

# DIGITAL ENGINEERING MAGAZIN

LÖSUNGEN FÜR KONSTRUKTEURE, ENTWICKLER UND INGENIEURE + INDUSTRIE 5.0 | INTERNET DER DINGE

TheBild-Sponsor/Bild: Phoenix Contact



## OT-SECURITY

## EMISSION

## SAFETY

## RESOURCE

## ENERGY



ANWENDUNG DER NEUEN MASCHINENVERORDNUNG IN DER THERMOPROZESSTECHNIK

# DURCH GANZHEITLICHE UNTERSTÜTZUNG HERAUSFORDERUNGEN MEISTERN

### NACHHALTIGKEIT IM FOKUS

Mit digitalen Lösungen zur Kreislaufwirtschaft

### FÜR DEN GESAMTEN LEBENSZYKLUS

PLM-Systeme müssen mitwachsen können

Mit Special: ADDITIVE FERTIGUNG / 3D-DRUCK





Bild: ZappPhoto@shutterstock.com



# Kennen Sie schon unser **Sonderheft Antriebstechnik** vom DIGITAL ENGINEERING MAGAZIN?

## Systeme und Komponenten

- Erscheinungstermin: **17. Oktober 2024**
- Redaktionsschluss: **17. September 2024**
- Anzeigenschluss: **30. September 2024**
- Auflage: ca. 25.900 Exemplare
- Verteilung: Heftauslage auf Veranstaltungen und als digitale Ausgabe. Beilage in der Ausgabe 7/24 vom DIGITAL ENGINEERING MAGAZIN, ePaper-Vollversion auf [www.digital-engineering-magazin.de](http://www.digital-engineering-magazin.de), Abonnenten, Heftauslage auf Veranstaltungen und als digitale Ausgabe (ePaper)

# DIGITALE LÖSUNGEN FÜR MEHR NACHHALTIGKEIT

## Liebe Leserinnen und Leser,

Nachhaltigkeit und ein stärkeres Umweltbewusstsein erfahren auch in der Fertigungsindustrie immer mehr Aufmerksamkeit. Viele Hersteller überdenken deshalb ihre Methoden und streben eine neue Strategie für ihre Produktentwicklung und -fertigung an, bei der die Unternehmen Ressourcen möglichst effizient einsetzen. Der Übergang von der Linearwirtschaft zu einer Kreislaufwirtschaft spielt dabei eine entscheidende Rolle. Damit sollen Ressourcen geschont, die Abfallproduktion minimiert und Emissionen reduziert werden.

Das Thema Nachhaltigkeit spielt logischerweise auch auf der Hannover Messe eine wichtige Rolle: Auf der globalen Industriemesse zeigen Unternehmen aus dem Maschinenbau, der Elektro- und Digitalindustrie sowie der Energiewirtschaft ihre Lösungen für eine nachhaltige und zugleich leistungsfähige Industrie. Eine Vorschau auf die Messe finden Sie auf Seite 6.

Was bei der Nachhaltigkeit in der Fertigungsindustrie die wichtigsten Aspekte sind, wie Unternehmen ihren ökologischen Fußabdruck am effizientesten verringern können und welche Rolle dabei die Digitalisierung spielt, erläutern Ihnen sieben Experten in dieser Ausgabe, die wir zu diesem Themenkomplex befragt haben. Die Antworten finden Sie auf den Seiten 38 bis 40.

Aber auch die klassischen Konstruktionsthemen CAD, CAM, Simulation und PDM/PLM kommen im aktuellen Heft nicht zu kurz. Beispielsweise finden Sie auf den Seiten 44 und 45 einen Fachartikel zum Thema mechatronische Stückliste. Der Beitrag zeigt, wie ein Produktdatenmanagementsystem (PDM) native MCAD- und ECAD-Stücklisten in einer singulären artikelbasierten, elektromechanischen Stückliste vereint. Die Vorteile einer redundanzfreien Stückliste liegen jedenfalls auf der Hand: Zeitersparnis, bessere Datenqualität oder einfachere Zusammenarbeit der beteiligten Akteure.

Und wer sich für die Antriebs- und Automatisierungstechnik interessiert, findet dazu im aktuellen Heft einige interessante Fachbeiträge. So erfahren Sie im Artikel auf den Seiten 22 und 23 Wissenswertes über Schlitzkupplungen. Für Anwendungen mit hohen Drehmomenten auf engem Bauraum oder strengen Hygieneanforderungen kann dieser Kupplungstyp die beste Wahl sein. Schlitzkupplungen arbeiten nämlich spielfrei, lassen sich leicht reinigen und bauen sehr kompakt.

Ich wünsche Ihnen viel Freude mit dieser Ausgabe!



**RAINER TRUMMER**  
Chefredakteur



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



## Mikro- produktion in höchster Präzision

Die 3D-Drucker von BMF erreichen Auflösungen von 2 bis 10 µm bei Toleranzen von +/- 10 bis 25 µm mit vielen Polymer- und Keramikmaterialien für Serienteile oder Prototypen.

Interessiert?  
Muster, Versuchsteile  
oder unverbindliche  
Beratung gibt es hier:

**BMF3D.DE**





38

**NACHHALTIGKEIT IN DER FERTIGUNGSINDUSTRIE**

Die Nachhaltigkeit stand in der Fertigungsindustrie bisher nicht an erster Stelle der Agenda. Doch das ändert sich fundamental. Eine Vielzahl von Faktoren macht den Wandel unumgänglich, und etliche Unternehmen haben ihre Sustainability-Transformation bereits begonnen.

Bild: Pcess609/AdobeStock

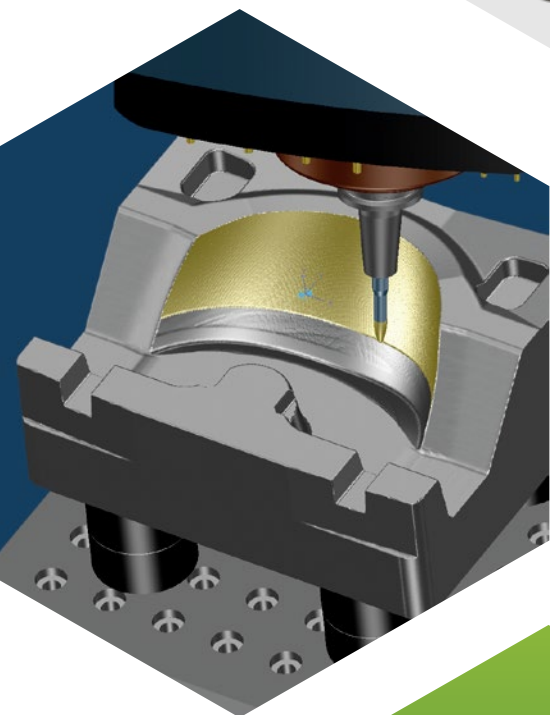


24

**ADDITIVE FERTIGUNG ALS KATALYSATOR**

Viele Gießereien stoßen mit den traditionellen Fertigungsverfahren zunehmend an ihre Grenzen. Im Bereich Feinguss setzen sie daher vermehrt auf additive Fertigungslösungen.

Bild: 3D Systems



48

**AUTOMATISIERTER CAD/CAM-PROZESS**

Viele Betriebe setzen auf Maschinenautomation, um ihre Fertigung effizienter zu gestalten. Jedoch lassen sich bereits vor der maschinellen Fertigung Zeit und Ressourcen sparen. Das zeigt ein Praxisbeispiel.

Bild: Tebis

**TITELSTORY: NEUE MASCHINENVERORDNUNG**

Am 20. Januar 2027 tritt die neue Maschinenverordnung 2023/1230 (MVO) endgültig in Gänze in Kraft. Gegenüber der bestehenden Maschinenrichtlinie 2006/42/EG gibt es zahlreiche Änderungen. Welche das sind, was dabei zu beachten ist und wie die maßgeschneiderten Dienstleistungen sowie Lösungen von Phoenix Contact die Unternehmen dabei unterstützen, erfahren Sie in der Titelstory auf Seite 12.

**AKTUELL**

6 **KI für eine nachhaltige Industrie**  
Hannover Messe 2024

*Automatisierungstreff 2024*

- 8 **Navigieren in Zeiten der digitalen Transformation**
- 9 **Gemeinsame Expertise für zukunftssichere OT-Security**
- 10 **Organisieren, Kennzeichnen und Dokumentieren in komplexen Automatisierungsinfrastrukturen**
- 10 **Profnet-Diagnose mit Bordmitteln und Freeware-Tools**
- 11 **Edge-IO-Link-Master: Mehr Rechenleistung für die Feldebene**

**ELEKTROTECHNIK & AUTOMATION**

- 12 **ganzheitliche Unterstützung**  
Titelstory: Anwendung der neuen Maschinenverordnung in der industriellen Thermoprozesstechnik
- 16 **Rohre und Leitungen minimalintensiv verlegen**  
Robuste Multiturn-Sensoren im mobilen Einsatz
- 18 **Schnelle Werkzeugwahl über Touch-Gesten**  
Antriebs- und Automatisierungstechnik für Pick&Place-Einheit

**ANTRIEBSTECHNIK**

- 20 **Vier auf einen Streich**  
Servomotoren von Servo-Hub-Pressen präzise ansteuern
- 22 **Klein – passgenau – hygienisch**  
Schlitzkupplungen eignen sich für besondere Einbausituationen

**SPECIAL: ADDITIVE FERTIGUNG/3D-DRUCK**

- 24 **Additive Fertigung als Katalysator**  
3D-Druck für Gießereien
- 26 **Lücke in der additiven Fertigung geschlossen**  
Roboterzelle für die additive und subtraktive Fertigung
- 28 **Schnellster Weg zur Mikroproduktion**  
3D-Druck mit Projektionsmikro-Stereolithografie



- 30 **Personalisierte Produkte auf Knopfdruck**  
3D-Druck-Software für Gitterstrukturen und exakte Slicingkurven
- 32 **Für jeden Bedarf das richtige Muster**  
Große Auswahl an Infills oder Füllungen im 3D-Druck
- 34 **Mit Lattices zum Erfolg**  
Software zur Daten- und Bauvorbereitung

## NACHHALTIGKEIT IN DER FERTIGUNGSINDUSTRIE IM FOKUS

- 36 **Intelligent Strom sparen**  
Potenziale von daten- und KI-basierten Energiemanagement
- 38 **Grundlage für den künftigen Erfolg**  
Expertenumfrage
- 41 **Mehr als Mülltrennung und grüner Punkt**  
Mit digitalen Lösungen zur Kreislaufwirtschaft

## CAD & DESIGN

- 44 **Wenn Mechanik und Elektrotechnik einander begegnen**  
Mechatronische Stückliste vereinfacht das Engineering
- 46 **PLM-Systeme müssen mitwachsen können**  
Integrationsstrategien rund um das PLM
- 48 **Von der Maschinenautomation zur Prozessautomation**  
Automatisierter CAD/CAM-Prozess

## PRODUCT LIFECYCLE MANAGEMENT

- 50 **Entwicklungsprojekte im Maschinenbau genau kalkulieren**  
Entwicklungskosten kontrollieren

## SIMULATION UND VISUALISIERUNG

- 52 **Heiße Lösungen für einen kühlen Planeten**  
Auslegung und Produktion von Windkraftzahnradern
- 56 **Innovative Brandbekämpfung**  
Topologieoptimierung beim Pulverbettverfahren

## MANAGEMENT

- 58 **Chancen der neuen EU-Maschinenverordnung**  
CE-Prozesse digitalisieren

- 3 EDITORIAL  
60 MARKTPLATZ  
62 IMPRESSUM  
62 VORSCHAU

### REDAKTIONELL ERWÄHNTEN INSTITUTIONEN, ANBIETER UND VERANSTALTER

3D Systems S. 24, Altair S. 56, BMF S. 28, Bosch Rexroth S. 38, CoreTechnologie S. 30, Dassault Systèmes S. 38, 41, Deutsche Messe S. 6, ECS S. 46, Gain S. 44, Heitec S. 39, Hilscher S. 11, IBF Solutions S. 58, KBK Antriebstechnik S. 22, KISSsoft S. 52, Leadec S. 10, Materialise S. 34, Novotechnik S. 16, Panduit S. 10, Phoenix Contact S. 12, PwC S. 39, RSConnect S. 9, Schneider Electric S. 39, SEW-Eurodrive S. 18, Sieb & Meyer S. 20, Siemens S. 40, Simus Systems S. 50, SoftServe S. 36, Strobl S. 8, Syntegon S. 40, Tebis S. 48, Toolcraft S. 26, Wago S. 9, Xometry S. 32



Titelanzeige: Phoenix Contact

## Anwendung der neuen Maschinenverordnung in der Thermoprozesstechnik

Mit der neuen Maschinenverordnung 2023/1230 tritt am 20. Januar 2027 eine geltende Rechtsvorschrift in Kraft, die in allen EU-Staaten verbindlich anzuwenden ist.

Die betroffenen industriellen Sektoren müssen sich also baldmöglichst mit deren Auswirkungen befassen. Für den industrieübergreifenden Maschinenbau der Thermoprozesstechnik stellen die kommenden Änderungen eine Herausforderung dar. Endanwender, Systemintegratoren und die Maschinenbauer benötigen daher eine umfassende und ganzheitliche Unterstützung. Wie diese aussehen kann, zeigt ein Konzept des globalen Vertical Market Management Factory Automation von Phoenix Contact in Zusammenarbeit mit den Spezialistinnen und Spezialisten aus dem Bereich Industrial Security & Safety Services.

### Phoenix Contact GmbH & Co. KG

Flachsmarktstraße 8  
32825 Blomberg, Deutschland  
Telefon: +49 (0) 52 35 / 3-12 00 0  
E-Mail: [info@phoenixcontact.de](mailto:info@phoenixcontact.de)  
[www.phoenixcontact.com/digitalfactorynow](http://www.phoenixcontact.com/digitalfactorynow)

## MOTION CONTROL

### CRASH DÄMPFER REDUZIEREN STILLSTANDSZEITEN

- Zuverlässiger Schutz vor unnötigen Maschinenschäden
- Hohe Schadensreduzierung durch geringe Stützkkräfte
- Hohe Energieaufnahme mit bis zu 98 % Energieabbau
- Einfache Montage und Austausch sparen wertvolle Zeit
- Hervorragendes Preis-Leistungsverhältnis

YOUR LOCAL SALES CONTACT:

**ACE**  
A STABILUS COMPANY

ACE Stoßdämpfer GmbH · Langenfeld · Germany · [www.ace-ace.de](http://www.ace-ace.de)

# KI FÜR EINE NACHHALTIGE INDUSTRIE

Wie können Unternehmen Automatisierung und künstliche Intelligenz effizient nutzen? Das treibt viele Unternehmen der Fertigungsindustrie um. Die Hannover Messe 2024 (22. bis 26. April) kann ihnen nicht nur diese Frage beantworten, sie gibt auch Lösungen für die nachhaltige Produktion und erneuerbaren Energiequellen eine Bühne.

**G**eopolitische Spannungen, Klimawandel, stagnierendes Wachstum, hohe Energiepreise und Fachkräftemangel sorgen dafür, dass Kostendisziplin und Effizienz aktuell die beherrschenden Themen in den Unternehmen sind. Gleichzeitig führt künstliche Intelligenz dazu, dass sich die Arbeitswelten in der Industrie tiefgreifend verändern werden. Hinzukommt, dass Unternehmenslenker und Wirtschaftsverbände vor einer Deindustrialisierung Europas warnen“, so beschreibt Dr. Jochen Köckler, Vorstandsvorsitzender der Deutschen Messe AG, das Umfeld der Hannover Messe 2024.

„Die Hannover Messe ist in diesem Jahr wichtiger denn je, denn selten waren die wirtschaftspolitischen Rahmenbedingungen so volatil. In Hannover werden Technologien und Lösungen präsentiert, die die Industrie befähigen, wettbewerbsfähig und nachhaltig zu produzieren. Auf der Messe dreht sich alles um die intelligente und CO<sub>2</sub>-neutrale Produktion, KI, Wasserstoff und sektorüber-

greifende Energie-Lösungen. Insbesondere für europäische Firmen wird die Hannover Messe so zum Bollwerk gegen die drohende Deindustrialisierung Europas“, sagt Köckler. „Unsere Aussteller werden zeigen, dass eine wettbewerbsfähige Industrieproduktion in Europa möglich ist. Voraussetzung ist jedoch ein regulatorischer Rahmen, der Innovation und Unternehmertum fördert.“

## Leitthema „Energizing a Sustainable Industry“

Die Lösung liegt im Zusammenspiel von Automatisierung, Digitalisierung und Elektrifizierung, einer breiten branchen- und länderübergreifenden Zusammenarbeit sowie einem klaren politischen Kurs. Köckler: „Mit dem Leitthema ‚Energizing a Sustainable Industry‘, 4.000 Ausstellern, hochkarätigen Vertretern aus Politik und Wirtschaft und dem Partnerland Norwegen ist die Hannover Messe 2024 hierfür die ideale Plattform.“

Die Messe erwartet mehr als 300 wirtschaftspolitische Delegationen – angeführt von Bundeskanzler Olaf Scholz, der gemeinsam mit dem norwegischen Ministerpräsidenten Jonas Gahr Støre die Hannover Messe eröffnen wird. Darüber hinaus werden die

Präsidentin der Europäischen Kommission, Ursula von der Leyen, und Bundeswirtschaftsminister Robert Habeck die Leitmesse der Industrie nutzen, um sich mit Vertretern der Wirtschaft auszutauschen.

## Vielfalt bietet Orientierung

„Die Besucher der Hannover Messe suchen Orientierung in der Frage, wie sie Automatisierung, künstliche Intelligenz, erneuerbare Energien oder Wasserstoff sinnvoll einsetzen können. Genau dieses Know-how liefern die Aussteller“, so Köckler.

Zu den ausstellenden Unternehmen zählen globale Tech-Giganten wie Accenture, AWS, Bosch, Dell, Google, Microsoft, SAP, ServiceNow, Schneider Electric oder Siemens sowie mittelständisch geprägte Technologieanbieter wie Beckhoff, GP Joule, ebmpapst, Ericsson, Festo, Turck, Harting, ifm, igus, Lapp, Pepperl+Fuchs, Phoenix Contact, Rittal, Schunk, SEW-Eurodrive, Wago, Wibu oder Ziehl-Abegg. Hinzu kommen namhafte Forschungsinstitute wie Fraunhofer oder das KIT (Karlsruher Institut für Technologie) sowie mehr als 300 Industrie-Start-ups.

## KI: Nächste Stufe der industriellen Digitalisierung

Die Hannover Messe ist seit mehr als einem Jahrzehnt die wichtigste Messe für die Digitalisierung der Industrie. Mit künstlicher Intelligenz folgt nun das nächste Level der industriellen Digitalisierung. Sie verwandelt die Industrie, indem sie Prozesse effizienter macht und neue Wertschöpfung ermöglicht. Durch den Einsatz von KI können Unternehmen Entwicklungszeiten verkürzen sowie Ressourcen und Energie einsparen.

Auf der Industriemesse sind konkrete Anwendungen zu sehen: Roboter, die sich per Sprache steuern lassen, Maschinen, die Fehler automatisch erkennen, oder Systeme, die durch vorausschauende Wartung Ausfallzeiten reduzieren.

« RT

Auf der Hannover Messe zeigen Unternehmen aus dem Maschinenbau, der Elektro- und Digitalindustrie sowie der Energiewirtschaft ihre Lösungen für die Produktion und Energieversorgung der Zukunft.

Bild: Deutsche Messe/Rainer Jensen





# EVENTS

## KISSsoft

A Gleason Company

KISSsoft® ist ein modulares aufgebautes Berechnungsprogramm zur Auslegung, Optimierung und Nachrechnung von Maschinenelementen wie Zahnräder, Wellen und Lager, Welle-Nabe-Verbindungen, Schrauben, Federn, Riemen und Ketten, nach internationalen Normen und anerkannter Fachliteratur.

Das neue Systemmodul KISSdesign®, ein leistungsstarkes Werkzeug, das die Art und Weise, wie wir ganze Getriebe modellieren und analysieren, revolutioniert. KISSdesign ist vollständig in die Software KISSsoft integriert und ermöglicht eine äußerst benutzerfreundliche Handhabung, insbesondere in der Konzeptentwicklung. Es kombiniert kinematische Analyse, Lebensdauerberechnung, 3D-Grafik, Systemreports mit einer Programmiersprache.



### TERMINE

- 8.-9.4. KISSdesign-Build Part 1: Interface, General Settings and Model Set up, Online, [english]
- 10.-11.4. KISSdesign-Build Part 2: Modeling different Gearbox Types, Online, [english]

Details: [kisssoft.com/seminars](http://kisssoft.com/seminars)

### KISSsoft AG

Rosengartenstrasse 6  
8608 Bubikon/Schweiz  
Tel.: +41 55 254 20 50  
[info@kisssoft.com](mailto:info@kisssoft.com), [www.kisssoft.com](http://www.kisssoft.com)

## COMSOL

### VERSTEHEN, VORHERSAGEN, INNOVIEREN, OPTIMIEREN

Die COMSOL Multiphysics® Software bietet eine für alle Anwendungsbereiche und Prozesse konsistente Benutzeroberfläche und User-Experience.

Zusatzmodule enthalten Features für Elektromagnetik, Strukturmechanik, Akustik, Strömung, Wärmetransport und chemische Verfahrenstechnik, sowie direkte Verbindungen zu CAD- und anderer Software von Drittanbietern. Mit COMSOL Compiler™ und COMSOL Server™ stellen Sie Simulations-Apps bereit.



### TERMINE

Freie 1-tägige Online-Veranstaltungen zu Multiphysik-Simulation und spezifischen Industrie-Themen: [www.comsol.de/comsol-days](http://www.comsol.de/comsol-days)

### Comsol Multiphysics GmbH

Robert-Gernhardt-Platz 1  
37073 Göttingen  
Tel.: +49-(0)551-99721-0  
Fax: +49-(0)551-99721-29  
E-Mail: [info@comsol.de](mailto:info@comsol.de)  
Internet: [www.comsol.de](http://www.comsol.de)

## MAGMA academy

### BEWERTUNG VON SIMULATIONS-ERGEBNISSEN MIT MAGMASOFT®

Die Nutzung von Simulationsergebnissen und ihre Umsetzung in Maßnahmen erfordert grundlegendes Wissen und Erfahrung bezüglich der vielfältigen Möglichkeiten und Qualitätskriterien. Das betrifft vor allem diejenigen, die MAGMASOFT® nicht selbst anwenden, sondern die Ergebnisse der Software verstehen, besser bewerten und intensiver nutzen möchten.



### TERMINE

Bewertung von Simulationsergebnissen mit MAGMASOFT®

Schwerpunkt: Sandguss  
Tagesseminar am 27.11. in Aachen  
Schwerpunkt: Druckguss  
Tagesseminar am 28.11. in Aachen  
Ihre Ansprechpartner:  
Malaika Heidenreich

MAGMA GmbH / MAGMAacademy  
Kackertstraße 16-18, 52072 Aachen  
Tel.: +49 241/88901-699  
[academy@magmasoft.de](mailto:academy@magmasoft.de)  
[www.magmaacademy.de](http://www.magmaacademy.de)

## MEORGA MSR-Spezialmessen

MEORGA veranstaltet technologisch orientierte Fachmessen mit begleitenden Fachvorträgen für Produkte der Messtechnik, Steuerungstechnik, Regeltechnik, Prozessleitsysteme und Automatisierungstechnik.

Die Messe wendet sich an Fachleute und Entscheidungsträger, die in ihren Unternehmen für die Optimierung der Geschäfts- und Produktionsprozesse entlang der gesamten Wertschöpfungskette verantwortlich sind. Eintritt, Imbiss und Fachvorträge sind für die Besucher kostenlos. Die erforderliche Besucherregistrierung erfolgt über unsere Internetseite.



### TERMINE

- Halle (Saale), 05.06.2024 in der Halle Messe
- Ludwigshafen, 18.09.2024 in der Friedrich-Ebert-Halle
- Bochum am 30.10. 2024 im RuhrCongress Bochum

### MEORGA GmbH

Jakobstraße 1a, 66763 Dillingen  
Fon 06831 / 16523 - 0  
Email [info@meorga.de](mailto:info@meorga.de)

## XR EXPO 2024

Die XR EXPO, das führende B2B-Tech-Event in Stuttgart, widmet sich Virtual Reality (VR), Mixed Reality (MR) und Augmented Reality (AR) - kurz gesagt: eXtended Reality (XR). Die Veranstaltung präsentiert modernste XR-Technologien sowie professionelle Anwendungen in den Bereichen Industrie, Architektur, Gesundheit, Handel und Handwerk. Die XR EXPO und der begleitende XR EXPO Kongress zeichnen sich durch die Teilnahme bedeutender Größen der XR-Branche, herausragende Redner und inspirierende Showcases aus. Als zentraler Anlaufpunkt für Industrie-Anwender, Technologie-Anbieter, Content-Dienstleister und XR-Forscher setzt die Veranstaltung Maßstäbe in der XR-Branche. Unsere Get-togethers bieten darüber hinaus eine ideale Gelegenheit für Networking.



### TERMINE

03.- 04.04.2024 - Haus der Wirtschaft, Stuttgart  
[www.xr-expo.tech](http://www.xr-expo.tech)

Virtual Dimension Center (VDC)  
Kompetenzzentrum für virtuelle Realität und Kooperatives Engineering w.V.  
Auberlenstraße 13, 70736 Fellbach  
+49 (0) 711 585309-0  
[events@vdc-fellbach.de](mailto:events@vdc-fellbach.de)  
[www.vdc-fellbach.de](http://www.vdc-fellbach.de)



# NAVIGIEREN IN ZEITEN DER DIGITALEN TRANSFORMATION

In einer Zeit, in der die digitale Transformation industrielle Prozesse neu definiert, bietet der Automatisierungstreff, der vom 16. bis 18. April 2024 stattfindet, eine wegweisende Plattform für Fachleute, die nach praktischen Lösungen und einem tieferen Verständnis für die Herausforderungen und Chancen der Industrie 4.0 suchen.



Der direkte, praktische Ansatz des Automatisierungstreffs fördert ein tiefes Verständnis für die Materie und bietet Raum für einen intensiven Austausch mit führenden Experten. Bild: Strobl GmbH

**D**urch eine fokussierte Kombination aus praxisnahen Workshops und einem innovativen Marktplatz für Industrie 4.0-Lösungen setzt sich der Treff als ein zentrales Event ab, das den Teilnehmern nicht nur Wissen, sondern auch direkte Anwendungserfahrungen in einem interaktiven Format bietet.

Die Workshops während des Automatisierungstreffs sind so gestaltet, dass sie eine Hands-on-Erfahrung mit den neuesten Technologien im Bereich des Industrial Internet of Things (IIoT), künstlicher Intelligenz, Big Data und vielen weiteren Schlüsselbereichen ermöglichen. Die Teilnehmer haben die einzigartige Möglichkeit, aktuelle Systeme und Software nicht nur kennenzulernen, sondern auch direkt zu testen und zu experimentieren. Dieser direkte, praktische Ansatz fördert ein tiefes Verständnis für die Materie und bietet Raum für einen intensiven Austausch mit führenden Experten der Branche. Die Möglichkeit, eigene Fragestellungen

einzubringen und in kleineren Gruppen zu diskutieren, macht die Workshops zu einem wertvollen Element der Veranstaltung für alle Teilnehmenden – von Einsteigern bis hin zu erfahrenen Fachleuten.

## Große Themenvielfalt

Es wird eine Vielzahl an Workshop-Themen abgedeckt, die von der Implementierung intelligenter Fabriklösungen und der Digitalisierung von Maschinen und Anlagen über spezialisierte Themen wie OPC UA-Server/Client-Integration, SQL-Datenbankanbindungen für SPS-Systeme bis hin zu praxisorientierten Herausforderungen wie EMV-Problemlösungen und effektiver Fehlersuche in Profinet-Netzwerken reichen. Weitere Workshops fokussieren sich auf die Optimierung von Energiequalität in Industrienet-

zen, die Organisation und Dokumentation in Automatisierungsinfrastrukturen sowie die Absicherung von Maschinen- und Shopfloor-Vernetzungen im Bereich der OT-Security.

## Praktischen Nutzen greifbar machen

Der Marktplatz Industrie 4.0 ist ein weiteres Kernstück des Automatisierungstreffs. Er präsentiert realisierte Anwendungsfälle und Lösungsansätze, die den praktischen Nutzen digitaler Transformation greifbar machen. Ein Highlight ist der Use Case von Jungbunzlauer, der exemplarisch zeigt, wie digitale Technologien erfolgreich in die Prozesslandschaft eines Unternehmens integriert werden können. Diese realen Beispiele dienen als Inspirationsquelle und Orientierungshilfe für die Besucher, um eigene Digitalisierungsprojekte voranzutreiben.

Neben den fachlichen Aspekten trägt der Automatisierungstreff mit einem Wissensquiz auch dem spielerischen Lernen Rechnung. Beim Quiz können die Besucher mit dem Elektro-Roller Tinbot F10 Enjoy A1 einen attraktiven und vor allem nachhaltigen Preis gewinnen. Dies fördert nicht nur die Interaktion zwischen Besuchern und Ausstellern, sondern auch die Auseinandersetzung mit den Inhalten auf eine unterhaltsame und engagierte Weise.

Der Automatisierungstreff dient als ein dynamisches Forum für Wissensaustausch, Networking und die Entdeckung von Lösungen, die direkt in den beruflichen Alltag integriert werden können. Es ist der ideale Ort für alle, die aktiv an der Gestaltung der Zukunft der Industrie 4.0 teilhaben möchten.

Mehr Informationen finden Sie unter: [www.automatisierungstreff.com](http://www.automatisierungstreff.com)

Automatisierungstreff



**Automatisierungstreff**  
IT & AUTOMATION 2024  
15. - 18. April 2024 | WTZ-Tagungszentrum Heilbronn



RSConnect und Wago

# GEMEINSAME EXPERTISE FÜR ZUKUNFTSSICHERE OT-SECURITY

RSConnect und Wago richten am 16. April 2024 im WTZ-Tagungszentrum Heilbronn einen praxisnahen Workshop aus. Der Fokus liegt auf der OT-Security für Maschinen- und Shopfloor-Vernetzung, einem zunehmend kritischen Bereich in der modernen Fertigungsindustrie.

**D**as Unternehmen RSConnect bringt seine umfassende Erfahrung in der Industrie in diesen Workshop ein, insbesondere in den Bereichen Sensorik, Elektrotechnik, Automation, Datenerfassung und IT. Die Firma hat sich als Pionier im Bereich der Maschinenanbindung und -automatisierung etabliert und legt besonderen Wert auf die sichere Integration von Kommunikationstechnologien, ohne die Gewährleistung der Anlagen zu beeinträchtigen. In Zusammenarbeit mit Wago, einem führenden Anbieter in der Elektroverbindungstechnik und Automation, vermittelt der Workshop essenzielle Kenntnisse im sicheren Umgang mit Kommunikationstechnologien.

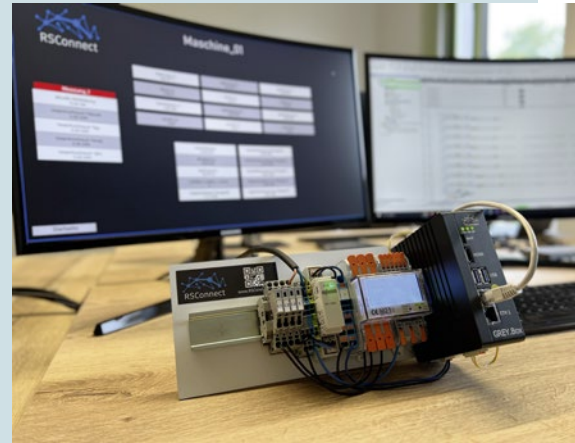
Die Vernetzung von Produktionsanlagen gewinnt immer mehr an Bedeutung, stellt dabei aber zugleich auch die Sicherheit in der Fertigungsumgebung vor neue, komple-

xe Herausforderungen. Viele Unternehmen erkennen die Notwendigkeit, ihre Operational Technology (OT) zu sichern, sind aber oft mit der Frage konfrontiert, wie sie effektive Sicherheitsmaßnahmen implementieren können, ohne die Leistungsfähigkeit ihrer Anlagen zu beeinträchtigen.

## Lösungen im Bereich der OT-Security

Der Workshop zielt darauf ab, ein tiefgreifendes Verständnis für die Herausforderungen sowie Lösungen im Bereich der OT-Security zu vermitteln und konzentriert sich auf die essenzielle OPC-UA-Kommunikation für den Austausch zwischen Maschinen in Shopfloor-Umgebungen. Verdeutlicht wird dieses Kommunikationsbeispiel anhand unterschiedlicher SPS-Systeme wie Wago, Vipa und der Grey.Box von RSConnect.

Die Teilnehmer erhalten die Möglichkeit, ihr Wissen praktisch umzusetzen, indem sie die vorgestellten Technologien auf ihren



Der Fokus des gemeinsamen Workshops von RSConnect und Wago liegt auf der OT-Security für Maschinen- und Shopfloor-Vernetzung.

Bild: RSConnect

eigenen Laptops anwenden. Dieser interaktive Ansatz gewährleistet ein tiefes Verständnis der materiellen und immateriellen Aspekte der IT-Sicherheit in der Fertigungsumgebung.

Die Agenda, die Teilnahmebedingungen sowie das Anmeldeformular finden Interessierte auf [rsconnect.automatisierungstreff.com](https://rsconnect.automatisierungstreff.com). Da die Teilnahmeplätze begrenzt sind, wird eine rechtzeitige Anmeldung empfohlen.

## hilscher Embedded-Module für Industrielle Kommunikation.

- Die Lösung für **Master- und Slave-Anwendungen**.
- Ein Design für **alle industriellen Protokolle**.
- Ihre Plattform für sichere **Kommunikation und Industrial IoT**.







**embedded world 2024**  
 09. - 11.04. 2024 • Nürnberg  
 Halle 3A / Stand 527



empowering communication

**Produkt Information**

Phone: 061910 99 07 – 90

E-Mail: [DE.SALES@hilscher.com](mailto:DE.SALES@hilscher.com)

[www.hilscher.com/embedded-modules](http://www.hilscher.com/embedded-modules)

Panduit

## ORGANISIEREN, KENNZEICHNEN UND DOKUMENTIEREN IN KOMPLEXEN AUTOMATISIERUNGSINFRASTRUKTUREN

Mit zunehmender Digitalisierung und Vernetzung nimmt die Komplexität von Automatisierungsinfrastrukturen stetig zu. Hier hebt sich das Unternehmen Panduit, ein Pionier in der Entwicklung intelligenter, skalierbarer und effizienter Konnektivitätslösungen, durch sein Engagement für Innovation und

Kundenorientierung hervor. Seit der Gründung im Jahr 1955 hat Panduit seine Position als einer der Marktführer durch ständige Innovationen gefestigt. Das Unternehmen bietet umfassende Lösungen an, die auf langfristiges Wachstum, Skalierbarkeit, Genauigkeit, Sicherheit und Zuverlässigkeit ausgerichtet sind.

In dicht vernetzten und automatisierten Umgebungen kann die effiziente und zuverlässige Betriebsführung nur durch eine systematische Organisation, präzise Kennzeichnung und umfassende Dokumentation aller Komponenten gewährleistet werden. Wie diese zentrale Problemstellung mit den richtigen Tools und fundiertem Know-how zum Kinderspiel wird, zeigt Panduit in einem kompakten, zweistündigen Workshop am 17. April 2024 in Heilbronn.

infrastruktur. Teilnehmer lernen, wie die Anwendung der Turn-Tell-Etiketten eine flexible und schnelle Identifikation von Kabeln ermöglicht, ohne diese vorab entfernen oder verdrehen zu müssen. Zusätzlich wird das RapidID-System vorgestellt, das eine schnelle Dokumentation von Patch-Verbindungen erlaubt und somit den Installations- und Wartungsaufwand erheblich vereinfacht. Diese Lösungen tragen maßgeblich dazu bei, Netzerkausfälle zu minimieren und die Betriebseffizienz und -sicherheit zu maximieren.

Dieser praxisorientierte Workshop richtet sich an Fachkräfte, die in komplexen Automatisierungsinfrastrukturen tätig sind und bietet ihnen das notwendige Rüstzeug, um die Herausforderungen in der Organisation, Kennzeichnung und Dokumentation effektiv zu meistern.



Was in dicht vernetzten und automatisierten Umgebungen zu beachten ist, erfahren die Teilnehmer in einem Workshop von Panduit.

Bild: Климов Максим/AdobeStock

### Praxisorientierter Workshop

Der Workshop bietet praktische Einblicke und direkte Erfahrungen mit den neuesten Technologien im Bereich der Automatisierungs-

Termin: 17.04.2024, 10:00 bis 12:00 Uhr und 14:00 bis 16:00 Uhr

**Mehr Informationen und Anmeldung:**  
<https://panduit.automatisierungstreff.com>

Leadec: Anwender-Workshop auf dem Automatisierungstreff 2024

## PROFINET-DIAGNOSE MIT BORDMITTELN UND FREEWARE-TOOLS

In diesem Anwender-Workshop werden einfache Tools besprochen, mit denen sich viele Fehler in der Netzwerktechnik von Maschinen und Anlagen leicht finden lassen. Dazu gibt es neben dem Bordmittel „Ping“ eine Reihe von bekannten und weniger bekannten Tools, die als Freeware oder gegen kleines Geld zu haben sind, etwa ein IP-Scanner. Mit dem Open-Source-Tool Wireshark lassen sich auch komplexe Fehler finden. Ein weiterer Schwerpunkt dieses Workshops ist die korrektive Instandhaltung von industriellen Netzwerken wie Profinet. Von der korrektiven Instandhaltung ist die Rede, wenn Konstruktions- oder Installationsfehler im Netzwerk oder Feldbus korrigiert werden sollen. Bekannte Installationsfehler sind die Nutzung von Standard-Patchkabeln oder Switches aus dem Büroumfeld innerhalb von Profinet-Installationen. Hans-Ludwig Göhringer und Gunther Ehlert, Netzwerk-Spezialisten bei Leadec, geben Erläuterungen und Antworten

auf Fragen, etwa wie Installationsfehler zuverlässig erkannt und beseitigt werden oder wie ein konstruktiv-begleitender Prozess aussieht, um Installations- und Verbaufehler von vornherein zu vermeiden.

### Netzwerk-Diagnose per Sichtprüfung

Die Leadec NetApp zur systematischen Fehlersuche rundet den Workshop ab. Sie ermöglicht eine Netzwerk-Diagnose per Sichtprüfung und dient zur Dokumentation von Profinet-Installationen über den gesamten Lebenszyklus. Abschließend wird besprochen, welche Auswirkungen durch die Erweiterung von Profinet mit der TSN-Funktionalität (Time-sensitive Networking) zu erwarten sind.

Termin: 18.04.2024, 10:00 bis 17:30 Uhr

**Weitere Informationen und Anmeldung:**  
<https://leadec-profinet.automatisierungstreff.com/>



Bei einer Profinet-Installation ist es wichtig, dass es zu keiner gemischten Nutzung von Profinet- und Standard-IT-Kabeln kommt. Erfahrungsgemäß führt das häufig zu Störungen.

Bild: Leadec





Hilscher

# EDGE-IO-LINK-MASTER: ERWEITERTE IIOT-PRODUKTPALETTE

Die Hilscher Gesellschaft für Systemautomation mbH hat Ihre IIoT-Produktpalette um die beiden Edge-IO-Link-Master, SensorEDGE FIELD und SensorEDGE, erweitert. Diese IP67-klassifizierten Geräte vereinen Rechenleistung und standardisierte IO-Link-Sensoranbindung in einem Gehäuse.

**S**ensorEDGE FIELD und SensorEDGE können direkt in Ethernet-basierte IT-Infrastrukturen angebunden werden, ohne notwendigen Eingriff in bestehende Kommunikationsnetzwerke sowie deren Steuerungen – im Gegensatz zu herkömmlichen IO-Link-Master-Geräten. Hilscher bietet dafür zusätzlich eine zentralisierte Edge-Management-Plattform, über welche sich die Geräte lokal oder über das Internet administrieren lassen.

Das Gerät von Hilscher wird in zwei Varianten angeboten:

- SensorEDGE FIELD: offene Rechenplattform für eigene Software mit optionaler zentraler Verwaltung
- SensorEDGE: Komplettlösung zur Fernübertragung von Sensordaten über eine zentrale Plattform

Beide Geräte basieren auf einem Linux OS, das Aspekte nach der IEC 62443 erfüllt. Ihre Anwendungssoftware wird sicher und gekapselt über Container-Technologie eingespielt und betrieben. Die Geräte lassen sich lokal über eine Web-Oberfläche oder zentral über eine Plattform konfigurieren und verwalten.

## Was unterscheidet die beiden Geräte?

SensorEDGE FIELD ist eine offene Rechenplattform, die Kunden nach eigenen Anforderungen anpassen können.

Die Lösung ermöglicht Nutzern eine umfangliche Individualisierung, je nach spezifischer Anforderung. Im Gerät stehen zwei Container Engines zur Verfügung: Eine für das lokale und manuelle Deployment von



**SensorEDGE von Hilscher: Komplettlösung zur Fernübertragung von Sensordaten über eine zentrale Plattform.**

Bild: Hilscher Gesellschaft für Systemautomation mbH

Container-Applikationen sowie eine zweite für die Interaktion mit einer zentralen Management-Plattform.

SensorEDGE FIELD wird nur mit dem vorinstallierten Linux-Betriebssystem ausgeliefert. Der Benutzer entscheidet, welche containerisierte Software er auf den Geräten laufen lässt. Eine Reihe von kostenlosen Basis-Containern bietet Funktionen zur IO-Link-Konfiguration und IO-Link-on-MQTT-Datenbereitstellung. Das zentrale Gerätemanagement über eine Plattform ist eine Option und auf Anfrage verfügbar.

## SensorEDGE

SensorEDGE ist die Lösung zur Übertragung von lokalen IO-Link-Sensordaten mit zentraler Edge-Management-Funktion.

Das Gerät überträgt lokale IO-Link-Sensordaten zu Remote-MQTT-Clients. Die Lösung besteht aus dem IP67-Gerät, samt IO-Link-Buchsen. Sie benötigen lediglich eine Stromversorgung und Internetanschluss. Somit entfällt eine aufwändige Inbetriebnahme.

Sobald IO-Link-Sensoren angeschlossen und automatisch per IODD (aus einer Internet-Datei-Datenbank) konfiguriert sind,

überträgt die Sensor-Box Daten im Sekundentakt in eine Cloud.

## Praxisorientierte Workshops

Um Ihnen den Einstieg in die Welt der Industrie 4.0 und der intelligenten Datenanalyse zu erleichtern, veranstaltet Hilscher auf Basis der netFIELD-Technologie zwei praxisorientierte Workshops.

Stehen Sie vor der Herausforderung, OT und IT in Ihrem Betrieb zu vereinen? Entdecken Sie mit Hilschers Workshop „**OT meets IT**“ am **16.04.2024** (10:00 bis 17:30 Uhr) in Heilbronn, wie Sie beide Welten effizient verbinden und Ihre Produktionsprozesse transformieren können.

Sind Sie bereit, die Kraft der Daten in Ihrem Unternehmen zu entfesseln? Besuchen Sie den Workshop zu **Analytik, KI & Machine Learning** am **17.04.2024** (10:00 bis 17:30 Uhr) in Heilbronn und erleben Sie, wie Sie mit fortschrittlichen Analysemethoden und KI-Technologien Ihre Datenstrategie revolutionieren können.

**Mehr Informationen und Anmeldung:**  
[hilscher.automatisierungstreff.com](https://hilscher.automatisierungstreff.com)



# GANZHEITLICHE UNTERSTÜTZUNG

Am 20. Januar 2027 tritt die neue Maschinenverordnung 2023/1230 (MVO) endgültig in Gänze in Kraft. Gegenüber der bestehenden Maschinenrichtlinie 2006/42/EG gibt es zahlreiche Änderungen. Welche das sind, was dabei zu beachten ist und wie die maßgeschneiderten Dienstleistungen sowie generischen digitalen Lösungen und Produkte von Phoenix Contact die Unternehmen dabei unterstützen, erfahren Sie in dieser Titelstory. » VON MARKUS KICK



Sichere und nachhaltige Digitalisierung in der Thermoprozesstechnik.  
Bild: Nimit Ketkham/Shutterstock.com

**A**nders als bei früheren Richtlinien handelt es sich bei der neuen Maschinenverordnung 2023/1230 um eine geltende Rechtsvorschrift, die in allen EU-Mitgliedsstaaten verbindlich anzuwenden ist. Die MVO sorgt für den Gesundheitsschutz und die Sicherheit der Menschen, die regelmäßig mit den Prozessen, Maschinen und Anlagen arbeiten. Viele Unternehmen stellen sich jetzt die Frage: Was ändert sich bei der neuen Maschinenverordnung nun gegenüber der bestehenden Maschinenrichtlinie 2006/42/EG? Ein kurzer Überblick gibt Aufschluss:

- Im Bereich der Cybersicherheit, künstlichen Intelligenz und Cobots ergeben sich neue Anforderungen.
- Der Begriff des Sicherheitsbauteils wird erweitert und umfasst jetzt auch Software und andere digitale Komponenten, die für sich allein stehen und Sicherheitsfunktionen ausführen.

- Für Hochrisikomaschinen werden neue Konformitätsbewertungsverfahren eingeführt.
- Die Betriebsanleitung und Konformitätserklärung stehen in digitaler Form zur Verfügung.
- Die Definition einer Maschine wird ergänzt.
- Die Reihenfolge der einzelnen Artikel und Anhänge ändert sich.
- Die Begriffe der wesentlichen Veränderungen und wesentlichen Modifikationen werden konkretisiert.

Zahlreiche der in der MVO genannten Artikel gehen bald in die Umsetzung, weshalb sich die betroffenen Sektoren unmittelbar mit den Auswirkungen befassen müssen.

## Hinzuziehung von Spezialisten

Bei der Maschinenverordnung denken viele Anwender zuerst an den klassischen Maschinen- und Anlagenbau, zum Beispiel ein Bearbeitungszentrum in einem metallverarbeitenden Betrieb. Es gibt jedoch einen

branchenübergreifenden Bereich, der nicht unbedingt mit einer Maschine oder Anlage in Verbindung gebracht wird. Die entsprechenden Systeme sind durch ihre Produkt- oder sogenannten C-Normen bereits in der aktuellen Maschinenrichtlinie und zukünftig der MVO aufgeführt. Es handelt sich dabei um Maschinen und Anlagen der industriellen Thermoprozesstechnik. Für diesen industrieübergreifenden Maschinenbau stellen die neuen Anforderungen der MVO eine große Hürde dar. Endanwender, Systemintegratoren und die Maschinenbauer selbst benötigen daher eine umfassende und ganzheitliche Unterstützung.

Gemeinsam mit dem unternehmenseigenen Industrial Security & Safety Service bietet das globale Vertical Market Management von Phoenix Contact im Umfeld der Fabrikautomation und Digitalisierung ein passendes Portfolio an. Dieses beinhaltet maßgeschneiderte Dienstleistungen sowie generische digitale Lösungen und Produkte, die bei



einer Zertifizierung den Unterschied ausmachen können. Von großen DAX-Unternehmen bis zu mittelständischen Betrieben vertrauen zahlreiche Anwender auf die langjährige und übergreifende Kompetenz des Automatisierungsspezialisten in puncto umfassende Sicherheit im Industrieumfeld.

### Sicherstellung von Anlagenverfügbarkeit und Wirtschaftlichkeit

Dies gilt insbesondere, wenn es neben der Bewertung der funktionalen Sicherheit auch um die Beurteilung der Datenkommunikation an und innerhalb der Maschine geht. Hierbei kann es sich um die Hauptbrennstoff-Sicherheitsstation einer Schmelzwanne in der Glasindustrie im Hochtemperaturbetrieb oder eines Backofens in der Lebensmittelindustrie als Niedertemperaturanlage handeln. Die Notwendigkeit, in kurzer Zeit Daten aus den Maschinen und Anlagen zur Feuerung zu gewinnen, wird durch die derzeitige wirtschaftliche und klimapolitische Lage mehr als deutlich.

Energieintensive Branchen wie Stahl, Glas, Keramik oder die Nicht-Eisenmetallurgie stehen wegen der Energiewende vor der Herausforderung, die vorhandene Thermoverarbeitung entlang der gesamten Fertigung auf CO<sub>2</sub>-arme respektive CO<sub>2</sub>-freie Prozesse umzustellen. Aufgrund der geopolitischen Veränderungen und der vielen Klimakatastrophen muss sofort agiert werden. Minimalinvasive offene Technologien schaffen hier nachhaltige Infrastrukturen, die das menschliche Leben schützen, also für funktionale Sicherheit sorgen. Gleichzeitig tragen zertifizierte, offene und datensichere Digitalisierungs- und Automatisierungsplattformen zur Realisierung zukunftsicherer Lösungen bei (Bild 1).



**Bild 1:** Gerade energieintensive Branchen wie die Glasindustrie müssen im Zuge der neuen MVO ihre Maschinen, Brennstoffstationen und Öfen nicht nur nachhaltig, sondern sicher bewerten.

Bild: Aleksandar Malivuk / Shutterstock.com



**Bild 2:** Offene Ökosysteme sind der entscheidende Vorteil bei der Umstellung auf neue digitale Brennprozesse.

Bild: gyn9037/Shutterstock.com

Zur Umsetzung einer erfolgreichen Energiewende sind besonders die wärmetechnischen Anlagen für den Betrieb mit Strom aus erneuerbaren Energien oder anderen zukünftigen CO<sub>2</sub>-armen Energieträgern auszuliegen. Zugleich müssen die Energie- und Anlagenverfügbarkeit sowie Produktqualität und Wirtschaftlichkeit sichergestellt sein. Ferner ist ein Um- respektive Überdenken konventioneller Beheizungskonzepte hinsichtlich einer CO<sub>2</sub>-armen oder CO<sub>2</sub>-freien Prozesswärmeerzeugung unerlässlich.

### Berücksichtigung neuer Energiequellen

Als neue Gasinfrastrukturquelle für moderne Gas- und Wasserstoffnetze spielt das Power-to-Gas-Prinzip (PtG) eine wichtige Rolle – vor allem für die sicherheitstechnische Beurteilung des Brennofens oder der Schmelzwanne. Wasserstoff und dessen Gemische resultieren unter anderem in einer Reduzierung des Luftbedarfs, Änderung des Heizwerts sowie steigenden Flammentemperaturen

und Verbrennungsgeschwindigkeiten. Hinzu kommen erhöhte Stickoxide (NO) respektive Stickstoffoxide (NO<sub>x</sub>), kurz NO<sub>x</sub>-Gemische genannt. Auf der Grundlage verschiedener Standards betrifft das insbesondere die

### FÜR DIESEN INDUSTRIE-ÜBERGREIFENDEN MASCHINENBAU STELLEN DIE NEUEN ANFORDERUNGEN DER MASCHINENVERORDNUNG EINE GROSSE HÜRDE DAR.

Maschine, somit je nach Thermoprozess die Schmelzwanne, den Ofen oder den Kessel, die Versorgungstechnik, den Brenner sowie speziell die Steuerung und das Automatisierungssystem des Thermoprozesses, sofern dies überhaupt vorhanden ist.

Die Thermoprozesse müssen Industrie-4.0-ready beziehungsweise mit maximal effektivem Return on Invest (ROI) smart und minimalinvasiv integriert werden. In der Vergangenheit haben die Anwender lediglich an DCS-, ERP- und MES-Systeme, Sensoren, Maschinen und Anlagen einer Fabrik gedacht, wenn es um die Digitalisierung ging. Übersehen oder in sperrigen dezentralen Systemen vergessen wurden die konventionellen, teils noch mechanischen Ausrüstungen, die für das Brennstoff-Luft-Verhältnis, die Rückzündungen, Zündtemperaturgrenzen, Ventildichtigkeit, Oberofentemperaturen, Flammenüberwachung, Durchflüsse oder Drücke verantwortlich sind.

### Anforderungen an moderne Automatisierungslösungen

In Zukunft muss sich die Thermoprozesstechnik den folgenden Anforderungen stellen:

- Betrieb der Mischbefeuerungen, Regelungsverfahren, Abgaszirkulierungen, Spülverfahren oder Brennstoffstrecken in offenen ganzheitlichen Ecosystemen oder Plattformen (Bild 2);
- Möglichkeit der nachträglichen, protokollunabhängigen und skalierbaren Einbindung von aktuellen und zukünftigen Sensoren zur Brenn- und Abgasanalyse;
- Umsetzung der funktionalen Sicherheit für den Ofen, die Schmelzwanne oder den Kessel in Kombination mit Cybersicherheit gemäß IEC 62443 respektive NIS 2;
- Optionale zustandsorientierte Überwachung und Optimierung der Maschine oder Anlage auf der Grundlage von Machine Learning (ML) und Industrial Internet of Things (IIoT) – off- und vor allem on-premise.
- Erhöhung der Agilität durch Low- oder No-Code-Anwendungen für eine einfache, individuelle und skalierbare Anpassung an die sich ändernden Brennstoffstrecken. Dazu kommen einheitliche Parameteroberflächen auf der Grundlage von plattformübergreifenden Open-Source-Applikationen, beispielsweise Grafana, zum Einsatz.

### Machine Learning zur Prozessoptimierung

Durch das frühzeitige Erkennen von ungewöhnlichen Verhaltensmustern – etwa bei Gasschwankungen oder Lastkurven – durch PLCnext Technology und deren offene, zugriffssichere Softwarelösungen zur Prozessoptimierung lassen sich nicht nur Störungen und Änderungen in den Verbrennungsprozessen vermeiden. Der vorausschauende Ansatz bietet weitere wirtschaftliche wie nachhaltige Vorteile:

- Steigende Gesamtanlageneffektivität (OEE) in den Thermoprozessmaschinen und damit eine deutliche Reduzierung des Ausschusses;



**Bild 3:** Intelligente, skalierbare und datensichere Prozessoptimierung mit MLnext.  
Bild: Phoenix Contact

- Effektives und smartes Betreiben der Brennstoff-Luft-Verhältnisse und der elektrischen Heizsysteme durch das Einsparen teurer externer Hardware;
- Standortübergreifende zustandsbasierte Überwachung des Prozesses unter Integration sicherheitsrelevanter Sensorik zur Messung zum Beispiel von Emissionen, Temperaturen und Drücken.

Über den Online-Marktplatz PLCnext Store stellt Phoenix Contact neben vielen weiteren Apps das Machine-Learning-System MLnext bereit. Die Software unterstützt bei der Beherrschung von Fehlverhalten und der vorausschauenden Verbesserung der Emissionen. Zur Prozessoptimierung benötigt MLnext lediglich eine Steuerung oder ein Edge Device mit Container-Visualisierung, wie die Docker-fähige PLCnext Control (Bild 3).

### Zertifizierung der funktionalen und OT-Security

Die OT-Security-Zertifizierung der Produktfamilie PLCnext Control durch den TÜV Süd gemäß IEC 62443-4-2 setzt in Verbindung mit der bestehenden Safety-Zertifizierung neue Maßstäbe. Bei der IEC 62443 handelt es sich um den international führenden Standard für OT-Security. Die funktionale Sicherheit wird

durch die Sicherheitsnormen IEC 61508, ISO 13849 und IEC 62061 definiert. Um erfolgreiche Automatisierungslösungen zu realisieren, müssen in Zukunft beide Sichtweisen miteinander verknüpft werden. Aufgrund der Forderung nach Manipulationsschutz und der Einbeziehung des Fernzugriffs auf

### ÜBER DEN ONLINE-MARKTPLATZ PLCNEXT STORE STELLT PHOENIX CONTACT NEBEN VIELEN WEITEREN APPS DAS MACHINE-LEARNING-SYSTEM MLNEXT BEREIT.

Maschinen und Anlagen rückt der Aspekt der OT-Security in der kommenden Maschinenverordnung (MVO) stärker in den Fokus. Die zertifizierte PLCnext Control-Familie setzt die Anforderungen bereits um (Bild 4).

Bei der Realisierung der MVO brauchen die Maschinen- und Anlagenbetreiber verlässliche Partner. Automatisierungshersteller müssen ihre Kunden dazu befähigen, die Standards moderner Umwelt-, Safety-, Security- und IIoT-Anwendungen zu erfüllen. Aus diesem Grund hat Phoenix Contact ein zukunftsweisendes offenes Ökosystem für Steuerungen, I/O-System und Edge-Software-Applikationen entwickelt. Von der Klemme bis zum Smart Service sowie für den Schaltschrank und die Feldinstallation beinhaltet das Portfolio (fast) alle erforderlichen Komponenten, Systeme, Lösungen und Dienstleistungen. « RT

**Markus Kick** ist International Business Development Manager Digitalisierung und Thermoprozesstechnik bei Phoenix Contact Electronics in Bad Pyrmont.



**Bild 4:** Das offene Ökosystem PLCnext Technology vereint die funktionale und Datensicherheit auf einer Plattform.  
Bild: Phoenix Contact





# AUTOMATION IS ORANGE

sensors. software. solutions.

## Lösungen für eine energieeffiziente Industrie

Unser eigenes Ziel ist klar: Bis 2030 wollen wir im operativen Geschäft klimaneutral sein. Und auch immer mehr Kunden unterstützen wir mit unseren Produkten und Gesamtlösungen dabei, effizienter zu produzieren. Energie einzusparen. Ressourcenverschwendung zu vermeiden.

Auf der Hannover Messe können Sie sich von unseren neuesten Innovationen und bewährten Hard- und Software-Produkten für die effektive Digitalisierung überzeugen. Denn eines ist klar: Eine effiziente, gewinnbringende und umweltschonende Produktion gelingt nur, wenn Daten aus den Anlagen nahtlos bis in die IT-Ebene übermittelt und dort ausgewertet werden.

Sensor2Cloud nennen wir das. Und setzen das gerne auch für Sie um. Aus und mit Leidenschaft. ifm - close to you.

**ifm live erleben!**  
**Hannover Messe**  
22.04. - 26.04.2024, Halle 9

**ifm.com**

# ROHRE UND LEITUNGEN MINIMALINTENSIV VERLEGEN

Magnetische Multiturn-Sensoren, die den GMR-Effekt nutzen, arbeiten kontaktlos und liefern absolute Positionswerte. Sie benötigen keine Referenzfahrt und brauchen zum Erfassen der Umdrehungen keine Stromversorgung oder Pufferbatterie. Daher sind die „True-Power-On“-Systeme eine Alternative für Mehrgang-Potentiometer oder optische Encoder.

» VON STEFAN SESTER UND ELLEN-CHRISTINE REIFF



Die neueste Spülbohrgeräte-Generation bringt hohe Rotations- und Spülleistungen bei geringem Verbrauch von Ressourcen und Betriebsmitteln.

In Systemen für die grabenlose Rohr- und Leitungsverlegung mittels Horizontalspülbohrverfahren (Horizontal Directional Drilling; HDD) sorgen magnetische Multiturn-Sensoren zum Beispiel für die präzise Positionierung von Gestängekran und Vorschubschlitten. Auch im mobilen Einsatz – etwa im Tiefbau – haben sie sich bewährt.

Spülbohranlagen ermöglichen heute Längsverlegungen, Unterquerungen, Felsbohrungen und kabelgeführtes Bohren zur Ortung in schwierigem Terrain, ohne dabei Straßen oder Gelände aufzugraben. Die Baustellen sind deutlich kleiner und schneller abgeschlossen als beim offenen Leitungsbau. Grabenloses Bauen verursacht zudem rund 60 Prozent weniger Erd- und Fahrzeugbewegungen und dadurch nur geringe Emissionen von Lärm, CO<sub>2</sub> und Feinstaub sowie weniger Verkehrsstaus. Infrastrukturelle Zukunftsprojekte wie der Glasfaserkabelausbau profitieren davon ebenso wie Gasnetze, Windparks, Wasser- und Abwasserleitungsbau, Erdgasverteilernetze, E-Mobility oder der Fernwärme-Netzausbau. Einer der Mitbegründer dieser grabenlosen Technologie ist Tracto. Ein Beispiel ist die neueste Spülbohrgeräte-Generation der Grundodrill JCS/ACS130, die durch maximale Automatisierung und ein intuitives Bedienkonzept mit praxistypischen Funktionen wie ferngesteuertem Bohren zu den effizientesten und produktivsten HDD-Bohranlagen ihrer Leistungsklassen auf dem Markt gehört. Wie alle HDD-Systeme

„Made in Sauerland“ erzielen sie hohe Rotations- und Spülleistungen bei geringem Verbrauch von Ressourcen und Betriebsmitteln. In Kombination mit ihrer langen Lebensdauer und dem geringen Verschleiß gelten diese Spülbohranlagen deshalb als besonders effizient und wirtschaftlich.

## Positionierung von Gestängekran und Vorschubschlitten

Beim Horizontalspülbohrverfahren wird mit dem steuerbaren Bohrkopf des Spülbohrgeräts zuerst eine Pilotbohrung entlang der geplanten Bohrtrasse erstellt. Das Bohrloch wird durch einen Aufweitkopf beim Zurückziehen des Bohrgestänges zum Spülbohrer vergrößert. Eine Bohrspülung aus Wasser und dem Tonmineral Bentonit unterstützt den Abbau des Erdreiches, spült das sogenannte Bohrklein aus, stabilisiert den Bohrkanal und reduziert die Mantelreibung des Rohres, das anschließend in die Trasse eingezogen wird. So können die Spülbohranlagen für Längsverlegungen, Kreuzungen oder Unterquerungen von Gewässern und anderen Verkehrswegen sogar im Felsboden ausgeführt werden.

Damit das Bohrgestänge und später das Rohr automatisch nachgeführt und verlängert werden kann, entnimmt der Gestängegreifer die drei Meter langen Bohrstangen aus dem Magazin und setzt sie in den Vorschubschlitten ein. Der Greifer führt dabei sowohl eine Vertikal- als auch eine Horizontalbewegung aus, bei der präzise positioniert werden muss, um die Bohrstangen im Vorschub abzulegen. Bei den Vorgängermodellen des Grundodrill übernahm diese Aufgabe ein Zehn-Gang-Potentiometer. Die Konstrukteure suchten dafür jedoch eine kontaktlose und daher verschleißfreie Alternative. Da Tracto schon etliche Jahre mit Novotechnik zusammengearbeitet, ergab sich schnell, dass der Multiturn RSM-2800 aus dem Programm der Sensorikspezialisten sowohl für die Positionserfassung des Gestängekrans als auch beim Vorschubschlitten gleich aus mehreren Gründen die richtige Lösung ist.

## SENSOREN MIT GMR SPEICHERN 16 UMDREHUNGEN.

## Umdrehungserfassung ohne externe Stromversorgung

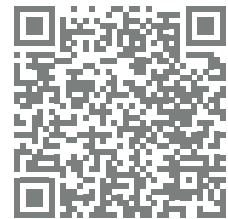
Die berührungslosen Sensoren, die den GMR-Effekt nutzen, können ohne externe Stromversorgung und Pufferbatterie bis zu 16 Umdrehungen erfassen und dauerhaft speichern. Die Auflösung des Sensors beträgt mit analoger Schnittstelle bis zu 16 Bit. Unter Verwendung digitaler Schnittstellen (SSI, SPI) werden bis zu 18 Bit Gesamtauflösung (Winkel und Umdrehung) erreicht. Gemessen werden kann bei Drehgeschwindigkeiten bis 800 Umdrehungen pro Minute. Dabei sind die Sensoren auch noch ausgesprochen



## CAD Konfigurator

- 69 verschiedene CAD Formate
- über 100 Millionen Variationen
- automatisierte Angebotserstellung
- einfache Bedienung

Heute schon konfiguriert ?



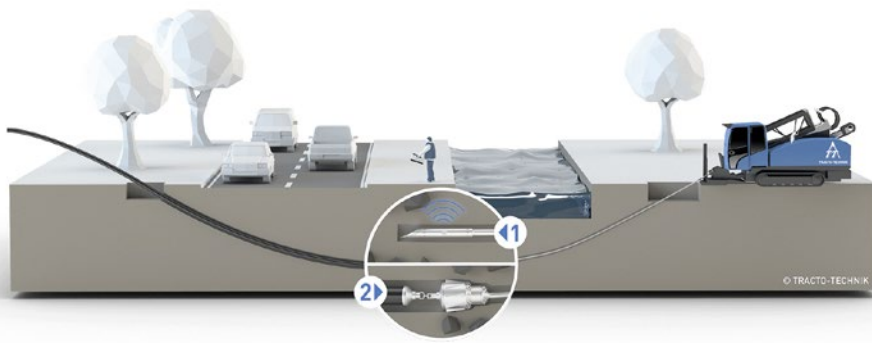
[www.neff-gewindetriebe.partcommunity.com](http://www.neff-gewindetriebe.partcommunity.com)

Hannover Messe  
Halle 6 Stand G37  
22.04.-26.04.2024



Wir freuen uns auf Ihren Besuch!

NEFF Gewindetriebe GmbH  
Karl-Benz-Str. 24  
71093 Weil im Schönbuch  
[www.neff-gewindetriebe.de](http://www.neff-gewindetriebe.de)



Beim Horizontalspülbohrverfahren (HDD) wird zuerst mithilfe des steuerbaren Bohrkopfs mit den anhängenden Bohrgestängen eine Pilotbohrung entlang der geplanten Leitungstrasse erstellt (1). Am Ziel wird der Bohrkopf durch einen Aufweitkopf ersetzt, der beim Zurückziehen der Gestänge in Richtung Bohrergerät den Bohrkanal auf den benötigten Durchmesser vergrößert und das anhängende Rohr in einem einzieht (2).

Bilder: Tracto-Technik

genau. Über den gesamten Messbereich liegen die typischen Linearitätsabweichungen unter 0,05 Prozent (bei Messbereich zehn Umdrehungen).

Die beiden an Vertikal- und Horizontalachse des Gestängekrans eingesetzten Sensoren messen und speichern neun Umdrehungen und kommunizieren mit der Steuerung des Greifers über einen 4...20-Milliamperestromausgang. Hat der Greifer dann die Bohrstangen oder Rohre im Vorschubschlitten eingelegt, werden sie automatisch in die Trasse eingebracht und verlängert. Ein weiterer RSM-2800 überwacht dazu den Vorschub. In diesem Fall werden zehn Umdrehungen gemessen, um auf dem gesamten 3,5 Meter langen Fahrweg die Position des Vorschubschlittens mit ausreichender Genauigkeit erfassen zu können.

### Für den Baustelleneinsatz gerüstet

Für den Einsatz auf der Baustelle ist der Sensor gut gerüstet. Er erfüllt die Anforderungen der Schutzart IP67. Stöße und Vibrationen beeinträchtigen die Funktion nicht. Dabei ist er ein echtes True-Power-On System: Der Geberwert bleibt bei Spannungsabschaltung erhalten und Umdrehungen werden auch stromlos erfasst. Nach jedem Abschalten ist der Gestängekran also ohne Referenzfahrt sofort wieder betriebsbereit. Das Gehäuse besteht aus hochwertigem, temperaturbeständigem Kunststoff. Befestigungsflaschen mit Langlöchern ermöglichen einen einfachen Anbau und eine bequeme mechanische Justierung. Die spielfreie Steckkupplung vereinfacht die Montage. Mit vorkonfektioniertem M12-Anschlussstecker an kurzem Kabel ist der elektrische Anschluss mit einem Handgriff erledigt. Das geschirmte Anschlusskabel ist für hohe Robustheit direkt ins Gehäuse eingegossen. Mit einem Durchmesser von lediglich 28 Millimetern lässt sich der Sensor zudem gut integrieren. Auch für die ungünstige Einbausituation an der Vertikalachse des Krans fand sich dank der guten Zusammenarbeit schnell eine praxiserprobte Lösung. Die

### DER GMR-EFFEKT: UMDREHUNGSZAHLEN STROMLOS SPEICHERN

Der Multiturn arbeitet auf mikromagnetischer Basis und nutzt den GMR-Effekt (giant magnetoresistance). Dieser wird in Strukturen beobachtet, die aus sich abwechselnden magnetischen und nichtmagnetischen dünnen Schichten mit einigen Nanometern Schichtdicke bestehen. Der Effekt bewirkt, dass der elektrische Widerstand der Struktur von der gegenseitigen Orientierung der Magnetisierung der magnetischen Schichten abhängt; er ist bei Magnetisierung in entgegengesetzte Richtungen deutlich höher als bei Magnetisierung in die gleiche Richtung. Dieser Unterschied kann genutzt werden, um mittels eines speziell designten Sensorelementes mit mehreren Widerstandssegmenten Umdrehungen zu erfassen und gleichzeitig speichern zu können, und das auch im stromlosen Zustand. Der Positionswert wird zum Beispiel als SSI-Signal ausgegeben. Varianten mit digitaler SPI- oder analoger Schnittstelle sind verfügbar.

Befestigung wurde modifiziert, um äußere Einflüsse zu kompensieren.

Die kompakte Multiturn-Lösung eignet sich aber nicht nur für mobile Arbeitsmaschinen, sondern kann vielerorts aufwendige Getriebe-lösungen überflüssig machen und somit helfen, Gesamtkosten einzusparen. Deshalb finden sich Anwendungsbereiche etwa auch in Druckmaschinen, Antriebs- und Lenksystemen, als Seillängengeber, bei Tür- und Torantrieben, in Papiermaschinen, Hebebühnen oder ganz allgemein als Ersatz von Mehrgangpotentiometern oder Encodern. **« KIS**

Dipl.-Ing. Stefan Sester ist Leiter technischer Vertrieb bei Novotechnik. Ellen-Christine Reiff, M.A., arbeitet im Redaktionsbüro Stutensee.

# SCHNELLE WERKZEUGWAHL ÜBER TOUCH-GESTEN

Der Pick&Place-Roboter „Seibot“ von Seitec nutzt Komponenten aus dem Automatisierungsbaukasten Movi-C von SEW-Eurodrive. Für alle Geometrien kommt immer die gleiche, standardisierte Schnittstelle zwischen der Roboter- und der übergeordneten Steuerung zum Einsatz. Das reduziert die Umrüstzeiten bei vielen unterschiedlichen Werkstücke.

» VON HANS-JOACHIM MÜLLER

**E**in Werkstück von der Zuführung zu nehmen und zur Weiterverarbeitung in die passende Halterung zu legen, ist ein monotoner Arbeitsschritt. Er eignet sich perfekt zur Automatisierung – und wird doch immer noch oft von Hand erledigt. Herkömmliche Pick&Place-Systeme wiederum bremsen sich meist selbst mit langen Umrüstzeiten, wenn die Verarbeitung unterschiedlicher Werkstücke gefragt ist.

## Komfortable Bedienoberfläche

Der Erfurter Systemintegrator Seitec hat in Zusammenarbeit mit dem Antriebsspezialisten SEW-Eurodrive diesen Aufgabenbereich von Grund auf neu gedacht. Ergebnis ist eine maximal flexible Handhabungslösung, die alle Komponenten eines Pick&Place-Systems

in einer einzigen, komfortablen Bedienoberfläche bündelt. Die Maschine kann hunderte sehr unterschiedliche Werkstücke mit minimalen Umrüstzeiten verarbeiten. Für das Verwalten und Verfolgen der Werkstücke in der Maschine wird der IEC-Softwarebaustein Movikit ProductionLineControl von SEW-Eurodrive eingesetzt. Er ermöglicht es, Werkstücke von einem bewegten Band auf ein anderes bewegtes Band zu legen.

„Die Rezepte sind im Kontrollsystem der Einheit gespeichert“, erläutert Daniel Pfeffer, Head of Operations bei Seitec. Mit nur wenigen Touch-Gesten am Bedienpanel kann ein Maschinenbediener innerhalb von Sekunden die Anlage auf ein neues Werkstück einstellen. Ist ein Greiferwechsel nötig, fordert die Maschine in derselben Oberfläche dazu auf und parkt den zentralen Roboter an der passenden Position. „Das dauert insgesamt vielleicht eine Minute“, betont Pfeffer, der auch der Projektleiter ist und das Konzept entwickelt hat. „Hieraus ergibt sich ein enormer Zeitgewinn gegenüber Anlagen, die bei Anpassungen einen Eingriff in verschiedene Bedieneinheiten an der Maschine erfordern – insbesondere bei der Handhabung kleiner Losgrößen.“

Ein weiterer Wunsch des Kunden war, auch die Bedienung der Kamera über die Visualisierung der Gesamtanlage zu ermöglichen. Somit sind zum Einfahren der Anlage mit neuen Teilen beziehungsweise dem Einlernen neuer Konturen weder Laptop noch Software notwendig.

## Reduzierte Komplexität

Das erste Exemplar dieser neuartigen Gesamtlösung „Seibot“ – ein Akronym aus Seitec und Roboter – wurde von einem großen mittelständischen Produktionsunternehmen für den Bereich der Verarbeitung und Fertigung bestellt. Auslöser für den Auftrag war ein gar nicht so seltenes Problem: Eine Teilanlage der Produktionsstraße, die erst seit zehn Jahren im Einsatz ist, wurde vom Hersteller bereits wieder abgekündigt. Die alte Maschine lässt sich nicht mehr mit vertretbarem Aufwand an neue Anforderungen anpassen und ist somit nicht mehr zukunftssicher.

Als Lösung entwickelten der Systemintegrator und der Antriebsspezialist gemeinsam eine einheitliche Schnittstelle zwischen der Robotersteuerung mit dem Softwaremodul Movikit Robotics und der übergeordneten Anlagensteuerung. Diese Kombination eignet

**MASCHINEN-BEDIENER KÖNNEN MIT WENIGEN TOUCH-GESTEN DIE ANLAGE AUF EIN NEUES WERKSTÜCK EINSTELLEN.**



Im Pick&Place-Roboter „Seibot“ werden Servo-Präzisionsgetriebe Px5 in der Ausführung P5 (für hohe Dynamik) eingesetzt.



sich für alle Robotergeometrien vom Scara- bis zum Sechs-Achs-Knickarmroboter. So konnte die Komplexität – im Vergleich zu herkömmlichen Anlagen dieser Art – deutlich reduziert werden. Daniel Pfeffer betont: „Der große Vorteil dieses Konzepts ist, dass die Positions- und Dynamikwerte des Roboters für den Pick&Place-Prozess über die Visualisierung der übergeordneten Steuerung einstellbar sind.“ Damit haben Einrichter der Maschine beziehungsweise Instandhalter jederzeit die Möglichkeit, den Produktionsprozess zu optimieren. Ein gesondertes Bedienpanel oder spezielle Software sind nicht mehr notwendig. „Die Lösung ermöglicht auch eine wesentlich höhere Anlagenlebensdauer“, unterstreicht Pfeffer. Gründe dafür seien ihr einfacher und modularer Aufbau aus industriellen Standardkomponenten sowie der durchgehende Einsatz von Standardschnittstellen.

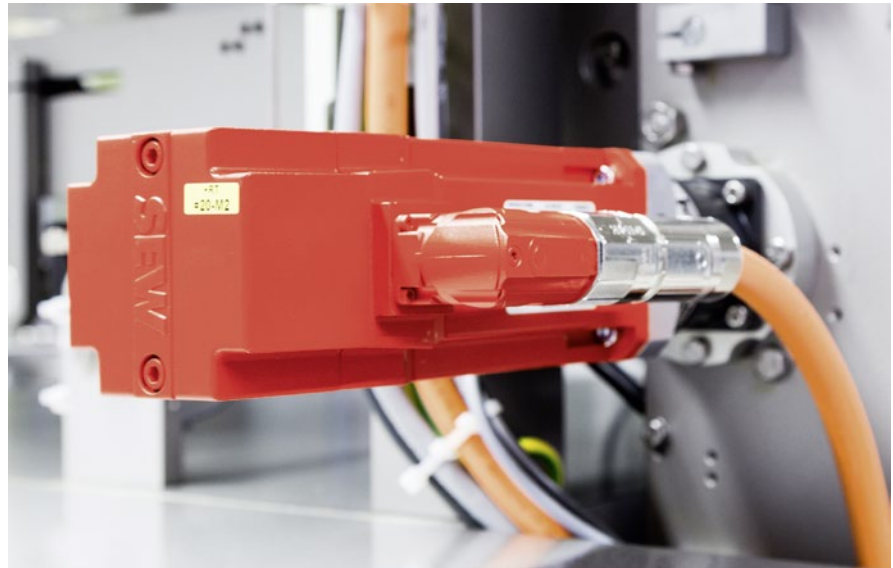
### Tripod mit zwei Greifern

Herzstück der Anlage ist derzeit ein Tripod-Roboter mit zusätzlicher Drehachse, der je nach Bedarf mit zwei verschiedenen Greifern ausgestattet wird. Er wird durch vier Servomotoren der Baureihe CMP mit PxG-Getrieben in der Ausführung P5 (für hohe Dynamik) angetrieben. Die Werkstücke werden im Vorfeld mittels zwei verschiedener Methoden vereinzelt. Eine Kamera zur industriellen Bildverarbeitung, die über Ethernet/IP in das Gesamtsystem integriert ist, erfasst Form und Lage von derzeit rund 130 unterschiedlichen Werkstücken auf dem Zuführband. Dieses muss – dem neuesten Stand der Technik entsprechend – nicht mehr transparent sein, wodurch sich Handhabung und Service vereinfachen. Zudem können das Pick-Band und das Place-Band in einem beliebigen Winkel zueinander angeordnet sein.

Das System liefert so die standardisierte Grundlage für die Kinematik des Pick&Place-Roboters mit vier Freiheitsgraden. „Wir mussten für die extrem unterschiedlichen Geometrien und Größen ein System finden, um die Teile zu vereinzeln und sie dann korrekt zu handhaben“, erläutert Daniel Pfeffer. Ziel des Kunden war es, in Vorbereitung auf den nächsten Arbeitsschritt mehrere Werkstücke im Sekundentakt auf einem Warenträger zu platzieren. Diese Zielvorgaben habe man mit dem System erreicht.

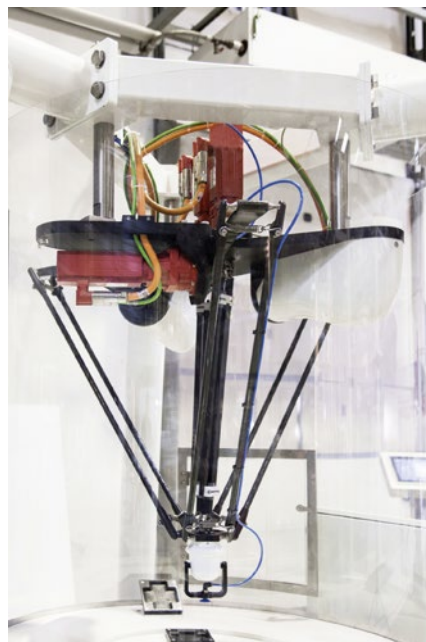
### Zukunftssichere Einfachheit

„Wenn ein neues Werkstück eingelernt werden soll, wird die Anlage mit Hilfe des intelligenten Movi-C-Controllers UHX65 innerhalb weniger Minuten über das Bedienpanel kon-



CMP-Servomotoren mit Servo-Präzisionsgetrieben der Baureihe PxG – hier ein Testaufbau – treiben den Tripod-Roboter an.

Bilder: SEW



Das Herzstück der Anlage bildet ein Tripod-Roboter, hier ohne Verkleidung. Er wird durch CMP-Servomotoren mit Servo-Planetengetrieben der Baureihe PxG von SEW-Eurodrive angetrieben.

figuriert. Anschließend speichert man den Prozess als neues Rezept“, erklärt Christopher Kühn, der zweite Projektleiter für die Neuentwicklung. Benötigt der Roboter irgendwann mehr Freiheitsgrade oder eine andere Kamera, könnte jede Komponente dank der nichtproprietären Schnittstellen einfach gewechselt werden. Sie ließen sich dann mit Hilfe der bereits im Movi-C-Controller vorliegenden Kinematikdaten mit wenig Aufwand in die Anlage integrieren. „Alles zwischen zwei und sechs Freiheitsgraden ist möglich“, ergänzt Daniel Pfeffer. Auch die Zuführbänder mit zehn weiteren Servomotoren werden

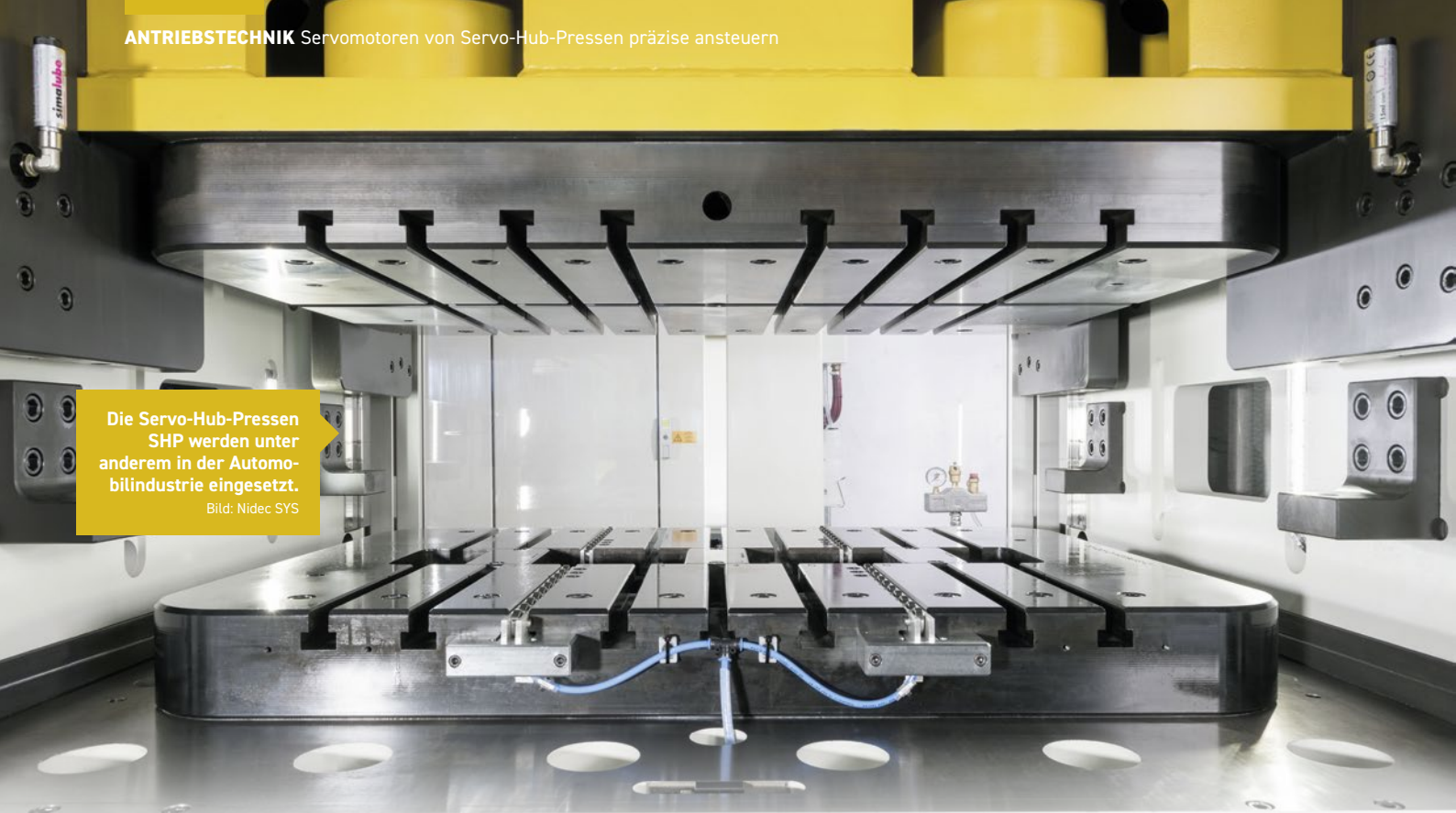
## ROBOTER- UND ÜBERGEORDNETE ANLAGENSTEUERUNG ARBEITEN MIT EINHEITLICHER SCHNITTSTELLE.

durch denselben Controller gesteuert, der auf diese Weise bereits intern ein Lagebild der gesamten Kinematik der Anlage hat. Da der Roboter sowie die Bänder mit den Teilen ein System bilden, gehen die Encoderinfos der Bänder direkt auf dem Controller UHX ein. Damit sind dem Roboter die Encoderwerte und die Positionen der Bänder bekannt. Bis zu zehn Roboter, 2000 Produkte und 200 Ablageboxen können verwaltet werden.

### Langfristige Verfügbarkeit

„Das Technische Büro Erfurt von SEW-Eurodrive begleitete den Entwicklungsprozess von Beginn an“, berichtet dessen Leiter Frank Buchholz. „Die langfristige Verfügbarkeit und Kompatibilität der Komponenten stellt gegenüber herkömmlichen Anlagen dieser Art eine deutlich längere Betriebsdauer der Handhabungseinheit sicher.“ Pfeffer ergänzt: „Unser Konzept ließ sich nur mit den Möglichkeiten des Automatisierungsbaukastens Movi-C umsetzen.“ Die Entwickler heben die unkomplizierte und rasche Zusammenarbeit mit den Antriebsspezialisten aus Bruchsal hervor. So entstand eine schlanke und somit kostengünstige Gesamtlösung, die für zahlreiche Pick&Place-Anforderungen angepasst werden kann. « KIS

Hans-Joachim Müller ist Marktmanager bei SEW-Eurodrive in Bruchsal.



Die Servo-Hub-Pressen SHP werden unter anderem in der Automobilindustrie eingesetzt.

Bild: Nidec SYS

# VIER AUF EINEN STREICH

Die Servo-Hub-Pressen SHP von Nidec SYS überzeugen mit hoher Präzision bei Schneid-, Biege- und Ziehvorgängen. Dazu trägt das Antriebssystem SD2 von Sieb & Meyer bei, das die Servomotoren der Presse ansteuert. Pro Servo-Spindel-Pressen lassen sich bis zu vier Servoachsen synchron ansteuern und damit Anlagen bis zu einer Presskraft von 1250 Kilonewton auslegen. » VON TORSTEN BLANKENBURG

**D**ie auf die Automatisierung und Optimierung von Stanz- und Umformprozessen spezialisierte Nidec SYS bietet ihren Kunden Systemlösungen aus einer Hand – von der Planung bis zur Realisierung. Das Unternehmen mit Hauptsitz in Grafenau im Bayerischen Wald arbeitet bereits seit der Unternehmensgründung im Jahr 1994 mit dem Lüneburger Spezialisten für Steuerungstechnik und Antriebselektronik Sieb & Meyer zusammen – und zwar in mehreren Geschäftsgebieten. Die wichtigsten Unternehmensfelder sind einerseits die Nidec SYS / Kyori High-Speed-Pressen und andererseits die Generalüberholung von älteren Stanzautomaten in unterschiedlichen Tonnagegrößen.

## Kyori High-Speed-Pressen mit Nidec SYS Pressensteuerung

Die Grundlage für ein gesamtheitliches Produktionssystem bilden die Pressen des japanischen Herstellers Kyori, einem Nidec-SYS-

Schwesterunternehmen. Die Experten aus Grafenau passen die High-Speed-Pressen den europäischen Standards an – sie werden mit hocheffizienten AC-Servo-Motoren, einer leistungsfähigen Pressensteuerung PCS100, AC-Servo-Vorschüben, einem Stachelradsystem und dem Antriebssystem SD2 ausgerüstet.

## DURCH DEN AUFBAU DER ANTRIEBSEINHEIT STEHT DIE PRESSKRAFT ÜBER DEN GESAMTEN HUBVERLAUF ZUR VERFÜGUNG.

„Auf Grund der guten Marktnachfrage haben wir unser Produktportfolio mit leistungsfähigeren Spindelpressen deutlich erweitert“, erläutert Werner Borth, Geschäftsführer für Technik & Vertrieb bei Nidec SYS. „Die SHP wird für Schneid-, Biege- und Ziehprozesse verwendet. Durch die Temperaturkompensation und anhand integrierter Weg-Messsysteme können wir unseren Kunden eine sehr hohe UT-Genauigkeit garantieren.“ Die

## STANZPAKETIEREN MIT MODERNEN PRESSEN-UND FERTIGUNGSSYSTEMEN

Nidec SYS setzt auch bei den Anlagen für das Stanzpaketieren (Fertigung von Elektromotoren) auf das Antriebssystem SD2. Diese speziellen Produktionssysteme werden vor allem in der Automobilindustrie für die Fertigung von Elektromotoren verwendet (gedrehte Rotoren und Statoren). Sie ermöglichen das sogenannte Stanzpaketieren: Dabei werden die Verfahren für das Stanzen, das Umformen und das mechanische Fügen in einem Fertigungsprozess kombiniert. Aus einem Bandmaterial werden einzelne Bleche herausgestanzt, deren Verbindungskörper („Noppen“) umgeformt und zu einem Rotor oder Stator zusammengefügt.



Stößelbewegung der Servospindel­presse wird mittels einer Kombination von einem Servodirektantrieb mit einem Gewinderoll­trieb erzeugt. Durch den speziellen Aufbau der Antriebseinheit steht die Presskraft über den gesamten Hubverlauf zur Verfügung.

### Präzise Ansteuerung für optimale Ergebnisse

Das Antriebssystem SD2 ist ein wesentlicher Bestandteil dieser Anlage – denn über den angesteuerten AC-Servoantrieb wird der Stößel bewegt und die Presskraft erzeugt. „Die hochpräzise Ansteuerung erfolgt über einen gemeinsam entwickelten Busumsetzer von Ethercat auf Servolink4“, erläutert Werner Borth. Pro Servo-Spindel-Presse lassen sich bis zu vier Servoachsen synchron ansteuern und damit Anlagen bis zu einer Presskraft von 1250 Kilonewton auslegen. „Jede Achse hat einen eigenen Servoverstärker“, erläutert Ralph Sawallisch, Key Account Manager Antriebselektronik bei Sieb & Meyer. „Die SD2-Baureihe ist als Multiachssystem konzipiert. Werden mehrere Achsen bewegt, so versorgt das zentrale Netzteilmodul PS2 die angeschlossenen Servoverstärker. Gegenüber Geräten mit einzelnen Netzteilen ergibt sich



Nidec SYS setzt bei den Servo-Hub-Pressen SHP auf das Antriebssystem SD2 von Sieb & Meyer. Bild: Sieb & Meyer

eine deutliche Energieeinsparung.“ Dabei schöpft Nidec SYS das komplette Spektrum der Seriengeräte aus: Sieb & Meyer liefert zahlreiche Gerätevarianten im Leistungsbereich von sieben bis 138 Kilovolt-Ampere.

### Wiederholbarkeit von Prozessen und deren Dokumentationen

Bei Pressanwendungen ist Präzision unabdingbar. Eine genaue Regelung beziehungsweise Steuerung ist aber auch deshalb nötig, um die Wiederholbarkeit von Prozessen und deren Dokumentation zu gewährleisten. Die-

ses Antriebssystem kann das besonders gut: Es ermöglicht eine flexible Prozessgestaltung und erfüllt höchste Anforderungen bezüglich Präzision und Dynamik. Außerdem bietet es anwendungsspezifische Schnittstellen und Funktionen, die die Entwicklung eines individuellen Gesamtsystems erleichtern.

Die Grafenauer setzen ausschließlich wassergekühlte Versionen ein, da die Geräte im Sommer Umgebungstemperaturen von mehr als 40 Grad Celsius ausgesetzt sind. Auch sonst muss das Antriebssystem möglichst robust sein, um den Betrieb rund um die Uhr unter rauen Industriebedingungen zu gewährleisten. Anforderungen, die dieses Antriebssystem bestens erfüllt. „Das Preis-Leistungs-Verhältnis ist sehr gut“, so Werner Borth. „Aber auch mit dem Service sind wir sehr zufrieden. Auch bei älteren Modellen erhalten wir eine optimale Unterstützung. Der direkte Draht in die Entwicklung ist für uns ebenfalls ein großes Plus.“ Eine Zusammenarbeit auf Augenhöhe also, die sich mit den Anforderungen wächst – ein klarer Mehrwert für beide Partner. « KIS

**Torsten Blankenburg** ist Vorstand Technik bei Sieb & Meyer.

# VOLTA

## Take full control of the engineering design process

25 YEARS OF ESTECO

Celebrate 25 years of looking to the future.



**VOLTA** is the digital engineering platform for **Simulation Process and Data Management (SPDM)** and **Design Optimization**. It enables organizations to take full control of the engineering design process from simulation workflows to high level business decisions.



**Book a demo**  
[engineering.esteco.com/volta](http://engineering.esteco.com/volta)



# Hall 17 Stand B06

Visit us at CAE Forum  
Hannover Messe 2024

# KLEIN – PASSGENAU – HYGIENISCH

Für Anwendungen mit hohen Drehmomenten auf engem Bauraum oder strengen Hygieneanforderungen können Schlitzkupplungen die beste Wahl sein. Sie arbeiten spielfrei, lassen sich leicht reinigen und bauen sehr kompakt. Der Antriebstechnik-Spezialist KBK führt diesen Kupplungstyp deshalb in verschiedenen Ausführungen und Größen in seinem Produktprogramm. » VON HOLGER SEIDEL



Schlitzkupplungen erfüllen die hohen Hygienestandards in der Lebensmittelindustrie und Medizintechnik.

Bild: ctrl+s photo/AdobeStock

Der Hersteller hat zunächst zwei Schlitzkupplungen in sein Produktprogramm aufgenommen: Eine Variante mit Klemmnaben (KBFK) und eine Halbschalen-Ausführung (KBFH). Die Baureihe KBFK überträgt in der Edelstahl-Ausführung Drehmomente von sechs bis 240 Newtonmetern und in der Aluminium-Variante zwischen drei und 180 Newtonmetern. KBFK-Schlitzkupplungen sind für Drehzahlen von 3500 bis 10.000 Umdrehungen pro Minute ausgelegt und werden mit Außendurchmessern von 16 bis 80 Millimetern geliefert. Mithilfe der Klemmnaben können die Kupplungen axial auf die Welle gesteckt werden und lassen sich deshalb auch in Anwendungen mit komplizierten Einbausituationen leicht montieren. Die Klemmnabe ermöglicht die präzise Drehmoment-Übertragung – eine Eigenschaft, die unter anderem bei Applikationen in der Lebensmittelindustrie gefragt ist.

## Besonders schnelle radiale Montage

Noch mehr Flexibilität bieten die Schlitzkupplungen in Halbschalen-Bauweise mit Außendurchmessern von 30 bis 80 Millimetern (3500 bis 6000 Umdrehungen pro Minute). Hier können die Wellen vor der Installation optimal ausgerichtet werden, um Fluchtungsfehler auszuschließen. Halbschalen-Kupplungen lassen sich zudem einfach radial montieren und im Wartungsfall

**SCHLITZKUPPLUNGEN WERDEN IN EINEM STÜCK GEFERTIGT UND LASSEN SICH BESSER REINIGEN ALS METALLBALGKUPPLUNGEN.**

**K**BK hat es sich zum Ziel gesetzt, jedem Kunden die optimale Kupplung zu bieten. „In der Vergangenheit mussten wir allerdings in seltenen Fällen kleine Kompromisse machen“, erinnert sich Geschäftsführer Sven Karpstein. „Mal reichte das Drehmoment der Balgkupplung nicht aus, mal war das Elastomer in der Klauenkupplung zu anfällig für die Umgebungsbedingungen.“ Man fand immer eine Lösung, die aber entweder mehr Bauraum beanspruchte oder nur mit Kupplungsvarianten erreicht werden konnte, die den Anforderungen des Kunden nicht hundertprozentig gerecht wurden.

Sven Karpstein und sein Team wollten sich mit dem Status quo nicht abfinden und suchten nach einer Alternative. Sie entwickelten eine Kupplung für Anwendungen mit kleinen Bauräumen oder strengen Hygienestandards

– also jene Bereiche, für die es bisher noch kein passendes Produkt gab. Als man die gewünschten Parameter definierte, wurde deutlich, dass sich Schlitzkupplungen sehr gut für diese Einsatzgebiete eignen würden. Sie schließen in Bezug auf die Drehmomentübertragung und Steifigkeit die Lücke zwischen Elastomerkupplungen und Metallbalgkupplungen.

## Präzise Übertragung des Drehmoments

Schlitzkupplungen verfügen aufgrund ihrer speziellen Geometrie über eine sehr kompakte Bauform. Sie werden in einem Stück gefertigt und sind daher unempfindlich gegenüber äußeren Einflüssen wie Hitze oder Reinigungsmitteln. Ein weiterer Vorteil von Schlitzkupplungen ist ihr verhältnismäßig hohes Drehmoment, darüber hinaus arbeiten die Kupplungen spielfrei und sind torsionssteif.



schnell austauschen. Die KBFH-Kupplungen übertragen Drehmomente von 25 bis 240 Newtonmetern (Edelstahl) beziehungsweise zehn bis 180 Newtonmetern (Aluminium).

## KUPPLUNGEN IN HALB-SCHALEN-BAUWEISE BIETEN EINE HOHE FLEXIBILITÄT.

Beide Schlitzkupplung-Baureihen gibt es standardmäßig in Aluminium und in Edelstahl, werden aber bei Bedarf auch aus Sondermaterialien wie Titan oder Carbon gefertigt. Die Schlitzkupplungen sind optional mit Passfedernut sowie mit frei wählbaren Bohrungsdurchmessern erhältlich (drei bis 40 Millimeter).

### Kupplungen lassen sich leicht reinigen

Schlitzkupplungen eignen sich wegen ihrer Bauweise besonders für hygienekritische Anwendungen wie etwa in der Lebensmittelindustrie oder in der Medizintechnik. Sie lassen sich wesentlich besser reinigen als Metallbalgkupplungen, da sie aus einem Stück gefertigt werden. Darüber hinaus besitzen Schlitzkupplungen im Gegensatz zu

Schlitzkupplungen von KBK eignen sich besonders gut für Anwendungen, in denen hohe Drehmomente auf engem Raum übertragen werden müssen.

Bild: KBK Antriebstechnik



Metallbalgkupplungen keine Klebeverbindungen, die sich beim Reinigungsvorgang lösen könnten. In der Edelstahl-Ausführung sind die Kupplungen zudem unempfindlich gegenüber den in der Lebensmittelindustrie häufig anzutreffenden aggressiven Reinigungsmitteln.

### Einfache Integration in die Anwendung

Für Geschäftsführer Sven Karpstein war die Erweiterung des Produktprogramms um Schlitzkupplungen ein logischer Schritt: „Sie passen sehr gut zu unserer Philosophie, für jeden Kunden die optimale Lösung zu liefern.“ Am Markt ist der Hersteller für hohe Produktqualität, großes Engagement und außergewöhnlichen Service bekannt: Das Unternehmen versendet als einziger Hersteller Standardkupplungen mit individuellen Bohrungen innerhalb von ein bis zwei Stunden. Damit reduzieren Unternehmen ihre Ausfallzeiten im Schadensfall auf ein

absolutes Minimum. Zudem erleichtert das Unternehmen den Ingenieuren bereits den Konstruktionsprozess, denn sie können die CAD-Daten sämtlicher Produkte von der Website herunterladen und in ihre Anwendung integrieren. So können sie die Kupplung nach ihren Anforderungen konfigurieren und verlieren keine wertvolle Zeit durch langwierige Recherchen. << KIS

Holger Seidel arbeitet im Vertrieb bei der KBK Antriebstechnik.

ANZEIGE

# ConnectedPLM: INTEGRIERTE PLATTFORM MIT ROLLENBASIERTEN APPS

**DIE ENTWICKLUNG** eines neuen Produkts oder dessen Änderung bringt mehrere Herausforderungen mit sich. Eine davon sind verstreute IT-Systeme, in denen die Arbeit an funktionalen oder logischen Modellen oder der physischen Struktur eines Produkts unabhängig voneinander durchgeführt wird.

Das Ziel der Unternehmen ist es, Datentransparenz und digitale Rückverfolgbarkeit über den gesamten Produktlebenszyklus zu erhalten. ConnectedPLM ist die Lösung, für einen systemübergreifenden Ansatz zur Entwicklung komplexer Produkte, die gleichzeitig agil an die sich ändernden Geschäftsanforderungen anpassbar ist.

### System Engineering Apps

Das bestehende PLM-System wird mit Apps erweitert, die auf Basis von OSLC systemübergreifend auf die notwendigen Daten aus den Enterprise-Systemen zurückgreifen und diese

rollenbasiert zur Verfügung stellen. So lässt sich die Rückverfolgbarkeit der Daten über den gesamten Produktlebenszyklus sowie über alle Disziplinen und Systeme hinweg gewährleisten.

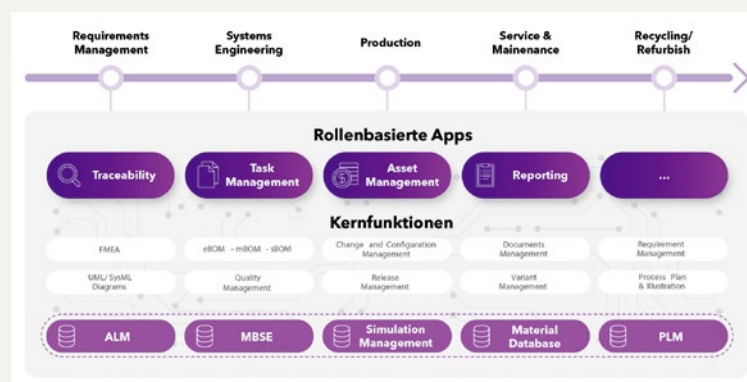
Ein weiteres Anwendungsszenario sind global verfügbare und digital vernetzte Testkapazitäten. Daten zu den Produkten, Dokumente, Messungen, Ressourcen, Test-

umgebungen und weitere Daten werden verbunden und transparent sowie standortübergreifend verfügbar. Damit sind globale Kapazitätsauslastungen, technische Möglichkeiten und aktuelle KPI's zu den Auslastungen verschiedener Testzentren verfügbar.

### Basis für die Digitalisierung

Mit ConnectedPLM können alle Systeme miteinander verknüpft sowie skalierbar gemacht werden. Welche Apps welche Daten und Informationen rollenbasiert darstellen, ist individuell für jedes Unternehmen erweiterbar.

Mehr Informationen erhalten Sie unter: [www.ttpsc.com](http://www.ttpsc.com)



**ConnectedPLM: Industrie-4.0-Verknüpfung von Technologien, Prozessen und Menschen.**

Bild: Transition Technologies  
PSC Germany

# ADDITIVE FERTIGUNG ALS KATALYSATOR

Wegen langer Vorlaufzeiten in der Werkzeugherstellung stoßen Gießereien mit den traditionellen Verfahren zunehmend an ihre Grenzen. Im Bereich Feinguss setzen sie daher vermehrt auf additive Fertigungslösungen und profitieren von einigen Vorteilen.

» VON PATRICK DUNNE

**D**ie additive Fertigung hat sich als entscheidender Durchbruch erwiesen, um die spezifischen Herausforderungen im Feinguss zu bewältigen. Etabliert in der additiven Fertigung von Gussmodellen hat sich die SLA Quickcast-Technologie. Sie ermöglicht es Gießereien, Werkzeuge zu reduzieren und Kosten zu sparen. Durch den Wegfall von aufwändigen Werkzeugen wird die Produktion zudem beschleunigt und die Flexibilität in der Gestaltung von Gussmodellen erhöht.

## Vorlaufzeiten deutlich reduzieren

Die traditionell langen Vorlaufzeiten beim Feinguss werden durch den Einsatz von 3D-Drucktechnologien und speziell der SLA Quickcast-Technologie drastisch verkürzt. Diese zeitliche Effizienz ermöglicht nicht nur eine schnellere Produktion von Prototypen und Endnutzungsteilen, sondern fördert auch die Innovationsfähigkeit der Gießereien. Die kürzeren Produktionszeiten ermöglichen es, schneller auf Marktanforderungen zu reagieren und Produkte effektiver zu gestalten.

**DIE VERWENDUNG VON 3D-GEDRUCKTEN GUSSMODELLEN ERÖFFNET NEUE HORIZONTE FÜR DIE GESTALTUNG VON BAUTEILEN UND PRODUKTEN.**

## Komplexe Designs umsetzen

Ein weiterer entscheidender Vorteil der additiven Fertigung im Gussbereich liegt in der Möglichkeit, bisher schwer realisierbare komplexe Designs umzusetzen.

Die Verwendung von 3D-gedruckten Gussmodellen eröffnet somit neue Horizonte für die Gestaltung von Bauteilen und Produkten. Diese gestalterische Flexibilität ermöglicht Ingenieuren und Designern, kreativer zu arbeiten und Produkte mit verbesserten Eigenschaften zu entwickeln. Komplexe Formen, die früher schwer zu realisieren waren, werden nun durch den präzisen und flexiblen 3D-Druck ermöglicht, was die Grenzen der Designmöglichkeiten erweitert.







TP 400-Zwischengehäuse (810 x 740 x 290 mm) mit sehr guter Oberflächenqualität. Das QuickCast-Modell ist innerhalb von drei Tagen bereit für den Gussprozess.

Bild: 3D Systems

### Leichtere Gussmodelle vereinfachen den Logistikprozess

Die logistischen Vorteile des 3D-Drucks in der Gießereiindustrie sind von großer Bedeutung. 3D-gedruckte Gussmodelle resultieren im Vergleich zu konventionellen Werkzeugen in leichteren und handlicheren Formen. Dies vereinfacht nicht nur den gesamten Logistikprozess, sondern reduziert auch den Platzbedarf und optimiert den Transport von Gussmodellen erheblich. Die leichteren Formen ermöglichen einen effizienteren Transport und bieten eine verbesserte Handhabung, was zu einer weiteren Optimierung der logistischen Prozesse beiträgt.

### Fortschritte und Zukunftsausblick

Mit den anhaltenden Fortschritten in der additiven Fertigung, insbesondere durch Technologien wie SLA Quickcast, stehen der Gießereiindustrie vielversprechende Zeiten bevor. Die Möglichkeit, komplexe Designs schnell und kosteneffizient umzusetzen, wird die Effizienz steigern und die Innovationskraft der Branche vorantreiben. Der 3D-Druck wird weiterhin eine Schlüsselrolle spielen, um den Herausforderungen der Werkzeugherstellung zu begegnen und die Fertigungsprozesse nachhaltig zu transformieren. Diese Fortschritte werden nicht nur die Produktionsprozesse optimieren, sondern auch neue Wege für kreative Lösungen in der Gießereiindustrie eröffnen.

### Wendepunkt in der Gießereiindustrie

Insgesamt hat die additive Fertigung die Gießereiindustrie auf ein neues Niveau gehoben. Gießereien, die diese innovativen Technologien in ihre Prozesse integrieren, öffnen die Tür zu neuen kreativen Möglichkeiten. Die additive Fertigung ebnet den Weg in eine zukunftsweisende Gießereiindustrie. Der Einsatz von SLA Quickcast markiert dabei einen Wendepunkt, der die Art und Weise, wie Gussmodelle hergestellt werden, revolutioniert.

« KF

Patrick Dunne ist Vice President Advanced Application Development bei 3D Systems.



## Ihre Antwort auf die Herausforderungen der modernen Produktion!

Die Anforderungen an die industrielle Produktion steigen stetig. Komplexere und individuellere Teile sind gefragt, während sich Produktzyklen verkürzen und bewährte Lieferketten auf dem Prüfstand stehen. Nachhaltigkeit spielt eine Schlüsselrolle in diesem Wandel.

Die Formnext 2024 bietet die ideale Plattform, um Ihre Lösungen im Bereich Additive Manufacturing oder entlang der gesamten Prozesskette zu präsentieren. Gestalten Sie die Zukunft der Produktion aktiv mit.

**Registrieren Sie sich jetzt als Aussteller auf der Formnext und fordern Sie ein unverbindliches Angebot an!**

**Where ideas take shape.**

Ideeller Träger



Arbeitsgemeinschaft  
Additive Manufacturing



# LÜCKE IN DER ADDITIVEN FERTIGUNG GESCHLOSSEN

Für Anwendungen wie Fräsen, Schleifen, Polieren oder Entgraten findet man bei Toolcraft bereits verschiedene Roboterapplikationen. Diese sind jedoch nicht für eine laserbasierte additive Fertigung geeignet. Der Mittelständler entwickelte daher eine hybride Roboterzelle, mit der auch große Bauteile additiv und subtraktiv bearbeitet werden können.

» VON JULIA RODENBÜCHER

Seit der Unternehmensgründung als Ein-Mann-Betrieb vor 35 Jahren ist Toolcraft stetig gewachsen und konnte sich im Laufe der Zeit technologisch breit aufstellen. Nach einem erfolgreichen Start als Zerspanungsdienstleister wurde zunächst der Maschinenpark sukzessive erweitert. Es folgten die Einrichtung der Bereiche Spritzguss und Formenbau sowie im Jahr 2011 der Einstieg in die additive Fertigung. Seit fast 10 Jahren gehört auch eine eigene Robotik zum Leistungsportfolio des mittelständischen Familienunternehmens, das seitdem schon mehrere technologieübergreifende Projekte erfolgreich umsetzen konnte. In-

novative Ansätze wurden dabei oft mithilfe einer Roboterapplikation gefunden. Nicht nur, um immer umfangreicher werdende Kundenanforderungen noch vielseitiger bedienen zu können, sondern auch, um eigene interne Abläufe zu optimieren.

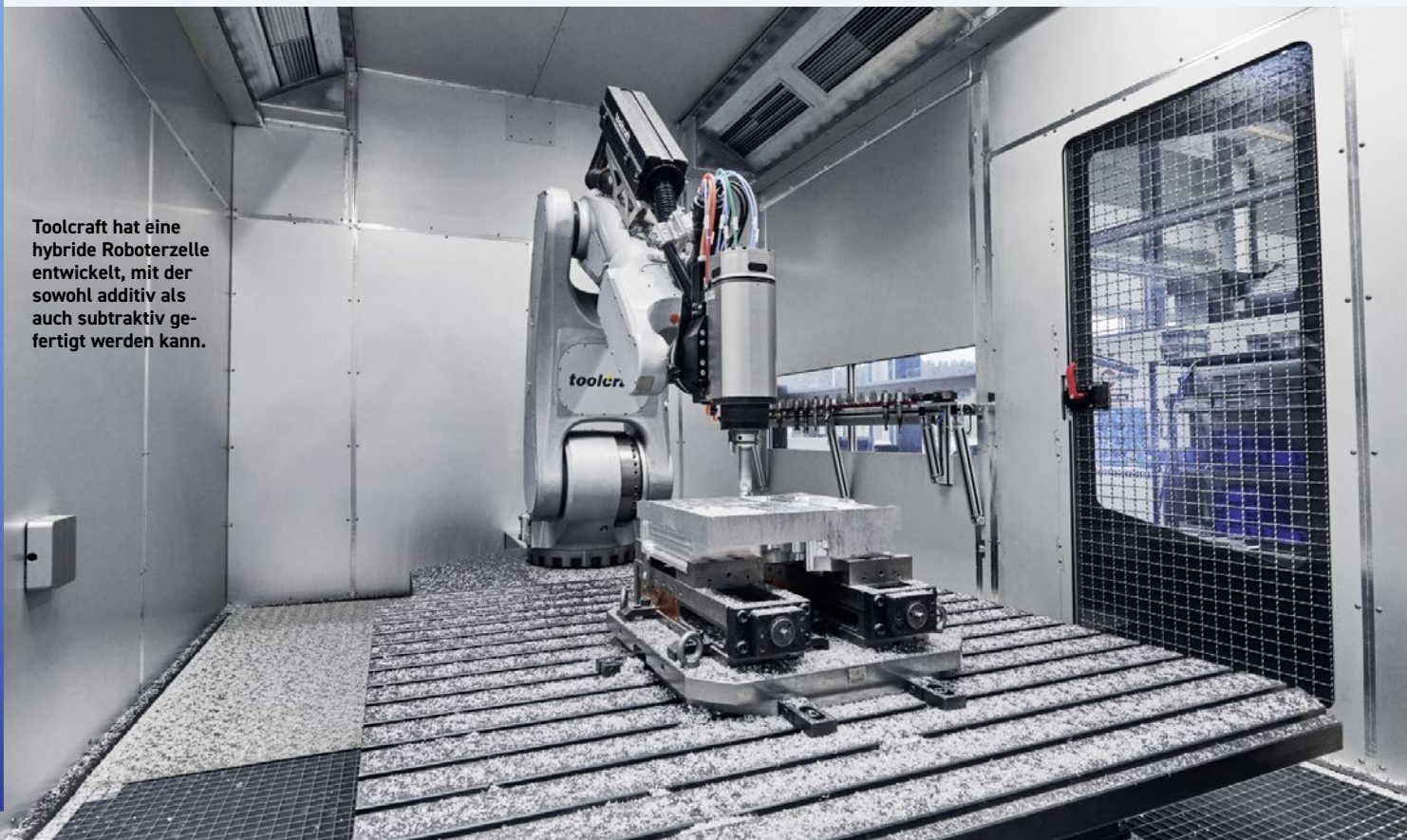
## Automatisierte Fräsbearbeitung

Toolcraft setzt neue Maßstäbe bei Bearbeitungsprozessen mit Robotern. Fertigungsschritte wie die Fräsbearbeitung von Bauteilen aus verschiedenen Materialien, bis hin zu metallischen Werkstücken, oder das Entgraten und Schleifen sowie Polieren entsprechender Bauteile können automatisiert umgesetzt werden. Durch die Offline-Pro-

grammierung mittels CAM-Bahnplanung besteht die Möglichkeit, die Roboterzelle effizient und zeitsparend, ähnlich einer CNC-Bearbeitungsmaschine, zu programmieren und Bewegungsabläufe sowie Erreichbarkeiten zu simulieren. Mit einer nahezu beliebig erweiterbaren Anzahl an Werkzeugen bringt die Applikation Flexibilität und Effizienz in den Fertigungsprozess, da eine Vielzahl an Tools für mannlose Laufzeiten bereitgestellt werden kann. Eine nominale Reichweite von zwei Metern in Kombination mit einem simultan drehenden Bearbeitungstisch ermöglicht auch die Bearbeitung von größeren Bauteilen in einer oder nur wenigen Aufspannungen. Darüber hinaus ist die Anlage belie-

Toolcraft hat eine hybride Roboterzelle entwickelt, mit der sowohl additiv als auch subtraktiv gefertigt werden kann.

SPECIAL ADDITIVE FERTIGUNG/3D-DRUCK





big erweiterbar. So können unter anderem ein Späneförderer, eine Absauganlage und eine Klimatisierung ergänzt werden.

### Multitalent zum Laserauftragschweißen und Fräsen

Für Anwendungen wie Fräsen, Schleifen, Polieren oder Entgraten findet man bei Toolcraft bereits verschiedene Roboterapplikationen. Diese sind jedoch nicht für eine laserbasierte additive Fertigung geeignet, da beim Laserauftragschweißen einige Schutzmaßnahmen eingehalten werden müssen. Deswegen entwickelte der Mittelständler eine hybride Roboterzelle, mit der sowohl additiv als auch subtraktiv gefertigt werden kann.

Erste eigene Erfahrungen mit der LMD-Technologie (Laser Metal Deposition) sammelte Toolcraft bereits vor einigen Jahren mit der Investition in eine individuell angepasste Anlage von Trumpf mit horizontaler und vertikaler Rotationsachse für das Laserauftragschweißen (LMD/DED). Damit begann der Einstieg in die DED-Technologie und das EHLA-Verfahren (Extremes Hochgeschwindigkeits-Laserauftragschweißen). Schnell wurden die Vorteile dieses Verfahrens erkannt. Toolcraft stieß jedoch an räumliche Grenzen. Die Größe des Bauraums spielt beispielsweise bei Reparaturanwendungen im Werkzeugbau eine entscheidende Rolle. Auch bei großen zerspannten Bauteilen kann es vorkommen, dass eine Reparatur notwendig wird. Diese Bauteile sind allerdings sowohl für Pulverbett- als auch für LMD-Anlagen zu groß. Deshalb musste in größeren Dimensionen gedacht und an einer flexiblen Lösung gearbeitet werden.

### Additive Fertigung und Robotik kombiniert

Wieder war es naheliegend, zwei Technologien zu kombinieren – in diesem Fall die additive Fertigung und die Robotik. Auf diese Weise wurde bei Toolcraft die Idee einer hybriden Roboterzelle für die additive und die subtraktive Bearbeitung geboren. Mit dem Laser-Schweißkopf ist es möglich, mittels Laserauftragschweißen Bauteile zu bearbeiten. Bestehende Komponenten können somit beschichtet und durch punktuellen Materialauftrag mit neuen Konturen versehen werden. Des Weiteren ist es möglich, beschädigte sowie verschlissene Bauteile zu reparieren, indem partiell Material aufgetragen wird und durch das laserbasierte und filigrane Schweißverfahren nur ein begrenzter Wärmeeintrag in das Werkstück gelangt. Das spart nicht nur Kosten, sondern reduziert

Der Roboter von Mabi Robotic verfügt über einen Bearbeitungsradius von 2,25 Metern und ist damit für Klein- und Großbauteile einsetzbar.



Für Anwendungen wie Fräsen, Schleifen, Polieren oder Entgraten findet man bei Toolcraft bereits verschiedene Roboterapplikationen.

Bilder: Toolcraft

auch den Materialeinsatz gegenüber der Neufertigung und ermöglicht Materialkombinationen, die bisher nicht umsetzbar waren. Der Roboter von Mabi Robotic verfügt über einen Bearbeitungsradius von 2,25 Metern und ist damit für Klein- und Großbauteile einsetzbar. Neben dem „klassischen“ Laser-Pulver-Auftragschweißen können mittels EHLA-Verfahren auch rotationssymmetrische Bauteile mit zum Beispiel einer Hart- oder Verschleißschicht sehr effizient beschichtet werden.

### Bauteile in einer Aufspannung bearbeiten

Dank der adaptiven Motorspindel können Bauteile mit demselben Robotersystem in einer Aufspannung vorbearbeitet, geschweißt und nachzerspannt werden, wobei der Wechsel vom Schweißen zum Fräsen vollautomatisiert ohne manuelles Eingreifen erfolgt. Hierdurch lassen sich Flächen für den Schweißprozess vorbereiten, während des Fertigungsprozesses Bezugsflächen herstellen und im Nachgang Oberflächen spanend weiterbearbeiten. Mit einer Erreichbarkeit von ungefähr zwei Metern in Kombination mit einer Dreh- und Schwenkeinheit als

Bearbeitungstisch ermöglicht der Roboter die flexible 8-achsige Fertigung komplexer Geometrien. Durch die vollumfängliche Siemens NX Offline-Programmierung können Bewegungen losgelöst vom Fertigungsprozess simuliert und mittels hochpräziser Bahnplanung programmiert werden. Mit der von Toolcraft entwickelten hybriden Roboterzelle lassen sich metallische Großbauteile bearbeiten, wodurch sich eine Lücke in der additiven Fertigung schließt.

### Blick in die Zukunft

Perspektivisch soll eine optische Vermessung mittels Linienscanner direkt in der Roboterzelle umgesetzt werden. Darüber hinaus wird drahtbasiertes Auftragschweißen und EHLA möglich sein. Außerdem arbeitet Toolcraft aktuell an der 3D-Visualisierung der hybriden Roboterapplikation. Dadurch werden die VR-Schulungen weiter ausgebaut, die bei dem mittelständischen Unternehmen unter dem Geschäftsbereich Ambitious angeboten werden. « KF

Julia Rodenbücher arbeitet im Marketing bei der Toolcraft AG.

# SCHNELLSTER WEG ZUR MIKROPRODUKTION

Der Bedarf an sehr kleinen und gleichzeitig sehr komplexen Komponenten und Bauteilen steigt. Doch bislang war deren Herstellung mit langen Vorlaufzeiten und hohen Investitionen in Formen und Werkzeuge verbunden. Bieten additive Fertigungstechniken einen schnelleren Weg zur Mikroproduktion? » VON DR. THOMAS TOSSE

**E**lektronische Geräte werden immer dichter mit vielfältigen kleinen Komponenten bestückt, um immer mehr Funktionen unterzubringen. Im medizinischen Bereich werden winzige Komponenten hergestellt, um sie den Patienten direkt zu implantieren. Die Herstellung dieser kleinen, komplexen Hochpräzisionsteile ist jedoch mit langen Vorlaufzeiten und hohen Kosten verbunden.

## Grenzen heutiger Herstellungsverfahren

Teile aus Kunststoff oder Polymer werden meist kostenintensiv im Mikro-Spritzgießen hergestellt. Auch die Mikro-CNC-Bearbeitung verursacht hohe Kosten. Die Herstellung von Formen und Werkzeugen für die winzigen Komponenten ebenfalls. Die Vorlaufkosten für den Werkzeug- und Formenbau liegen zwischen zehn- und hunderttausend Euro, was die Stückkosten besonders bei kleinen Serien in die Höhe treibt.

Prototypen und sogar Serien von Mikroteilen lassen sich im 3D-Druck kostengünstiger und mit mehr Designfreiheit herstellen,



Diese auf Systemen von BMF 3D-gedruckten Teile mit speziellen Eigenschaften werden in vielen Branchen dringend gebraucht.

wenn die Anforderungen der Mikroproduktion erfüllt werden.

## Anforderungen der Mikroproduktion

Diese Anforderungen beginnen mit einer hohen Genauigkeit und Präzision. Die Genauigkeit bezieht sich auf die Fähigkeit, die gewünschten Abmessungen zu erreichen; zum Beispiel misst eine gedruckte 10-mm-Säule bei entsprechender Genauigkeit tatsächlich 10 mm. Präzision bezieht sich darauf, wie nahe einzelne Messungen einer Serie von gleichen Gegenständen beieinander liegen.

Ob additive Fertigungstechniken eine hohe Genauigkeit mit hoher Präzision erreichen, hängt von mehreren Faktoren ab. Zunächst sind dies die Auflösung der von softwaregelieferten Daten, das Materialverhalten (Schrumpfung oder Ausdehnung) sowie die Harzverteilung und Schichtdicke beim Druckvorgang. Doch letztendlich hängen alle diese Faktoren von der Toleranz des verwendeten Drucksystems ab. Bei weiten Maschinentoleranzen werden enge Abmessungen wohl kaum getroffen. Nur mit engen

Maschinentoleranzen wird eine hohe Genauigkeit und Präzision erreicht.

## Schnelle Fotopolymerisation mit UV-Lichtblitz

Die Projektionsmikro-Stereolithografie (kurz P $\mu$ SL) wurde entwickelt, um die richtige Auflösung, Genauigkeit und Präzision für die Mikrofertigung zu erreichen. Als Form der Stereolithographie (SLA) erfordert sie eine Digital Light Processing Engine (DLP), eine Präzisionsoptik, eine hochgenauen Bewegungssteuerung und zugehörige Software. Wie bei SLA werden Bauteile in Schichten zerlegt und mit einer Lichtquelle auf flüssiges, fotosensitives Harz projiziert. An den belichteten Stellen finden eine polymere Vernetzung und Verfestigung statt. Bei der P $\mu$ SL-Technologie bewirkt ein ultravioletter (UV) Lichtblitz die schnelle Fotopolymerisation einer ganzen Harzschicht. Um eine schnellere Verarbeitung zu gewährleisten, wird mit einer kontinuierlichen Belichtung gearbeitet.

Wie andere 3D-Druckverfahren beginnt P $\mu$ SL mit einer 3D-CAD-Datei. Diese Datei



Der microArch S230 bietet 2  $\mu$ m Auflösung, perfekt für Anwendungen, die eine ultrahohe Auflösung und enge Toleranzen erfordern.



wird in eine Reihe von 2D-Bildern geschnitten. Diese „Masken“ blenden bestimmte Bereiche einer Ebene ein oder aus. Jede neue Materialschicht entsteht nach einer solchen Rasterplatte, bis die gesamte 3D-Struktur vollständig ist. Zur Herstellung der Schichten werden die digitalen Rasterplatten an ein 3D-Drucksystem der Reihe microArch von BMF gesendet.

### Mit PµSL zur Mikroproduktion

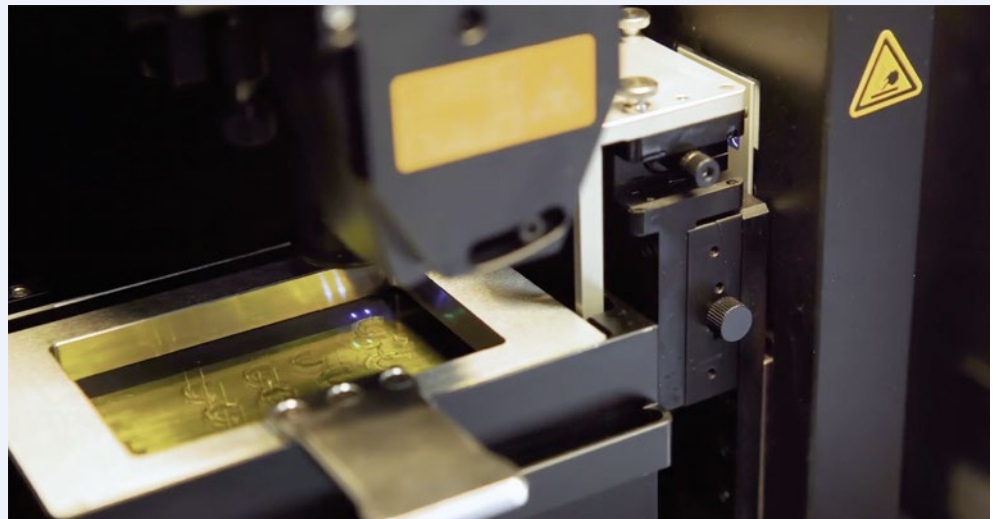
Damit dieses Verfahren Prototypen, kleine Chargen von Funktionsmustern und schließlich Kleinserien produziert, enthalten die Drucker eine Reihe fortschrittlicher Technologien. Dazu gehören hochpräzise Lineartische und lineare Messgeräte. Sie sorgen wie in Koordinatenmessgeräten für bidirektionale Positionswiederholbarkeit, Ebenheit und Geradheit des Systems. Die Maschinentoleranzen liegen innerhalb von 3 µm. Justier- und Positioniermechanismen sorgen während des Druckvorgangs für eine genaue Ausrichtung und erlauben präzise Anpassungen.

Das optische System wurde so ausgelegt, dass die Projektion weniger als 0,5 Pixel Verzerrung aufweist, was bei den 2-µm-Systemen 1 µm entspricht. Es gewährleistet eine Gleichmäßigkeit der Lichtintensität von über 90 Prozent.

Schließlich verwenden Systeme von BMF einen Software-Algorithmus zum Ausgleich von Toleranzüberlagerungen während des Druckvorgangs. Dadurch können die Drucker auch größere Teile ohne Qualitätseinbußen herstellen.

### Welche Materialien sind verfügbar?

Ob sich diese Form des 3D-Drucks für die Mikrofertigung eignet, hängt zum Schluss noch von den verfügbaren Materialien und ihren Eigenschaften ab. Mikroteile werden



Bauteile werden per UV-Licht in Schichten aus flüssigem Harz ausgehärtet.

Bilder: BMF Precision Inc

in speziellen Bereichen eingesetzt, in denen sie oft hohe Anforderungen erfüllen müssen. Die kleinste Abweichung aufgrund Korrosion, Hitzeschäden oder durch ätzende Substanzen birgt hohe Risiken. Die Arbeit mit empfindlichen biologischen Elementen und Chemikalien für Geräte wie Arzneimittel-pumpen erfordert die Auswahl eines Materials, das nicht mit den zu verabreichenden Chemikalien interagiert. Industrielle Steckverbinder müssen vor Umwelteinflüssen wie extremen Temperaturen oder Reinigungschemikalien geschützt werden.

Zu den UV-härtbaren Materialien gehören zahlreiche Kunststoffharze, die steif, zäh, hoch temperaturbeständig, biokompatibel, flexibel oder auch transparent sind. Zusätzlich zu zahlreichen technischen und biomedizinischen Kunststoffen unterstützt die PµSL-Technologie eine Verwendung von Hydrogelen und Verbundharzen, die Keramik- oder Metallpartikel enthalten.

BMF bietet eine offene Materialplattform – jeder Anwender kann nicht nur aus dem eigenen Angebot wählen, sondern alle am

Markt verfügbaren Produkte testen und einsetzen. BMF arbeitet mit Drittanbietern und OEMs daran, die Materialpalette für spezifische Anwendungen zu erweitern.

### Kostengünstiger Weg zur Mikroproduktion

Der 3D-Druck mit den Mikropräzisionssystemen von BMF bietet einen kostengünstigen Weg zur Mikroproduktion. Egal, ob Prototypen, Kleinserien oder Endprodukte – mit den heute verfügbaren Materialien lassen sich Teile herstellen, die bisher nicht machbar waren.

Bei Anwendungen im Mikrobereich, die in der Elektronik, Medizintechnik und anderen Branchen immer häufiger werden, führt der 3D-Druck von Hunderten oder Tausenden von Teilen zu echten wirtschaftlichen Einsparungen sowie besserer Reaktionsfähigkeit auf Änderungen von Produktdesign oder Marktbedingungen.

« KF

Dr. Thomas Tosse ist Inhaber der Agentur Hightech Marketing in München.



the agile  
Hummingbird  
MES-System®

# hyperMILL®

CREATE  
THE FUTURE OF  
MANUFACTURING  
TOGETHER



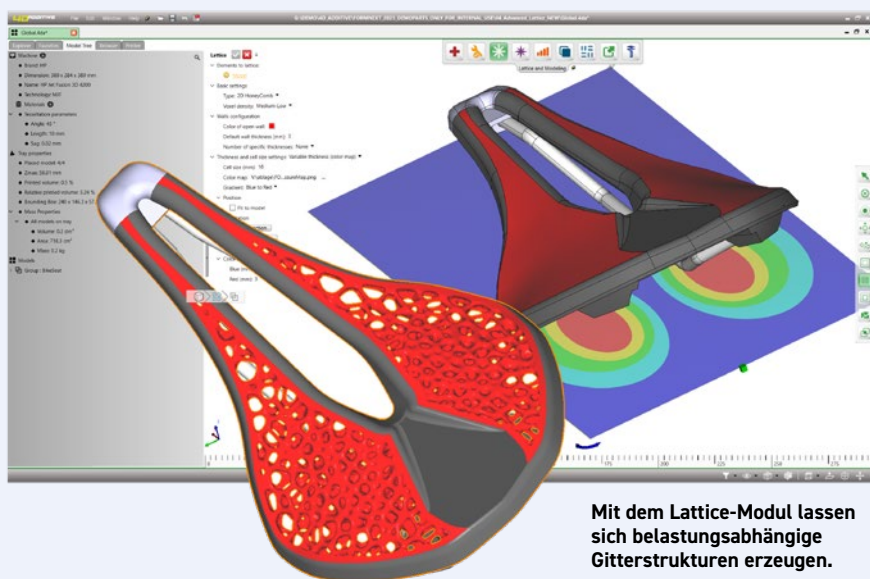
OPEN MIND  
THE CAM FORCE

www.openmind-tech.com

# PERSONALISIERTE PRODUKTE AUF KNOPFDRUCK

Version 1.5 der 3D-Druck-Software 4D\_Additive von CoreTechnologie besitzt ein neues Modul für Gitterstrukturen. Diese Aktualisierung ermöglicht es, komplexe Geometrien schnell und einfach zu generieren. So lassen sich personalisierte Produkte wie maßgeschneiderte Schuhe und Fahrradsättel sowie leichtgewichtige mechanische Bauteile additiv herstellen.

» VON ARMIN BRÜNING



Mit dem Lattice-Modul lassen sich belastungsabhängige Gitterstrukturen erzeugen.

**D**urch die Gitterstrukturfunktionen können additiv gefertigte Bauteile mit zusätzlichen Eigenschaften wie progressiver Dämpfung, hocheffizientem Wärmetausch oder auch integrierten Funktionen einer Baugruppe entwickelt werden. Funktionen zur Erzeugung von Gitterstrukturen verschiedener Dichte, die mit additiven Verfahren hergestellt werden, verändern zukünftig die Art und Weise der Produktentwicklung und definieren die Leistungsfähigkeit von Produkten neu. Prinzipiell werden Gitterstrukturen für Leichtbau, Wärmemanagement, Flüssigkeitsmanagement, kundenspezifische Produkte und technische Strukturen mit gezielten Eigenschaften eingesetzt.

## Gitterstrukturen für Leichtbau und adaptive Dämpfung

Mit den in der neuesten Version zur Verfügung stehenden 22 verschiedenen Gittertypen können innen- und außenliegende Gitter basierend auf den originalen 3D-CAD-Modellen erzeugt werden. Einzelne Flächen-

bereiche oder Teile des Bauteilvolumens können schnell und einfach durch leichte und hochfeste Strukturen wie Gyroide oder stochastische Voronoi-Muster ersetzt werden, um das CAD-Modell für den jeweiligen Anwendungszweck zu optimieren. Besonders hervorzuheben sind die Gyroiden-Muster und Trabekular-Strukturen, die natürliche Gitternetze wie in Knochen nachahmen und neue Designs für die Optimierung von Gewicht, Stabilität, Spannungsverteilung und Stoßabsorption von Bauteilen ermöglichen.

Gyroid-Strukturen zeichnen sich durch hohe Festigkeit bei minimalem Materialeinsatz und Gewicht sowie einfache Druckbarkeit aus, wodurch sie sich ideal für 3D-Druckverfahren eignen. Ihr Vorteil liegt darin, dass sie keine Stützstrukturen benötigen, da die Geometrie in allen Achsen einen Winkel von 30 Grad aufweist. Gyroid-Strukturen sind die beste Wahl für Bauteile, die hohe Festigkeit bei geringem Gewicht erfordern. Für Bauteile, die Druckfestigkeit in Quer- oder beiden Richtungen benötigen, sind kubische Muster geeignet. Bei senkrechter Druckfestigkeit kommen dreieckige Muster zum Einsatz.

Eine 2D-Gitterstruktur wie Honeycomb genügt für Bauteile mit einseitiger Belastung, während sich für zug- oder biegefesten Teile 3D-Gitterstrukturen wie Stern- oder Kreuzstrukturen anbieten.

Natürliche Strukturen wie in Schwämmen oder Knochen, als Trabekular- oder Skelettstrukturen bekannt, eignen sich besonders für Hitzeableitung sowie Vibrations- und Geräuschkämpfung. Trabekulare Strukturen finden auch im medizinischen Bereich Verwendung, beispielsweise für Implantate, die mit der Knochenstruktur verschmelzen sollen.

## Adaptive Gitterstrukturen

In der neuesten Softwareversion von 4D\_Additive können 3D-Druckbauteile mit Hilfe von 2D-Belastungsbildern in Form von Farbkarten an individuelle Bedürfnisse der Anwender angepasst werden. Beispiele hierfür sind individuell angepasste Einlegesohlen und Fahrradsättel oder auch der gesamte Bereich der Prothetik. Die Variation der Zellgrößen und Gitterstärken entlang des Bauteils ermöglicht eine präzise Anpassung der Geo-



Die neue 4D\_Additive-Version ermöglicht es, farbige 3D-Texturen im obj-Format zu erzeugen und zu speichern.

Bilder: CoreTechnologie



metrie an geforderte Eigenschaften, während gleichzeitig die Bauteileigenschaften optimiert werden. Hierbei erfordert die einfache Anwendung der Software kein Spezialistentum und ist schnell und einfach erlernbar.

### Fertigungsvorteile durch Hohlräume und Gitterstrukturen

Ein interessanter Anwendungsfall von ausgehöhlten und mit Gitterstruktur versehenen Hohlräumen ist die produktionstechnische Optimierung von Bauteilen: Durch den Einsatz von Gitterstrukturen lässt sich beim 3D-Druck der Wärmeverzug effektiv minimieren. Mithilfe der 4D\_Additive-Software können Bauteile auf Bereiche mit hoher Masse analysiert, mithilfe einer Hohlraumfunktion gezielt ausgehöhlt und anschließend mit Gyroid-, Honeycomb-, Sternform- oder Gitterstrukturen gefüllt werden.

Die einfache Erzeugung von Perforationsmustern wird durch neue boolesche Funktionen ermöglicht. Tausende von Löchern beliebiger Größe werden automatisch so erzeugt, dass sie senkrecht zur Fläche des CAD-Modells stehen. Ein interessanter Anwendungsfall für diese Technologie sind zum Beispiel additiv gefertigte Tiefziehformen oder Katalysatoren.

### Texturen für farbige 3D-Oberflächendesigns

Texturen erlauben im 3D-Druck völlig neue Möglichkeiten für das Oberflächendesign von Bauteilen. So können in der neuesten Version nun auch Farben im 3D-Modell jedem einzelnen „Voxel“ des Bauteils zugewiesen werden. Durch das sogenannte Mapping der Farben und der genauen Definition an jedem einzelnen Punkt auf dem Bauteil in OBJ-Format können Teile mit farbigen Oberflächenstrukturen wie Holz, Leder Metall oder Stein direkt ausgedruckt werden. Je nach Druckverfahren entstehen hierbei Bauteile in nie da gewesener Qualität und Ästhetik. Durch die direkte Anbindung der Substance-

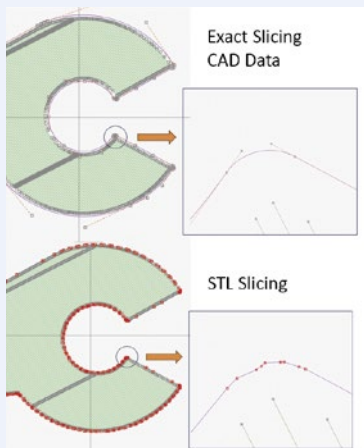
### IN DER NEUEN SOFTWAREVERSION STEHEN 22 GITTERTYPEN ZUR VERFÜGUNG.

Texturen können jetzt auch die über 1700 frei verfügbaren Texturen der Adobe Substance Community Assets verwendet werden. Hierbei handelt es sich um voll parametrische Texturen, die in der 3D-Druck-Software auf Bauteile projiziert und frei bearbeitet werden können. Die neue Rendering Funktion der Version 1.5 erlaubt jetzt auch eine realitätsnahe Darstellung der texturierten Modelle mit „Bump Colour Mapping“.

### Neue Slicing-Funktion

Beim exakten Slicing wird nicht wie bisher üblich die tesselierte Annäherung eines STL-Modells in Z-Ebenen geschnitten, sondern die exakten Flächendaten des CAD-Modells. Somit können Vektordateien an die Drucker gesendet werden, wobei die Konturlinien durch exakte Splinekurven definiert werden.

Der 4D\_Additive Slicer erzeugt aus CAD-Modellen Vektordateien, die unabhängig von der Größe des Bauteils eine optimale Auflösung auch kleinster Details erlauben. Vektordateien bieten so eine bessere Genauigkeit und höhere Druckqualität im Vergleich zu Pixeldateien. Das SVG-Format (Scalable Vector Graphics) ist das derzeit gängigste Vektorformat, in dem die Schichten aus der 3D-Druck-Software



Exaktes CAD-Slicing versus STL-Daten.

abgespeichert werden. Durch die Verwendung exakter CAD-Modelle für das Slicing und die Erzeugung von SVG-Dateien können Slices mit hoher Präzision und ohne Qualitätsverluste an die Drucker gesendet werden.

4D\_Additive 1.5 SP1 ermöglicht das exakte Slicing von 3D-CAD-Geometrie und die Versendung der exakten Konturkurven an den Controller eines SLS-Drucker. Die Definition von Spline-Kurven und Kreisen anstatt angenäherter Liniensegmente ermöglicht optimale Fertigungstoleranzen, erhöht die Ausführungsgeschwindigkeit um 30 Prozent und eliminiert Ruckbewegungen sowie Verzögerungen der Spiegelbewegung.

### CAD-Modelle versus STL

Auch für den 3D-Druck bieten CAD-Dateien gegenüber den mosaikartigen STL-Dateien deutliche Vorteile, da sie kleinere Datengrößen und eine sehr viel höhere Präzision ermöglichen. CAD-Dateien punkten beim 3D-Druck auch in Bezug auf Genauigkeit, Effizienz, Nachverfolgbarkeit und Kostenreduzierung. Mit der Einführung der neuen Exportfunktion für exakte Slicing-Daten bahnt der Hersteller den Weg zur Etablierung des 3D-Drucks für die Serienfertigung.

« KIS

Armin Brüning ist Geschäftsführer von CoreTechnologie.

Besuchen  
Sie uns auf der  
**Rapid.Tech 3D**  
Stand 2-415

**BERATUNG, SCHULUNG, SOFTWARE FÜR DIE ADDITIVE FERTIGUNG**

- ++ Schulungen und Support entlang der kompletten AM-Prozesskette ++
- Siemens NX AM Expert Partner
- und Reseller ++ Aus der Praxis für die Praxis ++
- 30-jährige Erfahrung in High-End Industrien ++

**HIGHLIGHT: VR-Training in AM**

Jetzt zum Newsletter anmelden:  
[www.AM-bitious.de](http://www.AM-bitious.de)

POWERED BY **toolcraft**

# FÜR JEDEN BEDARF DAS RICHTIGE MUSTER

Das Infill oder die Füllung eines 3D-Drucks bezieht sich auf die interne Struktur des gedruckten Teils. Es lässt sich durch den Einsatz unterschiedlicher Muster schaffen. Der Zweck eines Infill ist die Optimierung des Gewichts, der Festigkeit und der Druckzeit des Teils. Es existiert eine Vielzahl an unterschiedlichen Infill-Mustern. » VON NIKO MRONCZ

**T**eile, die mit traditionellen Herstellungsverfahren wie dem Spritzguss produziert werden, müssen entweder massiv oder hohl gefertigt werden. Teile aus dem FDM-3D-Druck (Fused Deposition Modeling) hingegen lassen sich mit unterschiedlichen strukturellen Mustern produzieren, um den Raum zwischen den Außenwänden auszufüllen.

Das Infill ist also ein wichtiger Aspekt im 3D-Druck. Ohne Infill sind einige Teile überhaupt nicht druckbar, weil sie dann ungestützte Oberflächen im Entwurf hätten. Infill fügt außerdem zusätzliche Festigkeit hinzu und bedeutet einen Kompromiss zwischen Druckzeit und Materialaufwand. Zwar können manche Teile auch ohne Infill gedruckt werden. Allerdings handelt es sich dabei meistens um Hohlkörper, die nach oben offen sind (zum Beispiel Vasen), und die somit nicht für strukturelle Anwendungen geeignet sind.

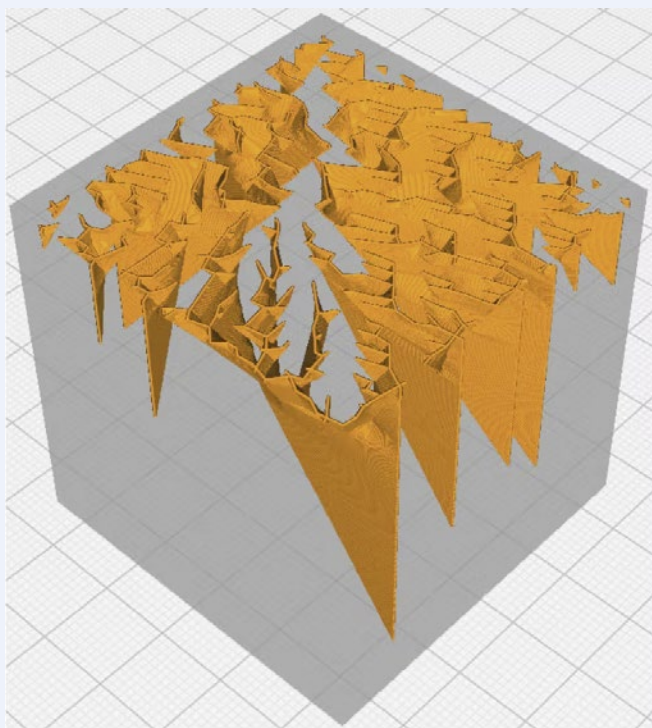
Durch die richtige Wahl des Infill im 3D-Druck lassen sich sowohl Druckzeit als auch Material einsparen. Demgegenüber ist der massive Druck eines Teils oft unnötig und damit Materialverschwendung. Ein Infill kann zudem strategisch so platziert werden, dass sich die Festigkeit dort erhöht, wo während der Nutzung die größten Lasten auftreten. Eine höhere Dichte des Infill bedeutet, dass ein größerer Anteil des Innenraums aus Füllmaterial besteht.

## Hauptbestandteile und unterschiedliche Arten des Infill

Ein ganz normales 3D-gedrucktes Teil besitzt in der Regel eine äußere Hülle mit vordefinierter Dicke. Die Infill-Struktur wird dabei vollständig von dieser Hülle umschlossen und ist nach Ende des Drucks nicht mehr zu sehen. Das Infill wird dabei gleichmäßig im Inneren des Teils verteilt. Das gedruckte Infill wird zur Zeitersparnis in der Regel mit einer höheren Geschwindigkeit als die äußere Hülle gedruckt. Die unterschiedlichen Infill-Muster haben dabei alle ihre individuellen Vor- und Nachteile.

Infills für 3D-Drucker gibt es in vielen Versionen. Alle bringen Zeitersparnis und einen geringeren Materialeinsatz mit sich. Im Folgenden stellen wir einige der im 3D-Druck genutzten Infill-Muster vor.

**Linie:** Das linienförmige Infill besteht pro Schicht aus mehreren parallelen Linien. Jede Schicht kreuzt dabei die vorherige in einem 90-Grad-Winkel. Im Gegensatz zu anderen Mustern überkreuzen sich die Linien dabei nicht in der gleichen Schicht. Dies erhöht die Festigkeit des Teils in zwei Raumrichtungen. Die Linienfüllung ist geringfügig schneller als das Gitter oder Dreiecksmuster.



So geht es am schnellsten: Blitzförmiger Infill, der allerdings auf Kosten der Festigkeit geht.

## TEILE AUS DEM FDM-3D-DRUCK LASSEN SICH MIT UNTERSCHIED- LICHEN STRUKTU- RELLEN MUSTERN PRODUZIEREN.

**Konzentrisch:** Das konzentrische Infill im 3D-Druck ist eines der schnellsten Infill-Muster, die man drucken kann, zugleich verbraucht es am wenigsten Material. Allerdings geschieht dies auf Kosten der Stabilität des Teils. Das konzentrische Muster ist weniger stabil als andere Infill-Typen, insbesondere bei Lasten aus der x- oder y-Richtung.

**Kreisel:** Das Kreisel- oder Gyroid-Infill erzeugt im 3D-Druck abwechselnde Wellenlinien oder Kurven. Dieses Muster braucht im Druck länger als andere. Durch die einzigartige kreiselnde Struktur im Inneren ergeben sich jedoch nahezu isotrope mechanische Eigenschaften. Die Drucke sind zwar auf der z-Achse immer noch etwas schwächer, aber das Muster erhöhte die Scherfestigkeit in der x- und y-Achse. Das Gyroid-Muster funktioniert sehr gut mit flexiblen Materialien.

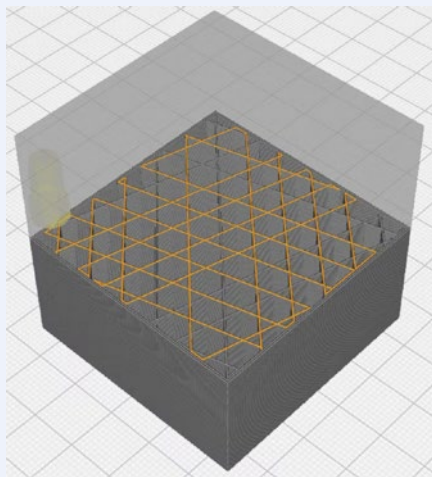
**Raster:** Das Raster ist eine der am häufigsten verwendeten Infill-Arten. Das Rastermuster platziert den Kunststoff in einem kubischen



Gitter, das sich selbst in einem 90-Grad-Winkel kreuzt. Dieses Muster ist ideal für 3D-Druck mit großen, flachen Oberflächen. Ein gerastertes Infill-Muster kann jedoch auch zur Verstopfung der Düsen führen, da die Linien sich in derselben Schicht überkreuzen.

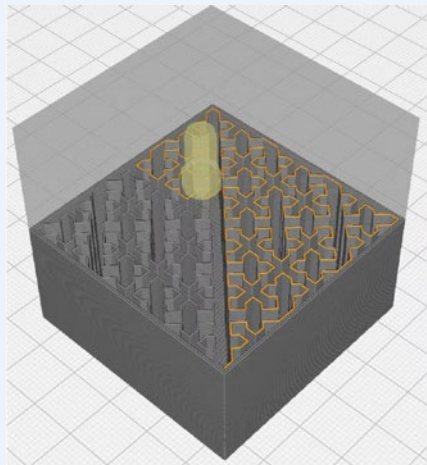
**Oktett:** Das Oktett-Füllmuster erzeugt im 3D-Druck tetrahedrale (also pyramidenförmige) Körper im Inneren des Teils. Es eignet sich am besten für Teile mit großen horizontalen Oberflächen. Aufgrund der sich verjüngenden Natur der pyramidenförmigen Körper ist die Bildung von Lücken zwischen den Wänden des Infills möglich. Dies ermöglicht kürzere Spannweiten zwischen den Infill-Wänden und verringert die Gefahr, dass das Material durchhängt. Eine Verbesserung der äußeren Oberflächen kann somit erreicht werden, ohne dass die Dichte des Infills erhöht werden muss.

**Blitzförmig:** Diese einzigartige Variante eines Infills ist, auf Kosten der Festigkeit, am schnellsten zu drucken. Die Stützstrukturen werden in Form eines Blitzes hinzugefügt und nur dort eingesetzt, wo sie auch erforderlich sind. Die Teile sind also Hohlkörper, außer in Bereichen, in denen eine Unterstützung für horizontale Elemente oder interne Überhänge erforderlich ist.



**Das stärkste Muster zeigt ein sich kreuzendes Dreieck und Sechseck. Allerdings können bei der Anwendung die Druckerdüsen leicht verstopfen.**

**Dreieck:** Das dreieckige Füllmuster erzeugt im 3D-Druck eine dreieckige Gitterstruktur, die sich selbst in einem 60-Grad-Winkel schneidet. Diese Art von Infill-Muster wird am besten für Teile mit großen, flachen Oberflächen eingesetzt und ähnelt in der Leistung dem Gittermuster. Auch beim dreieckigen Infill kann es zur Verstopfung der Düse kommen, da sich die Linien in derselben Schicht kreuzen.



**Ideal für flexible Teile: Ein Infill in Kreuzform. Es lässt sich biegen und drehen.** Bilder: Xometry

**Dreieck-Sechseck:** Das tri-hexagonale Füllmuster ist das stärkste Infill-Muster. Wie auch das Raster- und das Dreiecksmuster überkreuzt es sich und erzeugt ein von Dreiecken durchsetztes hexagonales Muster. Aufgrund der Überkreuzung der Linien neigt auch dieses Infill-Muster dazu, die Düse des Druckers zu verstopfen.

**Kubisch:** Das kubische Füllmuster erzeugt kubische Körper im Inneren des Teils. Dies erfolgt, indem ähnlich wie beim Dreiecks-Infill ein geschichtetes Muster erzeugt wird. Die individuellen Schichten liegen jedoch so versetzt zueinander, dass sie abgeschlossene würfelförmige Körper im Teil erzeugen. Die Würfelkörper sind dabei so ausgerichtet, dass der Würfel an einer Ecke ausbalanciert ist.

**Kreuzförmig:** Das Kreuzmuster erzeugt mehrere Kreuzformen als Infill. Dieses Muster ist im 3D-Druck ideal als Form für flexible Teile geeignet, da sie es dem Teil erlaubt, sich zu biegen und zu verdrehen. Bei härteren Kunststoffen ist es hingegen wenig hilfreich.

### Die idealen Werte für das Infill

Der wichtigste bestimmende Faktor für den Infill-Prozentsatz ist die Art der Anwendung, für die das Teil hergestellt wird. Prototypen und Kreationen von Bastlern benötigen in der Regel selten mehr als 20 Prozent Infill. Funktionale Teile hingegen, die mechanischen Belastungen ausgesetzt werden, brauchen meist einen Infill-Prozentsatz von 50 Prozent oder mehr. In den meisten Fällen sind Infill-Dichten zwischen 20 und 50 Prozent ideal. Weniger als 20 Prozent führen zu wenig stabilen Teilen, während bei mehr als 50 Prozent zu viel Zeit für den Druck aufgewendet wird. Zudem setzt man dann zu viel Material ein.

Für Objekte, die keinen nennenswerten mechanischen Lasten ausgesetzt sind, ist

ein Infill-Prozentsatz von 20 Prozent ausreichend. Es kann jedoch je nach Geometrie des Teils ein anderer Prozentsatz erforderlich sein. So kann bei einer flachen horizontalen Oberfläche eine höhere Infill-Dichte notwendig werden. Damit verhindert man, dass die Deckschicht aufgrund mangelnder Unterstützung einsackt.

### Wie viel Infill ist erforderlich, um maximale Zugfestigkeit zu erreichen?

Eine höhere Infill-Dichte gewährt dem Teil eine bessere Zugfestigkeit. Dabei ist jedoch anzumerken, dass die Infill-Dichte nicht der einzige Faktor ist, der die Zugfestigkeit bestimmt. So spielen zum Beispiel auch das Filamentmaterial und die Ausrichtung des Drucks eine entscheidende Rolle. Insbesondere FDM-gedruckte Teile sind anisotropisch. Sie sind aufgrund der schwächeren Verbin-

### EINE HÖHERE INFILL-DICHTE GEWÄHRT DEM TEIL EINE BESSERE ZUGFESTIGKEIT.

dung zwischen den Schichten in Richtung der z-Achse grundlegend schwächer. Wird also ein FDM-Teil in der z-Richtung belastet, so ist der entscheidende Faktor für die Zugfestigkeit die Qualität der Verbindung zwischen den einzelnen Schichten. In diesem Fall hat der Infill-Prozentsatz nur einen geringen Einfluss.

### So wählen Sie das beste Infill für Ihre Anwendung

- Prüfen Sie die Erfordernisse an das Teil. Berechnen Sie anhand dessen den Infill-Prozentsatz.
- Bewerten Sie Ihre Ressourcen, inklusive der möglichen Materialien und des Zeitaufwandes pro Teil.
- Erzeugen Sie eine Shortlist mit Infill-Mustern, die Ihren Anforderungen und Ressourcen entsprechen.
- Wählen Sie daraus die besten Füllmuster für Ihr Teil aus.

Die Auswahl des besten Infill-Musters ist leider oft ein Prozess aus Versuch und Irrtum. Es lohnt sich daher, zunächst einen Probedruck mit einem kleinen Teil zu fertigen, um die besten Einstellungen herauszufinden. Bleiben Sie bei den einfachen Mustern, wie dem Raster oder dem Linien-Füllmuster. So erzielen Sie in der Regel gute Resultate. **« KIS**

**Niko Mroncz** ist Sales Engineer bei Xometry Europe.

# MIT LATTICES ZUM ERFOLG

Was haben Knochen und Bienenstöcke gemeinsam? Eine Verflechtung von Gitterstrukturen dient ihnen als stabiles Grundgerüst. Die Vorteile offener Zellstrukturen nutzt man heute auch im Bereich der additiven Fertigung. Die Herstellung solch komplexer Geometrien erfordert jedoch Expertise und die passende Software. » VON KRISTINA STEIGER

**O**echsler setzt im Bereich des 3D-Drucks neue Maßstäbe. Produktion und Komplexität ihrer Produkte steigen rapide und die Entwicklung kundenspezifischer Standardteile weicht neuen Herausforderungen. So wurde besonders das Jahr 2020 zum Wendepunkt: „Wir haben uns von der Herstellung vordefinierter Kundenentwürfe

zur Herstellung spezieller Komponenten entwickelt, die von uns produziert, getestet und vollständig validiert werden. Wir haben unsere Entwicklungs- und Verfahrensmöglichkeiten erweitert und unsere Produktion auf Möbel, Rucksäcke und Einlegesohlen ausgedehnt. Diese Teile demonstrieren unsere Fähigkeiten und zeigen, wie unsere 3D-gedruckten Lösungen für zukünftige Produkte funktionieren können“, sagt Andreas Knöchel, Head of Program Management - Additive Manufacturing bei Oechsler.

Bei ihrem Streifzug durch die Herstellung unterschiedlicher Produkte und Anwendungen wurde das Unternehmen zum Experten auf dem Bereich des Latticedesigns. „Manche Kunden haben einen fertigen Entwurf. Wenn sie aber keine konkrete Vorstellung haben, erstellen wir ein individuelles Design“, so Knöchel. Infolgedessen wurden komplexe Gitterstrukturen und die Produktentwicklung zu den Kernkompetenzen der AM-Abteilung von Oechsler – und zu dessen Markenzeichen.

» **UNSER JÜNGSTER PREIS WURDE FÜR PRODUKTDESIGN VERLIEHEN. DAS IST BEMERKENSWERT, WEIL ES SICH UM EIN KOMMERZIELLES PRODUKT HANDELT.«**

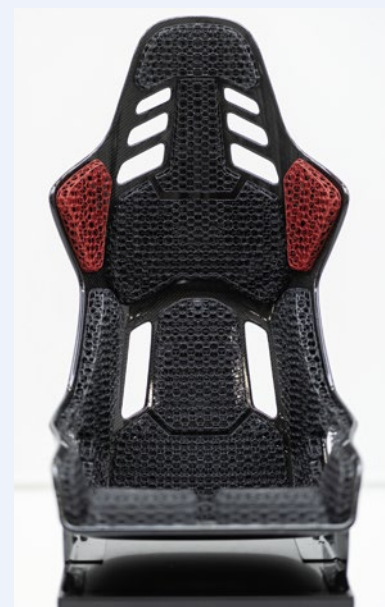
MARC BALDAUF

## Unzählige Iterationen gedruckt und getestet

„Wir haben Entwürfe erstellt, mit dem Ziel, die Eigenschaften jedes neuen Lattices zu ermitteln. Wir haben unzählige Iterationen gedruckt und getestet und eine umfangreiche Datenbank entwickelt.“ Diese Sammlung (basierend auf Kriterien wie Stabilität, Festigkeit und Porosität) ermöglicht Oechsler kostengünstige und vielseitige Muster schnell und in großem Maßstab zu produzieren. „Zuvor gab es keine Werkzeuge, die unseren Anforderungen entsprachen. Also haben wir unseren eigenen Algorithmus entwickelt, den wir regelmäßig verbessern. Dabei ist Magics unser wichtigstes Werkzeug für die Bearbeitung von designfertigen Teilen für die Pulverbettsschmelztechnologie.“

## Kapazität der Maschinen maximieren

Oechsler verwendet Magics für leichte Designanpassungen, um bestehende Strukturen schnell zu optimieren, Fehler in der Konstruktion zu identifizieren und um die zu druckenden Komponenten effizient zu verschachteln (Nesting). So wird die Kapazität der Maschinen maximiert und gleichzeitig die Teilequalität beibehalten. „Es gibt Millionen von Oberflächen und Hunderttausende von Verstrebungen zu analysieren. Magics findet jeden Fehler. Abgesehen von der Optimierung und Vorbeugung ist es für uns in Bezug auf das Nesting unerlässlich. Das ist in der Tat unser größter Bedarf.“



Mit den stabilen und doch leichten Lattice-Strukturen lassen sich innovative Rucksäcke, Möbel und Autositze designen.

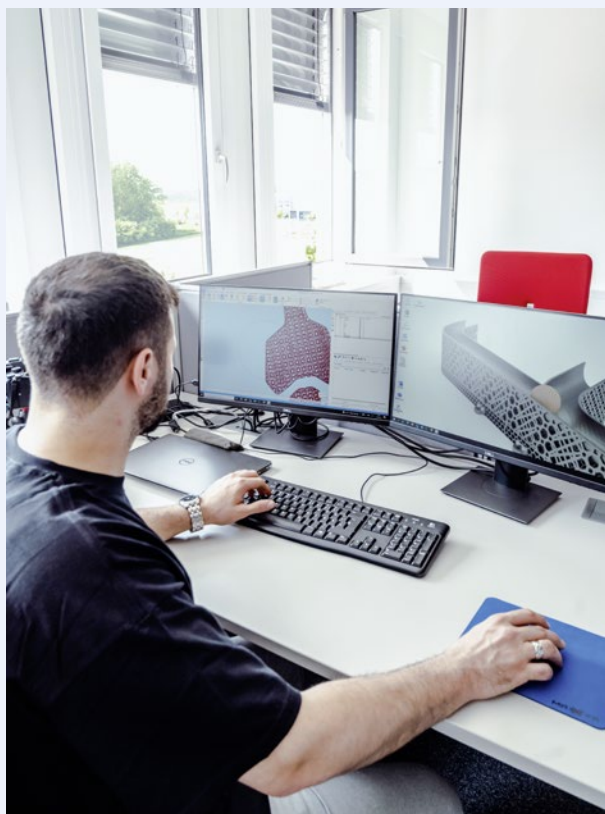
Bilder: Oechsler



Diese drei Schlüsselfunktionen, verpackt in einer Lösung, ermöglichen es uns, Entwürfe sofort an unsere HP Multi Jet Fusion-Drucker zu senden," erklärt Knöchel. „Unser Team verwendet Magics rund um die Uhr. Ohne könnten wir keine neuen Gitterdesigns validieren. Nichts Neues würde unsere Pulverbettanlage verlassen.“

### Viermal schneller mit Magics

Magics wurde von einem Entwickler für das Pulverbettsschmelzen empfohlen, als dieser im Jahr 2020 zu Oechsler wechselte. Das Team ist seitdem von dem Tool begeistert. Knöchel: „Mit Magics erreichen wir maximale Effizienz. Außerdem können wir kleine Anpassungen vornehmen, ohne in die CAD-Software zurückzuspringen. Das spart uns unglaublich viel Zeit. Ich schätze, dass wir mit Magics etwa viermal schneller sind, als wenn wir die Konstruktionen direkt im CAD-Tool ändern müssten.“ So kann Oechsler nach dem FTR-Prinzip (First Time Right) seinen Kunden Zeit und Geld sparen.



Bei Oechsler nutzt man Magics täglich und steigt gerade auf die neueste Version um.

### Designaward für einen Rucksack

Oechsler hat zwei Red Dot Design Awards in Folge gewonnen: 2022 in der Kategorie „Best of the Best“ für ihren Trekking-Rucksack mit 3D-gedruckter Rückenpolsterung und 2023 in Kooperation mit Jack Wolfskin mit dem „Product Design Award“ für den Aerorise Ruck-

sack mit einem 3D-gedruckten Tragesystem. „Unser jüngster Preis wurde für Produktdesign verliehen. Das ist bemerkenswert, weil es sich um ein kommerzielles Produkt handelt, das zeigt, wie unsere innovativen Lattices den Unternehmen greifbare Erfolgsgeschichten liefern können“, sagt Marc Baldauf, Marketing Communications Manager bei Oechsler. maß zurückkehren, in diesem Fall zur traditionellen Fertigung.“ Zudem sieht sich Oechsler mit der Herausforderung konfrontiert, die strengen Entwicklungszyklen der Automobilindustrie einzuhalten. „Man muss zu Beginn des Entwicklungszyklus bereit sein. Autos werden in einem Zeitfenster von fünf bis sechs Jahren hergestellt und grenzen damit die Möglichkeiten ein. Das ist unsere Herausforderung“, so Knöchel. „Aber wir wissen, dass wir das schaffen können. Wir erfüllen die strengen Anforderungen der Automobilindustrie, besitzen die nötigen Spezifikationen und lassen unsere Teile durch unser eigenes Qualitätskontrollverfahren laufen. Wir müssen wiederholbare Produkte nach den höchsten Standards liefern. Das ist nur mit Magics möglich.“

## » WIR SEHEN DIE AUTOMOBILINDUSTRIE ALS ORT DER INNOVATION. DORT WOLLEN WIR SEIN.«

ANDREAS KNÖCHEL

sack mit einem 3D-gedruckten Tragesystem. „Unser jüngster Preis wurde für Produktdesign verliehen. Das ist bemerkenswert, weil es sich um ein kommerzielles Produkt handelt, das zeigt, wie unsere innovativen Lattices den Unternehmen greifbare Erfolgsgeschichten liefern können“, sagt Marc Baldauf, Marketing Communications Manager bei Oechsler.

### Nächstes Ziel: Automobilindustrie

Der Bereich Automobilindustrie soll als nächstes ausgebaut werden. „Wir sehen diesen Bereich als Ort der Innovation. Dort wollen wir sein“, sagt Knöchel. „Es ist jedoch viel Überzeugungsarbeit nötig, um auf AM umzusteigen. Wenn das Problem nicht groß genug ist, werden die Hersteller zum Mittel-

### Umstieg auf die neueste Version

Mit AM konnte sich Oechsler einen neuen Kundenstamm erschließen. Man nutzt Magics täglich und steigt gerade auf die neueste Version um. „Der 3D-Druck ist für uns ein strahlender Leuchtturm, und Magics ist in gewisser Weise unser Leuchtturmwärter“, fasst Knöchel metaphorisch zusammen. **« KF**

Kristina Steiger ist Regional Marketing Specialist EMEA bei Materialise.

# Das Upgrade für dein Know-how!

Vom kompakten Seminar bis zum umfangreichen Zertifikatslehrgang oder -kurs, vor Ort und online, bei uns findest du die Weiterbildung, die zu dir passt!

## Finde deine VDI-Weiterbildung!





Bild: Coloures-Pic/AdobeStock

# INTELLIGENT STROM SPAREN

Immer mehr Unternehmen im produzierenden Gewerbe erkennen die Bedeutung des Energiemanagements zur Kostensenkung und zur Reduzierung der Umweltbelastung. Dafür ist eine solide Datengrundlage unverzichtbar: eine Methodik zum Energiemanagement nach ISO-Norm sowie Möglichkeiten für KI-basiertes Energiemanagement. **» VON MAX MORWIND**

**F**ür die Durchführung von Maßnahmen zur Steigerung der Energieeffizienz ist eine genaue Kenntnis des Energieverbrauchs unerlässlich. Eine entscheidende Grundlage für ein erfolgreiches Energiecontrolling besteht daher in der systematischen Erfassung und Dokumentation der Energieverbrauchsprofile aller Verbrauchspunkte. Diese Profile ermöglichen eine eingehende Analyse der energetischen Situation. Ein wichtiger Bestandteil des Energiecontrollings ist zudem die gezielte Steuerung des Energieverbrauchs, beispielsweise zur Anpassung an spezifische Anforderungen oder zur Reduzierung von Lastspitzen (als Lastmanagement).

Die Datenerfassung und Analyse von Energiekennzahlen, wie dem spezifischen Energieverbrauch oder der Energieintensität, können mithilfe geeigneter Hard- und Software automatisiert in einer Datenbank gespeichert werden. Der Einsatz von Software ermöglicht eine kontinuierliche Erfassung mit hoher Detailgenauigkeit, um mögliche Leerlaufverluste oder große Energieverbraucher zu identifizieren. Zusätzlich zu Funktionen wie dem Energiemonitoring (Energie-

datenmanagement) und der Konfiguration von Steuerungsschnittstellen von Verbrauchern können Energiecontrolling-Dienstleistungen weiterführende Analysen oder Beratungen zur Erstellung von Energiebilanzen umfassen. Der Schlüssel zum Erfolg liegt in der Nutzung dieser Datengrundlage für eine ganzheitliche Strategie, um den Energieverbrauch von produzierenden Unternehmen

**ENERGIEVERBRAUCHS-DATEN IDENTIFIZIEREN MUSTER UND TRENDS, DIE AUF INEFFIZIENTE PROZESSE ODER ANLAGEN HINWEISEN.**

zu verringern, ohne den Herstellungsprozess zu verändern. Durch die datengestützten Informationen sind Unternehmen in der Lage, Ad-hoc-Lösungen zu definieren.

**Methodik nach ISO-Norm**

Durch das Erfassen und Analysieren von Energieverbrauchsdaten identifizieren Unternehmen Muster und Trends, die auf ineffiziente Prozesse oder Anlagen hinwei-

sen. Auf dieser Grundlage werden gezielte Maßnahmen zur Energieeinsparung entwickelt, wie etwa die Implementierung eines Energiemanagementsystems (EnMS). Das Implementieren von Sensoren und Messgeräten ermöglicht das kontinuierliche Überwachen des Energieverbrauchs in Echtzeit. Die Einführung strukturierter Systeme und Prozesse zur kontinuierlichen Verbesserung der energiebezogenen Leistung erfolgt oftmals gemäß internationaler Standards wie der ISO 50001. Dazu müssen Unternehmen eine Energiemanagementpolitik festlegen, die ihr Engagement für die kontinuierliche Verbesserung der Energieleistung widerspiegelt. Dazu werden energiebezogene Ziele, Verfahren und Prozesse entwickelt, um die Energieleistung zu verbessern und die Energiepolitik umzusetzen. Dieser Schritt muss von Projektverantwortlichen regelmäßig überprüft und bewertet werden, um die Wirksamkeit des Energiemanagementsystems sicherzustellen und Vorschläge zu Änderungen und Verbesserungen abzugeben.

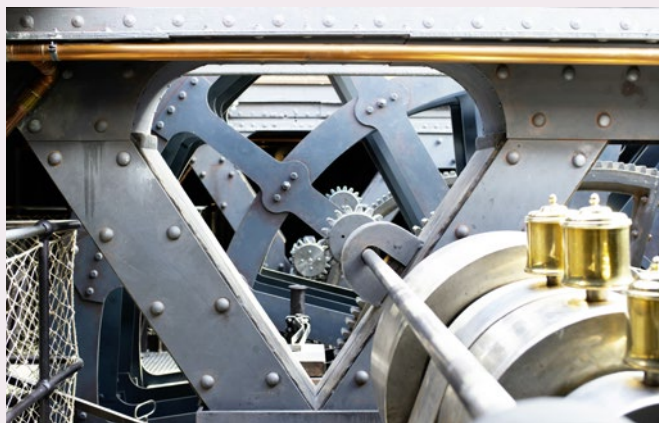
Die Norm basiert auf dem PDCA-Zyklus (Plan-Do-Check-Act), einem bewährten Managementansatz, der kontinuierliche Verbesserungen fördert. Die ISO 50001 bietet Orga-



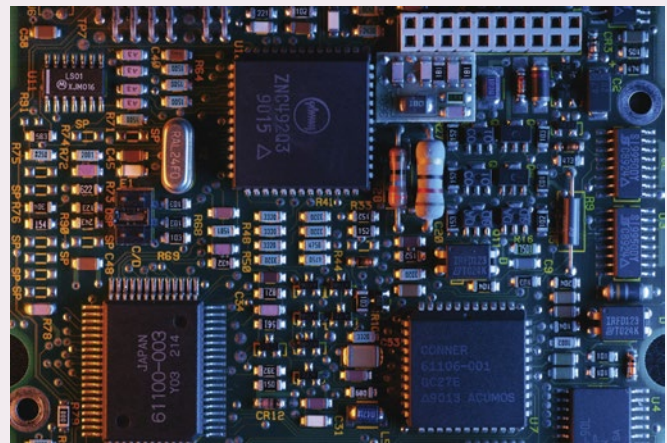
nisationen einen Rahmen, um ihre Energieleistung zu verbessern, Kosten zu senken und ihre Umweltauswirkungen zu reduzieren. Sie kann von Organisationen jeder Größe und Branche angewendet werden und ist flexibel genug, um den spezifischen Anforderungen und Umständen jeder Organisation gerecht zu werden.

### KI-basiertes Energiemanagement

Neben der reinen Datenanalyse auf Basis von Energiemanagement-Tools gibt es bereits vermehrt den Ansatz des KI-basierten Monitorings im Energiemanagement. In der Theorie klingt es wie der nächste logische Schritt: KI-Algorithmen sollen helfen, den Energieverbrauch von Produktionsprozessen deutlich zu senken. Doch in der Praxis erweisen sich solche Projekte oft als komplex. Es gibt keine universelle KI-Lösung, die einfach auf die Produktionsabläufe angewendet werden kann. Um dennoch von den Möglichkeiten des intelligenten Energiemanagements zu profitieren, sind mehrere Schritte notwendig. Zunächst müssen alle Verantwortlichen einbezogen werden: Das Wissen und die Erfahrung der Betriebs- und Produktionsleiterinnen und -leitern sowie Process Ownern sind von unschätzbarem Wert. Zudem werden historische Prozessdaten benötigt, um eine Ausgangsbasis zu schaffen. Anschließend erstellen



**KI-Algorithmen können helfen, den Energieverbrauch in Prozessen noch weiter zu optimieren.**  
Bild: Umberto/Unsplash



**Eine effektive Datennutzung spart wichtige Ressourcen in der Fertigung ein.**  
Bild: Ben Garrat/Unsplash

Prozesstechnikerinnen und Prozesstechniker gemeinsam mit KI-Experten und Expertinnen ein Daten- und Integrationsmodell, das unter anderem die benötigten Daten und die Integrationen mit anderen Prozessen festlegt.

Durch die Analyse von Energieverbrauchsdaten in Echtzeit kann KI helfen, Lastspitzen zu identifizieren und Strategien zur Lastverschiebung zu entwickeln, um Netzüberlastungen zu vermeiden. In Anlagen zur Energieerzeugung wie etwa Solar- oder Windparks kann der KI-basierte Ansatz verwendet werden, um die Leistung und den Betrieb, basierend auf Wettervorhersagen, Netzbedingungen und anderen externen Faktoren, zu optimieren. Um den Zustand von Energieerzeugungs- und -verteilungsanlagen zu überwachen und präventive Wartungsmaßnahmen vorherzusagen, kann KI-basiertes Energiemanagement eingesetzt werden, um Ausfallzeiten zu minimieren und die Betriebszeit zu maximieren. KI-basiertes Energiemanagement bietet daher, trotz seiner Komplexität, große Potenziale zur Effizienzsteigerung, Kostenreduzierung und Integration erneuerbarer Energien in das Energiesystem über verschiedene Branchen hinweg. Das sollten Unternehmen für sich nutzen. « KIS

**Max Morwind** ist Vice President Manufacturing Consulting and Solutions bei SoftServe.

## Effizienter im Engineering - Eplan Engineering Standard

Der Weg hin zur effizienteren Elektrokonstruktion führt über die Standardisierung. Mit dem Eplan Engineering Standard profitieren Sie von nützlichen Vorlagen, die Sie einfach herunterladen und für Ihr Engineering verwenden können. So arbeiten Sie effizienter und erhöhen Ihre Schlagzahl.

- Vorlagen für Basis- und Makroprojekte
- Anwendungsbeispiele für typische Eplan Aufgaben
- Projektbeispiele für diverse Branchen
- Best Practices für die Implementierung von Softwarefunktionen

Zugriff auf den Eplan Engineering Standard auf [www.eplan.com](http://www.eplan.com)



# GRUNDLAGE FÜR DEN KÜNFTIGEN ERFOLG

Das Thema Nachhaltigkeit stand in der Fertigungsindustrie bisher nicht an erster Stelle der Agenda. Doch das ändert sich fundamental. Eine Vielzahl von Faktoren macht den Wandel unumgänglich, und etliche Unternehmen haben ihre Sustainability-Transformation bereits begonnen. Was dabei die wichtigsten Aspekte sind, wie Unternehmen ihren ökologischen Fußabdruck am effizientesten verringern können und welche Rolle dabei die Digitalisierung dabei spielt, erläutern uns sieben Experten. **VON RAINER TRUMMER**



**D**as Thema Nachhaltigkeit ist heutzutage in sämtlichen Branchen von zentraler Bedeutung und muss strategisch angegangen werden – auch in der Fertigungsindustrie.

## DIE FRAGEN AN DIE EXPERTEN:

1. Welche Aspekte gehören für Sie zum Thema Nachhaltigkeit in der Fertigungsindustrie?
2. Wie können Unternehmen ihren ökologischen Fußabdruck am effizientesten verringern?
3. Welche Rolle spielt beim Thema Nachhaltigkeit die Digitalisierung und warum?



### LEO POTOTZKY

Leiter Nachhaltigkeit  
bei Bosch Rexroth

**1.** Wir betrachten Nachhaltigkeit im gesamten Produktlebenszyklus – die Fertigung ist darin integriert. In der Designphase unterstützt Bosch Rexroth material- und energieeffizientes Design. In der Einkaufs- und Logistikphase, als Vorstufe zur Fertigung, legen wir Wert auf einen geringen CO<sub>2</sub>-Fußabdruck der Materialien, lokale Beschaffung und energiesparenden Transport. In der Herstellung setzen wir Maßnahmen zur Energieeinsparung und Dekarbonisierung um und nutzen eigene erneuerbare Energien. In der Nutzungsphase bieten wir unseren Kundinnen und Kunden energieeffiziente Produkte und Systemlösungen sowie Service- und Wiederaufbereitungsmaßnahmen, die eine verlängerte Lebensdauer und Funktionalität der Produkte unterstützen. Damit werden Materialien im Wirtschaftskreislauf gehalten.

**2.** Der größte Anteil des ökologischen Fußabdrucks von Produkten wie unseren entsteht durch die verbrauchte Energie während der Nutzung – daher ist die Energieeffizienz der Produkte entscheidend. Durch die Berechnung des Product Carbon Footprints können der gesamte Lebenszyklus analysiert und die richtigen

Hebel und Verbesserungsmaßnahmen definiert werden. Die CO<sub>2</sub>-Emissionen in der Produktion lassen sich durch Maßnahmen zur Energieeinsparung und Dekarbonisierung sowie durch den Einsatz innovativer Technologien reduzieren.

**3.** Die Digitalisierung kann zur effizienteren Ressourcennutzung beitragen. Durch Digitalisierungstools lassen sich Szenarien simulieren und analysieren, wodurch sich zum Beispiel die Anlageneffizienz verbessern lässt. Eine virtuelle Erprobung erfordert weniger physische Prototypen und somit weniger Material. Auch die Energie- und Leistungsflüsse innerhalb einer Maschine können mithilfe von Tools analysiert und Maßnahmen zur Energieeinsparung abgeleitet werden. Ein weiterer wichtiger Aspekt ist die Transparenz des Datenflusses über die gesamte Lieferkette, um Materialien und Ressourcen optimal zu nutzen und länger im Kreislauf zu halten.



### DR. DARKO SUSIC

Senior Director, Industry Consulting  
bei Dassault Systèmes

**1.** Nachhaltigkeit ist die Grundlage für den künftigen Erfolg von Unternehmen der Fertigungsindustrie. Für die Industrie geht es darum, die eigenen Umweltauswirkungen zu identifizieren und bei verschiedenen Faktoren anzusetzen – von der Reduzierung des eigenen CO<sub>2</sub>-Fußabdrucks und Energieverbrauchs über die Langlebigkeit von Maschinen bis hin zu umweltfreundlicheren Produkten in Bezug auf Herstellung, Gebrauch und Entsorgung. Für eine nachhaltige Fertigung braucht es branchenweite neue Geschäftsmodelle, hin zu einer Kreislaufwirtschaft, um den Lebenszyklus von Produkten zu verlängern und Abfälle auf ein Minimum zu reduzieren.

**2.** Einzelne isolierte Maßnahmen helfen wenig, wenn sie nicht Teil einer konsistenten Nachhaltigkeitsstrategie sind. Dabei spielt die Ökobilanzierung eine wichtige Rolle. Mit entsprechenden Lösungen lässt sich – auf Basis von Analysen, Datenbanken und vordefinierter Parameter – die Umweltverträglichkeit eines Produkts



oder Bauteils in jeder Phase der Wertschöpfungskette berechnen und benennen. Das erlaubt fundierte, nachhaltige Entscheidungen bereits dort, wo die wichtigsten Weichenstellungen getroffen werden: im Design- und Entwicklungsprozess.

**3.** Echte Nachhaltigkeit erfordert disruptiven Wandel. Die Digitalisierung fungiert dabei als Katalysator: Mit digitalen Lösungen wie Simulationen und digitalen Kollaborationsplattformen lassen sich Veränderungen agil vornehmen, beispielsweise, indem Fabrikflächen und Fertigungspläne optimiert werden. Kernstück der Transformation sind vor allem virtuelle Zwillinge. Sie ersetzen nicht nur ressourcenintensive physische Prototypen, sondern erlauben auch eine kontinuierliche Optimierung von Produkten und Prozessen, um am Ende ein möglichst nachhaltiges Ergebnis zu erhalten.



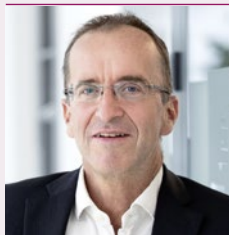
## MICHAEL RÖGNER

Leiter Smart Factory  
bei der Heitec AG

**1.** Das Thema Nachhaltigkeit ist für die Fertigungsindustrie ganzheitlich zu betrachten. So sind nicht allein energetische Maßnahmen relevant zur Reduktion der Medienverbräuche wie Strom, Wasser, Druckluft oder Gas, sondern vielmehr auch der verantwortungsbewusste Umgang mit jeglicher Ressource bei der Produktherstellung. Die Ressource Mensch ist dabei nicht außer Acht zu lassen. So verleitet der Fachkräftemangel dazu, den Workload für den Einzelnen immer weiter zu erhöhen und im Zuge der digitalen Transformation auch Aufgaben bewerkstelligen zu wollen, für welche die Qualifikation nicht hinreichend vorhanden ist. Scheiternde Digitalisierung und Unzufriedenheit sind die Folgen. Ebenso sind das Produktdesign und die Betrachtung des Produktlebenszyklus wesentlich. Beginnend vom regionalen Rohstoffzukauf mit nachweislichem CO<sub>2</sub>-Fußabdruck über den hocheffizienten Material- und Medieneinsatz in der Produktion bis hin zur Reparaturfreundlichkeit und der abschließenden Recyclingfähigkeit, müssen alle Aspekte dahingehend betrachtet werden.

**2.** Am Anfang steht das Monitoring. Um eine sinnvolle und datengetriebene Entscheidung treffen zu können, müssen alle relevanten Daten valide erfasst und bewertet werden. Welche Akteure in der Fertigung haben den höchsten CO<sub>2</sub>-Output pro Stückgut in Bezug auf Rohstoff-, Maschinen- und Medieneinsatz? Erst wenn alle Daten vorliegen, lässt sich die energetische Prozess- und Fertigungsoptimierung erfolgreich umsetzen. Das spart Kosten, erhöht die Fertigungsqualität und trägt durch einen insgesamt höheren Output zur Steigerung der Wettbewerbsfähigkeit bei.

**3.** Die Digitalisierung ist das mächtigste Werkzeug hin zu einer zukunftsfähigen Nachhaltigkeitsstrategie! Neben der validen Datenakquise spielen Datenkorrelationen und systemgetriebene Optimierungsempfehlungen eine entscheidende Rolle. Alle darauf aufbauenden Maßnahmen, ob zertifiziertes Energie- und CO<sub>2</sub>-Management, Maßnahmen zu Erlangung und Ausweisung eines wettbewerbsfähigen Product-Carbon-Footprint (PCF) oder der effiziente Ressourceneinsatz benötigen immer digitale Werkzeuge für die Umsetzung.



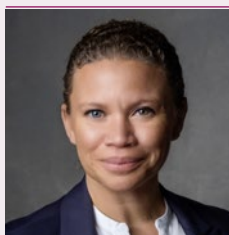
## DR. DANIEL HAAG

Director  
von PwC Strategy Deutschland

**1.** Drei Aspekte sind hier essenziell: Erstens, ein klares Verständnis darüber, wie sich das Geschäftsumfeld entwickelt. Dazu gehören der regulatorische Rahmen für das Unternehmen sowie seine Kunden und Zulieferer, aber auch Wettbewerber und ihre Nachhaltigkeitsstrategie. Technologien, die auf Nachhaltigkeitsziele einzahlen, und externe Einflüsse auf die Fertigungsstandorte und die Lieferketten, etwa durch den Klimawandel, sind hier ebenfalls zu berücksichtigen. Daneben sollten Unternehmen um die eigene Ausgangssituation wie ihren CO<sub>2</sub>-Fußabdruck und ihre Fähigkeiten in diesem Bereich wissen. Zweitens die Identifikation der wesentlichen Nachhaltigkeitsthemen und einer Strategie. Unternehmen benötigen dazu eine klare Vision, ein relevantes Ambitionsniveau und Fokusthemen wie Dekarbonisierung, Kreislaufwirtschaft oder nachhaltige und faire Lieferketten. Drittens muss die übergreifende Transformation in spezifische Teilziele für die einzelnen Unternehmensbereiche heruntergebrochen werden wie nachhaltige Produkte, Werke, Produktionsprozesse und Lieferketten sowie nachhaltige interne Steuerungslogik und strategische Partnerschaften mit Kunden oder Lieferanten.

**2.** Kurzfristig setzen viele Unternehmen am Scope 1 (direkte Emissionen) und Scope 2 (indirekte Emissionen) an und reduzieren ihre CO<sub>2</sub>-Emissionen etwa durch Effizienzmaßnahmen und den Einkauf von grüner Energie. Mittelfristig müssen auch Fertigungsprozesse und Werke neu ausgerichtet und die Emissionen in der Lieferkette (Scope 3) reduziert werden. Neben CO<sub>2</sub> sind auch für den Wasserverbrauch oder die Biodiversität entsprechende Roadmaps zu entwickeln.

**3.** Digitalisierung kann dabei helfen, Transparenz zu schaffen und den Fortschritt zu überwachen, indem etwa Energieverbräuche, der CO<sub>2</sub>-Fußabdruck oder Scope-3-Emissionen identifiziert werden. Bei der Planung, Simulation und Steuerung der Dekarbonisierungs-Roadmap sowie der funktionalen Transformation helfen Portfolio-Tools, um die Nachhaltigkeitstransformation des Gebäudebestands über die Zeit zu steuern, oder Bewertungstools für Capex- und Einkaufsentscheidungen unter Einbeziehung der Nachhaltigkeitswirkungen.



## JESSICA BETHUNE

Vice President Industrial  
and Process Automation DACH  
von Schneider Electric

**1.** Aus meiner Sicht ist es zunächst wichtig, Nachhaltigkeit nicht einseitig als ökologisches Konzept zu verstehen. Es geht um viel mehr! Denn gerade in Krisenzeiten ging und geht es beim Thema Nachhaltigkeit immer um eine resiliente Art des Wirtschaftens, die gerade deshalb so erfolgreich ist, weil sie im Einklang mit ihrer

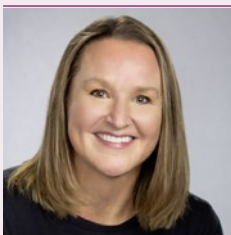
## DIE FRAGEN AN DIE EXPERTEN:

1. Welche Aspekte gehören für Sie zum Thema Nachhaltigkeit in der Fertigungsindustrie?
2. Wie können Unternehmen ihren ökologischen Fußabdruck am effizientesten verringern?
3. Welche Rolle spielt beim Thema Nachhaltigkeit die Digitalisierung und warum?

Umwelt erfolgt. Und zu dieser Umwelt zählen neben dem Klima oder der Natur eben auch soziale, kulturelle, kaufmännische und viele weitere Faktoren. Nachhaltig wirtschaften – ob in der Fertigungsindustrie oder in anderen Bereichen – bedeutet somit nicht nur klimafreundlicher zu wirtschaften, es bedeutet immer auch, smarter und resilienter zu wirtschaften.

**2.** Gerade in der Fertigungsindustrie spielt der Automatisierungsgrad eine wichtige Rolle. Und daran lässt sich auch das wirtschaftliche Potenzial der Nachhaltigkeit gut illustrieren. Denn eine ganz zentrale Nachhaltigkeitseigenschaft von Maschinen und Anlagen ist die Flexibilität. Eine hochgradig wandelbare Anlage ist in der Lage, auch kleine Losgrößen wirtschaftlich rentabel zu produzieren und Ressourcen nachfragegerecht zu nutzen. So lassen sich Abfälle vermeiden, Rohstoffe sorgsam einsetzen und Energieverbräuche reduzieren. Das wirkt sich bei der Umwelt- und Klimabilanz, aber eben auch bei den Betriebskosten positiv aus.

**3.** Die Digitalisierung im Sinne des Internets der Dinge ist die Schlüsseltechnologie für nachhaltig erfolgreicheres Wirtschaften. Denn mit ihrer Hilfe ist es oft schon mit niedrigschwelligen Lösungen möglich, den Wirkungsgrad von Maschinen und Anlagen um ein Vielfaches zu erhöhen. Denken Sie etwa an Themen wie vorausschauende Wartung oder Energieeffizienz. Mit der nötigen Datentransparenz lassen sich Ineffizienzen oder Verschleiß deutlich besser identifizieren, und Workflows können überprüfbar optimiert werden. Außerdem ist es mit digitalen Tools viel einfacher möglich, elektrische Antriebe ideal auszulegen und einzustellen. So lässt sich die Energieeffizienz von Fertigungsanlagen oft noch weiter steigern.



**ERYN DEVOLA**

Head of Sustainability  
bei Siemens Digital Industries

**1.** Zum einen geht es uns bei Siemens um die Nachhaltigkeit bei den eigenen Betriebsabläufen: Fuhrpark, Produktionsstandorte und Geschäftsreisen. Hier schauen wir uns an, wie groß der Fußabdruck ist, den wir in unserer Arbeit hinterlassen. Dann fokussieren wir uns auf unsere eigenen Hardwareprodukte – wie sie hergestellt werden, wie Lieferketten gestaltet sind und wie lange die Produkte im Einsatz sind. Drittens bieten wir Kunden Lösungen und Werkzeuge, damit diese selbst in ihrem Geschäft nachhaltiger werden. Das beinhaltet zum Beispiel Konstruktions- und Simulationssoftware, integriertes Engineering und transparenten Anlagenbetrieb oder auch energieeffiziente Motoren und Antriebssysteme.

**2.** Das größte Potenzial sehe ich insbesondere in der energieeffizienten und ressourcenschonenden Produktion über die gesamte Wertschöpfungskette hinweg sowie in der Kreislaufwirtschaft. Wir entwickeln laufend noch effizientere Maschinen und Prozesse, die helfen, mit weniger Ressourcen mehr zu erreichen. Dazu zählt unser ganzheitliches digitales Energiemanagement-System oder unsere Software für CO<sub>2</sub>-Management Sigreen. Noch mehr Transparenz schaffen wir auch mit dem Siemens EcoTech-Label. Dieses basiert auf umfangreichen Daten aus der Umwelt-Produktdeklaration (EPD). Die Lebenszyklusleistung eines Produkts lässt sich damit anhand von Ökodesign-Kriterien bewerten: nachhaltige Materialien, optimale Nutzung sowie Wertrückgewinnung und Kreislaufwirtschaft.

**3.** Um den Anforderungen an die Dekarbonisierung und Kreislaufwirtschaft gerecht zu werden, brauchen unsere Kunden flexible Lösungen. Das funktioniert nur mit Automatisierung und Digitalisierung. Beispielsweise können produzierende Unternehmen mit einem digitalen Zwilling ihre Produktionsprozesse simulieren. Oder Maschinen lassen sich virtuell in Betrieb nehmen. Künstliche Intelligenz kann man unter anderem für die vorausschauende Wartung nutzen. Das kann nicht nur Zeit oder Geld sparen, sondern auch CO<sub>2</sub> oder wertvolle Materialien.



**TORSTEN SAUER**

Director Nachhaltigkeit  
bei Syntegon

**1.** Energieeffizienz spielt seit Jahren eine wichtige Rolle in der Nachhaltigkeitsstrategie von Fertigungsunternehmen wie Syntegon – schon aus Kostengründen. Im Fokus stehen Prozesse vor und nach der Fertigung, wie die Beschaffung wichtiger Produktkomponenten und die Verwendung des fertigen Produktes durch unsere Kunden.

**2.** Wenn fertigende Unternehmen sich ihren ökologischen Fußabdruck genauer ansehen, stellen die meisten von ihnen fest, dass ihre Lieferkette und die Nutzung ihrer Produkte durch die Kunden den größten Anteil an den eigenen CO<sub>2</sub>-Emissionen verursachen. Bei der Reduktion des ökologischen Fußabdrucks müssen diese Unternehmen deshalb den gesamten Lebenszyklus der Produkte betrachten. Bei Verpackungsanlagen von Syntegon entfallen oft mehr als 95 Prozent der CO<sub>2</sub>-Emissionen auf die Nutzungsphase, vor allem durch den Energiebedarf der Anlagen in der Produktion. Lediglich zwei bis drei Prozent entstehen während der Herstellung unserer Anlagen. Umso wichtiger ist es, den Energieverbrauch unserer Maschinen und Produktionsprozesse zu optimieren.

**3.** Eine sehr große: Syntegon bietet ein Paket aus intelligentem Energiemonitoring und der Ermittlung von CO<sub>2</sub>-Effekten an – weil digitale Lösungen einfach effizienter und nachhaltiger arbeiten. Diese zeigen, dass die Anpassungen des Stand-by-Betriebs von Heißsterilisationstunneln dazu beitragen können, bis zu 15 Prozent Energie einzusparen. Ein optimierter Leimauftrag beim Kartonverpacken kann den CO<sub>2</sub>-Fußabdruck sogar um 30 Prozent senken – bei gleichbleibender Qualität.



# MEHR ALS MÜLLTRENNUNG UND GRÜNER PUNKT

Viele Unternehmen fragen sich, wie der Abschied von der Linear- und der Einstieg in die Kreislaufwirtschaft gelingt. Mit digitalen Lösungen können sie die Umweltauswirkungen ihrer Produkte, Werkstoffe und Prozesse minimieren und nachhaltige Entscheidungen treffen. » **VON ANNA JANTKE**

**N**achhaltigkeit ist schon lange kein Trend mehr. Die Konsumenteneinstellung hat sich über Jahre hinweg gewandelt und zwingt Unternehmen zu einem grundlegenden Umdenken – von der Linearwirtschaft zu einer nachhaltigeren Wirtschaftsform. Die Umsetzung einer Kreislaufwirtschaft hat sich dabei als erklärtes Ziel vieler Unternehmen etabliert. Auch die deutsche Bundesregierung erarbeitet derzeit eine Nationale Kreislaufwirtschaftsstrategie (NKWS), um einen Rahmen zum zirkulären Wirtschaften und zur Ressourcenschonung zu schaffen. Der Begriff Kreislaufwirtschaft umfasst dabei weit mehr als Mülltrennung und grüner Punkt. Es geht vielmehr darum, den gesamten Lebenszyklus von Produkten und Rohstoffen zu verlängern und im Kreislauf zu halten.

## Herausforderung: Hohes Müllaufkommen bei hohem Ressourcenbedarf

Zahlreiche Umweltprobleme sorgen für verschiedenste Problemstellungen: Zum einen

schreitet die Erderwärmung in großen Schritten voran. Gleichzeitig werden Ressourcen knapp, während einige Teile der Welt unter Müllbergen versinken und sich riesige Plastikstrudel in den Ozeanen bilden. Allein der „Great Pacific Garbage Patch“ im Pazifik soll schätzungsweise zwanzigmal so groß wie Österreich sein. Auch Deutschland leistet seinen Beitrag zum weltweiten Müllaufkommen: Laut Umweltbundesamt sind in Deutschland Haushaltsabfälle wie beispielsweise Rest-, Bio- oder Sperrmüll stark gestiegen: von 37,6 Millionen Tonnen im Jahr 2000 auf 46,1 Millionen Tonnen in 2020. Das macht 554 Kilogramm pro Erwachsenen und Jahr. Viele Abfälle werden aus Deutschland und Europa exportiert und landen auf Deponien – vor allem in Nicht-EU-Ländern. Dort gibt es oftmals keine fachmännische Entsorgung,

Rohstofftrennung oder Wiederaufbereitung. Müll wird nicht selten unter freiem Himmel verbrannt. Es entstehen Abgase wie CO<sub>2</sub>.

## Erdüberlastungstag immer früher im Jahr

Diese Vorgehensweise schadet nicht nur der Menschheit und der Umwelt, sondern es gehen auch wichtige Ressourcen verloren. Ressourcen, die dringend gebraucht werden. Allein der deutsche Rohstoffkonsum belief sich im Jahr 2019 auf insgesamt 1.328 Millionen Tonnen. Das sind 16 Tonnen pro Kopf. Die Gewinnung von Rohstoffen wie Bauholz, Erdöl oder Metallen geht zudem häufig mit negativen Umweltauswirkungen einher – von der Abholzung von Wäldern bis hin zur Verunreinigung des Grundwassers. Beim Bergbau werden etwa Schadstoffe und Schwermetalle ins Grundwasser geleitet; Flüsse trocknen durch den hohen Wasserverbrauch gänzlich aus.

Die Menschheit verbraucht damit mehr Ressourcen als die Erde zur Verfügung stellen kann. Jährlich wird deswegen am Earth

Das Konzept der Kreislaufwirtschaft spielt in der strategischen Planung häufig noch eine untergeordnete Rolle.

Bild: ipopba/AdobeStock



**Tonnen an Plastikmüll treiben im Meer und zerstören die Natur.**

Bild: Claudia Nass/AdobeStock

Overshoot Day – der Tag, an dem der Ressourcenverbrauch die Kapazität der nachwachsenden Rohstoffe übersteigt – auf dieses enorme Problem aufmerksam gemacht. Innerhalb der letzten 50 Jahre wurde der Erdüberlastungstag immer früher erreicht: War der Earth Overshoot Day im Jahr 1971 noch Ende Dezember, wurde er 2001 bereits im September erreicht, und im Jahr 2022 gar im Juli. Deutschland selbst schneidet im globalen Durchschnitt noch schlechter ab: Würde die gesamte Welt einen Ressourcenverbrauch wie Deutschland haben, würde der Earth Overshoot Day in diesem Jahr bereits auf den 4. Mai fallen.

### Wann spricht man von einer Kreislaufwirtschaft?

Um Herausforderungen wie das hohe Abfallaufkommen oder den enormen Ressourcenverbrauch bewältigen zu können, spielt die Etablierung einer nachhaltigen Wirtschaftsform eine wichtige Rolle: Bei der Kreislaufwirtschaft geht es darum, bestehende Materialien und Produkte so lange wie möglich in einem Kreislauf zu halten – sie also wiederzuverwenden, zu reparieren und zu recyceln. Auf diese Weise wird der Lebenszyklus der Produkte verlängert und Abfälle werden auf ein Minimum reduziert. Nachdem ein Produkt das Ende seiner Lebensdauer erreicht hat, verbleiben die Ressourcen und Materialien so weit wie möglich im Kreislauf. Dieses

Prinzip wird als „Cradle-to-Cradle“ bezeichnet, was so viel bedeutet wie „von der Wiege bis zur Wiege“. Es ist somit das nachhaltige Gegenmodell zur Linearwirtschaft, die unter dem Grundsatz „Cradle-to-Grave“ – also „von der Wiege bis ins Grab“ – steht und auch als Wegwerfwirtschaft bezeichnet wird. Es handelt sich um einen geradlinigen Prozess von der Konstruktion über die Produktion, bis das Produkt beim Kunden ge- bzw. verbraucht wird und abschließend als Abfall auf Deponien oder in Verbrennungsanlagen landet.

Die Kreislaufwirtschaft ist wesentlich komplexer. Die 3Rs verdeutlichen jedoch die einfachen Leitlinien:

→ **Reduce (Reduzieren):** Hierzu zählt der bewusste und reduzierte Konsum von Gütern. Nicht zwingend erforderliche Verpackungen werden vermieden. Ein ressourcenschonender Herstellungsprozess steht im Vordergrund, bei dem auf Primärrohstoffe nach Möglichkeit verzichtet wird.

→ **Reuse (Wiederverwenden):** Durch Wiederverwendung von Produkten und Materialien wird der Lebenszyklus von Produkten verlängert. Gleichzeitig wird der Bedarf an Neuproduktion verringert. Gebrauchte, aber intakte Produkte sollten durch Zweitnutzung im Kreislauf gehalten werden, beispielsweise durch den Verkauf in Secondhand-Shops. Nachhaltige Mehrwegalternativen wie To-Go-Becher oder Gemüsenetze sollten gefördert werden. Eine Reparaturfähigkeit von Gütern sorgt dafür, dass diese länger im Kreislauf bleiben.

→ **Recycle (Recyclen):** Bereits verwendete und verarbeitete Ressourcen werden zurück in den Kreislauf geholt und aufbereitet, sodass diese als Rohstoffe erneut zur Verfügung stehen. Die Abhängigkeit von endlichen Ressourcen wird reduziert. Lässt sich ein Produkt nicht oder nur durch ein sehr kompliziertes Verfahren recyceln, sollte es als letzte Option noch zur Energiegewinnung genutzt werden.

### Förderung der Kreislaufwirtschaft

Zur Förderung des Übergangs von einer linearen Wirtschaft hin zur Kreislaufwirtschaft gibt es bereits einige Initiativen und Gesetze auf verschiedenen Ebenen – so etwa der Green Deal der EU. Dieser hat die Klimaneutralität bis 2050 zum Ziel, wovon die Förderung der Kreislaufwirtschaft ein wesentlicher Bestandteil ist. Zur konkreten Umsetzung soll ein Aktionsplan entstehen und Schlüsselbereiche der Kreislaufwirtschaft in den Fokus gesetzt werden. Hierzu zählen Rohstoffe wie Kunststoffe oder Textilien, Elektronik, Lebensmittel und Batterien sowie Fahrzeuge oder die Bauwirtschaft. Allerdings handelt es sich hierbei lediglich um inhaltliche Zielvorgaben – konkrete Maßnahmen zur Umsetzung lassen bisher auf sich warten. Um den Wirtschaftsstandort EU bzw. Deutschland zu stärken, sollten Unternehmen daher selbst aktiv werden und auf eine möglichst nahtlose Kreislaufwirtschaft hinarbeiten.

### ENTSCHEIDER FRAGEN SICH, WIE MAN DAS THEMA KREISLAUFWIRTSCHAFT GRUNDSÄTZLICH ANGEHT. DENKMUSTER MÜSSEN ÜBERPRÜFT WERDEN.

Ein hohes Umweltbewusstsein hat noch einen weiteren Vorteil für Unternehmen: Für die neue Generation der Mitarbeiter und Mitarbeiterinnen spielen Faktoren wie der ökologische Fußabdruck des potenziellen Arbeitgebers eine wichtige Rolle. Gerade in Zeiten des Fachkräftemangels können Unternehmen mit entsprechenden Maßnahmen also punkten.

### Das richtige Mindset macht den Anfang

Das Umweltbewusstsein hat in den letzten Jahren zwar immer weiter zugenommen, allerdings spielt das Konzept Kreislaufwirtschaft in der strategischen Planung häufig



noch eine untergeordnete Rolle. Kurzfristige wirtschaftliche Interessen überwiegen oftmals noch oder es gibt Vorbehalte hinsichtlich der finanziellen Umsetzbarkeit. Zudem stehen viele Entscheider vor der Frage, wie man das Thema Kreislaufwirtschaft grundsätzlich angeht. Viele Faktoren und Rahmenbedingungen gilt es einzubeziehen; bisherige Denkmuster müssen hinterfragt werden.

Die Einführung neuer nachhaltiger Geschäftsmodelle, wie beispielsweise Pay-per-use oder Product-as-a-Service kann die Abkehr vom linearen Wirtschaftssystem beschleunigen. Hierbei werden Produkte nach Bedarf wiederverwendet oder vom Anbieter instandgesetzt, sollte es zu einem Defekt kommen. Um zur Kreislaufwirtschaft beizutragen, spielt die Unternehmensgröße keine Rolle. KMUs oder Start-ups beispielsweise haben den Vorteil einer agilen Unternehmensstruktur, kurzer Entscheidungswege und sie sind regional verankert. Bei größeren Konzernen sind finanzielle und technische Mittel sowie Know-how vorhanden, um Transformationsschritte effizient umzusetzen. Unabhängig von der Unternehmensgröße ist allerdings ein Investment in Form von Arbeitskräften, finanziellen Mitteln sowie technischer Ausstattung notwendig.

### **Mit digitalen Lösungen zur Kreislaufwirtschaft**

Die ersten Überlegungen in Richtung Kreislaufwirtschaft können vielfältig sein: Welches Produktdesign und welche Materialien sind nachhaltig? Welche Rohstoffe haben eine gute CO<sub>2</sub>-Bilanz? Wie lässt sich der Wasserverbrauch minimieren? Mit welchen Fertigungs- und Lieferstrategien ist eine in sich geschlossene Kreislaufwirtschaft möglich?

### **Die Designphase ist ausschlaggebend**

In den früheren Entwicklungsabschnitten ist noch der größte Einfluss auf das spätere Produkt möglich. Entscheidungen an dieser Stelle bestimmen zu etwa 80 Prozent die späteren Umweltauswirkungen. Hier wird beispielsweise festgelegt, ob das Produkt reparierbar sein soll. Sind lösbare Schraubverbindungen vorhanden, lassen sich einzelne Bauteile bei einem Defekt austauschen, statt das Produkt zu entsorgen. Eine modulare Bauweise ist daher ein wesentlicher Pluspunkt. Ebenso kommt es auf eine umweltverträgliche Materialauswahl an. Optimalerweise wird Material verwendet, das bereits einen oder mehrere Produktlebenszyklen durchlaufen hat. Hier sollte sich nach Möglichkeit dahingehend umgesehen

werden, wie wesentliche Anforderungen der Bauteile nachhaltig erfüllt werden können. Das Endprodukt muss dabei weiterhin einen marktfähigen Preis beibehalten. Für das spätere Recycling sind Produktdaten ausschlaggebend. Für Demontageteams ist es etwa erforderlich genaue Informationen über die

## **ÖKOBILANZIERUNGSLÖSUNGEN ERLAUBEN DIE QUANTIFIZIERUNG VON UMWELTAUSWIRKUNGEN FÜR EIN PRODUKT, EIN BAUTEIL ODER EINE DIENSTLEISTUNG.**

chemische Zusammensetzung einer Batterie zu kennen. Auf dieser Basis berechnen sie anschließend, wie diese Komponenten wiederaufbereitet werden können. Digitale Lösungen unterstützen dabei, Fragen auf dringende Antworten zu finden, um die Kreislaufwirtschaft zu fördern.

### **Ökobilanzierung ermöglicht Quantifizierung**

Ökobilanzierungslösungen erlauben die Quantifizierung von Umweltauswirkungen für ein Produkt, ein Bauteil oder eine Dienstleistung. Diese Lösungen basieren auf vielfältigen Quellen und Datenbanken, welche die Umweltverträglichkeit errechnen. Dabei spielt es keine Rolle, in welcher Phase des Produktlebenszyklus sich das Produkt befindet. Dies bringt Messbarkeit und Übersicht zu jedem Zeitpunkt in der Wertschöpfungskette. Ein Beispiel für eine solche Ökobilanzierung ist die cloudbasierte Lösung Sustainable Innovation Intelligence von Dassault Systèmes. Diese basiert auf der Umweltdatenbank ecoinvent und berücksichtigt mehr als 18.000 Datensätze zu Auswirkungen von industriellen und landwirtschaftlichen Prozessen. Die Lösung integriert diese Daten in die Bereiche virtuelles Design, Produktentwicklung, Fertigungstechnik, Betrieb und Logistik. Nachhaltigkeitsanforderungen können frühzeitig definiert werden. Das macht Ökobilanzierungen vor allem in der Designphase besonders relevant, da zu diesem Zeitpunkt alle wichtigen Produkteigenschaften festgelegt werden.

### **Lösungen und Möglichkeiten kombinieren**

Im Idealfall werden Erkenntnisse aus einer Ökobilanzierung mit dem virtuellen

Zwilling des Produkts kombiniert. Dadurch können verschiedene Produktdesigns auf den Nachhaltigkeitsaspekt überprüft werden. Hersteller werden dadurch in die Lage versetzt, Produktrecycling in Abhängigkeit von bestimmten Szenarien zu simulieren und zu testen. Dies bringt Tempo in die Entwicklung und in spätere Abläufe wie die Produktionsplanung, die Fertigung oder den After-Sales-Service. Für einen optimal gestalteten Prozess ist es wichtig, dass es zwischen diesen unterschiedlichen Bereichen möglichst wenige Barrieren gibt und im Idealfall alle Daten nahtlos ineinander übergehen.

Sind zu viele unterschiedliche, nicht kompatible Systeme im Einsatz, wird der Informationsfluss ausgebremst oder es gehen gar Daten verloren. Um die Nachhaltigkeitswende zu beschleunigen, sollte in der gesamten Wertschöpfungskette eine einheitliche Datenplattform als Single Source of Truth – wie beispielsweise die 3D Experience Plattform von Dassault Systèmes – zum Einsatz kommen. Die Ökobilanzierungslösung und der Einsatz eines virtuellen Zwillinges lassen sich gleichermaßen auf der Plattform abbilden. Expertenwissen aus verschiedenen Abteilungen kann dadurch zusammengeführt und Daten in Echtzeit verarbeitet werden. Die Einsatzszenarien sind dabei branchenunabhängig – vom Einsatz in der Verpackungsindustrie für recycelbare Verpackungen bis hin zur Wiederaufbereitung von Elektroschrott in der Elektronikindustrie.

### **Zukunftsfähig bleiben durch Technologie**

Nicht allein die Zukunft des Planeten, auch die Wettbewerbsfähigkeit von Unternehmen steht auf dem Spiel. Denn sie tragen zur gesamtgesellschaftlichen Verantwortung bei und werden sich in den kommenden Jahren mit weiteren Vorgaben und Richtlinien konfrontiert sehen, um Produkte, Prozesse und unternehmerisches Handeln nachhaltig zu gestalten. Veränderte Kundenanforderungen verlangen zudem längst nach innovativen, nachhaltigen Produkten und Lösungen. Obwohl die ersten Schritte gemacht sind, gibt es noch viel zu tun. Der Einsatz von Technologien hilft dabei, Probleme zu erkennen und Lösungswege aufzuzeigen, um die gewaltigen Herausforderungen unserer Zeit anzugehen.

« KF

**Anna Jantke** ist Delmia Industry Process Consultant bei Dassault Systèmes.

# WENN MECHANIK UND E-TECHNIK EINANDER BEGEGNEN

In vielen Montage- und Fertigungshallen verschiedener Branchen entstehen immer mehr elektromechanische Produkte oder Maschinen. Typisch hierbei sind zwei erforderliche Stücklisten: eine aus der Mechanik und eine weitere aus der Elektrotechnik. Um die hieraus resultierenden Fehlerquellen zu vermeiden, vereint das PDM-System Gain Collaboration native CAD- und ECAD-Stücklisten in einer singulären artikelbasierten, elektromechanischen Stückliste. Und das voll automatisiert. » VON MARC ISER

**F**ür viele Abteilungen sind Informationen aus Stücklisten unentbehrlich: Sie dienen der Bedarfsermittlung, steuern den Einkauf und sind Grundlage für die Montage in der Fertigung. Schließlich bilden sie die Basis für Kalkulationen und dienen der Ermittlung der Materialkosten. Problematisch wird es jedoch, wenn für den Bau einer Anlage oder Maschine zwei Stücklisten vorliegen. Eine aus der Mechanik und eine weitere aus der Elektrotechnik – wie es in vielen Montage- und Fertigungshallen verschiedenster Branchen üblich ist. Während auf der mechanischen Seite Entwickler mit CAD-Software konstruieren und modellieren, setzen die Elektrotechnik-Entwickler ECAD-Software ein.

Es entstehen quasi nebeneinander zwei Stücklisten, die sich teils ergänzen, teils aber auch überlappen. Das macht deutliche Vorgaben aller involvierten Abteilungen wie

Einkauf, Arbeitsvorbereitung oder Produktion unmöglich.

Weitere Probleme entstehen beispielsweise im Sondermaschinenbau – etwa wenn der Kunde bestellt und 20 Prozent der Anlage sich noch im Designstatus befinden. Hier entstehen Artikelnummern beziehungsweise

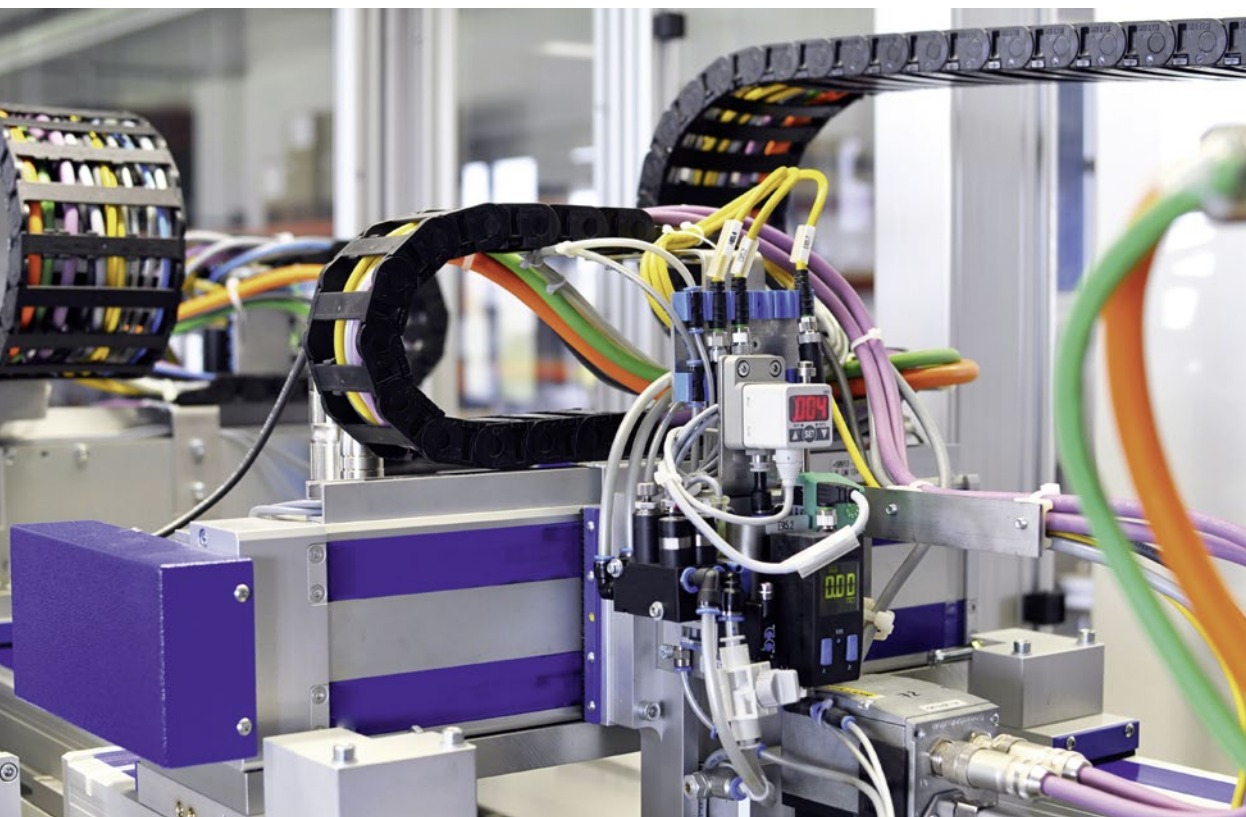
## — DIE MECHATRONISCHE STÜCKLISTE BRINGT UNTERNEHMENSWEIT ERHEBLICHE VORTEILE MIT SICH. —

Stücklisten erst nach und nach. Überdies können sich die auf eine Artikelnummer beziehenden Teile während der Entwicklungszeit noch ändern – ein übersichtlich anmutendes Szenario.

Um unter diesen Umständen aus zwei Stücklisten eine einzige, fehlerfreie und den Anforderungen entsprechende Stückliste zu generieren, muss der Prozess der Zusammenführung händisch durchgeführt werden. Dies kostet Zeit und Geld und ist auch eine fehleranfällige Prozedur. Da wird der Ruf nach einer reibungslosen Abstimmung zwischen Entwicklung und Produktion beziehungsweise der simultanen Produktentwicklung immer lauter.

## Vorüberlegungen zur mechatronischen Stückliste

Mechatronische Stücklisten bedürfen einiger Überlegungen im Vorfeld. Der Artikelstamm muss so aufgebaut sein, dass seine Artikelnummern für alle an das PDM-System angeschlossenen, unterschiedlichen Entwicklungsumgebungen tauglich sind. Oder beispielhafter: Wie muss eine Artikel-



Maschinensteuerung in der Automatisierungstechnik.

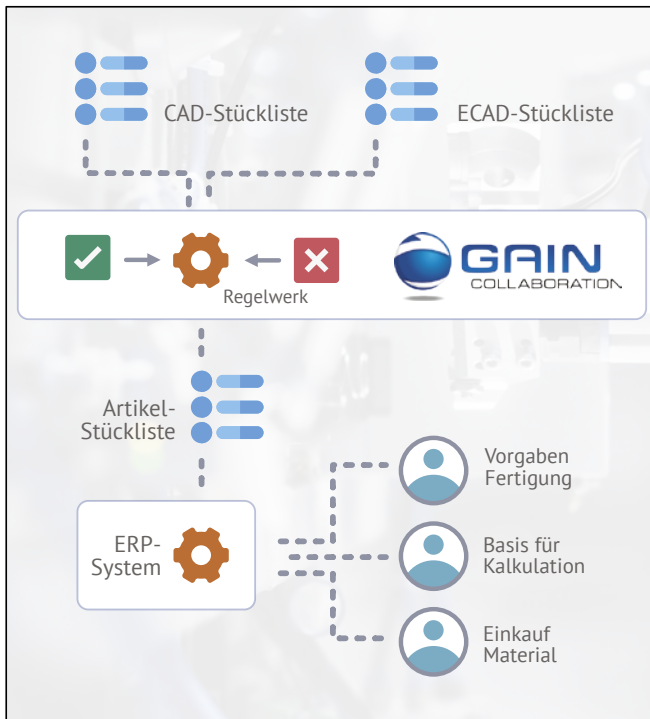
Bild: industryview/iStock



# NEWS LETTER

öffnen

# AUGEN



**Zusammenführung von mechanischer und elektrotechnischer Stückliste zur Artikelstückliste mit Übergabe zum ERP-System.**

Bild: Marc Iser, Hintergrund: gorodenkoff/iStock

nummern-Vorschrift strukturiert sein, dass sie als verbindendes Glied zwischen CAD, ECAD und auch ERP von einem PDM-System gemanagt werden kann?

## Regeln für die Zusammenführung

In Ergänzung zur Notation von Artikelnummern benötigt das PDM-System ein Regelwerk: Wie soll das System reagieren, wenn beispielsweise in einem ECAD-Schaltplan

## **GAIN COLLABORATION VEREINT NATIVE CAD- UND ECAD-STÜCKLISTEN IN EINER SINGULÄREN ARTIKEL-BASIIERTEN, ELEKTROMECHANISCHEN STÜCKLISTE.**

drei gleiche Artikel gesetzt sind und in der CAD-Konstruktion derselbe mechanische Artikel vierfach verwendet wird? Oder wenn teilweise native Änderungen im mechanischen CAD überschrieben werden und danach noch einmal in der PDM-Stückliste?

## Gain Collaboration bietet unternehmensweite Unterstützung

Das PDM-System Gain Collaboration vereint native CAD- und ECAD-Stücklisten in einer singulären artikelbasierten, elektromechanischen Stückliste – und das voll automatisiert. Auf Wunsch übergibt die PDM-Lösung Informationen dieser neuen Stückliste automatisch an ein ERP-System. Damit dieser Prozess gelingen kann, müssen Artikelnum-

mern logischerweise von vorneherein vom PDM-System vergeben werden.

Für die unternehmensweite Kommunikation der neuesten Informationen in Echtzeit lassen sich Artikelnummern zudem mit der Information ihres Entwicklungsstatus versehen. So sind angeschlossene Abteilungen, wie beispielsweise der Einkauf, sofort informiert, ob ein Artikel freigegeben ist oder nicht. Konkret: Ändert sich ein Artikel, wird dieser in Gain Collaboration auf „Entwicklung“ zurückgesetzt und im ERP-System geflaggt. So sind Fertiger oder Einkäufer umgehend darüber informiert, dass beispielsweise noch eine Änderung einfließen muss.

## Change Engineering, das sich gleich mehrfach auszahlt

Fazit: Die mechatronische Stückliste bringt unternehmensweit erhebliche Vorteile mit sich. Die Benefits einer redundanzfreien Stück- und damit Bestellliste liegen auf der Hand:

- Zeitersparnis, da manuelle Nacharbeitungen vermieden werden
- bessere Datenqualität dank konsistenter Daten
- Verbesserung der Zusammenarbeit beteiligter Abteilungen

Der anfängliche Aufwand für den Change Engineering Prozess lohnt sich. Denn: Einmal im Unternehmen implementiert, steht einem effektiven simultanen Engineering nichts mehr im Weg. « RT

Marc Iser ist Inhaber der Kommunikations-Agentur flow4u.



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

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

**DIGITAL ENGINEERING** MAGAZIN

**WIN**  
VERLAG



# PLM-SYSTEME MÜSSEN MITWACHSEN KÖNNEN

Das Product Lifecycle Management (PLM) unterstützt Unternehmen dabei, den gesamten Lebenszyklus ihrer Produkte zu verwalten – von der Konzeption bis zur Entsorgung. Angesichts der ständig wachsenden Komplexität und Dynamik des Geschäftsumfelds ist es entscheidend, Integrationsstrategien und Best-in-Class-Systeme für PLM zu entwickeln.

» VON DIRK MARSCHEIDER

**B**est-in-Class-Systeme für PLM zeichnen sich durch ihre Fähigkeit aus, den gesamten Produktlebenszyklus zu verwalten und gleichzeitig eine hohe Benutzerfreundlichkeit und Flexibilität zu bieten. Solche Systeme gehen weit über traditionelle PLM-Lösungen hinaus, indem sie Funktionen für das Design, die Zusammenarbeit, die Fertigung und sogar das Produkterlebnis integrieren. Unternehmen, die nachhaltige Wettbewerbsvorteile erzielen möchten, setzen zunehmend auf diese fortschrittlichen PLM-Systeme, um Innovationen voranzutreiben und die Time-to-Market zu verkürzen.

Die Integration von PLM-Systemen in die bestehende IT-Infrastruktur eines Unternehmens erfordert sorgfältige Planung und Implementierung. Eine der Herausforderungen besteht darin, PLM nahtlos mit anderen geschäftskritischen Systemen wie ERP (Enterprise Resource Planning), CRM (Customer

Relationship Management) und SCM (Supply Chain Management) zu verbinden. Best-in-Class-PLM-Systeme bieten in der Regel umfassende APIs (Application Programming Interfaces) und Integrationsframeworks, die es Unternehmen ermöglichen, Daten und Prozesse zwischen verschiedenen Systemen zu synchronisieren und zu harmonisieren. Durch diese Integration können Unternehmen einen ganzheitlichen Ansatz für die Produktentwicklung und -verwaltung verfolgen, der eine verbesserte Zusammenarbeit, Effizienz und Transparenz ermöglicht.

## Herausforderungen und Lösungsansätze

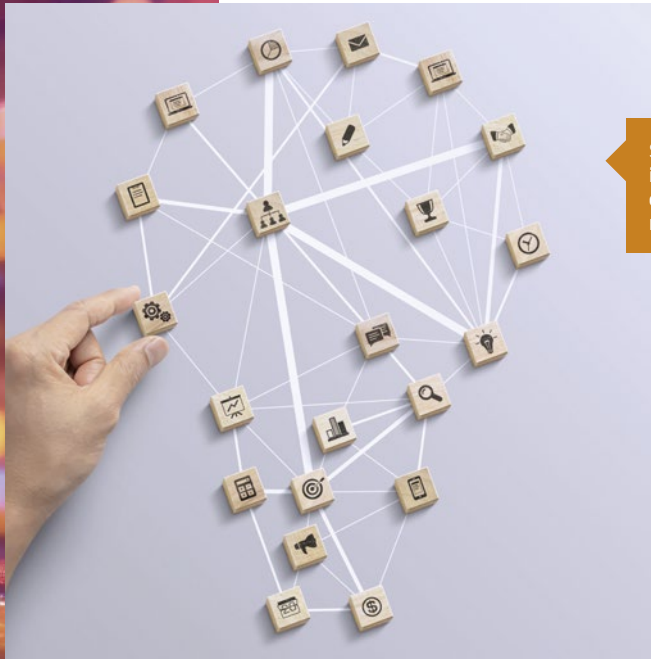
Eine effektive Integrationsstrategie für PLM erfordert eine gründliche Analyse der bestehenden Systeme, Prozesse und Datenflüsse eines Unternehmens. Dabei müssen potenzielle Engpässe und Inkompatibilitäten identifiziert werden, um eine reibungslose Integration zu gewährleisten. Ein wichtiger

Aspekt ist die Sicherstellung der Datenintegrität und -konsistenz über alle Systeme hinweg, um Inkonsistenzen und Fehler zu vermeiden.

## STANDARDS WIE PLM-XML UND STEP SPIELEN EINE WICHTIGE ROLLE BEI DER INTEROPERABILITÄT.

Des Weiteren sollten Unternehmen bei der Entwicklung ihrer Integrationsstrategien auch die Skalierbarkeit und Zukunftsfähigkeit ihrer PLM-Lösungen berücksichtigen. Mit dem Wachstum des Unternehmens und der zunehmenden Komplexität seiner Produkte und Prozesse müssen PLM-Systeme in der Lage sein, sich an neue Anforderungen anzupassen und mit der Technologieentwicklung Schritt zu halten. Dies erfordert eine flexible Architektur und eine offene Integrationsplattform, die es Unternehmen





**System- und Anwenderintegration ist der Schlüssel für den Erfolg der digitalen Transformation.**

Bild: Canva

an eine sich ständig verändernde Geschäfts-umgebung anzupassen. Neue Technologien, sich entwickelnde Kundenbedürfnisse und zunehmende Wettbewerbsintensität werden die Anforderungen an PLM-Systeme und Integrationslösungen weiter vorantreiben.

Darüber hinaus werden Themen wie Nachhaltigkeit und Kreislaufwirtschaft an Bedeutung gewinnen. Unternehmen werden vermehrt darauf achten, den gesamten Lebenszyklus ihrer Produkte zu berücksichtigen, angefangen von der Materialbeschaffung über die Herstellung bis hin zur Entsorgung. PLM-Systeme werden dazu beitragen, diese komplexen Prozesse zu optimieren und Unternehmen dabei zu unterstützen, ihre Nachhaltigkeitsziele zu erreichen.

Ein weiterer wichtiger Trend wird die verstärkte Zusammenarbeit entlang der gesamten Wertschöpfungskette sein. Unternehmen

### ■ CLOUD-BASIERTE INTEGRATIONSLÖSUNGEN BIETEN SKALIERBARKEIT, FLEXIBILITÄT UND KOSTENEFFIZIENZ. ■

werden enger mit Lieferanten, Partnern und Kunden zusammenarbeiten, um Innovationsprozesse zu beschleunigen und Wettbewerbsvorteile zu erzielen. PLM-Systeme werden als zentrale Plattformen dienen, um diese Zusammenarbeit zu unterstützen und einen reibungslosen Informationsaustausch zu ermöglichen.

Insgesamt stehen Unternehmen vor aufregenden und herausfordernden Zeiten im Hinblick auf die digitale Transformation im PLM-Bereich. Indem sie sich auf Innovation, Zusammenarbeit und eine ganzheitliche Sichtweise auf den Produktlebenszyklus konzentrieren, werden sie in der Lage sein, die Chancen der digitalen Zukunft zu nutzen und sich erfolgreich zu positionieren. ◀ KIS

**Dirk Marscheider** ist Director PLM Business bei ECS.

Standards können Unternehmen die Komplexität der Integration reduzieren und die Interoperabilität zwischen verschiedenen Systemen verbessern.

Ebenfalls ein Teil der Integrationsstrategie und entscheidend für den Erfolg der Digitalen Transformation ist die Akzeptanz und Nutzung des PLM-Systems durch die Anwender. Schulungen, Schulungsprogramme und Organizational-Change-Management-Strategien sind unerlässlich, um sicherzustellen, dass Mitarbeiter das PLM-System effektiv nutzen können. Die Integration von PLM in die bestehenden Arbeitsabläufe und Prozesse sollte transparent gestaltet werden, um den Arbeitsfluss nicht zu beeinträchtigen. Auch sollten Konzepte zur Anwenderintegration in Betracht gezogen werden, die nicht zwingend auf den nativen Nutzeroberflächen der jeweiligen Systeme beruhen. Systemübergreifende und rollenbasierende Nutzeroberflächen vereinfachen den Zugriff auf Informationen und Funktionalitäten in Bezug auf die durch den Anwender zu erfüllende Arbeit. Somit lassen sich systemübergreifende Unternehmensprozesse auch über Systemgrenzen hinweg abbilden und realisieren.

### **PLM als Wegbereiter für Innovationen**

Die Zukunft der digitalen Transformation im Kontext von PLM ist voller Herausforderungen und Chancen. Während Unternehmen weiterhin ihre Integrationsstrategien verfeinern und ihre PLM-Systeme optimieren, stehen sie vor der Aufgabe, sich

ermöglicht, neue Technologien und Geschäftsmodelle nahtlos zu integrieren.

Um diese Herausforderungen zu bewältigen, setzen Unternehmen auf verschiedene Integrationsansätze und -technologien. Eine Möglichkeit besteht darin, Middleware-Plattformen einzusetzen, die als Vermittler zwischen den verschiedenen Systemen fungieren und den Datenaustausch ermöglichen. Diese Plattformen bieten Funktionen wie Datenmapping, Transformation und Synchronisation, um eine nahtlose Integration zu erleichtern. Cloud-basierte Integrationslösungen gewinnen ebenfalls an Bedeutung, da sie Skalierbarkeit, Flexibilität und Kosteneffizienz bieten.

Darüber hinaus spielen Standards wie PLM-XML und STEP (Standard for the Exchange of Product Data) eine wichtige Rolle bei der Interoperabilität zwischen PLM-Systemen und anderen Softwareanwendungen. Durch die Einhaltung dieser

# VON DER MASCHINENAUTOMATION ZUR PROZESSAUTOMATION

Viele Betriebe setzen auf Maschinenautomation, um ihre Fertigung effizienter zu gestalten. Jedoch lassen sich bereits vor der maschinellen Fertigung Zeit und Ressourcen sparen. Das zeigt dieses Praxisbeispiel, in dem das digitale CAD-Modell eines Werkstücks sieben Prozessstationen durchläuft. » VON CHRISTIAN MAIER



Das virtuelle Rüsten liefert dem Rüstverantwortlichen eindeutige Angaben in der automatisch erstellten NC-Dokumentation.

**B**islang stand die Maschinenautomatisierung für mehr Produktivität im Fokus. Eine CNC-gesteuerte 5-Achsen-Fräsmaschine zerspant Werkstücke sehr schnell. Dabei kann sie so geschickt eingesetzt werden, dass kaum noch Restmaterial übrigbleibt. Der Maschinenbau ist dadurch schon heute produktiver. Klar ist: Automatisierte Verfahren sind effizienter. Spürbare Erfolge lassen sich entlang der gesamten Fertigungskette erzielen.

Was oft übersehen wird: Die Maschine ist nur die letzte Station auf dem Entstehungsweg eines Werkstücks. In digitaler Form hat es bereits von der Konstruktion bis in die Maschinenhalle viele Prozessstationen passiert. Da alle auf die maschinelle Fertigung hinarbeiten, setzen moderne Automatisierungslösungen am CAD/CAM-Prozess an und liefern ein Effizienzplus von bis zu 85 Prozent.

## Digitale Standards setzen

Die Prozessautomation baut auf zukunftsfähigen Standards und modernen Digitalisierungsstrategien auf. Statt einzelne Fertigungsinseln, adressieren die Maßnahmen die gesamte Prozesskette eines Maschinenbaus. Das Ergebnis: ein ideal gesteuerter, stabiler CAD/CAM-Prozess. Einmal gesetzte Standards greifen an allen Stationen reibungslos ineinander. Der Fertigungsprozess läuft automatisiert, was Fachkräfte enorm entlastet.

## Das intelligente Bauteil

Konkret lässt sich das an einem digitalen CAD-Modell eines Werkstücks durchspielen. Denn allen Prozessstationen ist eins gemein: Sie arbeiten an und mit dem CAD-Modell. Damit ist es prädestiniert dafür, sich selbst intelligent durch den Prozess zu manövrieren. Das Praxisbeispiel zeigt das Effizienzpotenzial an allen Stationen und was ein durchgängiges CAD/CAM-System dazu beiträgt.

→ **Station 1 – CAD-Daten aufbereiten:** Die Datenaufbereitung beginnt mit dem Einlesen der CAD-Daten ins CAD/CAM-System. Dort sind in CAD-Templates alle Wiederholaufgaben zur Aufbereitung gespeichert. Templates sind beliebig erweiterbar, individuell konfigurierbar und erlauben manuelle Eingriffe. Der Anwender muss das Bauteil nur noch selektieren und die Bearbeitungsrichtung festlegen. Die Aufbereitung erledigt das System automatisch und liefert Rohteil, Verlängerungen, Deckflächen, Nullpunkt, Spannsituationen und mehr.

→ **Station 2 – Maschine virtuell rüsten:** Rohteil, Fertigteil und Spannmittel sind aus der vorherigen Prozessstation eingeflossen. Über die dort erzeugten Verbindungspunkte wird das Rohteil automatisch positioniert. Bei komplexeren Aufspannungen mit wenig Wiederholungen sichern Plausibilitätsprüfungen das Ergebnis. Das CAD/CAM-System greift automatisch auf Bibliotheken mit Werkzeugen, Spannmitteln, vorkonfigurierten Maschinen und Postprozessoren zu. Es arbeitet also mit exakten digitalen Zwillingen, die sämtliche Komponenten und Parameter enthalten.

→ **Station 3 – Spannsituation virtuell prüfen:** Der korrekte Bezugspunkt kann bereits bei der CAM-Programmierung – und nicht erst in der Maschinenhalle – ermittelt werden. Mit den Messpunkten aus der Datenaufbereitung lassen sich die Maße prüfen und die gesamte Aufspannsituation unmittelbar vom NC-Programm steuern.

→ **Station 4 – Werkzeugwege automatisiert erzeugen:** Die aufbereiteten CAD-Daten fließen unmittelbar in die automatisierte CAM-Programmierung ein. CAM-Templates erleichtern dem Anwender die Arbeit, indem sie häufig verwendete NC-Sequenzen und Technologien automatisch abarbeiten. Mit einem Featurescan erkennt das CAD/CAM-System etwa sämtliche 2,5-D-Bearbeitungen.



Statt in langwieriger Handarbeit entstehen mit der automatischen Elementselektion entsprechend der Geometrie und vordefinierten Farben etwa passende Bohrungen und Gewinde.

Die Software greift dazu auf Bibliotheken zu, in denen Anwender erprobte Fertigungsabläufe speichern. Nach und nach erhält der Maschinenbauer so sein internes Fertigungswissen standardisiert in digitalen Templates. Die Arbeitsplanvorlage entsteht mit einem Klick, inklusive NC-Programmen und Werkzeugwegen. Ohne Mehraufwand, denn findet die Software keine Fräsbereiche zu Anlageflächen, bleibt dieser Job deaktiviert.

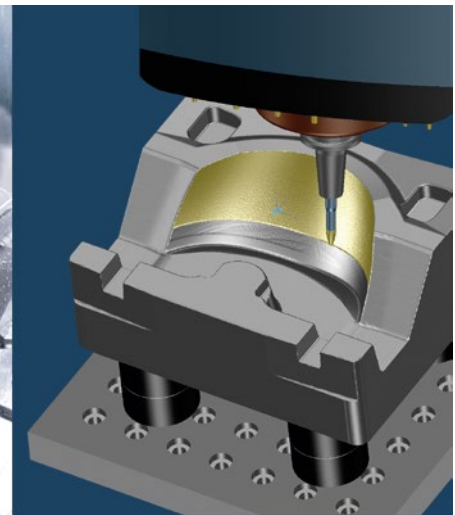
Bonus: Während die Berechnung im Hintergrund läuft, bearbeitet der Anwender schon ein anderes Bauteil. Das Ergebnis ist sicher, weil eine integrierte NC-Simulation die NC-Programme auf Kollisionen prüft. Sie verifiziert die Steuerungsinformationen direkt im CAD/CAM-System.

→ **Station 5 – Maschine real rüsten:** Geprüfte NC-Programme kommen im Steuerungsformat an die Maschine. Das Ergebnis des virtuellen Rüstens steht dem Maschinenbediener ohne Informationsverlust zur Verfügung. Die digitale Dokumentation liefert eindeutige Angaben:

- Die Aufspannlage ist definiert
- Alle Spannmittel und Werkzeuge sind bestimmt
- Messpunkte sind definiert

Liegen dann die Werkzeuge schon vermessen bereit, ist das Rüsten noch schneller erledigt.

→ **Station 6 – Aufspannsituation real prüfen:** Das Einmessen des Werkstücknullpunkts ist vollautomatisiert. Das NC-Programm übernimmt Prüfaufgaben, die bereits im CAD/CAM-System entstanden sind. Damit werden Anwenderfehler vermieden und Rüstzeiten



**Höchste Sicherheit für mannarme Fertigung:** Mit der CNC-Simulation plant, programmiert und prüft der Anwender NC-Bearbeitungen automatisiert im CAD/CAM-System.

minimiert. Auf unpassende Spansituationen reagiert man flexibel: Der CAM-Programmierer generiert mit parametrischen Templates schnell etwa einen Alternativ-Rohling. Das System passt alles weitere automatisch an.

→ **Station 7 – Bauteil mechanisch fertigen:** Nach dem Start läuft ein optimiertes, sicheres und passendes NC-Programm. Die Maschine kann ihr Potenzial mit hochdynamischen und schnellen Verfahrbewegungen, kurzen Werkzeugen sowie maximal möglichen Vorschub- und minimalen Rückzugsbewegungen voll ausnutzen. Überwachung oder Programmierung an der Steuerung sind nicht nötig. Der Maschinenbediener kann sich bedenkenlos weiteren Aufgaben widmen.

Im Anschluss startet eine integrierte Qualitätsprüfung, die direkt aus der NC-Programmierung eingeflossen ist. Die Maschine reagiert selbstständig auf Messergebnisse und führt automatisch eventuelle Korrekturschleifen durch – ressourcenfrei und mit protokollierten Messergebnissen.

### Ressourcen sparen senkt Kosten

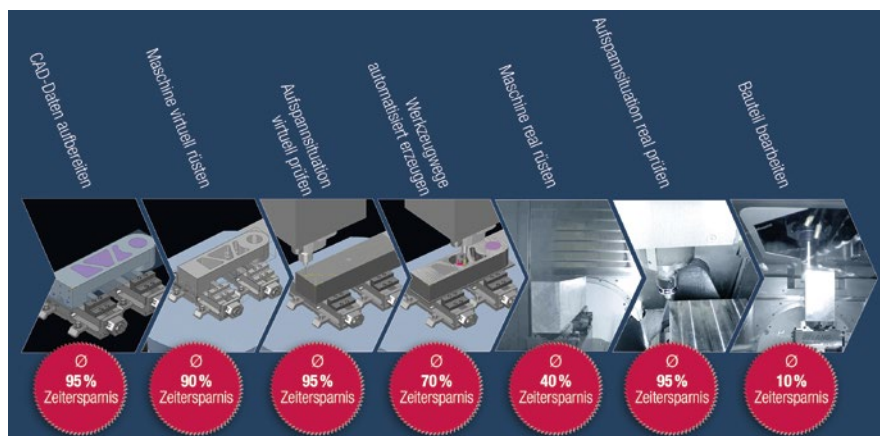
Dermaßen automatisierte CAD/CAM-Prozesse erzeugen ein hohes Maß an Schnelligkeit, Sicherheit und Genauigkeit – und entlasten gleichzeitig Fachkräfte. Eintönige und wiederkehrende Abläufe sind in Templates ausgelagert, was Fehler vermeidet. Diese Art der Automatisierung erleichtert die Arbeitsteilung: Weniger erfahrene Mitarbeiter erstellen einen Großteil der CAM-Programme wie 2,5D-Bearbeitungen, 3-achsige Schrupp-Programme vollautomatisiert. Erfahrene Anwender kümmern sich um komplexere Arbeiten. Der gezieltere Einsatz von Ressourcen und Arbeitskraft senkt die Kosten.

### Automation ist Zukunft

Automatisierung ist notwendig, um sicher in die Zukunft zu gehen. Sie stößt aber an Grenzen, wenn Bewegungsabläufe zu komplex und langwierig oder Werkstücke zu individuell sind. Dann bleiben menschliche Fähigkeiten wie Kreativität, Flexibilität und der logische Verstand für schnelle Entscheidungen gefragt.

### Servicepartner für skalierbare Umsetzung

Der Maschinenbau fertigt heute schon mit automatisierten Maschinen und Techniken effizienter. Aber das drängende Alltagsgeschäft setzt häufig Grenzen, um zukunftsfähige Lösungen umzusetzen. Dann empfiehlt sich ein Servicepartner und Prozesslieferant, der mit skalierbaren Ansätzen die nötige Flexibilität bei maximaler Effektivität liefert. Die skalierbare Automation „as a managed service“ macht das für KMU finanzierbar. **« KF**



**Praxisbeispiel Zeiterparnis: An den Prozessstationen vor der maschinellen Fertigung kann ein Maschinenbau viel Zeit und Ressourcen sparen.**

Bilder: Tebis

**Christian Maier** ist Teamlead Technical Support bei der Tebis AG.

# ENTWICKLUNGSPROJEKTE IM MASCHINENBAU GENAU KALKULIEREN

Viele Hersteller verfehlen die selbstgesteckten Kostenziele für neue Produkte, weil Mittel und Methoden für eine wirksame Kostenkontrolle der Entwicklungsbudgets über die Projektlaufzeiten hinweg fehlen. Die Software Classmate Costpilot von Simus Systems befähigt die Vernetzung der Daten zu einer fortschreitenden, mit dem Projekt wachsenden Kalkulation.

» VON DR. THOMAS TOSSE

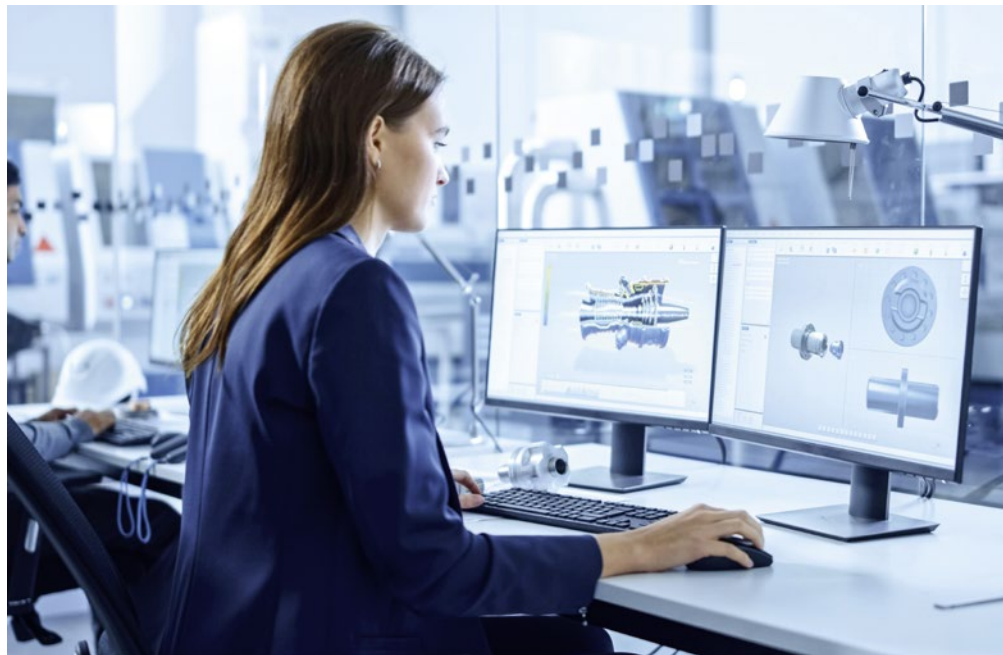
**B**ei starkem Preiswettbewerb, kürzeren Innovationszyklen, wachsender Variantenvielfalt und wechselnden Konjunkturphasen stehen die Entwicklungs- und Herstellungskosten neuer Produkte im Fokus. Doch trotz Zielkostenrechnung und entwicklungsbegleitender Konstruktion haben viele Maschinen- und Anlagenbauer ihre Kosten nicht im Griff. Während die Hersteller mit technischen Innovationen hervortreten, sind sie auf dem Kostenauge blind.

Zwar werden in vielen Unternehmen Zielkosten festgelegt – für das gesamte Produkt und einzelne Baugruppen, seltener für besondere Kostentreiber oder sogar einzelne Bauteile. Doch häufig werden diese während der Konstruktionsphase nicht aktualisiert oder kontrolliert. Die Gründe dafür sind vielfältig und in jedem Unternehmen anders verteilt.

## Kalkulation soll konkretisiert und aktualisiert werden

Erst in der Produktionsphase, wenn die Aufwände neu bewertet und die tatsächlichen Kosten ermittelt werden, deckt man massive Kostensteigerungen auf. Doch die Ursachen bleiben im Dunklen und Änderungen aus Zeit- und Kostengründen aus. Der hohe Aufwand, die Risiken und Fehlerquellen der Projektkalkulation werden durch fehlende Digitalisierung verstärkt. Eine Tabellenkalkulation kann weder die Lücke zwischen ERP- und CAD/PDM-Systemen schließen, noch eine Software für das Controlling von Entwicklungsprojekten ersetzen.

Damit dies anders werden kann, muss die Kalkulation eines Entwicklungsprojektes dem Charakter und Vorgehen der Produktentwicklung entsprechen. Man beginnt mit groben Ideen und Vorgaben, die allmählich Gestalt annehmen und konkreter werden. Die meisten Projekte im Maschinen- und



**Classmate Costpilot von Simus Systems ermöglicht eine fortschreitende Kalkulation von Entwicklungsprojekten.** Bild: Gorodenkoff/AdobeStock

Anlagenbau setzen auf Vorläufern auf. Viele enthalten Subsysteme und Module, die verändert werden. Entsprechend muss die Kalkulation einerseits Schätzwerte und Ergebnisse von Regressionsanalysen, andererseits bekannte Kosten von Kauf- oder Fertigungsteilen enthalten.

Während des Projekts sollte die Kalkulation mitwachsen, konkretisiert und aktualisiert werden. Diese „fortschreitende Kalkulation“ dokumentiert zugleich wichtige Änderungen in Form von „eingefrorenen“ Datenbeständen, die sich später wieder abrufen lassen. Anfangs werden Baugruppen und Bauteile mit Schätzpreisen belegt. Die verwendeten Preisquellen wie Regressionsanalyse, bekannte Herstellkosten, Einkaufsinfosatz oder Kontraktpreis werden übersichtlich dargestellt – und müssen im Laufe der Entwicklung durch sichere Werte ersetzt werden. Dieses Vorgehen senkt den Anfangsaufwand und belohnt die Arbeit an der fortschreitenden Kalkulation durch höhere Qualität.

## FORTSCHREITENDE KALKULATION

- Beginnt mit „weichen“ Zahlen, die im Projektverlauf erhärtet werden
- Tauscht wichtige Informationen mit Fremdsystemen aus
- Unterstützt regelmäßige Aktualisierungen
- Dokumentiert kostenrelevante Entscheidungen
- Transparenz über Kostenziele, Abweichungen, Kostentreiber, Entwicklungsstände
- Ebnet einen klaren Weg zu den definierten Zielkosten

## Automatische Optimierung der Kalkulation

Üblicherweise nimmt die Treffsicherheit der entwicklungsbegleitenden Kalkulation ab, je länger ein Entwicklungsprojekt andauert. Die Daten veralten, volatile Marktpreise für Rohmaterial und Zukaufteile werden nicht



Element	LSM#	#	Z	CK	ME	Einzelpreis	Preis	Preis mit MGK	Preisquelle	Aktiv	Preisqualität
PS - Projekt	1	1	1	Stück	*	515338,37 €	515338,37 €	597792,57 €	Summe	☑	50,09 %
BM - GESAMTMASCHINE	1	1	1	Stück	*	515338,37 €	515338,37 €	597792,57 €	Summe	☑	50,09 %
BM - GRUNDMASCHINE	1	1	1	Stück	*	99000,00 €	99000,00 €	114840,00 €	Manuell (Schätzung)	☑	50,00 %
BM - EINLAUFBAND1+2	1	1	1	Stück	*	43000,00 €	43000,00 €	49880,00 €	Manuell (Schätzung)	☑	50,00 %
BM - GRUPPIERUNGKPL	1	1	1	Stück	*	73000,00 €	73000,00 €	84880,00 €	Manuell (Schätzung)	☑	50,00 %
BM - PRODUKTTRANSPORT2 GRUPPIERKETTE	1	1	1	Stück	*	13000,00 €	13000,00 €	15080,00 €	Manuell (Schätzung)	☑	50,00 %
BM - MASCHINE PEWE-Therm 450 Compact	1	1	1	Stück	*	26000,00 €	26000,00 €	30160,00 €	Manuell (Schätzung)	☑	50,00 %
BM - GRUNDMASCHINE TRIVIAKUPFERSCHTER	1	1	1	Stück	*	130000,00 €	130000,00 €	150800,00 €	Manuell (Schätzung)	☑	50,00 %
BM - GRUPPIERTSCHOKP	1	1	1	Stück	*	28338,37 €	28338,37 €	32872,57 €	Summe	☑	50,71 %
BM - AUSLAUFBAND1 GF210n800	1	1	1	Stück	*	17500,00 €	17500,00 €	20300,00 €	Manuell (Schätzung)	☑	50,00 %
BM - GRUPPIERTSCHOKP REF3010	1	1	1	Stück	*	10838,37 €	10838,37 €	12572,57 €	Summe	☑	51,42 %
BM - GRUPPIERTSCHOKP L15-RE	0	1	1	Stück	*	10838,37 €	10838,37 €	12572,57 €	Summe	☑	51,42 %
BM - SCHUTZABDECKUNG LEIRE	1	1	1	Stück	*	1371,40 €	1371,40 €	1590,82 €	Summe	☑	60,67 %
BM - SCHALTSCHRAUBK+PNEUMECHE 10644 560x253 VA2	1	1	1	Stück	*	2009,65 €	2009,65 €	2331,22 €	Summe	☑	68,17 %
BM - GRUPPIERABSCHUBI ZUBEHOER L1-RE	3	1	1	Stück	*	119,88 €	119,88 €	139,67 €	Summe	☑	35,00 %
BM - GESTELL ZUBEHOER	4	1	1	Stück	*	469,67 €	469,67 €	544,82 €	Summe	☑	70,70 %
BM - PNEUMATIK	5	1	1	Stück	*	1871,34 €	1871,34 €	2170,78 €	Summe	☑	26,94 %
BM - GESTELLINSTANZ S1147373	6	1	1	Stück	*	1676,88 €	1676,88 €	1945,19 €	Summe	☑	63,00 %
BM - UBERWACHUNG BAUMER	7	1	1	Stück	*	182,18 €	182,18 €	211,33 €	Summe	☑	52,30 %
BM - AUFLAUFBAND	8	1	1	Stück	*	312,11 €	312,11 €	362,05 €	Summe	☑	58,33 %
BM - GRUPPIERABSCHUBI INSTANZ S100979	9	1	1	Stück	*	1972,85 €	1972,85 €	2288,50 €	Summe	☑	58,80 %
BM - TISCHPLATTE LEIRE	10	1	1	Stück	*	45,29 €	45,29 €	52,54 €	Summe	☑	35,00 %
BM - BEFESTIGUNG LASERSENSOR	11	1	1	Stück	*	563,41 €	563,41 €	653,55 €	Summe	☑	42,00 %
BM - FB GRUPPIERTSCHOKP L1-RE	12	1	1	Stück	*	243,71 €	243,71 €	282,70 €	Summe	☑	46,67 %
BM - #FB ABSCHUB LECHILI-RE	111	1	1	Stück	*	119,67 €	119,67 €	138,81 €	Summe	☑	46,67 %
NT - Klemmhebel GR004-44-M6-15-SG	112	2	2	Stück	*			Kein Preis vorhanden		☑	0,00 %
TA - Lineal TK310d,S10-300	113	1	1	Stück	*	16,00 €	16,00 €	18,56 €	classmate PLAN	☑	70,00 %
BM - #FB ANSCHLAG RECH FESTSTILL-RE	114	1	1	Stück	*	108,04 €	108,04 €	125,33 €	Summe	☑	70,00 %
BM - FORMATTELE	1	1	1	Stück	*	103000,00 €	103000,00 €	119480,00 €	Manuell (Schätzung)	☑	50,00 %

Zu den Stärken von Classmate Costpilot gehört auch die übersichtliche Projektstruktur. Bild: Simus Systems

**ZU DEN RISIKEN DER PROJEKTKALKULATION GEHÖRT AUCH, DASS DAS KALKULATIONSWISSEN DES UNTERNEHMENS SICH AUF EINZELNE PERSONEN KONZENTRIERT UND METHODIK, KALKULATIONSGRUNDLAGEN UND VERWENDETE TABELLEN NICHT TRANSPARENT SIND.**

angepasst und Voraussetzungen ändern sich gegenüber der Ausgangslage. Verzögerungen und Kostenunschärfe entfalten Wechselwirkungen, die oft für massive Verfehlungen der Kostenziele in der Produktentwicklung verantwortlich sind.

Zum Konzept der fortschreitenden Kalkulation gehören dagegen permanente Verbesserungen der Kalkulationsqualität. Einerseits werden Preisquellen wie beschrieben konkretisiert, andererseits werden Kosteninformationen detailliert ergänzt und aktualisiert. Darüber hinaus bringen automatische Importe aus unterschiedlichen Datenquellen wie Excel, ERP- oder PDM-Systemen die verwendeten Daten auf den aktuellen Stand.

**Kostenziele definieren und überwachen**  
Die fortschreitende Kalkulation erhöht die Wahrscheinlichkeit, dass zu Beginn der Entwicklung definierte Kostenziele eingehalten werden. Dabei müssen unterschiedliche Varianten, verschiedene Szenarien für Best- oder Worst-Cases, abweichende Absatzzahlen, verschiedene Standorte oder Währungsrisiken berücksichtigt werden.

Die Wirksamkeit der Zielkostenüberwachung wächst mit einem regelmäßigen Projektreporting. Gute Kalkulationssoftware unterstützt dabei durch automatische Routinen sowie übersichtliche Grafiken und Wertetabellen.

### Digitalisierung der Zettelwirtschaft

In den üblichen Werkzeugen der Produktentwicklung ist die Kostendimension kaum verankert. Kostenrelevante Informationen befinden sich in ERP-Systemen, die für Entwickler eher unzugänglich sind. Die klaffende Lücke dazwischen schließt meist eine Tabellenkalkulation. Dies stellt nicht viel mehr als eine Digitalisierung der Zettelwirtschaft dar: Fehlende Schnittstellen, fehleranfällige Handarbeit in unübersichtlichen Tabellen, Inkonsistenz und mangelnde Dokumentation der Daten, fehlende Kontrolle über Projektstände, Aktualisierungen und Varianten sind nur einige der damit verbundenen Probleme.

### Mit Classmate Costpilot zur fortschreitenden Kalkulation

Mit classmate Costpilot hat Simus Systems eine Kalkulationsplattform entwickelt, die das fortschreitende Controlling von Entwicklungsprojekten in die vorhandene IT der Produktentwicklung integriert. Die neue Lösung übernimmt Preisinformationen aus ERP-Systemen wie SAP, Kalkulationsprogrammen und PDM-Lösungen als dynamische Datenquellen. Mit umfassenden Schnittstellen verbindet classmate Costpilot die von Entwicklungsprojekten betroffenen Bereiche auf komfortable Weise und eröffnet als browserbasiertes Produkt einen einfachen Zugang für alle Anwender. **« TB**

**Dr. Thomas Tosse** ist Inhaber der Agentur Hightech Marketing mit Sitz in München.



Be  
innovative

**Sichern Sie sich jetzt Ihr exklusives Abonnement!**

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

**DIGITAL ENGINEERING** MAGAZIN

**WIN**  
VERLAG

# HEISSE LÖSUNGEN FÜR EINEN KÜHLEN PLANETEN

Die weltweite Nachfrage nach Windkraftgetrieben wird sich nach Schätzungen von Experten bis zum Ende des Jahrzehnts vervierfachen. Hersteller suchen daher nach Technologien, um ihre Produktion zu erweitern. Gefragt sind Getriebe, die über Jahre unter schwierigen Bedingungen durchhalten. » VON DR. ANTOINE TÜRICH, GOTTFRIED KLEIN UND HANSPETER DINNER

**2**023 war das heißeste Jahr auf unserem Planeten seit Beginn der Aufzeichnungen, und das neue Hitzebewusstsein macht sich in der Windenergiebranche deutlich bemerkbar. Nach Schätzungen des Global Wind Energy Council (GWEC) muss sich die Installationsrate von Windkraftanlagen bis zum Ende des Jahrzehnts weltweit vervierfachen, will man das von der Internationalen Organisation für erneuerbare Energien (IRENA) gesteckte Ziel der Kohlenstoff-Netto-Null bis 2050 erreichen und einen Anstieg der weltweiten durchschnittlichen Jahrestemperatur um mehr als die prognostizierten 1,5 Grad Celcius verhindern. Erfreulicherweise ist zumindest bei den Selbstverpflichtungen zur Netto-Null eine zunehmende Dynamik zu verzeichnen und die weltweit produzierte Leistung aus Windkraftanlagen hat bereits zum Ende des Jahres 2023 den historischen Rekordwert von 1 TW erreicht. Dadurch werden jährlich rund 1,2 Milliarden Tonnen CO<sub>2</sub> eingespart, was in etwa der Menge des gesamten Kohlenstoffausstoßes Südamerikas entspricht.

## Qualität der Bauteile ist entscheidend

Es herrscht Aufwind bei den Herstellern von Windkraftgetrieben, die einer nie da gewesenen Nachfrage gegenüberstehen und deren

Auftragsbestände bis weit in die Zukunft reichen. Dabei haben sie aber auch mit Gegenwind zu kämpfen: Die Notwendigkeit, Kapazitätsengpässe zu bewältigen und zugleich Anlagen mit höherem Wirkungsgrad und extremer Zuverlässigkeit zu produzieren, stellt die Hersteller vor große Herausforderungen. Die durchschnittliche Lebensdauer eines Windkraftgetriebes beträgt 20 Jahre - Abnutzung und Verschleiß fordern ihren Tribut und machen Reparaturen und Wartungsarbeiten aufwendig und teuer. Die Qualität der Bauteile ist daher entscheidend.

Gleason nimmt diese Herausforderung an und bietet – neben Auslegungssoftware – eine ganze Reihe von Lösungen zur Produktionsoptimierung an, die auf die am häufigsten verbauten Zahnradtypen in modernen Windkraftgetrieben, insbesondere Planetenräder im Durchmesserbereich bis 1.200 mm, abzielen.

## Auf die Auslegung kommt es an

Die Auslegung einer Verzahnung für das Hauptgetriebe einer Hochleistungs-Windkraftanlage bringt eigene Herausforderungen mit sich. Die Anlagen von heute sind viel größer als ihre Vorgänger und produzieren deutlich mehr Leistung. Manche sind so hoch wie der Eiffelturm und generieren bis zu 15 MW, ein Vielfaches der Leistung einer

durchschnittlichen Windkraftanlage im Jahr 2010. Die Getriebedesigns haben mit der Entwicklung Schritt gehalten: So gibt es mittlerweile viele zusätzliche Varianten für Anwendungen mit niedriger, mittlerer und hoher Drehzahl sowie Varianten mit einer, zwei, drei oder vier Stufen. Die zunehmende Komplexität und der hohe Anspruch, mehr Leistung effizienter zu generieren und zugleich eine größere Zuverlässigkeit zu erzielen, haben es erforderlich gemacht, dass die Zahnradaddesign zuerst optimiert und ihre Herstellbarkeit sichergestellt wird, lange bevor das erste Zahnrad gefertigt wird. Genau dafür gibt es Kisssoft, ein modulares Berechnungsprogramm zur Auslegung, Optimierung und Nachrechnung von Maschinenelementen. Sein Anwendungsbereich reicht von Berechnungen einzelner Komponenten bis hin zur Auslegung kompletter Getriebe mit dem Systemmodul Kisssys. Gerade in Anbetracht der Herausforderungen und der Ansprüche, mit denen Konstrukteure bei der Auslegung eines Getriebes für eine Windkraftanlage konfrontiert sind, ist Kisssoft ein entscheidendes Werkzeug für einen erfolgreichen Designprozess.

## Geringere Ausfallwahrscheinlichkeit

In der langsamen Stufe (LSS) birgt die extrem niedrige Drehzahl bei hohem Dreh-

Die Nachfrage nach Windkraftgetrieben wird weiter steigen, lautet die Prognose.

Bild: Photocreo Bednarek/stock.adobe.com



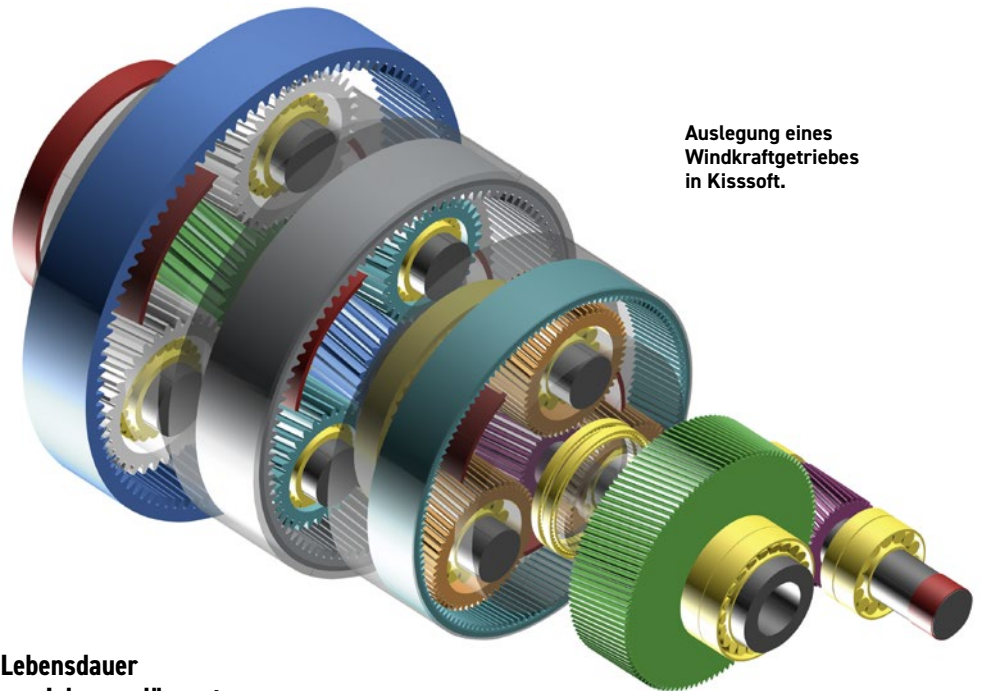


moment ein Risiko für Graufleckigkeit und Flankenbruch sowie eine ungleichmäßige Lastverteilung und Flanken- und Fußversagen. Während letztgenannte Beispiele einfach zu handhaben sind und in den Gestaltungsrichtlinien, z. B. IEC 61400-4, detailliert behandelt werden, sind Bewertungsverfahren für Graufleckigkeit und Flankenbruch gemäß Normenreihe ISO 6336 immer noch mit einer gewissen Ambiguität verbunden. Ausfälle im Feld korrelieren nicht immer mit der technischen Analyse. Die Einflüsse von Werkstoffzusammensetzung und -reinheit, Wärmebehandlung, Eigenspannungen und Kugelstrahlen sind in der LSS aufgrund der großen Teilegröße signifikant. Solche Einflüsse sind bei der Auslegung eines Getriebes allerdings schwer zu quantifizieren, wobei gerade der Designprozess der LSS die größte Kostenbelastung nach sich zieht. Das Berechnungsprogramm KISSsoft kann im Designprozess unterstützen, indem es hunderte oder gar tausende Auslegungsvorschläge macht, aus denen der erfahrene Konstrukteur die geeignete Lösung wählen kann. Hierbei werden Eigenschaften berücksichtigt wie die absolute Größe des Hohlrads, die Drehmomentdichte, die Schwingungserzeugung, die erforderliche Einhärtetiefe und anderes mehr. Da das Antriebsmoment in mehrere Leistungspfade aufgeteilt werden muss, sind in der LSS anstelle von nur drei Planeten vier, fünf oder mehr Planeten erforderlich. Eine auf einer Simulationsberechnung basierende Schätzung der Lastaufteilung zwischen den Planeten lässt sich leicht erstellen, begleitend zu einer experimentellen Verifizierung derselben.

### Besserer Wirkungsgrad dank Optimierung

In der mittleren Stufe (ISS) ist die Feinauslegung der Getriebeübersetzung das wichtigste Ziel. Zudem muss das Drehmoment weiter gesenkt werden, damit es von der schnellen Stufe bewältigt werden kann. Eine relativ hohe Übersetzung erfordert eine relativ geringe Zähnezahl am Sonnenrad, während das Pitchrohr den minimalen Durchmesser definiert. Des Weiteren machen die höheren Umfangsgeschwindigkeiten eine höhere Überdeckung nötig, um das Risiko erhöhter Vibrationen zu mindern. Bei evolventischen Zahnradern erfordert eine hohe Profilüberdeckung zudem eine entsprechend hohe Zähnezahl. Auch hier sind die Anforderungen widersprüchlich und es müssen in kürzester Zeit Algorithmen zur Variation mehrerer Parameter (Zahnbrei-

te, Schrägungswinkel, Profilverchiebung, Zahnprofil, Fußrundung, Protuberanz, Zugabe für Fertigbearbeitung usw.) berechnet werden. Die Größe des Planetenrads muss so gewählt werden, dass Wälzlager mit Ringen Platz finden und zugleich sichergestellt wird, dass genügend Raum unter dem Fußkreisdurchmesser bleibt. Technologien wie integrierte Laufbahnen oder hydrodynamische Gleitlager bringen sowohl Einschränkungen als auch Freiheiten bei der Auslegung des Planetengetriebes mit sich.



Auslegung eines Windkraftgetriebes in KISSsoft.

### Lebensdauer um Jahre verlängert

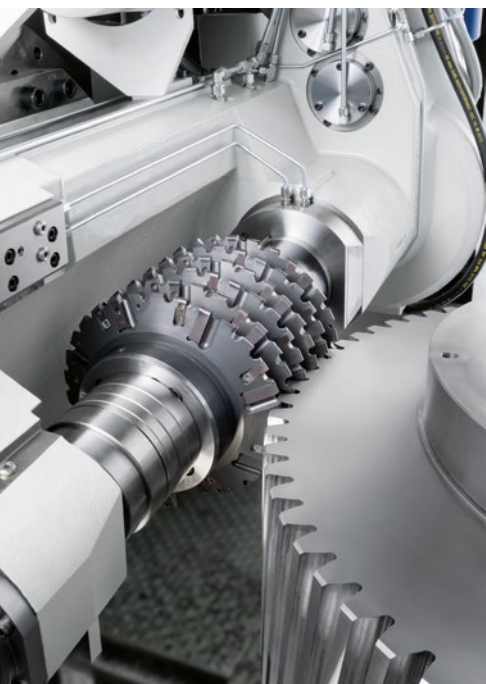
Die schnelle Stufe (HSS) schließlich erreicht hohe Zykluszahlen bis weit in den Ermüdungsbereich hinein, wo experimentelle S-N-Kurven schwer zu ermitteln sind. Die Zahnradbewertung für eine quasi unbegrenzte Lebensdauer hängt stark von der Werkstoffreinheit, der Qualitätskontrolle und der Schmierung ab. Bei der Auslegung der Verzahnung ist die „Grübchenbildung“ als häufigster Ausfallmodus zu berücksichtigen, wobei hierfür die zuvor genannten Parameter bei den Lebensdauerberechnungen weitgehend miteinbezogen werden. Softwaregestützte Berechnungen von Lebensdauer und Ausfallwahrscheinlichkeit beruhen in der Regel auf Lastdauerverteilungs-Kollektiven, können heutzutage aber auch direkt auf gemessenen Drehmomentdaten über Zeit basieren. Die Auswirkungen der Drehmomentumkehr können bei der Berechnung der Flanken- und Fußmodifikationen nach der Schadensakkumulationsmethode berücksichtigt werden, zum Beispiel sollte hierfür die Verwendung der „Haibach-Modifikation“ erwogen werden.

Die Zahnkontaktanalyse unter Last sowie die Bestimmung der Drehwegabweichung in der HSS und ihres Spektrums sind des Weiteren wesentliche Bestandteile der Verzahnungsauslegung. Ziel dabei sind geringe Eingriffskraftamplituden und ausgeprägte Höhere Ordnungen im Amplitudenspektrum. Hierfür stellt KISSsoft Konstrukteuren potente Werkzeuge zur Verfügung, damit der komplexe Designprozess beschleunigt und optimiert werden kann.

### Einen Zahn zugelegt

Signifikante Zeitersparnisse und Qualitätsverbesserungen sind aber auch in der Produktion der Windkraftzahnräder möglich: Mit den Allzweck-Wälzfräsmaschinen der Baureihen P und Titan von Gleason wird maximale Produktivität mit höchster Präzision vereint. Für die Planetenräder werden idealerweise Wälzfräsmaschinen für Werkstückdurchmesser bis 1.200 mm, mit oder ohne Automation, eingesetzt. Diese Maschinen werden auch zur Produktion der Sonnenradwellen verwendet. Für die größeren Hohlräder werden Wälzfräsmaschinen mit bis zu vier Meter Werkstückdurchmesser und leistungsstarken Innenfräsköpfen für das Profilverfräsen benötigt. All diese Maschinen müssen sowohl beim Schrupp- als auch beim Schichtfräsen maximale Produktivität bieten.

Die Wälzfräsmaschinen der Gleason P-Serie sind auf die Anforderungen der Windkraftzahnräder zugeschnitten. Breite Führungsbahnen mit hydraulisch vorgespannten Führungen kommen in Verbindung mit einer separaten Linearführung und einer



**Opti-Cut-Fräser (und Zahnformfräser) maximieren Materialabtragsraten und Schnittgeschwindigkeiten mittels indexierbarer Hartmetalleinsätze.**

spielfreien Montage der Rollenlager zum Einsatz, um präzise, wiederholbare Bewegungen bei jeder Vorschubgeschwindigkeit zu gewährleisten. Das verspannte Doppelschneckenradgetriebe sorgt für Spielfreiheit und gewährleistet in Kombination mit den hydrostatischen Lagern höchste Teilgenauigkeit und maximale Präzision von Axial- und Rundlauf für den Werkstücktisch. Mit der Titan-Serie von Gleason ist nun ein ausgeklügeltes Maschinenkonzept für das hocheffiziente Fräsen von außenverzahnten Planeten- und Sonnenrädern in Windkraftgetrieben verfügbar. Patentierte Führungsbahnen gewährleisten eine hohe Leistung sowohl beim Trocken- als auch beim Nassfräsen. Die Führungsbahnen, eine Kombination aus Gleit- und Wälzführung, bieten eine ideale Verbindung aus Steifigkeits- und Dämpfungseigenschaften, um eine markant gesteigerte Produktivität und eine verbesserte Zahnrad-Schnittqualität zu gewährleisten. Direkt angetriebene Tische mit hydrostatischen Lagern bieten Leistung auf neuem Niveau. Mit beiden Maschinenserien werden mehrere Fräskopfvarianten für außen- und innenverzahnte Zahnräder sowie Hohlräder angeboten. Je nach Modul- und Zahnradgröße können HSS-Vollhartmetallfräser oder spezifische Opti-Cut-Fräser (und Zahnformfräser) mit Hartmetalleinsätzen verwendet werden. Das Opti-Cut-Design garantiert maximale Materialabtragsraten



**Das Spannsystem X-Pandisk ist für Werkstücke mit bis zu 2.000 kg Gewicht geeignet und kann diese automatisch zentrieren und spannen.**

und Schnittgeschwindigkeiten mittels indexierbarer Hartmetalleinsätze. Da das Werkzeug nicht mehr nachgeschliffen werden muss, erzielen Opti-Cut-Fräser eine konsistente Werkzeugstandzeit und ersparen das zeitintensive Nachschleifen gebrauchter Werkzeuge sowie das Handling zusätzlicher Ersatzfräser. Opti-Cut-Fräser sind in einer Vielzahl verschiedener Fräsergrößen und -geometrien zum Fräsen und Wälzfräsen von Verzahnungen verfügbar.

### Unproduktive Zeiten reduzieren

Angesichts der hohen Anforderungen an das Produktionsvolumen von Planetenrädern ist die Reduktion unproduktiver Be- und Entlade- sowie Werkstückspannzeiten von wesentlicher Bedeutung. Gleason bietet eine Reihe flexibler Automations- und Werkstückspannlösungen, die alle ineinandergreifen, um unproduktive Zeiten erheblich zu reduzieren. So können zum Beispiel mit dem Spannsystem X-Pandisk Werkstücke mit bis zu 2.000 Kilogramm Gewicht automatisch zentriert und gespannt werden. Dadurch wird das typische Verfahren zur manuellen Einstellung und Ausrichtung von Werkstücken dieser Größe erheblich verkürzt.

Nullpunktspannsysteme sind für größere Werkstücke mit einem Gewicht von bis zu 8.000 Kilogramm inklusive Palette vorgesehen. Hierbei erfolgt die Einstellung der Spannvorrichtungen und der Werkstücke

parallel während der Bearbeitung. So lässt sich mit minimalen Einstellzeiten die optimale Qualität erzielen.

Zusammen mit diesen Werkstückspannlösungen kann auch das parallele Be- und Entladen während der Bearbeitung zur weiteren Reduzierung der unproduktiven Zeit beitragen. Dazu kommen Automationslösungen zum Einsatz, die jetzt auch für die größeren Wälzfräsmaschinen erhältlich sind. Dazu zählen Palettenwechslersysteme und Zweistationen-Ringlader für Scheibenteile.

### Neue Profilschleiflösungen lösen Produktionszwickmühle

Da die Qualitätsanforderungen mittlerweile so hoch sind, wie es für Zahnräder dieser Größe nur selten der Fall ist, ist eine hochpräzise Hartfeinbearbeitung unerlässlich. Wie aber lässt sich die Hartfeinbearbeitung am besten durchführen, ohne eine teure Engstelle in der Produktion zu erzeugen und dabei die Kosten in die Höhe zu treiben? Bei Gleason wurde diese „Produktionszwickmühle“ mit mehreren neuen Profilschleiflösungen angegangen.

→ **Profilschleifmaschine 1200G:** Mit 1.300 mm axialem Verfahrensweg deckt die neue 1200G die gängigsten Anwendungen in diesem Größenbereich ab. Für die großen

**Die Axialgeschwindigkeit der neuen 1200G beträgt bis zu 14,5 m/min.**





Profiltiefen und die damit verbundene hohe Schleifleistung, die bei Windkraft-Anwendungen erforderlich sind, ist ein Hochleistungsschleifkopf mit starken 150 Nm Drehmoment und einem maximalen Schleifscheibendurchmesser von 450 mm erhältlich. Dieser Hochleistungsschleifkopf ist für Profiltiefen von bis zu 80 mm geeignet und adressiert alle Zahnräder der gängigen Windkraftgetriebe. Die Axialgeschwindigkeit der 1200G, die besonders wichtig ist, um kurze Schleifzeiten zu gewährleisten, beträgt 10 m/min und übertrifft die Leistung von vergleichbaren Maschinen um bis zu 66 %. Optional sind sogar Axialgeschwindigkeiten von bis zu 14,5 m/min möglich, womit in dieser Kategorie ein neuer Maßstab gesetzt wird.

Die Ausführung des direkt angetriebenen Werkstücktisches erlaubt eine hohe Dynamik und ermöglicht durch den Einsatz von Gleasons proprietärem Auto Servo Tuning (AST) die Handhabung von Werkstücken einer Vielzahl von Größen, Gewichten und Maßentragheiten.

Zu guter Letzt verfügt die 1200G über eine integrierte Messeinrichtung zum Prüfen außenverzahnter Zahnräder und Hohlräder direkt in der Maschine, was im Vergleich zum Messen dieser Teile im Messraum, inklusive des notwendigen Transports, wertvolle Zeit

einspart. Die Auswertung der Messdaten erfolgt nach allen gängigen Industrienormen.

→ **Profilschleifmaschine Titan:** Die Schleifmaschinen der Titan-Serie bieten die ideale Kombination aus Hochleistungsschleifen und Oberflächenbearbeitung der Spitzenklasse. Durch den Einsatz des einzigartigen Werkzeugwechslers müssen keine Kompromisse mehr bei der Wahl einer geeigneten Schleifscheibenspezifikation für das Schrumpfen und Schlichten eingegangen werden. Stattdessen können individuelle Schleifscheibenspezifikationen verwendet werden, die speziell an die Aufgaben des Schrumpfen und Schlichtens angepasst sind. Das hat eine höhere Produktivität, eine bessere Oberflächenbearbeitung und zugleich eine höhere Verfahrenszuverlässigkeit zum Ergebnis.

Das modulare Design der Titan-Serie deckt mit den Maschinenmodellen Titan 1200G und Titan 1600G Werkstückdurchmesser bis zu 1.600 mm, einem axialen Verfahrweg von bis zu 100 mm ab. Für das Profilschleifen von Zahnrädern für Windkraftgetriebe für größere Durchmesser von bis zu 4.000 mm bietet Gleason die P-Serie an. So ist etwa die P4000G besonders gut für die Hartfeinbearbeitung größerer Hohlräder geeignet.

### Zykluszeiten verkürzen

Mit all diesen Serien erhalten Produzenten von Windkraftgetrieben eine Auswahl an unterschiedlichen Schleifköpfen für das Schleifen von Innen- und Außenverzahnungen, um sämtliche Produktionsanforderungen abzudecken. Darüber hinaus sind sowohl die 1200G als auch die Titan 1200G dazu konzipiert, Zykluszeiten um wertvolle Minuten und gar Stunden zu verkürzen, indem typische unproduktive Zeiten drastisch reduziert werden. Zum Beispiel:

→ **Kompensation von Taumel- und Rundlaufabweichung:** Das zeitintensive manuelle Ausrichten von großen und schweren Werkstücken auf dem Maschinentisch lässt sich mithilfe der patentierten Kompensation von Taumel- und Rundlaufabweichung erheblich verkürzen. Ein Messfühler erkennt die Exzentrizitätsposition des verspannten Werkstücks auf einer oder zwei Messebenen und kompensiert während des Schleifens sowohl das Taumeln als auch die Rundlaufabweichung des Werkstücks. Diese Funktion gewährleistet hohe Präzision bei signifikant verkürzter Ladezeit.

→ **Aufmaßspezifisches Schleifen** vermeidet durch mögliche Härteverwerfungen



**Neue Profilschleiflösungen sind von zentraler Bedeutung, um die für heutige Windkraftgetriebe erwartete Qualität und Zuverlässigkeit zu erzielen und zugleich die Zykluszeiten zu verringern.**  
 Bilder: Gleason Corporation

verursachtes Luftschleifen, insbesondere während der ersten Schleifumläufe. Während des Zentrierens der Zähne mittels Messtaster wird die Aufmaßverteilung über den Umfang des Zahnrads ermittelt. Das Schleifen erfolgt nur dort, wo ein Werkstoffabtrag notwendig ist.

→ **A(X) und degressive Zustellverfahren:** Innovative Zustellverfahren wie das patentierte A(X) und Degressive Zustellverfahren haben einen signifikant wirksameren, gleichmäßigen Werkstoffabtrag entlang des gesamten Profils während aller Schleifumläufe zum Ergebnis. Das Resultat sind kürzere Schleifzeiten, ein verbessertes Verschleißverhalten der Schleifscheibe und eine höhere Verfahrenszuverlässigkeit, um Schleifbrand zu vermeiden.

→ **Smart Dressing:** Das teure, zeitintensive Grundabrichten zum Erst- oder Umprofilieren einer Schleifscheibe wird durch den Einsatz von „Smart Dressing“ drastisch verkürzt. Diese innovative Softwarefunktion sorgt dafür, dass das Abrichten der Schleifscheibe nur in Bereichen erfolgt, in denen es erforderlich ist. **« KF**

**Dr. Antoine Türich** ist Direktor Produktmanagement Hartfeinbearbeitung bei Gleason.

**Gottfried Klein** ist Direktor Produktmanagement Weichbearbeitung bei der Gleason Corporation.

**Hanspeter Dinner** ist stellvertretender Geschäftsführer bei der KISSsoft AG.



# INNOVATIVE BRANDBEKÄMPFUNG

Um schwer zugängliche Brände zu löschen, hat die Synex Tech GmbH ein neuartiges Bohrlöschgerät entwickelt, in dem einige additiv gefertigte Komponenten verbaut sind. Die Topologie der Bauteile wurde mit der Software Altair Inspire optimiert und gezielt für den seriengerechten 3D-Druck ausgelegt. » VON THOMAS VORBERG

**B**ei der Brandbekämpfung zählt jede Sekunde, um Leben zu retten oder ein Gebäude vor größerem Brandschaden zu bewahren. Insbesondere Dachstuhlbrände stellen die Feuerwehr dabei vor besondere Herausforderungen, da der Brandherd von außen nicht direkt erreicht werden kann – und das Löschen von innen durch die massive Hitze- und Rauchentwicklung erschwert oder gar unmöglich gemacht wird. Um zum Brandherd zu dringen, muss das Dach oft mit großer Gewalt, wie zum Beispiel mit Axt und Kettensäge, geöffnet werden. Diese Vorgehensweise kostet wertvolle Zeit und ist für die Feuerwehrleute oftmals gar nicht möglich.

## Zündende Lösch-Idee

Vor einigen Jahren stand der Feuerwehrmann und Maschinenbaustudent Lukas Traxl selbst bei einem Einsatz vor diesem Problem und musste erleben, wie ein Wohnhaus abbrannte. Wie häufig bei Dachstuhlbränden konnte das Löschwasser nur schwer zielgerichtet eingesetzt werden, in vielen Fällen

führen die großen Wassermengen dann zudem zu Sekundärschäden.

Für den Maschinenbaustudenten stellte sich die Herausforderung, ein Löschesystem zu entwickeln, mit dem sich ein solcher Brand besser und effizienter bekämpfen lässt – schneller, mit weniger Aufwand, weniger Personaleinsatz und mit geringerem Sicherheitsrisiko.

Traxl entwickelte zuerst ein Bohrlöschgerät auf Hochdruckbasis und fand für die Produktentwicklung eines Niederdrucksystems den perfekten Partner: die Synex Tech GmbH. Das auf Neuentwicklungen spezialisierte Unternehmen mit Sitz in Bad Goisern, Österreich, entwickelt für seine weltweiten Kunden innovative Produkte, insbesondere Sondermaschinen.

## Feuer und Flamme für revolutionäre Brandbekämpfung

Schnell erkannte man bei Synex das Potenzial der Erfindung und entschied sich für eine Weiterentwicklung und Optimierung des innovativen Löschgerätes, mit dem Ziel, es zur Marktreife zu führen. Innerhalb weniger Jahre entwickelte das Unternehmen gemeinsam mit Traxl unter dem Namen Drill-X das

erste Löschgerät der Welt, das Bohren und Löschen kombiniert. Ein Alleinstellungsmerkmal des Drill-X (zu sehen auf der Hannover Messe 2024 am Altair-Stand in Halle 17/D25), ist die integrierte Wasserturbine. Mit ihr lässt sich die hydraulische Energie des Löschwassers nutzen, um durch das Dach zu bohren. Das wassergetriebene Löschgerät kann mit gängigen Niederdruckpumpen betrieben werden und ist mit bestehender Ausrüstung kompatibel. Der revolutionäre Antrieb und die innovative Bohrtechnik ermöglichen es, innerhalb weniger Sekunden zum Brandherd vorzudringen.

Bereits in einem frühen Entwicklungsstadium hatte das Projektteam für einige Komponenten die additive Fertigung im Blick, um deren komplexe Geometrien in der Fertigung umsetzen zu können. Im Zuge der Entwicklung entstand dabei eine enge Zusammenarbeit mit dem Unternehmen M&H CNC Technik, das als Spezialist für additive Fertigung das Design und den Herstellungsprozess des Geräts optimierte und die benötigten Komponenten fertigte.

## Herausforderung 3D Druck

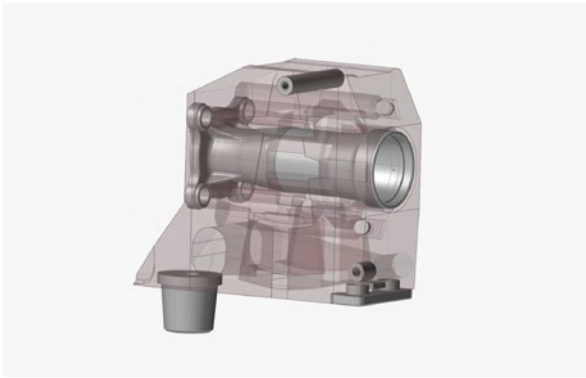
Zu den additiv gefertigten Hauptkomponenten des Drill-X gehören der Leitapparat, der den hydraulischen Impuls für die Turbine

Das Löschgerät Drill-X kombiniert Bohren und Löschen.

Bild: Rosenbauer International AG







Inspire half, den Designraum...

...und die ideale Position des Bauteils auf der Bauplatte zu definieren. Bilder: Synex

erzeugt, der Bohrträger und der spezielle Bohrkopf, der sich an der Spitze des Löschergerätes befindet und es ermöglicht, ein Loch in jede beliebige Oberfläche zu bohren. Ein weiteres Bauteil ist eine hochkomplexe Trägerkomponente, welche als zentrales Bauteil alle Komponenten verbindet und die Steuerfunktionen des Systems übernimmt.

Die Trägerkomponente war zwar von Anfang an für den 3D-Druck konzipiert, zeigte jedoch weiteres Optimierungspotenzial für die additive Fertigung im Pulverbettverfahren. Dieses Druckverfahren ist eine der besten Methoden, um Leichtbaustrukturen

### Hilfe durch Topologieoptimierung

Um diese Herausforderung zu meistern, wandte sich Synex an M&H CNC Technik, die gemeinsam mit Altair die Topologie des Bauteils durch den Einsatz von Altair Inspire optimierten. Ein Ziel für M&H war es dabei, die Anzahl der Stützstrukturen zu reduzieren, um den Nachbearbeitungsaufwand so gering wie möglich zu halten.

Mit dem Inspire Werkzeug konnten die Experten des Teams schnell den zur Verfügung stehenden Bauraum definieren und alle Optimierungsparameter, wie Optimierungsziele, Spannungsrandbedingungen,

erreichten, was die Anzahl der erforderlichen Stützstrukturen deutlich reduzierte.

„Altair Inspire ermöglichte es uns, die Fertigungsrandbedingungen bereits bei der Optimierung zu berücksichtigen und die Bauteile so gezielt für den 3D-Druck auszulegen. Damit waren wir in der Lage, die Vorteile der additiven Fertigung optimal zu nutzen“, sagte Philipp Schwemberger, Leiter Additive Manufacturing bei M&H CNC Technik.

### Hydraulisch optimiert und seriengerecht konstruiert

Insgesamt ermöglichte Inspire Synex ein Trägerdesign, für das erheblich weniger Stützstrukturen notwendig waren, und reduzierte so das Bauvolumen um 45 Prozent. Durch das kleinere Bauvolumen konnte Synex sowohl die Bauzeit als auch die manuell nachzubearbeitenden Bereiche mit Stützstrukturen um mehr als 50 Prozent verringern. Die optimierte Baurichtung bot auch die Möglichkeit, das Bauteil bereits vor der Entfernung der Stützstrukturen weiter mechanisch zu bearbeiten, was viel Zeit für die nachfolgende CNC-Bearbeitung der verschiedenen Bereiche des Bauteils einsparte. Die Altair-Optimierung verbesserte auch die Steifigkeit der Komponenten und ermöglichte die Serienfertigung der Konstruktion. Synex hat sich mit der simulationsgetriebenen Entwicklung die Vorteile der additiven Fertigung in vollem Umfang erschlossen. So wurde auch der hydraulische Widerstand um 270 Prozent im Vergleich zu einem konventionell gefertigten Trägerteil reduziert, was die beeindruckende Löschleistung des kompakten Geräts, mit einem Wassereintrag von bis zu 800 Liter pro Minute, ermöglicht. Dadurch ermöglicht Drill-X eine noch nie dagewesene Effektivität und Schlagkraft in der Brandbekämpfung.

« KF



Inspire ermöglichte, eine Trägerkomponente zu entwickeln, die weniger Stützstrukturen benötigt.

zu schaffen, führt aber aufgrund der notwendigen Stützstrukturen oft zu großen Druckvolumina. Dies bringt nicht nur einen erhöhten Material- und Zeitaufwand für jeden einzelnen Druckauftrag mit sich, sondern hat auch einen immens hohen Nachbearbeitungsaufwand für das manuelle Entfernen der Stützstrukturen zur Folge.

Um alle Fertigungsanforderungen zu erfüllen und gleichzeitig Materialverbrauch, Druckzeit und Nachbearbeitungsaufwand zu reduzieren, musste Synex das Bauteil für den 3D-Druck optimieren. Dabei wurde außerdem versucht, das Bauteil so leicht wie möglich zu gestalten, um die Handhabung durch die Einsatzkräfte zu vereinfachen.

Belastungs- und Verschiebungsbeschränkungen, Beschleunigung und Schwerkraft, hinzuzufügen. Vor allem aber ermöglichte Inspire M&H die Berücksichtigung von Fertigungsrandbedingungen, wie zum Beispiel der 45-Grad-Regel für den Metall-Druck, nach der ab einem Neigungswinkel unter 45 Grad Stützstrukturen notwendig sind. Mit Inspire war M&H in der Lage, die ideale Position des Bauteils auf der Bauplatte zu definieren, die für die Anzahl der Stützstrukturen, das Gesamt-Konstruktionsvolumen und die nachgelagerten Produktionsschritte entscheidend ist. Mithilfe des Tools entwickelte das Team ein Design, bei dem die meisten Streben einen größeren Winkel als 45 Grad

Thomas Vorberg ist Vice President Technical Operations – EMEA bei Altair.



Beim Umstieg von der Maschinenrichtlinie auf die neue Maschinenverordnung können Unternehmen durchstarten und ihre CE-Prozesse digitalisieren.

Bild: BlackSalmon via canva.com

# CHANCEN DER NEUEN EU-MASCHINENVERORDNUNG

Mit der Einführung der neuen Maschinenverordnung (EU) 2023/1230 und deren Inkrafttreten zum 20.01.2027 ergeben sich sowohl Herausforderungen als auch Möglichkeiten für Hersteller von Maschinen und Anlagen im Bereich der Risikobeurteilung, CE-Kennzeichnung und des CE-Managements. » VON JOHANNES WINDELER-FRICK UND DANIEL MAGNUS

**B**is zum 20.01.2027 gilt weiter die EU-Maschinenrichtlinie 2006/42/EG, welche über einen langen Zeitraum die Gestaltung von Maschinen und Anlagen in Europa maßgeblich geprägt hat. Ihr Hauptziel bestand und besteht darin, ein hohes Maß an Sicherheit für Betreiber und Nutzer zu gewährleisten. Dieser Artikel zeigt, wie der gezielte Übergang von der Maschinenrichtlinie zur Maschinenverordnung erfolgen kann und welche Chancen sich bieten, insbesondere im Bereich der Digitalisierung.

Zu Beginn müssen sich Zuständige mit der neuen Verordnung befassen und bewerten, welche Auswirkungen auf Konstruktions- und Dokumentationsprozesse bestehen. Insbesondere bei vernetzten Maschinen ergeben sich zusätzliche Anforderungen sowohl aus der Maschinenverordnung selbst, als auch aus anderen Rechtsbereichen wie dem Cy-

ber Resilience Act und der Funkgeräte-richtlinie. Generell sollten Hersteller hinterfragen, wie gut die Themen Risikobeurteilung und CE-Kennzeichnung aktuell organisiert sind. Erfolgt die Dokumentation noch immer ausschließlich in Excel und Word kann dies ein Anzeichen sein, dass erhebliches Optimierungspotential durch eine durchgängige Digitalisierung vorhanden ist.

## Lohnt sich die Beiziehung von externen Beratern?

Ob der Umstieg durch externe Berater begleitet wird, oder ob die Änderungen intern erarbeitet werden, ist unter Berücksichtigung der vorhandenen Kenntnisse und Erfahrungen jeweils individuell zu beurteilen. Durch die Beiziehung von seriösen Fachkundigen, welche die Unterschiede zwischen aktueller und zukünftiger Regulierung im Detail kennen, können Kosten ggf. reduziert werden. Wird der interne Weg verfolgt, so lohnt sich

meist zumindest die Teilnahme an Seminaren, um zu prüfen, ob firmenexterne Experten zu den gleichen Schlüssen kommen. Unabhängig ob mit externer Unterstützung oder intern: Zu Beginn von Umsetzungsinitiativen sollte unter Einbeziehung der relevanten Stakeholder (Abteilungsleitung, Geschäftsleitung oder auch QS) ermittelt werden, wie unterschiedliche Aspekte der Product-Compliance heute gelebt werden. In diesem Zuge gilt es zu bewerten, ob die ohnehin notwendigen Anpassungen optimiert werden sollen, oder ob der aktuelle Zustand nach wie vor als angemessen betrachtet wird.

## Frühzeitige Planung und Organisation haben klare Vorteile

Einige Fragen können im Zuge von Prozessoptimierungen mit Stakeholdern geklärt werden. Wichtig zu betonen ist: Hersteller, die ihre Prozesse gemäß der aktuellen Ma-



schinenrichtlinie 2006/42/EG gut organisiert haben, sind auch für die neuen Anforderungen gut gerüstet. Für sie bietet sich dennoch die Gelegenheit, um Prozesse, die gemäß der MVO ohnehin angegangen werden müssen, direkt effizienter zu gestalten und dabei den gesamten CE-Lifecycle zu digitalisieren.

Dabei sollten insbesondere Anlagenbauer den Stichtag zum 20.01.2027 bereits heute im Blick haben, während Maschinenbauer aufgrund kürzerer Projektlaufzeiten möglicherweise noch von mehr Flexibilität profitieren. Eine frühzeitige Planung und Organisation versprechen klare Vorteile in der späteren Umsetzung. Angesichts der Notwendigkeit, Prozesse und Strukturen im Zuge der neuen Maschinenverordnung zu überdenken, bietet sich dies als Gelegenheit zur harmonisierten Überarbeitung alter, eingefahrener Prozesse an. Für einen erfolgreichen Change-Prozess

neu. Wichtig ist dabei auf die verbundenen Pflichten in Bezug auf die Online-Verfügbarkeit von mindestens 10 Jahren für den Hersteller hinzuweisen.

Daraus resultieren neue Prozesse zwischen IT, technischer Redaktion und Marketing, da bei der dauerhaften zur Verfügungstellung im WEB entsprechend auch andere Abteilungen involviert sind, welche bislang mit dem Thema der Produktkonformität keine Berührungspunkte hatten. Neu ist auch, dass Nachmarktpflichten nun explizit erwähnt werden, die Hersteller dazu verpflichten, umgehend etwaige Korrekturmaßnahmen zu ergreifen, um die Konformität mit der Verordnung sicherzustellen, sollte es Anlass dazu geben. Dies kann auch die Informierung nationaler Behörden oder im Bedarfsfall die Entfernung des Produkts vom Markt umfassen. In diesem Zusammenhang empfiehlt es sich,

**EINE GEZIELTE VORBEREITUNG, DIE EINBINDUNG VON EXTERNEM FACHWISSEN UND DIE NUTZUNG VON SOFTWARETOOLS FÜR EINE EFFEKTIVE CE-KENNZEICHNUNG UND RISIKOBEURTEILUNG BIETEN JETZT DIE MÖGLICHKEIT, DAS FUNDAMENT FÜR GRUNDLEGENDE DIGITALISIERUNGS-MÖGLICHKEITEN ZU LEGEN.**

onen für die Risikobeurteilung, Dokumentenverwaltung und Compliance-Überwachung, helfen Konstrukteuren und anderen zuständigen Personen den Überblick zu behalten und effizienter zu arbeiten.

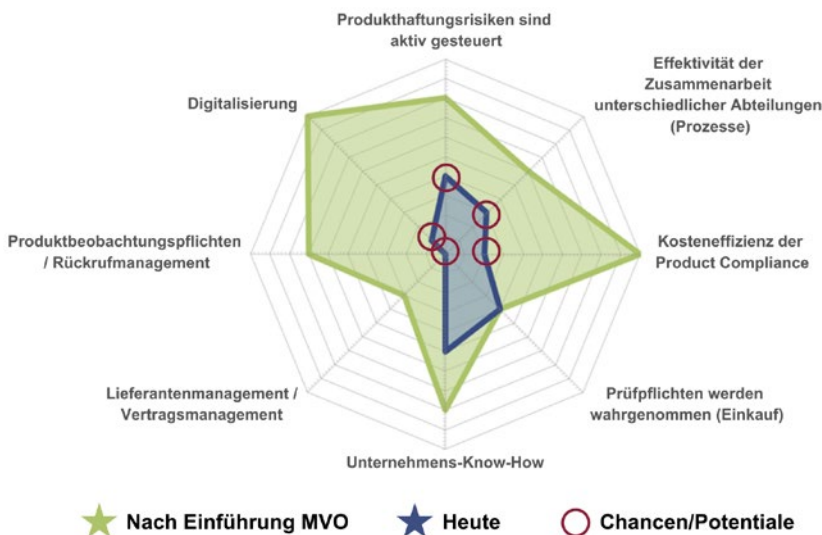
Angesichts der ohnehin notwendigen Aktualisierung bestehender Prozess ist jetzt der optimale Zeitpunkt zur Digitalisierung von Prozessen und um „traditionelle“ Methoden wie Word und Excel durch bewährte CE-Software, wie beispielsweise Safexpert zu ersetzen. Dies trägt insbesondere dazu bei, Risiken wie veraltete Dokumente, isoliertes Fachwissen und den Wissensverlust durch das Ausscheiden von Experten zu minimieren. Ein zentrales Softwaretool ermöglicht zudem eine standortübergreifende und zeitgleiche Teamarbeit an Projekten, was die Bildung von Wissensinseln reduziert und für eine unternehmensweite, einheitliche Dokumentation sorgt.

### Türöffner für Steigerung der Effizienz

Der Übergang von der Maschinenrichtlinie zur neuen Maschinenverordnung stellt zweifellos eine Herausforderung dar, die aber sinnvolle Synergien zur Prozessoptimierung bietet. Jede Veränderung ist von Natur aus mit einem gewissen Aufwand verbunden, der sich jedoch mit dem Commitment des Managements und der Konstruktion sowie anderer Abteilungen als äußerst wertvoll erweisen kann. Eine gezielte Vorbereitung, die Einbindung von externem Fachwissen und die Nutzung von Softwaretools für eine effektive CE-Kennzeichnung und Risikobeurteilung bieten jetzt die Möglichkeit, das Fundament für grundlegende Digitalisierungs-Möglichkeiten zu legen. Die neue Maschinenverordnung kann somit als Türöffner für eine Steigerung der Effizienz dienen.

« TB

**Johannes Windeler-Frick** ist Geschäftsführer und **Daniel Magnus** Business Development Manager der IBF Solutions GmbH.



Die Abbildung zeigt exemplarisch, welche Fragen im Zuge von Prozessoptimierungen mit Stakeholdern geklärt werden können. Bild: IBF Solutions GmbH

ist es insbesondere wichtig, dass sich das Management dazu verpflichtet fühlt, diese Aufbruchsstimmung aktiv vorzuleben.

### Prozesse auf Marktbeobachtung und Rückrufmanagement überprüfen

Betrachtet man die Maschinenverordnung im Detail, offenbaren sich nicht nur Veränderungen in der Terminologie und der Struktur von Artikeln und Anhängen, sondern auch neue Inhalte. Ein Beispiel dafür ist die explizite Nennung künstlicher Intelligenz, oder wie es in der Verordnung heißt „selbstentwickelndem Verhalten“ und „selbstentwickelnde Logik“. Vor allem in Anhang III sind explizite Anforderungen vorgegeben, welche zu beachten sind. Auch das Thema der möglichen Implementierung von digitalen Betriebsanleitungen (unter bestimmten Einschränkungen) ist

dass Hersteller ihre Prozesse im Hinblick auf eine proaktive Marktbeobachtung und ein effektives Rückrufmanagement überprüfen.

### Optimaler Zeitpunkt zur Digitalisierung von Prozessen

Die Einführung neuer Technologien und Werkzeuge erleichtert den strukturierten Übergang zur neuen Maschinenverordnung erheblich. Speziell für die CE-Kennzeichnung und Risikobewertung entwickelte Softwarelösungen rationalisieren den Prozess und vereinfachen die Einhaltung neuer Vorschriften und Normen. Professionelle Funkti-

# MARKET-PLACE

Anbieter & Dienstleister



Seit 1999 versorgt das Kompetenzteam für partnerschaftliche Zusammenarbeit – bestehend aus der Schreiber Meßtechnik GmbH und der a.b.jödden gmbh - mit vollem Engagement seine Kunden mit Sensoren zum Messen von Weg, Winkel, Neigung, Druck, Temperatur, Beschleunigung, Vibration, Durchfluss und Niveau, nebst passenden Anzeigen und Auswertelektroniken.

Neben dem breiten Programm hochwertiger Standardprodukte entwickelt die a.b.jödden gmbh auf Wunsch auch individuelle Sonderanfertigungen. Langjährige Erfahrung und schnelle Anpassungsfähigkeit tragen zur Lösung - auch technologisch anspruchsvoller Aufgaben - bei, auch wenn die Herausforderung groß ist.

**a.b.jödden gmbh**  
Europark Fichtenhain A 13a  
47807 Krefeld  
Tel: 0049 2151 516259-0  
info@abjoedden.de  
www.abjoedden.de



## ESTECO - Ihr starker Partner für SPDM und Design Optimierung.

ESTECO ist unabhängiger Software Anbieter mit Fokus auf:

- Simulationsprozess und -Daten Management (SPDM)
- Business Process Modeling (BPMN),
- Design Optimierung (MDO), CAE Tool Integration und Automatisierung.

Vertreten durch die ESTECO Software GmbH bekommen Sie Vertrieb, technischen Support und Engineering Service Leistungen im DACH-Gebiet.

**ESTECO Software GmbH**  
Thurn-und-Taxis-Str. 19  
90411 Nürnberg  
+49 911 9759 3050  
info@esteco.com  
www.esteco.com



## Die Experten für Ihre 3D-Daten

Die invenio Virtual Technologies GmbH ist der führende Anbieter für digitale Produktentwicklung und Digital Mock-Up. Mit über 25 Jahren Erfahrung, unserem Expertenteam und dem führenden Softwarebaukasten VT-DMU realisieren wir individuelle Lösungen. Wie auch mit unseren Best-in-Class Softwareprodukten automatisieren wir dadurch DMU-, Geometrie- und 3D-Prozesse, erzeugen Transparenz in riesigen Datenmengen und sichern 3D-Prototypen digital und intelligent ab. Unterstützt wird dies durch unsere eigene Künstliche Intelligenz.

**invenio Virtual Technologies GmbH**  
Robert-Bürkle-Straße 3  
85737 Ismaning bei München  
Telefon: 089-318276-200  
Email: vt@invenio.net  
www.virtualtechnologies.de



Seit 1996 realisieren wir anspruchsvolle PLM-Projekte in über 11 Branchen der Fertigungsindustrie - national und international, von DAX-Umfeld bis Mittelstand.

Für PLM, CAD/CAM und digitale Transformation zählen wir zu den führenden Spezialisten. Wir unterstützen bei der Neueinführung, System-Architektur, Optimierung, Integration und Migration von PLM-, CAD-/CAM-Umgebungen.

Mit unseren eigenen Lösungen zum Schwerpunkt "System- & Anwenderintegration", erweitern wir Ihre Geschäftsprozesse über das Engineering und die Produktion hinweg.

**ECS Engineering Consulting & Solutions GmbH**  
Ingolstädter Str. 47  
92318 Neumarkt  
Telefon: +49 9181 4764-0  
E-Mail: marketing@ecs-gmbh.de  
Internet: www.ecs-gmbh.de



## CAD/CAM-SYSTEM PEPS

- Drahterodieren
- Drehen
- Fräsen
- Laser- und Wasserstrahlschneiden

## CAD/CAM-SYSTEM OPTICAM

- Drahterodieren in SOLIDWORKS
- Drahterodieren in hyperCAD®-S
- Drahterodieren in Siemens NX
- Drahterodieren in SolidCut CAD

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



## ANTRIEBSTECHNIK MADE IN KELHEIM

Die Heidrive GmbH ist ein innovativer Antriebsspezialist mit über 300 Mitarbeiter/innen und hat ihren Sitz in Kelheim. Unsere kundenspezifischen Antriebslösungen werden in den Branchen Industrie, Robotik, Medizin-, Labor-, Luftfahrttechnik und vielen weiteren Bereichen angewendet.

**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.com





3D Systems hat die 3D-Druckindustrie im Jahr 1986 ins Leben gerufen und ist seither Innovationsführer in der additiven Fertigung. Unser breites Portfolio an Hardware-, Software- und Materiallösungen erstreckt sich von Kunststoffen bis hin zu Metallen und wird durch branchenspezifische technische Fachkenntnisse in unserer Applications Innovation Group unterstützt. Wir verfolgen einen beratenden, anwendungsorientierten Ansatz, um Ihre schwierigsten Problemstellungen beim Design und in der Produktion zu lösen. Die Kombination aus unseren Lösungen, unserem Fachwissen und unseren Innovationen hilft unseren Nutzern, konventionelle Fertigungsbeschränkungen zu umgehen und den Wert der additiven Fertigung zu maximieren.

Mit Hauptsitz in Rock Hill, South Carolina, und Niederlassungen, Fertigungsstätten und Kunden-Innovationszentren rund um den Globus verfügt 3D Systems über das Know-how und die Ressourcen, um Branchen weiterzubringen.

**3D Systems GmbH**  
Waldecker Straße 13  
64546 Mörfelden-Walldorf  
<https://www.3dsystems.com>



### **Können Sie sich vorstellen, welche Kosten Ihre Lieferkette verursacht? Wir schon.**

Als führender Anbieter von Simulationssoftware helfen wir Ihnen vorab bei der effizientesten Planung Ihrer Produktentwicklung. Sollte das Design verbessert werden? Welche Lieferanten werden benötigt? Build-or-Buy? Anhand eines Zwillings in einer digitalen Fabrik erstellen wir Ihnen Fertigungskostenmodelle, auf Basis derer Sie mögliche Risiken erkennen und die optimale Lieferkette für Ihr Produkt festlegen können. **Laden Sie dazu jetzt gratis unser neues Whitepaper herunter!**

**aPriori Technologies**  
Prielmayerstrasse 3  
D-80335 München  
Deutschland  
+49 (0)89 262042580  
[dach@apriori.com](mailto:dach@apriori.com)  
[get.apriori.com/dach](http://get.apriori.com/dach)



Schneider Digital ist Full-Service Lösungsanbieter für professionelle 3D-Stereo-, 4K/8K- und VR/AR-Hardware mit Schwerpunkt auf Performance in Datenverarbeitung und -Visualisierung. Unser Produktportfolio: High Resolution 4K/8K-Monitore (UHD), 3D-Stereo- und Touch-Monitore von 22" bis 100", VR/AR-Lösungen, vom Desktop-System bis hin zu Multi-Display-Walls. Schneider Digital ist Hersteller der eigenen Powerwall-Lösung Laser smartVR-Wall sowie des passiven 3D-Stereomonitors und Desktop VR-Systems 3D PluraView. Eigenentwickelte Performance-Workstations mit Profi-Grafikkarten von AMD und NVIDIA sowie innovative Hardware-Peripherie (Tracking, Eingabegeräte u.v.a.) komplettieren das Angebot zu ganzheitlichen Arbeitsplatz-Lösungen für alle anspruchsvollen Einsatzbereiche in Konstruktion/Design/CAX und Simulation.

**Schneider Digital**  
Josef J. Schneider e.K.  
Maxtrainer Straße 10, D-83714 Miesbach  
Tel.: +49 (8025) 9930-0  
Mail: [info@schneider-digital.com](mailto:info@schneider-digital.com)  
Web: [www.schneider-digital.com](http://www.schneider-digital.com)



SCHOTT SYSTEME GmbH ist ein auf CAD/CAM, Computergraphik und Produktions-IT spezialisiertes Unternehmen, das seit mehr als 35 Jahren modulare, kostengerechte Softwarelösungen für Design, Konstruktion und Fertigung entwickelt.

Die CAD-CAM-Software „Pictures by PC“ unterstützt den gesamten Entwicklungsprozess von der Entwurfsidee bis zum Produkt und umfasst u.a. 2D/3D-Konstruktion/Design, technische Dokumentation sowie Bohren, Fräsen und Gravieren bis zu 5-Achsen simultan, Drehen, Drehfräsen und Drahterodieren.

Zudem verfügt die Software über eine integrierte Programmier- und Entwicklungsumgebung, mit der sich individuelle Aufgaben unproblematisch erstellen lassen.

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



### **Ihre Spezialisten für Messtechnik und Sensorik**

Althen steht seit 1978 für fortschrittliche, kundenspezifische Lösungen. Wir helfen Ihnen Prozesse zu automatisieren, Kosten zu sparen, Probleme zu lösen und neue Technologien zu entwickeln. Unsere Spezialisten beraten Sie – ausführlich, herstellerneutral und fachgerecht. Unser Angebot umfasst Standard- und kundenspezifische Sensoren, Messsysteme und Messgeräte für Test & Measurement, OEM- und IloT-Anwendungen sowie verschiedene Dienstleistungen für Messtechnik und Sensorik.

**Althen GmbH Mess- & Sensortechnik**  
Dieselstraße 2, 65779 Kelkheim  
Tel.: +49 6195 7006 0  
E-Mail: [info@althen.de](mailto:info@althen.de)  
Internet: [www.althen.de](http://www.althen.de)



Mit über 90 Jahren Erfahrung in der Entwicklung und Produktion von Verschlusschrauben und Präzisionsdrehteilen sind wir einer der führenden Hersteller der Branche.

Zu unseren Kunden gehören renommierte Firmen der Automotive-, Hydraulik- und Pneumatikindustrie. Auch den Getriebe- und Maschinenbau beliefern wir weltweit. Präzision steckt bei uns in jedem Detail. Heinrichs - It's our turn.

**Heinrichs & Co. KG**  
Wilhelm-Heinrichs-Str. 1  
56290 Dommershausen-Dorweiler  
Tel. +49 (0) 6762 93 05 - 0  
E-Mail: [info@heinrichs.de](mailto:info@heinrichs.de)  
Internet: [www.heinrichs.de](http://www.heinrichs.de)



Wenn Sie sich in diesem Bereich mit einem Eintrag platzieren möchten, wenden Sie sich bitte an

**Frau Martina Summer,**  
Tel. 0 81 06/3 06-1 64,  
[ms@win-verlag.de](mailto:ms@win-verlag.de)

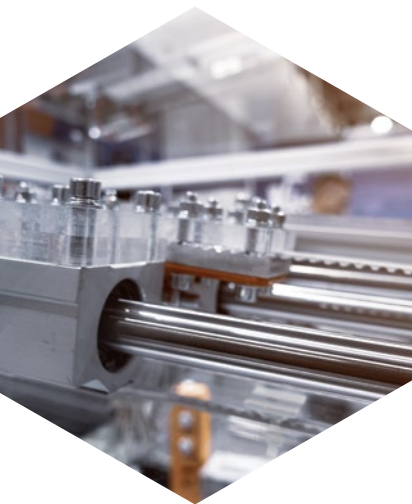


## IM NÄCHSTEN HEFT

### LINEARTECHNIK

Linearführungen und Linearantriebe stecken in den unterschiedlichsten industriellen Anwendungen. Lineartechnik wird beispielsweise für Be- und Entladevorgänge, Pick & Place-Anwendungen oder für das numerisch gesteuerte Verfahren in Maschinen und Anlagen eingesetzt. Lineare Bewegungsabläufe sind sehr vielfältig und erfordern meistens individuelle Lösungen auf Basis von Linearführungen und Linearantrieben wie Rund- und Profilschienenführungen, Kugel- und Trapezgewindetrieben, Elektrohüblzylindern und Kugelrollen. Wir sondieren den Markt.

Bild: dizfoto1973/AdobeStock



### BRANCHE: LUFT- UND RAUMFAHRT

Die Entwicklung in der Luft- und Raumfahrt gestaltet sich zunehmend komplexer. Die Unternehmen wollen nachhaltigere, leichtere und leistungsfähigere Produkte entwickeln, in die sie immer mehr elektrische und elektronische Systeme sowie Software integrieren. Wir blicken auf die aktuellen Herausforderungen in der Produktentwicklung, zeigen Lösungen aus der Praxis und stellen innovative Komponenten für die Luft- und Raumfahrt vor.

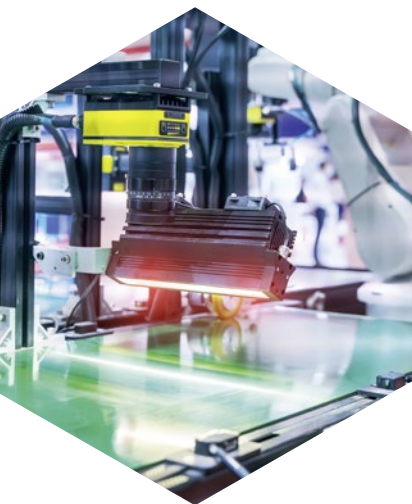
Bild: kinwun/AdobeStock



### SMARTE SENSORIK UND DIGITALE MESSTECHNIK

Ein smarterer Sensor ist ein Sensor, der nicht nur Messgrößen erfasst, sondern auch die komplette Signalaufbereitung und Signalverarbeitung in einem Gehäuse vereint. Diese komplexen Sensoren enthalten oft einen Mikroprozessor oder Mikrocontroller, der die Daten verarbeitet und interpretiert. In der Industrie kommen intelligente Sensoren zum Einsatz, um Produktionsprozesse zu optimieren. Sie überwachen Maschinen, erfassen Umgebungsbedingungen und ermöglichen eine effiziente Steuerung.

Bild: xiaoliange/AdobeStock



### WEITERE THEMEN IN DIESER AUSGABE:

- Produkt- und Variantenkonfiguration (inklusive CPQ)
- CAM-Lösungen für Konstrukteure
- 3D-Scanner und Reverse Engineering
- Simulation (CFD, FEM)
- Green PLM

## IMPRESSUM

Herausgeber und Geschäftsführer:  
Matthias Bauer, Günter Schürger

DIGITAL ENGINEERING MAGAZIN im Internet:  
<http://www.digital-engineering-magazin.de>

#### So erreichen Sie die Redaktion:

**Chefredaktion:** Rainer Trummer (v.i.S.d.P.),  
(089-3866617-10, rainer.trummer@win-verlag.de)  
**Redaktion:** Karin Faulstroh (karin.faulstroh@win-verlag.de),  
Tino M. Böhrler (tino.boehler@win-verlag.de),  
Kirsten Seegmüller (externe Mitarbeiterin,  
kirsten.seegmueller@extern.win-verlag.de)

#### Mitarbeiter dieser Ausgabe:

Torsten Blankenburg, Armin Brünning, Hanspeter Dinner, Patrick Dunne,  
Marc Iser, Anna Jantke, Markus Kick, Gottfried Klein, Daniel Magnus,  
Christian Maier, Dirk Marschneider, Max Morwind, Niko Mroncz,  
Hans-Joachim Müller, Ellen-Christine Reiff, Julia Rodenbücher, Holger Seidel,  
Stefan Sester, Kristina Steiger, Dr. Thomas Tosse, Dr. Antoine Türich,  
Thomas Vorberg, Johannes Windler-Frick

#### So erreichen Sie die Anzeigenabteilung:

##### Anzeigengesamtleitung:

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

##### Mediaberatung:

Michael Nerke (Anzeigenverkaufsleiter,  
Tel.: 089-3866617-20, michael.nercke@win-verlag.de),  
Andrea Lippmann (Tel.: 089-3866617-22, andrea.lippmann@win-verlag.de),  
Matthias Hofmann (Tel.: 089-3866617-21, michael.hofmann@win-verlag.de)

##### Anzeigendisposition:

Chris Kerler (089/3866617-32, dispo@win-verlag.de),  
Sabine Immerfall (089/3866617-33, dispo@win-verlag.de)

#### So erreichen Sie den Abbonentenservice:

Leserservice „WIN-Verlag“, Postfach 13 63, 82034 Deisenhofen

Tel.: +49 (0) 89 / 85 853 – 866

Fax: +49 (0) 89 / 85 853 – 62866

E-Mail: win-verlag@cover-services.de

#### Vertrieb:

Sabine Immerfall (089/3866617-33, sabine.immerfall@win-verlag.de)

**Artdirection und Titelgestaltung:** Saskia Kölliker Grafik, München  
**Bildnachweis/Fotos:** falls nicht gekennzeichnet: Werkfotos,  
AdobeStock, aboutpixel.de, pixelio.de, shutterstock.com, fotolia.de

**Titelbild:** Phoenix Contact GmbH & Co. KG

**Druck:** Holzmann Druck GmbH & Co KG, Bad Wörishofen

#### Produktion und Herstellung:

Jens Einloft (jens.einloft@win-verlag.de, Tel.: 089/3866617-36)

#### Anschrift Anzeigen, Vertrieb und alle Verantwortlichen:



WIN-Verlag GmbH & Co. KG,  
Balanstraße 73, Gebäude 21A  
81541 München, Tel.: 089-3866617-0

#### Verlagsleitung:

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

#### Objektleitung:

Rainer Trummer (rainer.trummer@win-verlag.de, Tel.: 089-3866617-10)

#### 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.

#### 26. 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 Verwertung der umfassenden Nutzungsrechte durch den Verlag – auch wiederholt und in Zusammenfassungen – abgeboten. Eine Haftung für die Richtigkeit der Veröffentlichung kann trotz Prüfung durch die Redaktion vom Herausgeber nicht übernommen werden.

**Copyright © 2024 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:

AUTOCAD Magazin, BAUEN AKTUELL, r.energy, DIGITAL MANUFACTURING, e-commerce Magazin, DIGITAL BUSINESS CLOUD, DIGITAL PROCESS INDUSTRY, DIGITAL HEALTH INDUSTRY, virtual-reality-magazin.de

Aus aktuellem Anlass kann es zu Themenänderungen kommen.





# Die DNA von Metrofunk

für Systemerhalt  
hinter der Kulisse



**Metrofunk Kabel-Union GmbH**

Lepsiusstraße 89,

D-12165 Berlin,

Tel. 030 79 01 86 0

info@metrofunk.de – www.metrofunk.de





18.09.2024  
09.00 bis 17.00 Uhr

VCC Vogel  
Convention Center  
Würzburg

# r.energie

## summit 2024

IHR WEG ZUR EIGENEN SOLARANLAGE

## Projektmanagement für KMU in sieben Schritten

**Experten aus der Branche beantworten Ihre Fragen  
zu den Themen:**

- Was beinhaltet eine gute Beratung zu einem Solarenergieprojekt?
- Worin bestehen die Eckpunkte der Projektierung?
- Was ist bei der Finanzierung zu beachten?
- Wie läuft der Anlagenbau ab?
- Was ist beim Betrieb zu berücksichtigen?
- Wie lässt sich ein effizientes, transparentes Energiemanagement erreichen?
- Welches Potenzial, welche Möglichkeiten zum Energievertrieb gibt es?

**Als Teilnehmer können Sie folgende Benefits erwarten:**

- KMU-bezogene Darstellung eines vollständigen Projektmanagements
- Detaillierte Informationen zu allen Etappen der Projektumsetzung
- Ansprechpartner für die Projektumsetzung
- Durch Erfahrungsberichte aus erster Hand von vergleichbaren Projekten profitieren
- Durch Beispiele für die Kosten-Nutzen-Rechnung das eigene Projekt kalkulierbar machen

Zögern Sie nicht und sichern Sie sich Ihren

**FRÜHBUCHER TICKET-PREIS  
319,00 EURO**

anstatt 399,00 Euro.

Gültig bis zum 31.05.2024

Weitere Informationen erhalten Sie von

**Matthias Hofmann**

Telefon 089/386 6617-21

oder [matthias.hofmann@win-verlag.de](mailto:matthias.hofmann@win-verlag.de)

[www.r-energy-summit.eu](http://www.r-energy-summit.eu)

**WIN  
VERLAG**