteure direkt über ihre gewohnte Arbeitsumgebung Zugriff auf die mit der Zeichnung verbundenen Dokumente im PLM-System. Stammdaten und Stücklisten übergibt Pro.File an das ERP-System, wenn das neue Teil sämtliche Freigabestufen durchlaufen hat. Dann ist es zu einer „anwendbaren Bauunterlage“ geworden, die als Basis für die Fertigung dient.

Bei Aerodata werden auch im ERP-System keine Artikelstammdaten mehr manuell angelegt, da diese automatisiert und korrekt aus der CAD/PLM-Umgebung übermittelt werden. Im ERP-System lassen sich anschließend kaufmännische Informationen wie Preise oder Lieferanten hinzufügen. Durch die Integration von PLM mit CAD- und ERP-System können die Konstrukteure diese in ihrer Arbeitsumgebung einsehen. Über Look-up-Felder werden wichtige Informationen wie Preise, Lagerbestände, Lagerorte, Lieferanten direkt an Pro.File übertragen. **SG**

Frank Zscheile ist IT-Journalist in München.



# WSCAD SUITE X

## NEXT GENERATION ELECTRICAL CAD

**35.000** Anwender,  
CAE Gesamtlösung für Engineering,  
Fertigung & Instandhaltung  
mit **Augmented Reality App**  
und 1,3 Millionen Artikeldaten  
auf **www.wscaduniverse.com**

Demoversion testen:  
[www.wscad.com](http://www.wscad.com)

Wir sind auf der SPS, Halle 6, Stand 328  
Weitere Informationen Tel.: +49 (0)8131 36 27-98



# Wie Diebold Nixdorf seine Systeme und Ingenieure VERBINDET



Fusionen führen oft zu heterogenen IT-Landschaften, deren Harmonisierung Zeit braucht. Diebold Nixdorf macht da keine Ausnahme. Damit Verkauf, Service und Entwicklung Synergien schneller nutzen können, synchronisiert der Hersteller von Banking- und Retail-Lösungen seine PLM-Systeme mittels einer Kollaborations-Plattform. > von Michael Wendenburg

**A**n einem Geldautomaten von Diebold oder Wincor Nixdorf hat wohl jeder schon einmal Geld abgehoben oder eingezahlt. Hingegen wissen nur Eingeweihte, dass Diebold Nixdorf komplette Bankfilialen einschließlich der dazu gehörigen IT-Infrastruktur ausrüstet und im Bereich Professional Services Software-Lösungen für die Abwicklung und das Monitoring des Zahlungsverkehrs entwickelt.

Um Kunden bei Digitalisierung und Vernetzung global aufgestellter Innovationspartner zu unterstützen, haben das US-Unternehmen Diebold und die deutsche Wincor Nixdorf vor zwei Jahren ihre Kräfte gebündelt. Durch den Wandel verzahnen sich die Prozesse in Banken und Handelsunternehmen immer stärker und lassen den physischen und digitalen Zahlungsverkehr verschmelzen. Entstanden ist der weltgrößte Hersteller von Connected-Commerce-Anwendungen

für Bankwesen und Einzelhandel. Fast alle globalen Top 100-Finanzinstitute und die meisten der weltweit 25 größten Handelsunternehmen zählen zu den Kunden des Unternehmens, das weltweit über 24.000 Mitarbeiter beschäftigt und in mehr als 130 Ländern vertreten ist.

## Auch Retail-Systeme im Programm

Neben den Bankautomaten und kompletter Filial-Infrastruktur für Banken hat Wincor Nixdorf zudem die Retail-Systeme hat in die „Ehe“ eingebracht. Dazu gehören nicht nur Kassensysteme, sondern auch Self-Checkout-Lösungen, wie man sie in großen Supermärkten oder bei Ikea findet, Fahrkartenautomaten, Leergutrücknahmesysteme und interaktive Kiosk-Lösungen, an denen man beispielsweise bei weltweit agierenden Fastfood-Ketten ein Menü bestellen kann.

## Das Beste aus zwei Welten

Synergien zu schaffen und die globale Präsenz zu verstärken, sind laut Ralph Volbert, Senior Director CF IT ItM (Ideas to Market) bei Diebold Nixdorf in Paderborn, die wesentlichen Motive für den Zusammenschluss der beiden Unternehmen. Das neue Unternehmen vertreibt die Produkte und Lösungen der beiden Unternehmensteile inzwischen weltweit und übernimmt auch die Wartung. Soweit es Überschneidungen in den Portfolios gibt, werden sie nach dem Best-of-Both-Worlds-Prinzip konsolidiert: Das jeweils bessere Produkt oder Funktionsmodul wird weiterentwickelt.

Neue Produktgenerationen entwickelt das Unternehmen in globalen Teams, die sich über sieben Entwicklungsstandorte mit unterschiedlichen Kompetenz-Schwerpunkten verteilen. Die größten befinden sich in North Canton, USA, und in Paderborn. Im Unternehmensbereich Systems, der für die Banking- und Retail-Lösungen verantwortlich ist, arbeiten knapp 700 Mitarbeiter in der Mechanik-, Elektrik/Elektronik- und Software-Entwicklung.

## Prozesse einheitlich gestalten

Eine der großen Herausforderungen bei der Zusammenführung der beiden Unternehmensteile ist die Vereinheitlichung der heterogenen IT-Landschaften und Prozesse. Die Konstrukteure der ehemaligen Diebold-Standorte entwickeln ihre Produkte bisher mit der CAD-Software Creo und verwalten ihre Modelldaten mit PTC Windchill, wie Dr. Matthias Paul, Principal Consultant PLM bei Diebold Nixdorf in Paderborn, erklärt. Artikelstammdaten und Konstruktionsstücklisten werden hingegen mit einer



Das neue Unternehmen liefert nicht nur Infrastruktur für Bankfilialen, sondern auch Kiosk-System für Einzelhandel und Gastronomie.

Bild Diebold Nixdorf



**Nach dem Zusammenschluss von Diebold und Wincor Nixdorf zu Diebold Nixdorf hilft Collaborate von Contact Software dabei, die PLM-Systeme und Mitarbeiter miteinander zu verbinden.**

Bild: Hobbit/Shutterstock

älteren Version des PLM-Systems Matrix gepflegt und für die Aufbereitung der Fertigungsstücklisten dann an die ERP-Systeme der jeweiligen Standorte übergeben.

Ähnlich komplex ist die Situation an den ehemaligen Wincor-Nixdorf-Standorten, wo für die Mechanik-Entwicklung Siemens NX, die CAD-Datenverwaltung Teamcenter UA und die Stammdaten- und Stücklistenverwaltung Teamcenter Enterprise eingesetzt wird – allerdings mit dem Unterschied, dass im PLM-System auch die Fertigungsstücklisten aufbereitet werden.

Homogener als die PLM-Landschaft ist die ALM-Umgebung (Application Lifecycle Management). Wincor Nixdorf hat kurz vor dem Merger die Atlassian Tool-suite mit Jira für die Verwaltung der Software-Versionen eingeführt.

Die Akzeptanz bei den Software-Entwicklern ist so groß, dass sie inzwischen weltweit eingesetzt wird – sowohl in der Entwicklung der systemnahen Software, als auch im Professional Services-Bereich, wo die kundenspezifischen Anwendungen programmiert werden.

Eine Integration zu den PLM-Systemen gibt es noch nicht, obwohl die kompilierten Binary-Dateien des freigegebenen Source Codes schon als Materialien im PLM verwaltet werden.

## Automatisierter Datenaustausch

Mit der Kollaborationsplattform von Contact Software adressiert Diebold Nixdorf die aktuellen Anforderungen der Anwender im Vertrieb und Service. Sie verkaufen die Produkte und Lösungen der jeweils anderen Seite mit und übernehmen auch deren Wartung, konnten aber in der Ver-

gangenheit nicht direkt auf die dafür erforderlichen Produktdaten, Materialnummern, Ersatzteile und so weiter zugreifen. Stattdessen musste die IT manuell aufbereitete Excel-Listen hin- und herschicken und in die jeweiligen PLM-Systeme einpflegen, was nicht nur zeitaufwendig, sondern auch fehlerträchtig war.

„Unsere Ziel war es, Teamcenter Enterprise und Matrix zu koppeln und den Datenaustausch weitgehend zu automatisieren“, erläutert Dr. Matthias Paul. Jetzt ist es möglich, die Materialnummern mit einem bestimmten Set von Attributen der jeweils anderen Seite bekannt zu machen, und Diebold Nixdorf denkt schon einen Schritt weiter.

In dem Maße, in dem Matrix zurückgefahren wird, sollen die Oracle ERP-Systeme der ehemaligen Diebold-Werke an die Plattform angebunden werden, um die Fertigungsstücklisten aus Teamcenter Enterprise direkt zu übergeben.

## Intelligente Middleware

Eine Kollaborationsplattform von Contact Software ist hier die Middleware, die die unterschiedlichen PLM-Systeme verbindet. Allerdings intelligent, wie Ralph Volbert von Diebold Nixdorf betont. „Der Datenaustausch wird über Workflows gesteuert, in denen die Business-Logik der Prozesse hinterlegt ist, und die auch die Möglichkeit bieten, Mitarbeitern bestimmte Arbeitsaufgaben zuzuweisen.“

Im Unterschied zu einer reinen Integrationslösung bietet der Collaboration Hub von Contact auch PLM-Funktionen, sodass Anwender – eine entsprechende Berechtigung vorausgesetzt – die Daten auf der Plattform verändern können. Bei der Anbindung der Legacy-Systeme von Diebold Nixdorf arbeitete der PLM-Hersteller eng mit der Prostep AG zusammen. Diese hat ihren Konnektor zu Teamcenter Enterprise und den Batchprozess für den

Im- und Export der Daten in/aus Matrix beigesteuert. Der automatisierte Datenabgleich reduziert den Zeitaufwand für die Bereitstellung der PLM-Informationen erheblich und verbessert zugleich die Datenqualität. Größter Vorteil der Lösung ist, dass die Fachbereiche die Verteilung direkt aus ihrer gewohnten PLM-Umgebung veranlassen und schnell auf die Anforderungen der anderen Standorte reagieren können. Die IT-Mannschaft muss nur noch bei der Migration größerer Datenbestände eingreifen.

## Neue PLM-Architektur

Grundsätzlich bietet die Plattform die Möglichkeit, auch Entwicklungspartner mit wenig Aufwand anzubinden und ihnen PLM-Informationen in einer geschützten Umgebung zur Verfügung zu stellen. Derzeit nutzen beide Unternehmensteile noch unterschiedliche, zum Teil selbst entwickelte Lösungen für die externe Datenkommunikation. Angedacht ist, sie durch die Kollaborationsplattform zu ersetzen. Das setzt allerdings voraus, dass über die angebotenen PLM-Systeme auch CAD-Daten auf die Plattform hochgeladen werden.

Welche Rolle die Kollaborationsplattform zukünftig spielen wird, hängt von der Neugestaltung der PLM-Architektur ab, so Ralph Volbert. Schon vor der Fusion haben Diebold wie auch Wincor Nixdorf Initiativen zur Modernisierung ihrer PLM-Umgebung gestartet, sie aber wieder gestoppt, um zunächst die gemeinsamen Anforderungen zu definieren. „Unser Ziel ist es, IT-Landschaften und Prozesse so schnell wie möglich zu vereinheitlichen. Aber das wird nicht von heute auf morgen gehen, da unsere Produkte zum Teil lange Lebenszyklen haben“, sagt Dr. Paul. „Bei Produktpflege- und Maintenance-Projekten müssen wir uns deshalb fragen, ob es Sinn macht, sie auf die neuen Systeme und Verfahren umzustellen und die CAD-Daten zu migrieren.“

Das Management hat sich im ersten Schritt für Siemens NX als gemeinsames CAD-System entschieden, die PLM-Entscheidung steht noch aus. Unabhängig davon, wie diese ausfallen wird, ist Diebold Nixdorf mit der Kollaborationsplattform von Contact in der Lage, die Koexistenz vor mehreren PLM-Systemen zu orchestrieren und eine flexible Migrationsstrategie zu fahren.

JBI ◀

**Michael Wendenburg** ist Fachjournalist in Sevilla, Spanien.

# Datendurchgängigkeit für das PERFEKTE ERGEBNIS

Die Simulation von Bearbeitungsprozessen ist etabliert. Meist bilden die Simulationssysteme CNC-Funktionalität durch Steuerungsmodelle nach. Dort, wo sie an Grenzen stoßen, hilft die Simulation auf Basis des echten CNC-Kerns weiter. Doch wie kommen die erforderlichen Anwendungsdaten in das Simulationsszenario?

› von Dr. Karsten Kreusch

**A**nspruchsvolle Bearbeitungstechnologien und komplexe Maschinenkinematiken erfordern immer leistungsfähigere numerische Steuerungen (CNC). Deren Inbetriebnahme und Programmierung an der Maschine ist nicht einfach, aber mit den Methoden der Simulation und virtuellen Inbetriebnahme stehen Möglichkeiten zur Verfügung, die den Anwender bei diesen Aufgaben unterstützen und eine Zeit- und Kostenreduzierung herbeiführen können.

Derartige Methoden werden heutzutage unter dem Begriff des "Digital Twin" zusammengefasst. Die große Herausforderung ist dabei allerdings, eine Datenbasis aufzubauen, die die Realität ausreichend genau abbildet, um verlässliche und aussagekräftige Simulationsergebnisse zu erzielen.

Neben den Konfigurationsdaten der CNC werden zahlreiche Parameter, Kinematikinformationen und Geometriedaten der zu steuernden Maschine, aber auch der

verwendeten Betriebsmittel (Spannvorrichtungen, Werkzeuge) benötigt.

## CAD/CAM-Kopplung

In vielen Fällen werden CNC-Programme für Werkzeugmaschinen heute nicht mehr von Hand, sondern unter Zuhilfenahme von Programmiersystemen erzeugt. Ursache dafür sind die gestiegenen Anforderungen auf-

grund häufig wechselnder Teilespektren, komplexer Mehrtechnologiemaschinen, der Freiformflächenbearbeitung oder neuartiger Zerspanungsverfahren. Die heterogene Software-Landschaft im Bereich CAD/CAM mit einer großen Zahl an Anbietern verdeutlicht die enorme Anwendungsvielfalt.

Unabhängig davon, welches System zum Einsatz gelangt, muss es sich mög-

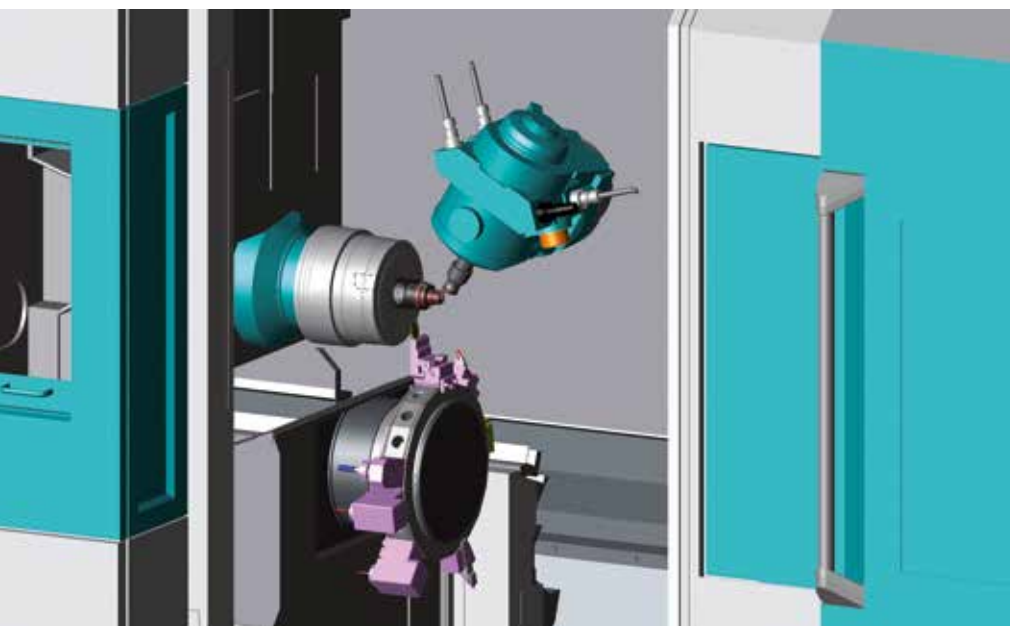
lichst gut in bestehende IT-Infrastrukturen integrieren, um bereits existierende Daten effizient zu nutzen. Dies kann durch die Anwendung integrierter CAD/CAM-Systeme geschehen oder durch eine CAD/CAM-Kopplung spezialisierter Systeme über entsprechende Software-Schnittstellen.

Das softwareunterstützte Vorgehen in einem CNC-Programmiersystem unterscheidet sich deutlich von der manuellen Arbeitsweise. Es wird nicht händisch programmiert, sondern die Definition

## 5-Achs-Bearbeitungszentrum mit CNC-System MTX für die Fertigung von Hydraulikkomponenten.

Bild: Bosch Rexroth AG

der Bearbeitungssituation erfolgt entweder grafisch-interaktiv oder durch automatische, feature-basierte Auswahl geeigneter Bearbeitungsfolgen und Werkzeuge. Die dafür erforderlichen Daten, insbesondere Vorrichtungs- und Werkzeugdaten, trägt der Anwender aus verschiedenen Quellen zusammen und bündelt sie im CAM-System. Daraus können beispielsweise Spann- und Werkzeugpläne automatisch generiert werden. Die eigentliche Erzeugung des CNC-Programms erfolgt im Anschluss an die Bearbeitungsdefinition



Softwareunterstützte CNC-Programmierung in Opus.

Bild: Opus Entwicklungs und Vertriebs GmbH



durch einen steuerungs- und maschinen-spezifischen Postprozessor.

### CNC-Simulation

Ein seit Jahren in der Praxis etabliertes Softwarewerkzeug, um Fertigungsabläufe in Werkzeugmaschinen realitätsnah zu visualisieren, ist die CNC-Simulation. Durch die 3D-Abbildung des kompletten Arbeitsraums der Maschine (inklusive aller Vorrichtungen, Werkzeuge und Werkstücke) und der Bewegungen der Maschine (inklusive Visualisierung des Werkzeugpfades und Materialauf- bzw. -abtrags) ist es dem Anwender möglich, den Prozess zu bewerten und zu optimieren, bevor die CNC-Programme an die Maschine übertragen werden.

CNC-Simulationssysteme gibt es in unterschiedlichen Ausprägungen hinsichtlich der Bereitstellung der Steuerungsfunktionalität:

- › Nachbildung der CNC-Funktionalität durch den Softwareanbieter des Programmier- oder Simulationssystems
- › Nutzung der originalen CNC-Funktionalität in Form einer virtuellen, auf einem PC lauffähigen CNC
- › Echtzeit-Kopplung einer realen CNC mit einem Simulations-PC (HiL, Hardware-in-the-Loop)

Die letztgenannte HiL-Variante kann einen realen Steuerungsablauf zwar mit hoher Güte abbilden, ist aber für eine Nutzung im Rahmen der Arbeitsplanung in einem Fertigungsbetrieb zu aufwändig und daher ungeeignet. Als Online-Simulation kann sie jedoch für Visualisierungszwecke direkt an der Maschine zur Anwendung gelangen. Insbesondere bei schwierig einzusehenden Arbeitsräumen stellt es für den Maschinenbediener einen Mehrwert dar, wenn die Maschinenbewegungen auf dem Bedienbildschirm der Maschine oder einem mobilen Gerät in Echtzeit angezeigt werden können.

Eine weite Verbreitung in der Fertigungsplanung hat hingegen die erste Variante, da sie problemlos auf einem PC funktioniert. Die Nachbildung der CNC ist Bestandteil vieler Programmier- oder Simulationssysteme. Allerdings wird es durch die enorm angestiegene Funktionalität moderner CNC-Systeme immer schwieriger und aufwändiger, diese für Simulationzwecke nachzubilden. In der Regel kann das Standard-Steuerungsverhalten hinreichend genau reproduziert werden, spezielle CNC-Funktionen wie eine Spline-Interpolation, die für eine Optimierung des Bearbeitungsablaufs aber relevant wären, stehen meist nicht zur Verfügung.



**Intelligent und konnektiv: das CNC-System MTX von Rexroth.**

Bild: Bosch Rexroth AG

Hier setzt die CNC-Simulation unter Nutzung einer virtuellen CNC an. Da diese nahezu die identische Software wie die reale CNC beinhaltet, verfügt sie über den vollen Funktionsumfang und überwindet somit die Grenzen konventioneller Steuerungsnachbildungen.

Bosch Rexroth bietet hierfür zu seiner CNC-Lösung MTX die Virtual Machine Simulation an. Diese stellt neben der vollständigen Funktionalität des CNC-Kerns und der originalen Bedienoberfläche auch eine 3D-Umgebung zur virtuellen Maschineninbetriebnahme und -erprobung sowie zur Offline-Simulation der gesamten Maschine und des Bearbeitungsprozesses zur Verfügung.

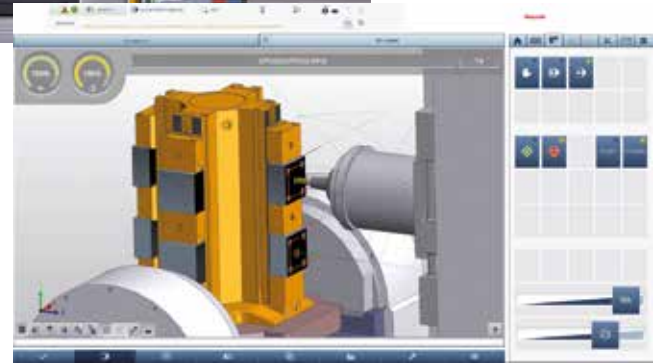
### Durchgängigkeit und Schnittstellen

Anwender entscheiden sich aufgrund unterschiedlichster Kriterien (Fertigungstechnologie, Maschinentypen, Integrationsfähigkeit etc.) für eine bestimmte CNC-Programmier- oder -Simulationssoftware, was zu einer ausgesprochen vielfältigen Produktlandschaft führt. Aus diesem Grund verfolgt Bosch Rexroth – wie generell bei seinen Produkten – auch hier die Strategie der Unterstützung offener oder standardisierter Schnittstellen. In Kooperation mit den CAD/CAM-Softwareanbietern ModuleWorks und Opus wurde für eine Anwendung in einem Bosch Rexroth-Werk eine durchgängige Prozesskette realisiert.

Dabei handelt es sich um die zerspanende Bearbeitung von Hydraulik-Komponenten auf einem 5-Achs-Bearbeitungszentrum mit MTX-Steuerung.

### Anwendungsbeispiel

Die Erstellung der CNC-Programme für eine Mehrfachaufspannung mit 8 Werkstücken und 14 Komplettwerkzeugen findet in der CAD/CAM-Software Opus statt. Das Programmiersystem unterstützt den Anwender bei der Bearbeitungsdefinition, indem es auf im Vorfeld hinterlegtes Fertigungs-



**3D-Bearbeitungssimulation innerhalb der MTX-Bedienoberfläche.**

Bild: Bosch Rexroth AG

wissen sowie Informationen und Daten aus der Werkzeugdatenbank zurückgreift. Mit Hilfe einer integrierten, auf dem internen Quellprogramm basierenden 3D-Simulation der Maschine kann der Programmierer den kompletten Ablauf hinsichtlich Bearbeitungsreihenfolge und Werkzeugwegen beurteilen, bevor über den Postprozessor die CNC-Programmdaten generiert werden.

Um die Bearbeitung mit der Virtual Machine Simulation der MTX zu überprüfen, werden alle notwendigen und in Opus bereits verfügbaren Daten über die von ModuleWorks entwickelte JobSetup-Schnittstelle an die virtuelle CNC übertragen. Neben NC-Programmen und Nullpunktdateien sind das Werkzeugdaten und -geometrien der Komplettwerkzeuge sowie die Geometrien der Spannvorrichtung und der Rohteile. Das Exportieren der Daten aus Opus sowie das Laden des Job-Setups in der Virtual Machine Simulation erledigt der Anwender jeweils mit wenigen Mausklicks. Einmal geladen, kann die Bearbeitung über die MTX-Bedienoberfläche wie an einer realen Maschine gestartet und beeinflusst werden. Dabei stehen die typischen Simulationsfunktionen, wie eine realitätsnahe Visualisierung der Maschinenbewegungen mit Darstellung der Werkzeugbahnen, eine automatische Kollisionserkennung sowie die Berechnung und Darstellung des Materialab- bzw. -auftrags, zur Verfügung. Für den Anwender ergibt sich bei dieser Vorgehensweise eine hohe Verlässlichkeit der Simulationsergebnisse. **JBI** ◀

**Dr. Karsten Kreusch** arbeitet im Produktmanagement CNC-Systeme der Bosch Rexroth AG in Lohr am Main.

# Höchstleistungen IM WERKZEUGBAU

Zu den Erfolgsfaktoren von Bernd Lindecke Werkzeugbau gehören neben dem Können der Mitarbeiter und einem Chef mit Charisma auch die dort hergestellten Spritzgussformen. Einen wichtigen Beitrag leistet bei dem Unternehmen im lippischen Bad Salzuflen zudem seit drei Jahren die durchgängige 3D-CAD- und CAM-Branchenlösung Visi. > von **Ralph Schmitt**



Musterteile von Bernd Lindecke Werkzeugbau.

„Etwas plakativ könnte man es so beschreiben: Der Kunde sagt, wir haben da ein Loch, mach uns da ein Lautsprechergitter rein, mit dem und dem Design.“ Dafür hatte man dann Catia eingesetzt, aber als Insellösung. Die eigentliche Werkzeugkonstruktion wird extern an ein Büro vergeben, wobei Lindecke Vorgaben erteilt. Selber macht man hingegen die Festlegung der Heißkanaldüsen am Lautsprechergitter. Mit der früheren CAM-Lösung ist der Werkzeugbauer lange Zeit gut gefahren, aber zuletzt an die Leistungsgrenzen gestoßen.

CAM (außer Drahterodieren) stets die Basis bildet, handelt es sich um einen sogenannten Hybridmodellierer. Dieser Begriff steht dafür, dass Visi den hier verwendeten Parasolid-Kern für die Volumenmodellierung sowie für die Flächenmodellierung kombiniert nutzt. Im Gegensatz zu rein parametrisch arbeitenden CAD-Systemen hat dies im Werkzeugbau klare Vorteile, da man deutlich schneller und flexibler konstruieren kann. Darüber hinaus stellt die Software auch eine gut nutzbare Parametrik bereit. „Deshalb gibt es bei VISI verschiedene Wege, um zum gewünschten Ergebnis zu gelangen. Wenn ich einen Weg gewählt habe, der sich als Sackgasse erweist, dann habe ich vier oder fünf weitere Möglichkeiten, die mich zum Ziel führen“, erläutert Bernd Stumpfenhagen, der Verantwortliche für CAD, CAM und die Arbeitsvorbereitung bei Lindecke. „Das ist bei NX oder Catia nicht so, was sich teilweise auch bei den Werkzeugkonstruktionen zeigt. Denn in dem Konstruktionsbüro, das für uns tätig ist, wird mit Catia V5 gearbeitet.“

Wenn beispielsweise ein Volumenkörper nicht trimmt, dann improvisieren die Westfalen schon mal. Da stehen auch mal Messerkanten hoch, wo keine sein dürften, oder es liegen irgendwo Flächen im freien Raum, die da nichts zu suchen haben. Das sieht man in Bad Salzuflen dann bei der Analyse mit Visi.

## Schnittstellen

Ein weiterer PC mit Visi-CAM steht bei den sechs CNC-Maschinen – zwei davon 5-achsig – zur Stahlbearbeitung. Zudem wird mit Visi Peps-Wire die Drahterodiermaschine programmiert. Die guten Importfunktionen sind für den Workflow wichtig. Hilfreich ist, dass Visi bereits von Haus aus sehr gut mit Fremddaten umgehen kann. Bei den Westfalen sind dies vor allem die CAD-Daten der externen Werkzeugkonstrukteure, die über die Catia-Schnittstelle in Visi importiert werden. Grundsätzlich wird nach dem Import kont-

**E**ine unserer Spezialitäten sind Werkzeuge für Lautsprecherabdeckungen aus Kunststoff. Hier zählen wir uns klar zu den Marktführern“, sagt Bernd Lindecke, Chef von Bernd Lindecke Werkzeugbau. „Zwar hat es früher auch schon Lautsprecherabdeckungen aus Kunststoff gegeben, aber nicht solche, wie wir sie uns vorgestellt und dann der Automobilindustrie präsentiert haben. Zumal Kunststoff hier Vorteile hat, denn Blech ist nicht so amorph und neigt zum Klirren.“ Das hatte in der Branche überzeugt, und deshalb waren auf der Referenzliste bei Lindecke bald klangvolle Namen von Premium-Automobilherstellern, die heute noch Kunden sind. Doch die Ansprüche der Autohersteller, zum Beispiel bei Schalldurchlässigkeit oder Haptik, steigen bei den Abdeckungen aus Metall. Dies fordert vom Werkzeugbau Höchstleistungen. So touchieren die Westfalen zum Beispiel warm, was im Formenbau selten ist.

Von Beginn an, also schon seit 1988, setzt Lindecke bei CAD und später auch bei CAM auf 3D. Mit dem ihm eigenen, für Ostwestfalen typischen Humor meint Bernd Lindecke:

## Insellösungen ersetzt

Hier bestand also dringender Handlungsbedarf, weshalb man sich vor rund drei Jahren dazu entschloss, die vorhandenen Insellösungen bei CAD und CAM durch eine komplett neue Infrastruktur zu ersetzen. Alle CAD- sowie CAM-Anwendungen sollten auf einem einheitlichen System basieren, durchgängig mit demselben 3D-Modell arbeiten und viele Schritte automatisiert werden. Nach einer Evaluierungsphase fiel die Entscheidung recht schnell für die CAD/CAM-Lösung Visi, eine Produktfamilie des britischen Herstellers Vero Software, die mit ihren eng verzahnten Modulen speziell auf die Anforderungen des Werkzeug- und Formenbaus zugeschnitten ist. Lindecke überzeugte vor allem, dass die Anwendung als modulares Komplettsystem durchgängig vom CAD über die Elektrodenableitung bis hin zur NC-Programmierung mit demselben 3D-Datenmodell – auf Basis von Parasolid – arbeitet und zudem sehr einfach zu bedienen ist. Zu gefallen wusste aber auch die Möglichkeit, direkt zu modellieren. Denn beim 3D-CAD-Grundmodul Visi Modelling, das bei CAD und

rolliert, ob die Daten in Ordnung sind. Denn gerade bei den Kontureinsätzen passiert es oft, dass noch Fehler drin sind. Diese haben meist ihren Ursprung bei der Artikelkonstruktion, die Lindeckes Konstruktionsbüro vom Kunden erhält. Je sauberer der Artikelkonstrukteur arbeitet, desto weniger Probleme gibt es bei der Werkzeugkonstruktion und den nachfolgenden Schritten. Die Visi-Schnittstelle zu Catia funktioniert hervorragend, ebenso wie die zu NX, über die viele Artikeldaten mit den Kunden ausgetauscht werden. Vor allem, wenn beim Kunden Kapazitäten fehlen, übernehmen Bernd Stumpenhagen und sein Team notwendige Änderungen am Artikel. Sie überarbeiten den Artikel – und parallel dazu das Werkzeug – dann so, dass später in der Produktion alles funktioniert. Häufig betrifft dies Punkte wie zum Beispiel das Verhältnis von Rippen- und Wanddicke. Anschließend werden die abgeänderten CAD-Daten des Artikels zurück zum Kunden geschickt.

Einer der Gründe für den Umstieg auf Visi waren die zunehmenden Schwierigkeiten beim Übergang von der Fläche zur Kante beim bisher zur Elektrodenableitung verwendeten System. „Es kam immer wieder vor, dass da sozusagen Ohren rausstanden, oder man zwei Flächen gegeneinander nachgertrimmt hat und trotzdem eine unsaubere Trennung erhielt“, blickt Bernd Stumpenhagen zurück. „Auch Tätigkeiten wie das Verschieben von Bohrungen oder das Ändern von Wanddicken gestalteten sich aufwendig und erwiesen sich als echter Zeitfresser. Das ist bei Visi deutlich komfortabler gelöst und funktioniert wesentlich schneller.“

## Modellierfunktionen

Grundsätzlich kann bei Visi die Elektrodenkonstruktion weitgehend automatisch ablaufen. Das funktioniert auch sehr gut – allerdings nur bei Standardelektroden mit einfacheren Konturen, die bei Lindecke eher selten sind. Darum wird in Bad Salzuflen bevorzugt manuell konstruiert, und das geht dank der praxisgerechten Modellierfunktionen recht flott: So wird beispielsweise an eine Kante einfach per Mausklick ein Radius drangezogen. Oder es wird eine Kante angeklickt, und Visi zieht diese über die tangentielle Fläche weiter.

Früher musste man bei solchen Sachen hohen Aufwand betreiben und hatte auch nicht die Verbindung von der Elektrode zu der genauen Position im Einsatz – alles musste man von Hand nacharbeiten. „Wenn ich heute dagegen meine Elektro-

denansätze habe und sage, exportiere für das CAM-Programmieren, dann schickt Visi beim Export die Elektrodennullpunkte automatisch mit“, unterstreicht Bernd Stumpenhagen. „Da kann ich dann meinen Projektnullpunkt fürs Fräsen drauflegen und dann läuft das.“

Für die Grafitbearbeitung sind bei Lindecke zwei 3-achsige HSC-Maschinen (Röders) sowie eine relativ neue 5-achsige (OPS) zuständig, die mit Laser-Werkzeugmessgeräten, Nullpunktspannsystemen und Werkstückwechslern ausgerüstet sind. Seit der Anschaffung der OPS-Maschine werden bei Lindecke viele Elektroden 5-achsig gefräst. Da mit kürzeren und somit stabileren Werkzeugen gefräst wird, erhält man bessere Oberflächen. Zudem lassen sich per Simultanfräsen auch sehr komplizierte Konturen herstellen. In vielen Fällen können so mehrere Einzelelektroden zu einer einzigen Elektrode zusammengefasst werden, was Zeitvorteile bringt. Aktuell fräst man in Bad Salzuflen aber noch zu 95 Prozent 3-achsig mit angestellten Achsen (3+2), weniger simultan. Der Werkzeugbauer ist hier aber flexibler geworden, da er im 5-Achs-Modul von Visi Machining über die Funktion ‚automatisch anstellen‘ mit 3-Achs-Programmen angestellt fräsen kann.

## Deutlich schneller geworden

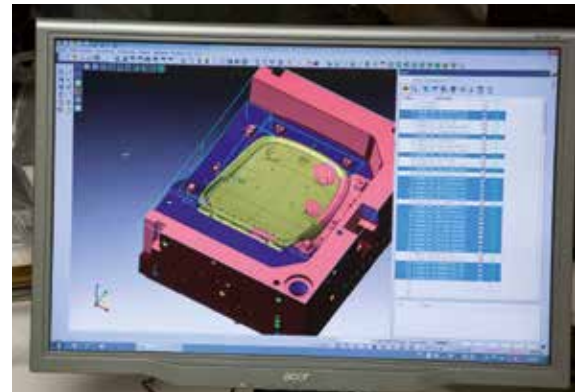
Als hilfreich in der Fertigung hat sich zudem der Visi Viewer erwiesen, der bei Lindecke die Zeichnung ergänzt. Anhand des CAD-Modells können sich die Mitarbeiter ein Bild machen, wie das Bauteil aussieht, wohin es im Werkzeug gehört und wie es montiert wird. Auch der Vorschlag von Mecatad, Netzwerk-Lizenzen (Floating) einzusetzen, die auf dem Server installiert sind, erwies sich als richtig. Jeder autorisierte Mitarbeiter kann so die Module nutzen, ohne den Arbeitsplatz zu wechseln. Mecatad steht als Visi-Distributor für den deutschsprachigen Raum nicht nur mit Support zur Seite, sondern betreut Lindecke auch über die Niederlassung Paderborn persönlich und bietet zudem Schulungen an. In diesem Zusammenhang loben die Westfalen insbesondere das selbsterklärende Bedienkonzept der Software. Auch die vielen und sinnvoll umgesetzten Details beeindruckten den Werkzeugbauer: So kann bei einer mit Visi konstruierten und gefrästen Elektrode hinterher jeder nachvollziehen, wie man vorgegangen ist. Dies war vorher nicht möglich.

ANM <

Ralph Schmitt ist Vorstand der Mecatad AG



**Bernd Stumpenhagen im Büro an einem der drei Arbeitsplätze, wo mit Visi die Elektroden konstruiert werden und zum Teil die NC-Programme zum Grafitfräsen entstehen.** Alle Bilder: Mecatad/ Bernd Lindecke Werkzeugbau



**Der PC im Meisterbüro, wo unter anderem der Visi-Viewer installiert ist. Dank Netzwerklizenz lassen sich die insgesamt zwei Viewer-Lizenzen bei Lindecke auch an anderen Arbeitsplätzen nutzen.**



**Die Fertigungshalle von Bernd Lindecke Werkzeugbau: Hergestellt werden 1K- und 2K-Spritzgießwerkzeuge in unterschiedlicher Bauart mit einem Gesamtgewicht von bis zu 15 Tonnen.**



**Für die Grafitbearbeitung sind bei Lindecke zwei 3-achsige HSC-Maschinen sowie die hier zu sehende 5-achsige OPS Eagle V5 zuständig, die mit Nullpunktspannsystemen und Werkzeugstückwechslern ausgerüstet sind. Das Fräsarbeitsblatt wird auch im Grafitbereich von Visi automatisch generiert.**



Diehl Aviation ist auf die Ausrüstung von Flugzeugkabinen spezialisiert.

Bilder: Diehl Aviation Holding GmbH

# Neues Fertigungsinfosystem ON THE FLY EINGEFÜHRT

Diehl Aviation fertigt Ausrüstung rund um die Flugzeugkabine für Hersteller wie Airbus, Boeing, Bombardier und Embraer. Die Fertigungsunterlagen der Kunden werden bei Diehl Aviation in Laupheim im zentralen SAP-System abgelegt und in den Werken mittels Fertigungsinfosystem abgerufen. Nun hat sich der Hersteller für die Einführung von SAP Engineering Control Center entschieden.

Von seinen Kunden erhält der Flugzeugausrüster Fertigungsunterlagen, wie Zeichnungen, Stücklisten oder Zusammenbau-dokumente, in unterschiedlichen Dateiformaten. Um CAD-Dateien beliebiger Formate visualisieren zu können, setzten die Diehl-Werke in Laupheim und Hamburg früher viele verschiedene Viewing-Systeme parallel ein. Das bedeutete, dass die Mitarbeiter anhand der Auftragsnummer erst einmal alle relevanten Dokumente im Fertigungsinfosystem listen mussten. Anschließend wählten sie einen passenden Viewer, um die CAD-Dokumente zu betrachten. Das war nicht nur umständlich für die betroffenen Mitarbeiter, sondern stellte – bei rund 1.000 betroffenen Fertigungs-

plätzen – auch einen erheblichen Zeit- und Kostenfaktor für das Unternehmen dar. Außerdem war die heterogene Systemlandschaft sehr wartungsintensiv, was hohe Zusatzkosten verursachte.

Die Bedienung des bisherigen Fertigungsinfosystems war umständlich, zeitaufwendig und wenig effizient. Der Umstieg auf eine einfachere und effizientere Lösung war daher schon aus Kostengründen dringend notwendig. Die „Wunschlösung“ sollte integriertes Dokumentenmanagement und Viewing beinhalten sowie einen einheitlichen 2D/3D-Viewer für alle Werke bereitstellen. Darüber hinaus waren folgende Funktionen erwünscht:

› Übersichtliche Listenanzeige aller relevanten Dokumente pro Fertigungsauftrag

- › Einfacher Abruf der Dokumentenliste durch Scannen des Auftragsbarcodes
- › Schnelles, bequemes Visualisieren der erzeugten Formate wie TIFF, PDF oder JT

## Zielsetzungen mit SAP ECTR angepeilt

Nach einem Benchmarking entschied sich Diehl Aviation für die strategische Integrationsplattform SAP Engineering Control Center. Denn im Produktvergleich erwies sich SAP ECTR als einzige Lösung, die alle Kundenanforderungen bis ins kleinste Detail erfüllte. Nicht zuletzt dank der intuitiven Bedienoberfläche. Dort lassen sich Dokumente aller Art strukturiert verwalten, mit beliebigen SAP-Daten verknüpfen und bedarfsgerecht anzeigen, Neutralformate

auch im eingebetteten SAP 3D Visual Enterprise Viewer (SAP VEV). Kurzum: Mit SAP ECTR konnte der Hersteller sowohl das alte Fertigungsinfosystem als auch die verschiedenen, bisher genutzten Viewer ersetzen.

Das Integrationsprojekt startete mit Unterstützung durch SAP noch im gleichen Monat, in dem die Abkündigung des Alt-systems bekannt geworden war. Diehl Aviation am Standort in Laupheim wünschte sich auch die Mitwirkung von DSC, dem Hersteller von SAP ECTR und einem anerkannten Experten für kundenspezifische PLM-Integrationslösungen. So übernahm SAP gemeinsam mit DSC und Diehl die Integrationsarbeiten rund um SAP ECTR: von Bedarfsanalyse und Konzeption über Entwicklung und Implementierung der kundenindividuellen Erweiterungen bis zur Installation und Unterstützung bei den Integrationstests. Hinzu kamen am Ende noch die Key-User-Schulungen, beispielsweise für Teamleiter und Prüfer aus der Fertigungslinie sowie der Go-Live-Support.

### Kundenseitige Datenstruktur startklar gemacht

Um die Bestandsdokumente nahtlos in die neue Lösung einzubinden, waren umfangreiche Migrations- und Konvertierungsarbeiten nötig. Allem voran die Anpassung der kundenseitigen Datenstruktur ans Datenmodell von SAP ECTR. Darum kümmerte sich DSC – vom Erstellen des Anpassungskonzepts bis zur reibungslosen strukturellen Migration der dokumentbezogenen Metadaten. In einem weiteren Schritt waren die Bestandsdokumente in folgende Formate umzuwandeln:

JPG für das SAP-ECTR-Vorschaubild sowie JT und TIFF für das Viewing mit SAP VEV. Der DSC-Partner SEAL Systems übernahm die Konvertierungsarbeiten unter Einsatz von CADverter (Theorem Solutions). Zudem implementierte SEAL Systems eine Lösung, die Dokumentenneuzugänge automatisch in die genannten Formate umwandelt – mit dem SEAL Corporate Conversion Server. Dadurch stehen heute sowohl bestehende als auch neue Dokumente jederzeit fürs Viewing bereit.

### Material an Bord geholt

Eine besonders zeitkritische Herausforderung war die Dokument-Material-Zuordnung. Früher „versteckte“ sie sich mit vier relevanten Parameterwerten im Materialkurztext des SAP-Materialstamms. Zudem waren die Werte lückenhaft, und die Pa-

rameter folgten einer kundeneigenen Logik. Mittels Zusatzprogrammierung bildeten die DSC-Spezialisten diese Logik nach, um die bestehenden Zuordnungen korrekt und verlustfrei in SAP ECTR übernehmen zu können. Angesichts der mehreren hunderttausend betroffenen Dokumente und des sehr eng geschnürten Zeitplans, musste die Übernahme auf Anhieb klappen. Und tatsächlich ging alles glatt.

Nach nur vier Monaten ging die neue Lösung pünktlich an den Start. Seitdem ist SAP ECTR bei Diehl Aviation in Laupheim an etwa 1.000 Arbeitsplätzen erfolgreich im Einsatz. Die Fertigungsmitarbeiter brauchen am System nur noch den Barcode des betreffenden Auftragsformulars zu scannen. Dann zeigt SAP ECTR sofort alle

Am Standort Laupheim können sich Kunden in einem Showroom über Kabinenlösungen informieren.



auftragsrelevanten Dokumente, die SAP-Stückliste und die Zeichnungsvisualisierung für das Material, das zu fertigen ist. So sehen die Mitarbeiter alles Benötigte auf einen Blick – mit fast null Aufwand. Kein Zufall also, dass die neue Lösung bei den Betroffenen gut ankommt. Zufrieden ist die Geschäftsführung auch mit den erzielten Nutzeneffekten:

- › Schlankere Systemlandschaft und Prozesse
- › Geringere Wartungs- und Pflegeaufwände
- › Einheitliches Viewing-System für alle Werkstandorte
- › Standardisierte Datenstruktur und Dokumentformate
- › Signifikante Zeitersparnis und Prozesskostensenkung

### Anflug auf die Umsetzung weiterer Maßnahmen

Mit SAP ECTR hat Diehl Aviation nicht nur ein akutes Problem gelöst, sondern auch einen ersten Schritt zur Shopfloor-Anbindung vollzogen – ein wichtiger Vorstoß in

Richtung digitale Wertschöpfungskette. Dieses Ziel vor Augen, realisiert Diehl mit dem DSC-Partner Cenit gerade die Integration des CAD-Systems Catia am Standort Hamburg. Dadurch können schon bald rund 200 Konstrukteure bei Diehl ihre Dokumente einfach, sicher und effizient im SAP-System verwalten, sowohl mit SAP-Direktzugriff aus Catia als auch über SAP ECTR. Außerdem fließen ihre CAD-Daten dann automatisch ins das ERP-System und sind unternehmensweit, das heißt standortübergreifend, nutzbar – stets aktuell und konsistent. Sobald das Hamburger Projekt abgeschlossen ist, soll die CAD-Integration konzernweit ausgerollt werden. Im Zuge dessen plant Diehl auch die Einführung des integrierten Viewing für wei-

tere Geschäftsprozesse. So hätten unter anderem die Mitarbeiter im Einkauf erstmals die Möglichkeit, 3D-Konstruktionen durch die erzeugten 2D/3D-Neutralformate direkt im SAP-System anzuschauen, was bisher nicht möglich war. Für den Einkauf würde dies eine extreme Vereinfachung im Einkaufsprozess darstellen.

### Erfolgreiche Realisierung des Projekts bei Diehl Aviation

„Das Einführungsprojekt SAP ECTR bei Diehl Aviation an unserem größten Standort in Laupheim war sowohl vom Zeitplan her als auch von der technischen Seite sehr anspruchsvoll“, berichtet Ralf Haberbosch, CoE Programs und Engineering bei Diehl Aviation in Laupheim. „Die Realisierung konnte daher nur gelingen, wenn alle Projektbeteiligten an einem Strang ziehen – das hat perfekt funktioniert. Auf die DSC war dabei immer 100 Prozent Verlass, so dass die gesteckten Ziele hinsichtlich Zeit und Budget erreicht wurden“, so das positive Fazit von Haberbosch. **SG <**

# Drei-Meter-Bauteil GEDRUCKT

Mit Hilfe des 3D-Drucks fertigt die Firma Airbus Helicopters ein drei Meter langes Demonstrator-Bauteil und reduziert so die Entwicklungskosten. Hier die Hintergründe. > von Lena Wietfeld



## Steckverbindung im Puzzle Stil

Die Produktion mit Hilfe der additiven Fertigung im Bereich der Luft- und Raumfahrt-Industrie bringt viele Vorteile mit sich. Die Firma Airbus Helicopters beispielsweise nutzt ihren x400-3D-Drucker von German RepRap in der Entwicklung zur Sicherstellung der Termin-, Kosten- und Qualitätsziele. Bei einem aktuellen Fall, geht es darum, das Design eines neuen Trittbretts zu validieren.

Frank Singer, Head of Department Vehicle System Installation bei Airbus Helicopters Deutschland erklärt: „Es kommt immer wieder vor, dass ein Crew-Mitglied eines Hubschraubers aus operativen Gründen während dem Flug außen auf den runden Kufen steht. Unter Umständen auch beim Betrieb der Rettungswinde. Die relativ kleine Standfläche auf den Kufen könnte durch den Einsatz eines Trittbretts optimiert werden.“

## Die Herausforderung

Die Herausforderung bei der Erstellung eines Demonstrators für so ein Trittbrett ist dabei, das Modell so zu fertigen, dass es einfach zusammen- und auseinandermon-



## Endstück und Verbindungsstück des Trittbretts

tiert ist. Bei einer Demonstratorlänge von fast drei Metern kam ein Klebverfahren nicht in Frage, das Modell hätte sein Eigengewicht nicht getragen und wäre auch nicht mehr auseinander zu bauen gewesen. Gleichzeitig soll der Prototyp so stabil sein, dass man ihn im zusammengebauten Zustand problemlos herumtragen kann und er so jederzeit zu Anschauungszwecken verwendbar ist.

In einem ersten Schritt wurde das fast drei Meter lange Modell in druckbare Ein-

zelteile untergliedert, danach die individuellen „Puzzle“-Steckverbindungen konstruiert. Hier waren zunächst ein paar Testdrucke und Justierungen in der Druck-Software nötig, um die optimalen Toleranzen der Passung zu definieren. Diese Puzzle-Verbindung mit den nun evaluierten Parametern wird anschließend auf die acht Druckteile übertragen und gedruckt.

„In der Vergangenheit haben wir größere Prototypen auf Grund des zur Verfügung stehenden Druckraums in Einzelteile unterteilen müssen. Diese wurden dann oft zusammengeklebt. Das war aber immer mit weiteren Bearbeitungsschritten verbunden, die wir uns nun – wenn es die Anwendung zulässt, sparen können. Die schnell gedruckten Teile, benötigen dann keine weiteren Bearbeitungsschritte und auch keine Aushärtezeit des Klebers mehr“, kommentiert Frank Singer. „Mit dieser Methode haben wir für dieses Design eine geniale Anwendung gefunden, um ein großes Bauteil schnell und kostengünstig mit Hilfe eines begrenzten Druckraums verfügbar zu haben.“

Für Airbus Helicopters ist die neue Steckverbindung, für entsprechende Anwendungen, eine optimale Lösung, denn es wird weder Kleber noch eine Schraubverbindung oder Werkzeug benötigt. Die Steckverbindung kann mind. 50 Mal benutzt werden, ohne dass Abnutzerscheinungen auftreten. Das Modell ist sehr viel stabiler, als es bei einem Klebverfahren der Fall wäre. Es hält das Eigengewicht von 3,9 kg problemlos aus und kann am Helikopter zu Anschauungszwecken montiert werden, ohne zu wackeln oder sich gar zu lösen bzw. abzufallen. Als Material wurde PLA verwendet, da sich dieses leicht und

schnell verarbeiten lässt und es keine weiteren Anforderungen an das Bauteil gab.

Auch Frank Singer ist begeistert: „Für uns ist das natürlich toll, wenn wir kurzfristig interessante Anwendungen zu einem Kundentermin verfügbar haben. Das macht das Ganze anschaulicher und der Kunde kann sich sofort ein Bild der neuen Anwendung machen. Das führt wiederum zu einer schnelleren Akzeptanz und wir können jetzt auch größere Demonstratoren und Prototypen schnell und flexibel umsetzen.“

Airbus Helicopters verwendet seinen German RepRap-x400-3D-Drucker vor allem speziell für den sogenannten „FIT-Check“. Dabei werden die konstruierten Teile als Prototyp gedruckt. Mit diesen Teilen werden die Verbaubarkeit und die Einpassung in den Helikopter überprüft. Mögliche Änderungen und Anpassungen lassen sich so unkompliziert und mit wenig Aufwand in das Serienteil übertragen.

Die Firma Airbus Helicopters hat den x400-3D-Drucker seit 2015 im Einsatz und ist rundum zufrieden. Ursprünglich wurde die Maschine angeschafft, um vor allem den Ingenieuren ihre Arbeit zu erleichtern, damit beispielsweise Prototypen schneller

erstellt und getestet werden können. Im Laufe der Jahre hat sich die Firma immer mehr Wissen angeeignet und möchte mittlerweile nicht mehr auf den 3D-Drucker verzichten.

„Der x400 ist jeden Tag im Einsatz und läuft oftmals auch am Wochenende. Die Nutzung der schnell verfügbaren Prototypen oder Demonstratoren hat sich fest in unseren Entwicklungsablauf etabliert. Das Thema 3D-Druck wird auf jeden Fall erweitert. Wir sehen das ganz klar in der Zukunft,



Maßstabsmodell des Trittbretts für einen Hubschrauber

gerade im Entwicklungsbereich. Der Einsatz des 3D-Druckers erleichtert dem Unternehmen die Arbeit vor allem im Bereich Prototypenbau sowie in der automatisierten Fertigung. Das sieht man auch deutlich an den Zahlen. In 2017 wurden knapp 50 Druckjobs



German RepRap x400 mit gefertigtem Puzzleteil

durchgeführt, die oftmals auch mehrere Teile beinhaltet haben. Im ersten Halbjahr 2018 haben wir jetzt schon 51 Druckjobs.“ **JB** ◀

**Lena Wietfeld** ist Marketing-Managerin bei German RepRap.

ANZEIGE

# Hochauflösende FARBSCAN-FUNKTIONEN

Der FARO Design ScanArm 2.5C bringt Farbe ins 3D-Scanning

**D**er neue FARO Design ScanArm 2.5C bietet standardmäßig eine sofort einsatzbereite Funktionalität zum vollfarbigen 3D-Scannen. Er ist kompatibel mit dem FARO 8-Axis Faro-Arm-System, mit dem sich die Reichweite des Arms verdoppelt und die Benutzerfreundlichkeit erheblich verbessert. Er wurde speziell dafür entwickelt, die Herausforderungen in der Entwicklung und im Design zu meistern, zum Beispiel in den Branchen Computergrafik, Industriemaschinen, Automobilbau und Ingenieurleistungen.

## Mehr Effizienz mit 3D in Farbe

Eine 3D-Darstellung in Farbe ist die perfekte Grundlage für Produktvisualisierungen und Spezialeffekte. Bauteile und Objekte werden so anschaulich rekonstruiert und visualisiert, wie sie in der realen Welt erscheinen. Diese realitätsgetreue Funktionalität ermög-

licht Designern nicht nur ein höheres Maß an Sicherheit bei der Arbeit, sondern beschleunigt auch die Fertigstellung wichtiger Projekte. Zudem werden kürzere Projektdurchlaufzeiten unterstützt und aufgrund des schnellen Scannens von bis zu 240.000 Punkten pro Sekunde in Farbe weiter verbessert.

Der Design ScanArm 2.5C ist in drei Armlängen – 2,5 m, 3,5 m und 4 m – verfügbar. Die schnell austauschbaren Batterien gewährleisten zudem, dass der Anwender den Scan vor Ort direkt am Objekt durchführen kann, anstatt das Projekt zum Scannen bringen zu müssen.

Dank seiner Klarheit und Präzision wird die Farbe des realen Objekts exakt dargestellt. Zugleich lassen sich feinere Details wie Textur und sogar Text für die Produktvisualisierung, grafische Datenverarbeitung oder die Identifizierung wichtiger Merkmale während des Produktdesign- oder Reverse-Enginee-



Der neue FARO 8-Axis Design ScanArm 2.5C mit FARO PRIZM Laser Line Probe erzielt hochwertige Farbscans und bietet eine ausgezeichnete Ergonomie. Bild: FARO

ring-Prozesses eindeutig extrahieren. Die Effizienz lässt sich erheblich steigern, da man alle Farbdetails in einem Scan erfassen kann, ohne dass man Fotos aufnehmen oder Texturen bei der Nachbearbeitung einfügen muss.

**FARO**

Anbieter: FARO Europe GmbH & Co. KG  
 Anschrift: Lingwiesenstraße 11/2  
 D-70825 Korntal-Münchingen  
 Telefon: +49 (0) 71 50 / 97 97 0  
 E-Mail: info.emea@faro.com  
 Internet: www.faro.com/germany

# METALLGUSS

## mit additiver Fertigung kombiniert

Generatives Design und 3D-Druck sind für viele Unternehmen noch Neuland. Sie warten ab, bis additive Fertigungstechnologien weiter ausgereift sind. Denn bei der additiven Metallfertigung stehen Herstellern derzeit immer noch weniger als ein Dutzend Materialien zur Verfügung. > von André Pechmann

**B**eim klassischen Metallguss stehen Herstellern hunderte verschiedene Legierungen zur Verfügung. Außerdem lassen sich im Metallguss riesige Bauteile anfertigen, während Metalldrucker eher für kleinere Teile geeignet sind. Ein weiterer Faktor ist der mit dem neuen Fertigungsverfahren verbundene Zeit- und Kostenaufwand. Anlagen für direktes Laserschmelzen sind äußerst kostspielig und die dort produzierten Bauteile erfordern ein hohes Maß an Nachbearbeitung. Zudem ist die Zertifizierung von 3D-gedruckten Teilen relativ schwierig. Der Metallguss hingegen ist ein bewährter Prozess. Trotz Vorteilen additiver Fertigung, wie der Möglichkeit zur Herstellung besonders komplexer Strukturen, lässt sich im klassischen Metallgussverfahren häufig noch eine Menge Zeit und Geld sparen.

### 3D-Gussform ermöglicht Massenproduktion

Ihr volles Potential entfalten Metallguss und additive Fertigung deshalb erst in ihrer Kombination. Mithilfe von generativem Design und digitaler Optimierung können etwa Hochleistungsstrukturen per Software entworfen werden, die zunächst durch eine metalllose additive Fertigung als Gussform umgesetzt werden. Anschließend sorgen moderne Gießverfahren unter Verwendung des passenden Metallmaterials für die endgültige Form. Ein Beispiel für die wirksame Kombination beider Verfahren ist ein im Autodesk-Technologiezentrum Pier 9 in San Francisco entwickelter, generativ gestalteter Leichtbau-Sitzrahmen für Verkehrsflugzeuge. Das Projekt vereint klassische Fertigungsmethoden und modernen Technologien wie generatives Design und industriellen 3D-Druck.

Der aus Magnesium gefertigte Sitzrahmen beruht auf einem durch einen Software-Algorithmus in Autodesk Netfabb generativ entwickelten Entwurf. Die Serienproduktion des Bauteils erfolgt in einem hybriden Fertigungsverfahren aus additivem 3D-Druck und klassischem Metallgussverfahren. Dabei druckt das Team zunächst ein Kunststoffmodell des Sitzgestells, das dann mit Keramik überzogen wird. Anschließend kann

der Kunststoffanteil weggeschmolzen und flüssiges Magnesium in die so entstandene Keramikform gegossen werden. Das Ergebnis ist ein Sitzgestell, das aufgrund des verwendeten Materials und der generativ erzeugten Gitterstruktur 56 Prozent leichter ist als derzeit im Flugzeugbau übliche Modelle. In der Luftfahrt, in der jedes Gramm zählt, kommt die Einsparung einer Revolution gleich. Würde man einen Airbus A380 mit seinen 615 Sitzplätzen mit Sitzen dieser Art ausstatten, könnten innerhalb eines Jahres Treibstoffkosten in Höhe von 100.000 US-Dollar eingespart werden.

Das Projekt räumt auch mit dem Mythos auf, die Herstellung von Bauteilen per Metallguss würde rund eineinhalb Jahre dauern. Tatsächlich benötigt ein Unternehmen mit dem beschriebenen Verfahren zwei Tage für die Herstellung des Endprodukts – weniger Zeit, als dies in vielen Fällen mit Metalldruck der Fall wäre.

### Durch generatives Design Treibstoffkosten einsparen

Das spezielle Gieß- und Ausschmelzverfahren erlaubt darüber hinaus Detailtreue im Submillimeterbereich. Schon ein Fingerabdruck auf dem Modell wäre später auf dem Endprodukt sichtbar. Für die Luftfahrtindustrie bietet dieses Vorgehen ungeahnte Möglichkeiten und könnte damit langfristig große Mengen an Kerosin, Kohlendioxid und Kosten einsparen. In einem Airbus A380 würde die Verwendung dieser Sitzrahmen eine Gewichtersparnis von 557 Kilogramm bedeuten, was pro Jahr und Flugzeug 63 Tonnen Kerosin und 190 Tonnen CO<sub>2</sub> einsparen würde. Umgerechnet auf eine Flotte von 100 Flugzeugen und eine Zeitdauer von zwanzig Jahren sind das 126.000 Tonnen CO<sub>2</sub> – und über 200 Millionen US-Dollar für Treibstoff. **SG** <

**André Pechmann**, Brand Marketing & Communications Manager Germany bei Autodesk.



Die Herstellung der Sitzrahmen erfolgt im klassischen Metallgussverfahren. Bilder: Autodesk

Der aus Magnesium gefertigte Sitzrahmen basiert auf einem mit Autodesk Netfabb generativ entwickelten Entwurf.







**InterCAM-Deutschland GmbH**  
 Am Vorderflöß 24a  
 D-33175 Bad Lippspringe  
 Tel.: +49 5252 98 999 0  
 E-Mail: info@mastercam.de  
 Internet: www.mastercam.de

**Perfektion für schnelles, effizientes und produktives Arbeiten!**

Die InterCAM-Deutschland GmbH ist der deutsche Distributor der leistungsstarken CAD/CAM-Lösung Mastercam. Der modulare Aufbau ermöglicht den zielgenauen Einsatz der Software, abgestimmt auf die Bedürfnisse des Anwenders. Mastercam bietet Fräsen in 2 bis 5 Achsen, Drehen, Drahten, künstlerische Reliefbearbeitung, 2D- und 3D-Design, Flächen- und Solid-modeling und somit alles für den Werkzeug-, Formen- und Maschinenbau sowie für die Holz-, Stein- und Kunststoffbearbeitung. Mit aktuell über 200.000 Installationen ist Mastercam das weltweit meisteingesetzte System auf dem Markt PC-basierter CAM-Software.



**invenio**  
**Virtual Technologies GmbH**  
 Robert-Bürkle-Straße 3  
 85737 Ismaning  
 Tel.: 089-318276-200  
 E-Mail: vt@invenio.net  
 Internet: www.invenio.net

**100% digitaler Prototyp (Digital Mockup)**

Dienstleistung, Beratung und Software (Virtuelles Fahrzeug, geometrische Absicherung, Montage, virtueller Service, Verkaufspräsentation, usw.)  
 Technologielieferant für Softwarehersteller (CAD, PDM, usw.).

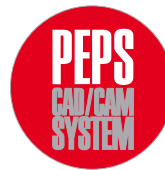
Wir sorgen für maximale Transparenz über die komplette Entwicklung. Mit zuverlässigen Ergebnissen und beeindruckenden Präsentationen liefern wir ideale Entscheidungsvorlagen. Auf Basis von digitalen Daten stellen wir verlässliche Aussagen zur Produktreife und zur Servicefreundlichkeit bereit. Und für die frühzeitige Vermarktung des Produktes liefern wir fotorealistische Bilder.



**SCHOTT SYSTEME GmbH**  
 Landsberger Str. 8  
 D-82205 Gilching  
 Telefon: 089 / 348069  
 E-Mail: info@schott-systeme.de  
 WEB: www.schott-systeme.de

SCHOTT SYSTEME GmbH ist ein auf CAD/CAM, Computergraphik und Produktions-IT spezialisiertes Unternehmen, das seit über 30 Jahren modulare, kostengerechte Softwarelösungen für Design, Konstruktion und Fertigung entwickelt.

Funktionen: 2D-Konstruktion, hybride 3D-Volumen-, Flächen- und Maschen-Modellierung, technische Dokumentation, Rendering, Animation, 2,5D- und 3D-Fräsen/-Bohren, Gravieren, Ausspitzen, angestelltes 3+2-Achsen-Fräsen, HSC- und HPC-Techniken. Zusätzliche Technologien für 5-Achs-Simultan-Fräsen, Drehen, Dreh-Fräsen und Drahtschneiden. Standard-Postprozessoren sowie Support sind kostenfrei, es werden **keine** Gebühren für Wartung erhoben.



**Camtek GmbH**  
 CAD/CAM-Systeme  
 Werkstraße 24  
 71384 Weinstadt  
 Tel.: 071 51 / 97 92-02  
 E-Mail: info@Camtek.de  
 Internet: www.Camtek.de

**WIRE-Expert**

Mit dem Modul WIRE-Expert stehen alle Zeichen auf Automation. Automatische Feature-Erkennung und automatische Erzeugung der Bearbeitung in wenigen Sekunden!

**CAD/CAM-System PEPS Version 8.1**

- Drahterodieren
- Fräsen
- Drehen
- Laser- und Wasserstrahlschneiden

**CAD/CAM-System OPTICAM**

- Drahterodieren in SolidWorks
- Drahterodieren in hyperCAD-5



**Heidrive GmbH**  
 Starenstraße 23  
 93309 Kelheim  
 Tel.: 0 94 41 / 707-0  
 Fax: 0 94 41 / 707-257  
 E-Mail: info@heidrive.de  
 Internet: www.heidrive.de

**Antriebstechnik made in Kelheim**

Die Heidrive GmbH ist ein innovativer Antriebsspezialist mit über 280 Mitarbeitern und hat ihren Sitz in Kelheim. Unsere kundenspezifischen Antriebslösungen werden in den Branchen Industrie, Robotik, Medizin-, Labor-, Luftfahrttechnik und vielen weiteren Bereichen angewendet.



**Sensor-Technik**  
**Wiedemann GmbH (STW)**  
 Am Bärenwald 6  
 87600 Kaufbeuren  
 Tel.: +49 8341 9505-0  
 E-Mail: info@sensor-technik.de  
 Internet: www.stw-mm.com

Als international tätiges Unternehmen stehen wir für die Digitalisierung, Automatisierung und Elektrifizierung mobiler Maschinen. Mit generischen oder kundenspezifischen Produkten, Systemen und Lösungen, die in unserer Zentrale in Deutschland entwickelt und gefertigt werden, unterstützen wir unsere Kunden auf ihrem Weg, mit innovativer Technik die Leistung und Effizienz ihrer Maschinen zu steigern und deren Sicherheit zu erhöhen, um sie so zu den besten der Welt zu machen.

Zusammen mit unseren Kunden und Partnern beteiligen wir uns schon heute aktiv an wichtigen Zukunftsthemen: dem Internet der Dinge (IoT) und der Industrie 4.0, dem (teil-)autonomen Fahren und Arbeiten und der E-Mobility.



**WIN-Verlag GmbH & Co. KG**  
 Johann-Sebastian-Bach-Str. 5  
 D-85591 Vaterstetten  
 Tel.: +49-(0)8106-350-0  
 Internet: www.win-verlag.de

Mit einer Platzierung hier im Marketplace erreichen Sie ein Jahr lang durchgängige Präsenz in einem etablierten Fachmagazin. Mit sehr geringen Kosten präsentieren Sie Ihr Unternehmen und ihre Vertriebspartner regelmäßig einer hochkarätigen Zielgruppe. Damit erhöhen Sie Ihre Kontaktchancen erheblich.

Martina Summer  
 Tel. 0 81 06/306-164, E-Mail: ms@win-verlag.de

Andrea Lippmann  
 Tel. 0 81 06/350-227, E-Mail: al@win-verlag.de



92637 Weiden • +49 961 48230-0 • info@traeger.de

**Über 20 Jahre Kompetenz in industrieller Digitalisierung**

Traeger bietet innovative Hardware- und Software-Lösungen zur Kommunikation mit verschiedensten SPS-Fabrikaten. Wir vereinen mit unseren Developer Frameworks für SPS und OPC UA konservative und neueste Technologien. Traeger ist Mitglied der OPC Foundation.

**Wir haben die Standardlösung für Industrie 4.0 - CoDaBix®**

OPC UA, MQTT, SPS, MES, PPS - wir verbinden alles, egal ob Brownfield, Greenfield, ob homogen oder heterogen bestückte Anlagen.

Vom Shopfloor zum Topfloor, in die Cloud und wieder zurück  
**mit CoDaBix® ist Traeger Ihr Industrie 4.0-Partner**

# Performance-Grenzen VERSCHIEBEN SICH

Der CPU-Hersteller AMD hat im August die nächste Generation („2nd Gen“) seiner Workstation-CPU-Reihe Ryzen Threadripper auf den Markt gebracht, die Teil einer Roadmap ist, die bis ins Jahr 2020 reicht. Sie verschiebt einmal mehr die Leistungsgrenzen ein gutes Stück nach oben.

**V**on der Workstation-CPU-Reihe Ryzen Threadripper soll es zunächst vier Desktop-Prozessoren geben: Als Einstiegsmodell fungiert Ryzen Threadripper 2920X mit 12 Kernen und 24 Threads sowie Taktraten zwischen 3,5 und 4,3 GHz. Darüber angesiedelt ist das Modell 2950X mit 16 Kernen und 32 Threads mit ähnlichen Taktraten zwischen 3,5 und 4,4 GHz. 24 Kerne und 48 Threads umfasst die Variante 2970WX. Die Taktraten liegen bei diesem Typ zwischen 3,0 und 4,2 GHz. Die Rolle des Flaggschiffs übernimmt der Ryzen Threadripper 2990WX mit 32 Kernen und 64 Threads. Die Taktraten entsprechen denen des 2990WX. Die neuen CPUs basieren auf der 12-Nanometer-x86-Prozessorarchitektur „Zen+“ und bieten die meisten Threads, die bisher auf einem Desktop-Prozessor möglich sind. Nach Aussage von AMD sollen die CPUs um bis zu 53 Prozent leistungsfähiger sein als vergleichbare CPUs von Wettbewerbern. Der Sockel TR4 der ersten Generation bleibt dabei erhalten. Verschiedene Workstation-Hersteller haben bereits verlauten lassen, dass sich die neuen Prozessoren auch auf den bisherigen X399-Mainboards einsetzen lassen. Allerdings ist ein BIOS-Update fällig.

## Großer Nutzen für Ingenieure

Was die neue AMD-CPU-Baureihe für den CAx-Markt bedeutet, erläuterte Josef J. Schneider, geschäftsführender Gesellschafter des Miesbacher Workstation-Anbieters und Grafikexperten Schneider Digital, dem Digital Engineering Magazin: „Für Workstations ist stets die Taktfrequenz der CPUs von Bedeutung, weil dort üblicherweise eine oder mehrere Grafikkarten verbaut sind. Wird die CPU-Frequenz verdoppelt, verdoppelt sich auch die Anzahl der Frames, die auf der Grafikkarte be-

rechnet werden. Inzwischen sind CPUs mit Taktraten unter 3 GHz nicht mehr für Workstations geeignet.“

Auch die Skalierungseffekte mit der Anzahl der Kerne spielen eine wichtige Rolle bei der Kaufentscheidung, so der Hardware-Experte. Workstations wurden in der Vergangenheit mit vier oder sechs Kernen

ausgerüstet, und die Taktraten lagen zwischen 3,4 und 3,6 GHz. AMD legt nun mit maximal 36 Cores (Kerne) bei Threadripper die Messlatte gehörig nach oben. Und bei der Server-Variante Epyc, die 2019 erwartet wird, sollen es sogar 64 Kerne sein. Auch bei der Taktfrequenz hat sich einiges getan: Diese liegt jetzt bei maximal 4,4 GHz

**Schneider Digital setzt bei seinen Workstations auch auf die schnelle AMD-CPU Ryzen Threadripper.**  
Bilder: Schneider Digital



im Turbomodus. Der Turbomodus ist immer dann gegeben, wenn nur zwei Kerne rechnen, was bei typischen CAD-Operationen der Fall ist. Beispielsweise berechnet beim Drehen eines Objekts der eine Kern die Hidden Lines (verdeckte Kanten im Hintergrund) und der andere die sichtbaren Shader als OpenGL-Applikation für die Grafikkarte. Threadripper verfügt über 64-PCI-Express-Lanes (3.0), bei der Serverversion Epyc, die auch PCIe 4.0 beherrschen soll, sind es 128. „Selbst 64 PCIe sind immer noch deutlich mehr im Vergleich zu den i7- oder i9-CPU von Intel, die mit nur 24 derartigen Ausgänge auskommen müssen. Auf diese Weise lassen sich bei den AMD-CPU mehr als zwei Grafikkarten in die Workstation einbauen“, sagt Schneider und gibt gleichzeitig zu bedenken: „Für den reinen CAD-Anwender ist die hervorragende Skalierung von Threadripper mit der hohen Anzahl an Kernen eigentlich uninteressant.“ Aber: „Moderne CAD-Pakete

bieten bereits CAE-Grundfunktionen wie FEM-Berechnungen für die Festigkeitsanalyse. Und diese laufen in der Regel auf der CPU und sind für die Parallelisierung der Berechnung in viele Threads ausgelegt.“ Stellt man die Frage, wie es um das superschnelle GPU-Computing eigentlich bestellt ist, das vor wenigen Jahren noch für viel Furore sorgte, dann antwortet Schneider darauf: „Ich gehe von einem Verhältnis von 80 Prozent CPU-limitierten zu 20 Prozent GPU-limitierten Applikationen im CAx-Umfeld aus. Würde man die GPU-Skalierbarkeit signifikant erhöhen wollen, müsste man am Kern der Applikation Hand anlegen. Und hierfür ist sehr viel Spezial-Know-how vonnöten, das oftmals nicht mehr vorhanden ist, weil die Systemarchitekturen meist etliche Jahrzehnte alt und die ursprünglichen Entwickler in Rente sind.“ Tools, die das GPU-Computing der Grafikkarte gut ausnutzen, sind High-End-CAE-Applikationen wie Simulia von Dassault Systèmes.

### Manufaktur für CAx-Workstations

Die Herausforderung bei allen CAx-Anwendungen besteht darin, dass sich die möglichst hochauflösend dargestellten 3D-Objekte am Bildschirm in Echtzeit manipulieren lassen. Nur wenn alle Hardware-Komponenten darauf ausgelegt sind, ist ein schnelles und störungsfreies Arbeiten möglich. Die Leistungsfähigkeit der Grafikkarte lässt sich allerdings nicht ausreizen, wenn der Grafiktreiber die CAx-Software falsch interpretiert. Und hier liegt ein Unterschied zwischen Schneider Digital und anderen Anbietern: „Wir kennen alle führenden CAD-, CAM- und CAE-Anwendungen und optimieren die Konfiguration unserer Systeme entsprechend“, sagt der Geschäftsführer und fügt hinzu: „Dabei zeichnet uns aus, dass wir stets die Workstations nach Kundenbedürfnissen konfigurieren. Eine der ersten Fragen lautet deshalb: Welche Software ist im Einsatz?“ Aufgrund des großen Kundenstamms und der langjährigen Erfahrung – seit 1995 ist das Unternehmen auf maßgeschneiderte Hardwarelösungen für professionelle 3D-Grafikanwendungen spezialisiert – ist man mit den Hardware-Anforderungen der eingesetzten Applikationen vertraut. So gibt



**JOSEF J. SCHNEIDER**  
hat 1995 das Unternehmen Schneider Digital gegründet und sich auf Hardware-Lösungen und Dienstleistungen rund um 3D-Grafik spezialisiert.

es Software, die besonders schnelle Festplatten voraussetzt; andere Software wiederum benötigt einen besonders großen Arbeitsspeicher oder eben CPU-Power. „Durch dieses Wissens können wir maßgeschneiderte Workstations liefern, sodass der Kunde, bezogen auf das Preis-Leistungsverhältnis für sich das Optimum herausholen kann“, betont Schneider.

### Leistungsfähige Workstations

Schneider Digital bietet mit Centuron, Pulsaron und Nepturon drei leistungsfähige Workstation-Reihen an. Centuron-Workstations basieren auf den aktuellen CPUs der Intel-Xeon-Serie. Pulsaron sind kundenspezifische Hardwarelösungen für professionelle 3D-Grafikanwendungen. Ausgestattet sind sie mit den Threadripper- und demnächst auch mit Epyc-CPU von AMD. „Die Pulsaron-Reihe zeichnet aus, dass der verwendete Prozessorsocket (Socket) sehr langlebig ist und dass man aus einer Threadripper-Workstation, die man im August 2017 gekauft hat, die Leistung verdoppeln kann, ohne dass die Applikationen neu installiert oder andere Hardware außer der Threadripper 2nd Gen CPU gekauft werden muss“, erklärt Schneider.

Auch das Skalieren geht bei den Pulsaron-Workstations leicht von der Hand: Von der Einstiegsversion mit 8 Kernen kann beliebig auf 12, 16, 24 oder 32 Kerne umgestiegen werden. Bei der dritten Workstation-Reihe Nepturon handelt es sich um von Schneider Digital selbst entwickelte Workstations, die speziell auf CAM- und HMD-(VR-)Arbeitsplätze zugeschnitten sind. Dabei kommen übertaktete Intel-CPU zum Einsatz. Eine Wasserkühlung gewährleistet dabei einen stabilen und geräuscharmen Betrieb.

RT ◀





# Vier Schritte zur intelligenten PRODUKTION

Mit der Verfügbarkeit miniaturisierter Sensoren, Aktoren und Kommunikationsbausteine lassen sich nahezu alle technischen Systeme und Anlagen ins Web integrieren. IoT-gestützte Fertigungsanlagen benötigen jedoch eine passende Infrastruktur und Unterstützung durch Machine Learning, damit sie intelligent und eigenständig agieren können. > von Dorian Gast

**D**ie produzierende Industrie wird, wie so viele andere Branchen, durch die disruptive Kraft von modernen Technologien aufgeführt. Neue Konzepte – wie das Industrial Internet of Things (IIoT) – ermöglichen es Unternehmen, ihre Produktionskapazitäten bei Bedarf schnell auf- und abzubauen, die Dauer der Produktion zu verkürzen und die Ausfallzeiten so gering wie möglich zu halten. Zudem können sie komplexe Zusammenhänge im Betriebsablauf durch die detaillierte Überwachung der Anlagen deutlich einfacher erkennen und verbessern.

Damit IoT erfolgreich in Fertigungsanlagen eingesetzt werden kann, gibt es allerdings einige Punkte zu beachten: die Schaffung der Grundlagen und der passenden Infrastruktur sowie die Visualisierung, Analyse und am Ende die Optimierung der gesamten Anlage.

## Grundlagen schaffen

Zunächst müssen Anlagenbetreiber festlegen, welche Aspekte sie in den Mittelpunkt stellen wollen, um die Produktion mithilfe von IIoT zu optimieren: Eine Möglichkeit wäre beispielsweise Output und Qualität der produzierten Einheiten, den Wartungszyklus oder den Ressourcenverbrauch zu beobachten.

Da die Kennzahlen für einen optimalen Betrieb oder den Instandhaltungszyklus von Maschine zu Maschine variieren, ist eine Bestandsaufnahme notwendig. Nicht bei allen Anlagen stehen die für die Analyse notwendigen Daten zur Verfügung. Anlagenbetreiber können manche Maschinen durch das so genannte Retrofitting nachrüsten und den Kauf eines neuen Gerätes vermeiden. Dabei lohnt sich die Rückfrage beim Hersteller, ob die benötigten Kennzahlen durch eine Nachrüstung verfügbar sein werden.

Zusätzlich zu den (Echtzeit-)Daten der Sensoren müssen für die Analyse weiterhin strukturierte wie unstrukturierte Daten von Steuerungssystemen, Protokollen, Datenbanken, Scada-Systemen oder vergleichbaren Quellen gesammelt werden, um einen genauen Überblick über die Produktion zu gewinnen.

## Die passende Infrastruktur

Parallel zur Auswahl der Daten, die analysiert werden sollen, sollte die Infrastruktur vorbereitet werden. Die meisten industriellen Prozesse arbeiten mit sehr hohen Geschwindigkeiten und erzeugen daher extrem große Datenmengen. Die Verarbeitung dieser Daten in einer zentralen Cloud etwa ist ein unnötiger Umweg und wirtschaftlich nicht zu empfehlen. Zusätzlich bietet die Cloud nicht immer einen 100-prozentigen Schutz im Hinblick auf den Zugriff von Dritten; auch eine konstan-



IoT-gestützte Fertigungsanlagen optimieren Ressourcenverbrauch und Abläufe in einer smarten Fabrik.  
Bild: Dell EMC

den Außenbedingungen bei der Produktion abhängen und sich auf den Zustand der Maschinen oder die Qualität der Abläufe und Produkte auswirken können. Führt beispielsweise eine Veränderung der Außentemperatur häufig zu Fehlern oder Ausfällen in der Produktion, können Anlagenbetreiber diesen Umstand durch Regeln entgegenwirken, die im Betriebsablauf der Anlage festgelegt werden.

Eine passende IIoT-Lösung kann dann den Regelbetrieb automatisch überwachen und bei Abweichungen ein festgelegtes Protokoll ablaufen lassen.

### Wie die Anlage wirklich smart wird

Wer eine smarte Fabrik aufbauen möchte, die nicht nur „connected“ ist und Daten sammelt, profitiert vom Einsatz des maschinellen Lernens (ML). Mittels ML können Maschinen anhand der gesammelten Daten lernen, sich zum Beispiel an die äußeren Bedingungen anzupassen, ohne dass sie neu programmiert werden müssen. Ein intelligenter Thermostat an einer Maschine könnte dann Daten, wie Innen- oder Außentemperatur, Tages- und Jahreszeit, analysieren und dabei lernen, die Wahrscheinlichkeit einer Produktionsstörung durch Überhitzung vorherzusagen. In einem weiteren Schritt könnte der Thermostat die Drehzahl automatisch verringern, um einen Ausfall zu verhindern.

ML kann auch für eine kontinuierliche Verbesserung von festgelegten Regelverfahren sowie bei der Erkennung von Anomalien zum Einsatz kommen. Anders als bei vorher festgelegten Regeln kann die Anlage in einem solchen Szenario auf andere Faktoren reagieren, die mit der Zeit erlernt und noch nicht in der Programmierung enthalten waren. So könnte die Anlage minimale Abweichungen im Regelbetrieb feststellen und beispielsweise bereits bevor es zu einem Ausfall kommt eine SMS oder eine E-Mail verschicken.

Abhängig davon, wie schwerwiegend die Abweichung ist, kann die Anlage entweder das Personal verständigen oder womöglich selbst die benötigten Ersatzteile bestellen.

Eine wirklich smarte Fertigungsanlage kann so den Ressourcenverbrauch einsparen und Abläufe während der Produktion sowie den Wartungszyklus optimieren. **JB1** ◀

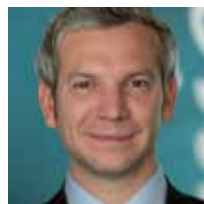
te Bandbreite – und sie ist für ein solches IT-Betriebsmodell essenziell – ist nicht immer garantiert.

Deswegen ist die lokale Analyse der Daten in der Nähe der Maschine – also am Netzwerkrand, der so genannten Edge – erforderlich. Die Verarbeitung ist mit diesem Verfahren deutlich schneller, außerdem sicherer und verbraucht auch deutlich weniger Bandbreite. Die Cloud kann jedoch als Speicher für bereits verarbeitete Daten genutzt werden.

### Visualisieren und analysieren

Im Anschluss sollten die verarbeiteten Daten sinnvoll visualisiert werden. Die Art der Visualisierung ist von der Art der Maschine, den erzeugten Daten sowie den Betriebsparametern abhängig. Beispielsweise kann der Anwender sich wiederholende Muster sichtbar machen und die Performance der Maschinen einfacher ablesen. Das spart Zeit bei der Optimierung von Produktionsprozessen.

Anhand derartiger Analysen lassen sich auch komplexe Zusammenhänge erkennen, die beispielweise von der Anzahl der produzierten Einheiten oder



#### Dorian Gast

ist Head of Business Development IoT Germany, Israel und United Arab Emirates bei Dell EMC.



## Der Digital Engineering Magazin Newsletter ...

### ... immer wissen was gerade läuft!

Jetzt anmelden unter:

[www.digital-engineering-magazin.de/abonnement-dem](http://www.digital-engineering-magazin.de/abonnement-dem)



**KOSTENFREI**

# Das Produkt- WISSEN BÜNDELN

Viele Informationen zu seinen komplexen Produkten hatte der Maschinenbauer schon lange zu handhaben. Doch neue Anforderungen und wachsende Ansprüche im Zuge von Industrie 4.0, Digitalisierung sowie eine neue Varianz verschärfen die Lage. Hier ein Lösungskonzept. ▶ von Petra Erner

**D**ie Welt verändert sich rasant – durch Digitalisierung und Industrie 4.0 wächst die Bedeutung von Informationen. Sie sind der Schmierstoff der digitalen Welt. Starre, in großen Mengen produzierte Produkte werden zunehmend ersetzt durch umfangreiche Funktionswolken, aus denen Kunden ihre individuellen Produkte konfigurieren können.

Die zugehörige Information in einzelnen Dokumenten zu speichern wird unmöglich. Gleichzeitig muss die richtige Information zur richtigen Zeit am richtigen Ort sein. Daher werden sowohl für die Erstellung als auch für die Nutzung von Informationen neue Lösungen notwendig.

## Customized statt Massenware

Die Informationen, die in unserer modernen Welt gefragt sind und auf die keiner mehr lange warten will, sind in vielen unterschiedlichen Dokumenten verborgen – zum Teil werden sie aber auch noch gar nicht erhoben. Die Fragen sind längst da, nur die Antworten fehlen. Früher hat ein

Kunde in einem Katalog nach einem Produkt gesucht und wenn der Preis und die Features passten, wurde bestellt.

Heute sucht ein Kunde nach Anwendungskriterien, stellt sich sein Produkt nach eigenen Vorstellungen zusammen, passt Ausstattungsdetails, Muster und Farbe an und bestellt dann „sein“ Produkt.

Was bei Konsumgütern immer selbstverständlicher wird, wirft auf Seiten der produzierenden Unternehmen Probleme auf. Wie kann man die immer größere Variantenvielfalt handhaben? Wie können die Prozesse so weit automatisiert werden, dass auch

bei Stückzahl Eins noch produziert werden kann? Maschinen- und Anlagenbauer sind verpflichtet, zu jeder Maschine eine Technische Dokumentation auszuliefern.

Wie schafft man das bei dieser hohen Variantenzahl? Wie weiß ein Servicetechniker noch, welche Maschine mit welchen Wartungsaufgaben er vor sich hat?

## Datenpool „Informationsraum“

Die Lösung all dieser Herausforderungen heißt: Informationsraum. Das zumindest meint Uwe Reißenweber, Geschäftsführer von Docufy. Das Unternehmen entwickelt



» Unternehmen  
benötigen für Informationen ein intelligentes System: Wir nennen das den Informationsraum“,

UWE REISSENWEBER, DOCUFY.

Bild: Docufy

**Der Informationsraum abstrakt: Softwarelösungen definieren eine Umgebung, die es erlaubt, einzelne Informationseinheiten und deren Varianten zielsicher zu adressieren und miteinander zu verknüpfen.**

Bild: Fastmotion/Shutterstock

zugeordnet werden. Antworten auf bestimmte Fragestellungen lassen sich so flexibel und für den konkreten Anwendungsfall zusammenstellen und veröffentlichen.

Das Ausspielen der Informationen funktioniert dabei dynamisch und je nach Belieben: Als gedrucktes Dokument, mobil auf dem Smartphone oder in einer Augmented-Reality-Anwendung.

## Die Datenbasis

Aber wo kommt der Großteil der Informationen her? Die Schatzsuche nach Wissen im

gen nutzbar machen. Wir verwalten dann nicht Informationen in Datenbanken – wir navigieren zu Topics in Informationsräumen. Die Technische Dokumentation wird dann als Wissenspool zur wichtigsten Abteilung eines Digitalen Unternehmens.“

Diese Wissenssammlung, der Informationsraum, kann über Displays von Maschinen, über Webbrowser oder auch mittels mobiler Endgeräte wie Smartphone, Tablet oder auch AR-Brillen angezapft werden. Die Lösung, die die richtigen und wichtigen Informationen je nach Suchanfrage herausfiltert und zur Verfügung stellt, heißt bei Docufy TopicPilot. Das ist eine mobile Publikationsplattform, eine Out-of-the-box-Lösung, die den Import aus verschiedenen Quellen und die Ausgabe von Informationen verschiedener Formate ermöglicht. Jeder unternehmensweit vorhandene Content wie Text-, Bild-, Grafik-, Audio- und Video-Daten, Tabellen oder PDF-Dokumente wird mit TopicPilot verfügbar und gerätespezifisch dargestellt, unabhängig vom Betriebssystem (also auch für iOS oder Android).

## Der Maschinenbauer als digitales Unternehmen

Diese intelligente Nutzung von Wissen hilft Unternehmen aus dem Maschinen- und Anlagenbau, einen schnellen Image- und Zeitenwandel herbeiführen: Sie werden so auf einen Schlag zum modernen digitalen Unternehmen. Nun kann beispielsweise der Vertriebler vor Ort beim Kunden mit dem Smartphone oder Tablet alle technischen Details aufrufen, bei Bedarf Fotos oder Filme zeigen, Gerätevarianten anbieten und erläutern und vieles mehr. Der Servicetechniker kann auf dem Display der zu wartenden Maschine die Beschreibung von Funktionen oder die Spezifikation von Ersatzteilen heraussuchen. Die Schulungsunterlagen für die Technikeinweisung wird je nach benötigtem Umfang auf Knopfdruck zusammengestellt und natürlich die Technische Dokumentation automatisch zu jeder Maschinenvariante erstellt. Die Marketingabteilung entnimmt Fotos und Beschreibungen zur Gestaltung eines Produktflyers.

Auch die Internetseite des Unternehmens oder das Intranet kann technische Details und Fotos aus der Datenbank stets aktuell herauslesen.

JBI ◀

**Petra Erner** ist freiberufliche Mitarbeiterin bei Docufy.



**Konkret: Viele Infos liegen bereits heute in digitaler Form vor. Besonders gut aufbereitet sind sie in der Technischen Dokumentation. In einer neuen Welt können alle Unternehmensbereiche auf diese Informationen zugreifen.**

Bild: Docufy

professionelle Softwarelösungen für die Technische Dokumentation. Reißerweber erläutert: „Das klassische Dokument mit seinen starren Grenzen hat ausgedient. Wir brauchen flexible und in sich abgeschlossene Informationsschnipsel, die unabhängig voneinander erstellt und beliebig miteinander kombiniert werden können. Diese Informationen müssen intelligent organisiert werden – es bedarf eines Informationssystems, das eindeutige Adressen für alle relevanten Informationen eines Unternehmens liefert. Wir nennen das den Informationsraum.“

Der Informationsraum bildet Objekte aus der realen Welt ab. Die zugehörigen Informationsbausteine werden einzeln erfasst und passend zugeordnet. Diese Informationsschnipsel werden „Topics“ genannt.

Jedes Topic hat eine eindeutige Adresse im Informationsraum. Dieser bündelt das Wissen zum gesamten Produktlebenszyklus an einem Ort. Neue wichtige Informationen wie Bewertungen von Kunden oder Tipps von Servicetechnikern können jederzeit als Topics aufgenommen und entsprechend

Unternehmen führt in eine Abteilung, die viele Manager oft gar nicht auf dem Schirm haben: Es ist die Technische Dokumentation. Sämtliche Daten einer Maschine, über ihre Risiken, ihre Bedienung, ihre unterschiedlichen Varianten, Datenblätter, Fotos und vieles mehr – alles ist bereits im Unternehmen vorhanden und bei den meisten heutzutage längst digital und in schnittstellenfähigen Datenbanken gespeichert.

Eine große Wissensdatenbank, die aber bislang „nur“ für die Technische Dokumentation genutzt wird.

Reißerweber erläutert: „Jeden Tag sind wir bei Docufy mit Unternehmen im Gespräch, die ihre Technische Dokumentation ständig weiter digitalisieren, in Komponenten und Module zerlegen und automatisieren. Uns wurde klar: Wenn man die Speicherung von Daten in ihrer althergebrachten Struktur durch das Denken in topicbezogenen Informationen ersetzt; wenn man ein System findet, mit dessen Hilfe sich jegliche Information eindeutig adressieren und auffinden lässt, kann man diese Daten unternehmensübergreifend für viele Abteilun-

# REVOLUTION am Maschinen-Markt

Industrieanlagen- und Maschinenhersteller müssen die Chancen der Digitalisierung ergreifen. Durch das industrielle Internet der Dinge (IIoT) ergeben sich neue Geschäftsmodelle mit großem Wachstumspotenzial. Wie „Made in Germany“ auch künftig Verkaufsgarant sein kann. > von Bodo Koerber

**M**ade in Germany“ – in kaum einer Branche hat diese Herkunftsbezeichnung so viel Gewicht wie im Industrieanlagen- und Maschinenbau. Deutsche Hersteller sind häufig Weltmarktführer. Ihre Produkte gelten als sicher und zuverlässig – und das hat natürlich seinen Preis. Maschinen und Anlagen aus Deutschland sind vergleichsweise teuer; die Konkurrenz – etwa aus China – bietet günstigere Produkte an.

Die entscheidende Frage lautet deshalb: Werden Kunden auch in Zukunft bereit sein, diesen hohen Preis zu bezahlen?

## Nur hochwertige Hardware reicht nicht aus

In der Vergangenheit war hochwertige Hardware das unumstrittene Geschäftsmodell traditioneller Industrieanlagen- und Maschinenhersteller. Doch das genügt nicht mehr. Wer sich am Markt behaupten

will, muss die Chancen der Digitalisierung ergreifen. Von den Maschinen der Zukunft wird mehr erwartet, als „nur“ sicher und zuverlässig zu funktionieren.

Smarte Maschinen arbeiten schneller, exakter, kostengünstiger und effizienter. Sie erkennen zum Beispiel, wann eine Wartung ansteht und können diese möglicherweise sogar selbst durchführen. Es kommt zu weniger Störungen im Produktionsablauf.





## Neue Geschäftsmodelle dank IIoT-Plattformen

Durch den Austausch von Informationen können intelligente Maschinen aber noch mehr. Sie sind nicht nur dazu in der Lage, eigenständig Aktionen auszuführen, sie können sich auch gegenseitig steuern. Produktionsprozesse werden auf diese Weise automatisiert und können im laufenden Betrieb flexibel an sich verändernde Anforderungen angepasst werden. Abläufe lassen sich optimal planen und sogar standortübergreifend aufeinander abstimmen.

### KONKRETE AUFGABEN

- › Ausgangssituation analysieren: Wie ist mein Unternehmen im Hinblick auf den digitalen Wandel technologisch, strategisch und organisatorisch aufgestellt?
- › Anwendungsfälle identifizieren: Welche konkreten Geschäftsmodelle ergeben sich für mein Unternehmen aus der Einführung einer IIoT-Plattform?
- › Wert einer IIoT-Plattform bestimmen: Was bietet eine IIoT-Plattform meinem Unternehmen in Bezug auf Datenhoheit und wie viel Wachstum ist möglich?
- › Für eine Monetarisierungsstrategie entscheiden: Wie kann ich mit einer solchen Plattform Geld verdienen? Zur Erschließung neuer Einnahmequellen – wie zum Beispiel Software as a Service (SaaS) – müssen die Hersteller von Maschinen und Industrieanlagen wettbewerbsfähige Preismodelle entwickeln und Systeme einführen, welche die Zahlung erleichtern.

**In der Vergangenheit war hochwertige Hardware das unumstrittene Geschäftsmodell traditioneller Industrieanlagen- und Maschinenhersteller. Doch das genügt nicht mehr.**

Bild: Pao\_Studio/Shutterstock

Hierfür braucht es allerdings eine Art Schaltzentrale. Eine IIoT-Plattform wertet die Daten der miteinander vernetzten Maschinen aus und sorgt für einen reibungslosen Informationsfluss. „IIoT“ steht für Industrial Internet of Things, das industrielle Internet der Dinge. Für die Hersteller ergeben sich hieraus neue kundenorientierte und ertragssteigernde Geschäftsmodelle: Mit Hilfe einer solchen Plattform können sie auch nach der Auslieferung auf die Daten ihrer Maschinen und Anlagen zugreifen. Das ermöglicht, bei Problemen schnell zu reagieren, Produktionsabläufe aus der Ferne optimieren zu können, oder Systeme per Updates auf dem neuesten Stand zu halten.

### Digitale Perspektive entwickeln

Branchenakteure sollten deshalb eher früher als später eine klare digitale Perspektive entwickeln. Hierbei müssen allerdings mehrere Fragen berücksichtigt werden: Welchen wirtschaftlichen Nutzen hat die Technologie für mein Unter-

nehmen? Wie sieht der voraussichtliche Zeitrahmen für die Entwicklung des Marktes aus? Welche technischen Voraussetzungen sind nötig? Und welche Investitionen in Technologien und Services sowie Fähigkeiten und Partnerschaften stehen an?

Bevor Industrieanlagen- und Maschinenhersteller eine IIoT-Transformation in Angriff nehmen, sollten sie ihre aktuellen Kompetenzen und Herausforderungen objektiv einschätzen und mögliche Anwendungsfälle und Plattformoptionen sorgfältig prüfen.

### Entscheidungen treffen

Einen Standardansatz für die Einführung einer IIoT-Plattform in einem Unternehmen gibt es nicht. Jedes Unternehmen hat andere Strukturen, Prozesse und Maschinen. Beobachtungen aus anderen Branchen mit ähnlichen Herausforderungen in puncto Digitalisierung zeigen aber, dass bestimmte Entscheidungen hilfreich sind:

- › Da die Einführung einer IIoT-Plattform für ein Unternehmen weitreichende Folgen hat, sollten die Ziele unbedingt auf der CEO-Ebene festgelegt werden.
- › Es ist sinnvoll, sich nicht zu breit aufzustellen, sondern sich stattdessen auf eine begrenzte Zahl von Anwendungsfällen zu konzentrieren.

› Unternehmen sollten nicht vor Übergangslösungen zurückschrecken und gleichzeitig die IT-Grundlagen für zukunftsfähige Lösungen schaffen.

› Es ist wichtig, zu entscheiden, welche Aspekte der Implementierung und Monetarisierung einer IIoT-Plattform ein Unternehmen selbst umsetzen will und welche besser durch Outsourcing, langfristige Kooperationen oder andere Formen von Partnerschaften gehandhabt werden. Anschließend müssen geeignete Partner gefunden und pragmatisch eingebunden werden.

› Schließlich braucht es ein leistungsfähiges internes Team, das diesen Prozess steuert.

### Aufwand und Nutzen

Der Aufwand ist beträchtlich. So erzeugen zahllose vernetzte Geräte Daten- und Sicherheitsprobleme. Hier Lösungen zu entwickeln, ist eine Herausforderung. Doch der Aufwand lohnt sich. Denn mit

seinen gut automatisierbaren Aktivitäten könnte der Industrieanlagen- und Maschinenbausektor ganz besonders von IIoT-Plattformen profitieren. Das Ergebnis: potenziell erhebliche Umsatz- und Margensteigerungen.

Plattformen, Software- und App-Entwicklung sind hier wachstumsträchtige Bereiche, während anderswo, zum Beispiel auf dem Gebiet der Geräte-Cloud-Konnektivität,

die Wachstumsentwicklung wahrscheinlich bereits abflacht. In wieder anderen Bereichen, wie zum Beispiel im Hardwaresegment ohne Serviceunterstützung, dürfte es eine rückläufige Entwicklung geben.

### International bestehen

Und letztlich werden die deutschen Hersteller an dieser Entwicklung nicht vorbeikommen. Wenn sie gegenüber der internationalen Konkurrenz bestehen wollen, müssen sie innovativ sein und technologisch vorangehen. Nur so wird die Herkunftsbezeichnung „Made in Germany“ auch in Zukunft ein Erfolgsgarant bleiben: Ein Qualitätssiegel, das nicht nur für sichere und zuverlässige, sondern eben auch für besonders intelligente und optimal vernetzte Maschinen und Industrieanlagen steht.

JBI ◀



DER AUTOR

**Bodo Koerber**

ist Partner bei der Unternehmens- und Strategieberatung McKinsey.

## IM NÄCHSTEN HEFT

### SPS IPC DRIVES

Die sps ipc drives wirft ihre Schatten auf die kommende Ausgabe voraus. Doch wir bringen Licht in die Themen des Fachmesse-Molochs – ob Automatisierung, Antriebstechnik oder Sensorik: Wir sind am Ball und berichten in Rahmen von Newsmeldungen, Fachbeiträgen, Interviews und Anwenderberichten.

Bild: Mesago



### INDUSTRIE 4.0 UND IT-SECURITY

Wo Automatisierung ist, da ist Industrie 4.0, IoT und die zugehörige IT-Security nicht weit. Auch hier recherchieren wir im Vorfeld der „SPS“, was es Neues gibt. Wenn es der Informationsbeschaffung dient, treffen wir uns auch mit dunklen Gestalten.

Bild: Glebsstock/Shutterstock



### PRODUCT LIFECYCLE MANAGEMENT

Wenigstens bei einem Thema müssen wir nicht allzu hart kämpfen. Spannend wird es trotzdem, wenn wir in der kommenden Ausgabe das Thema Product Lifecycle Management aufgreifen. Es wird unter anderem darum gehen, wie eine PLM-Installation dabei geholfen hat, einen Entwicklungsprozess zu beschleunigen.

Bild: NicoElNino/Shutterstock



#### WEITERE THEMEN:

- › Schaltschrankbau in Hard- und Software
- › Fluidtechnik
- › Verbindungstechnik
- › Antriebstechnik
- › Leichtbau

## IMPRESSUM

#### Herausgeber und Geschäftsführer:

Hans-J. Grohmann (hjg@win-verlag.de)

#### DIGITAL ENGINEERING MAGAZIN im Internet:

<http://www.digital-engineering-magazin.de>

#### So erreichen Sie die Redaktion:

**Chefredaktion:** Rainer Trummer (v.i.S.d.P.), rt@win-verlag.de,

Tel.: 0 81 06 / 350-152, Fax: 0 81 06 / 350-190

**Redaktion:** Jan Bihn (-161, jbi@win-verlag.de),

Stefan Girschner (freier Mitarbeiter, sg@win-verlag.de)

#### Mitarbeiter dieser Ausgabe:

Sven Borho, Mirko Bromberger, Petra Erner, Sean R. Fischbach, Dorian Gast, Michael Koch, Bodo Koerber, Dr. Karsten Kreusch, Michael Grupp, Nicole Marofsky, Andreas Müller, Gregor Neumann, Dr. Phil Reeves, Stefan Rosenthal, Ralph Schmitt, Dr. Sergej Stoetzer, Jeanett Tschiersky, André Pechmann, Dr. Thomas Tosse, Michael Wendenburg, Michael Werner, Lena Wietfeld, Frank Zscheile

#### So erreichen Sie die Anzeigenabteilung:

##### Anzeigenverkaufsleitung:

Martina Summer (08106 / 306164, ms@win-verlag.de)

##### Mediaberatung:

Andrea Lippmann (08106 / 350-227, al@win-verlag.de)

**Anzeigendisposition:** Chris Kerler (-220; cke@win-verlag.de)

#### So erreichen Sie den Abonentenservice:

Güll GmbH, Aboservice DIGITAL ENGINEERING Magazin, Heuriedweg

19a, 88131 Lindau, Tel. 01805-260119\*, Fax. 01805-260123\*,

E-Mail: win-verlag@guell.de,

\*14 Cent/Min. aus dem dt. Festnetz, Mobilfunk max. 42 Cent/Min.

#### Vertrieb:

Helga Wrobel, (hew@win-verlag.de), Tel.: 0 81 06 / 350-132,

Sabine Immerfall, (si@win-verlag.de), Tel.: 0 81 06 / 350-131,

Vertrieb-Fax: 0 81 06 / 350-190

#### Artdirection und Titelgestaltung:

Saskia Kölliker Grafik, München

#### Bildnachweis/Fotos: falls nicht gekennzeichnet:

Werkfotos, aboutpixel.de, pixelio.de, shutterstock.com, fotolia.de

**Titelbild:** Altair Engineering GmbH

**Druck:** Holzmann Druck GmbH & Co KG, Bad Wörishofen

**Produktion und Herstellung:** Jens Einloft (-172; je@win-verlag.de)

#### Anschrift Anzeigen, Vertrieb und alle Verantwortlichen:

WIN-Verlag GmbH & Co. KG,

Johann-Sebastian-Bach-Straße 5, 85591 Vaterstetten,

Tel.: 0 81 06 / 350-0, Fax: 0 81 06 / 350-190

#### Verlagsleitung:

Bernd Heilmeyer (-251; bh@win-verlag.de), anzeigenverantw.

**Objektleitung:** Rainer Trummer (-152, rt@win-verlag.de)

#### Bezugspreise:

Einzelverkaufspreis: 14,40 Euro in D, A, CH und 16,60 Euro in den weiteren EU-Ländern inkl. Porto und MwSt. Jahresabonnement (8 Ausgaben): 115,20 Euro in D, A, CH und 132,80 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.

#### 21. Jahrgang

#### Erscheinungsweise: achtmal jährlich

**Einsendungen:** Redaktionelle Beiträge werden gerne von der Redaktion entgegen genommen. Die Zustimmung zum Abdruck und zur Vervielfältigung wird vorausgesetzt. Gleichzeitig versichert der Verfasser, dass die Einsendungen frei von Rechten Dritter sind und nicht bereits an anderer Stelle zur Veröffentlichung oder gewerblicher Nutzung angeboten wurden. Honorare nach Vereinbarung. Mit der Erfüllung der Honorarvereinbarung ist die gesamte, technisch mögliche Vervielfältigung der umfassenden Nutzungsrechte durch den Verlag – auch wiederholt und in Zusammenfassungen – abgegolten. Eine Haftung für die Richtigkeit der Veröffentlichung kann trotz Prüfung durch die Redaktion vom Herausgeber nicht übernommen werden.

#### Copyright © 2018 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.



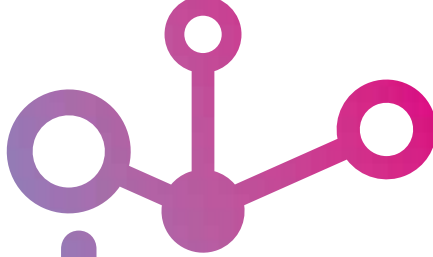
ISSN 1618-002X, VKZ B 47697

Dieses Magazin ist umweltfreundlich auf chlorfrei gebleichtem Papier gedruckt.

#### Außerdem erscheinen bei der WIN-Verlag GmbH & Co. KG:

**Magazine:** AUTOCAD & Inventor Magazin, DIGITAL MANUFACTURING, e-commerce Magazin, DIGITAL BUSINESS MAGAZIN

**Partnerkataloge:** AUTOCAD & Inventor Solution Guide, DIGITAL ENGINEERING SOLUTIONS, IBM Business Partner Katalog



# umati

universal  
machine tool  
interface

connecting the world  
of machine tools

**Eine gemeinsame Sprache verbindet** – das gilt auch für Maschinen. Je einfacher diese Informationen austauschen, desto effizienter arbeiten sie. **umati** ist eine universelle Schnittstelle, die Werkzeugmaschinen und Anlagen sicher,

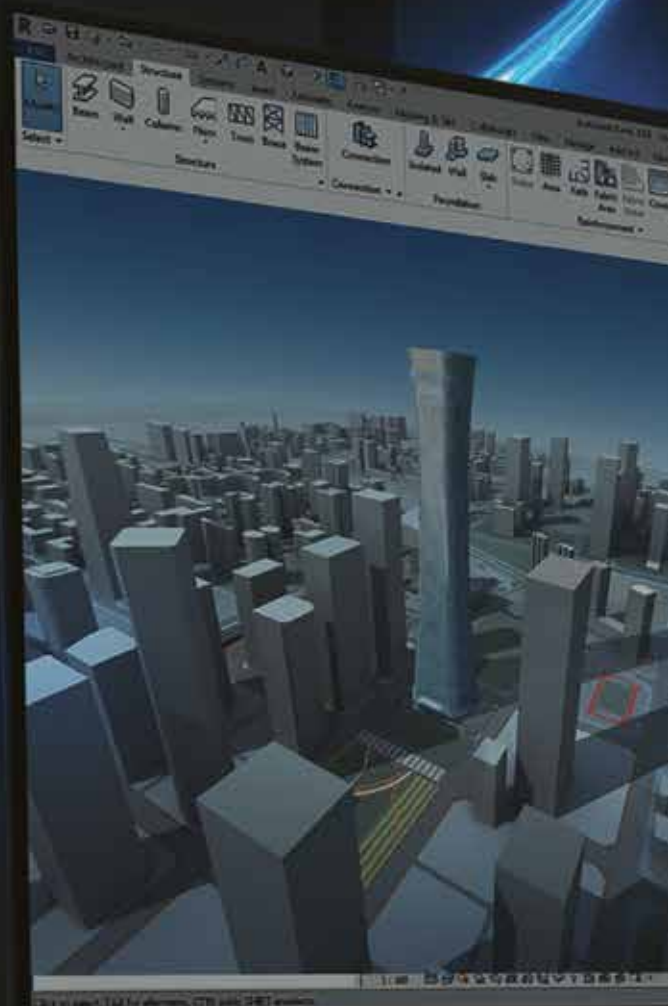
naht- und mühelos in kunden- und anwenderspezifische IT-Ökosysteme integrieren kann. Ein Standard nicht nur in Deutschland, sondern für Anwender in der ganzen Welt – zur Erschließung neuer Potentiale für die Produktion der Zukunft.

HP empfiehlt Windows 10 Pro.



# HP Z4

Die meistverkaufte Power-Workstation von HP



Verfügbar als  
HP Device as a Service  
(DaaS)



## GROßER FUNKTIONSUMFANG

Die HP Z4 ist mit mehr Standardfunktionen ausgestattet als jede andere Einzelprozessor-Workstation von HP. So können Sie Ihr Gerät mit genau den Komponenten konfigurieren, die Ihren Leistungsanforderungen entsprechen.



## MAXIMALE LEISTUNG, MINIMALER LÄRM

Der vollwertige Hochfrequenzprozessor mit mehreren Kernen ermöglicht Ihnen, grafikintensive Projekte wie 3D-CAD und Rendering problemlos zu bewältigen. Durch das Lüftungssystem der nächsten Generation läuft das System außerdem so leise wie nie.



## DIE SICHERSTEN WORKSTATIONS VON HP\*

Jede Z4 ist standardmäßig mit zukunftsweisenden Sicherheitsfeatures ausgestattet. Verlassen Sie sich darauf, dass Ihre Daten sicher sind – dank HP Sure Start, dem branchenweit ersten BIOS mit automatischer Fehlerbehebung und Angriffserkennung.

[hp.com/de/Z](http://hp.com/de/Z)

\*Basierend auf den einzigartigen und umfassenden Sicherheitsfunktionen von HP, die ohne zusätzliche Kosten verfügbar sind, und der Verwaltung durch das HP Manageability Kit jedes einzelnen Bereichs eines PCs, einschließlich Hardware, BIOS und Softwareverwaltung mithilfe des Microsoft System Center Configuration Manager unter Desktop-Workstation-Anbietern (Stand 25. September 2017) von HP Mobile Workstations mit Intel® Prozessoren der 7. Generation.

© 2018 HP Development Company, L.P. HP haftet nicht für hierin enthaltene technische oder redaktionelle Fehler oder Auslassungen. Alle anderen Marken sind Eigentum der jeweiligen Inhaber.