

DIGITAL ENGINEERING MAGAZIN

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

ZIMMER
group

ZIMMER GROUP: MIT INTERDISZIPLINÄREM KNOW-HOW ZU MASSGESCHNEIDERTEN LÖSUNGEN

Technologie trifft Fertigungstiefe

INTEGRATION UND SICHERHEIT IM FOKUS

Große Expertenfrage zur
industriellen Kommunikation

PLM RICHTIG EINFÜHREN

Benutzerakzeptanz
ist kein Nebenschauplatz

Mit Sonderheft:
ANTRIEBSTECHNIK

Abonnieren Sie den WIN-verlagsübergreifenden

KI NEWSLETTER!

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

Melden Sie sich jetzt an und verpassen Sie keine Ausgabe!



INTELLIGENTE AUTOMATISIERUNG IM FOKUS

Liebe Leserinnen und Leser,

wenn sich vom 25. bis 27. November 2025 die Tore der Messe Nürnberg öffnen, steht die Automatisierungswelt erneut ganz im Zeichen der SPS – Smart Production Solutions. In 15 Hallen präsentieren rund 1.150 Aussteller ihre neuesten Lösungen für die intelligente Produktion. Die Messe zeigt damit die gesamte Bandbreite der industriellen Automatisierung – von der Sensorik bis zur Cloud.

Ein zentrales Thema der diesjährigen SPS ist der Einsatz von künstlicher Intelligenz in der Fertigungstechnik. Ob im Engineering von Prozessen, integriert in Steuerungssysteme oder als Bestandteil smarter Tools für Predictive Maintenance, Qualitätsüberwachung und adaptive Produktionssteuerung – industrielle KI-Technologien sind dabei, die Automatisierung grundlegend zu verändern. Sie ermöglichen mehr Effizienz, Flexibilität und Nachhaltigkeit – zentrale Anforderungen an moderne Produktionssysteme.

Passend dazu bieten wir Ihnen in dieser Ausgabe einen umfassenden Automatisierungs-Schwerpunkt (Seite 10 bis 33). In der Titelstory auf den Seiten 10 und 11 erfahren Sie beispielsweise, wie Fertigungstiefe und Innovationen zu einer schlankeren Produktion bei der Zimmer Group führen. Das Unternehmen beweist in einem aktuellen Projekt seine Kompetenz, den gesamten Prozess zur Herstellung eines Sensorbauteils zur Grenzstandmessung über einen Vibrationsgrenzscharter (Schwinggabel) inhouse abzubilden. Dabei zeigt das Unternehmen, wie interdisziplinäres Know-how zu besonderen Ergebnissen führen kann.

Besonders lesenswert ist auch unsere Expertenumfrage zur industriellen Kommunikation. Fachleute aus Industrie und Verbänden geben Einschätzungen zu aktuellen Trends, zur Integration neuer Kommunikationslösungen in bestehende Maschinen- und Anlagennetze sowie zu Sicherheitsanforderungen – Stichwort Cybersecurity.

Freuen Sie sich auf spannende Einblicke, fundierte Analysen und praxisnahe Anwendungsbeispiele.

Viel Spaß beim Lesen!



RAINER TRUMMER
Chefredakteur



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

16

EXPERTENUMFRAGE INDUSTRIELLE KOMMUNIKATION

Die industrielle Kommunikation befindet sich im Umbruch: KI-Anwendungen, Cloud-Integration, Edge Computing, 5G oder TSN treiben neue Möglichkeiten in Fertigung und Automatisierung. Gleichzeitig steigt der Druck, heterogene Alt- und Neuanlagen effizient zu vernetzen, ohne die Sicherheit zu vernachlässigen. Welche Trends bestimmen die Zukunft, wie gelingt die Einbindung neuer Lösungen und welche Cybersecurity-Maßnahmen sind unverzichtbar? Diese Fragen haben wir Expertinnen und Experten aus Industrie und Verbänden gestellt.

Bild: © pongsaton/stock.adobe.com (generiert mit KI)

38

3D-DRUCK OPTIMIERT ERSATZTEILBEVORRATUNG

Durch die additive Fertigung ist die Zeit des digitalen Ersatzteillagers gekommen. Geopolitische Spannungen, veränderte Handelsbedingungen und Materialengpässe haben die Anfälligkeit klassischer Lieferketten offengelegt. Die vergangenen Jahre haben gezeigt, wie rasch ein einziger Engpass ganze Branchen aus dem Gleichgewicht bringen kann.

Bild: BigRep



42

PLM RICHTIG EINFÜHREN

PLM-Systeme ermöglichen ein transparentes Änderungsmanagement, schaffen eine zentrale Datenquelle (Single Source of Truth) und sorgen dafür, dass Entwicklungs-, Fertigungs- und Qualitätsteams stets auf aktuelle, konsistente Daten zugreifen. Es sprechen also gute Gründe für ein PLM-System. Doch viele PLM-Initiativen scheitern – nicht an der Technik, sondern an der mangelnden Akzeptanz der Anwender.

Bild: PTC



TITELSTORY: TECHNOLOGIE TRIFFT FERTIGUNGSTIEFE

Die Fertigung komplexer Bauteile in Serie stellt höchste Anforderungen an Technologie, Effizienz und Qualität. Die Zimmer Group beweist in einem aktuellen Projekt ihre Kompetenz, den gesamten Prozess zur Herstellung eines Sensorbauteils zur Grenzstandmessung über einen Vibrationsgrenzschar inhouse abzubilden. Das Unternehmen zeigt, wie interdisziplinäres Know-how zu herausragenden Ergebnissen führt. **Seite 10**

REDAKTIONELL ERWÄHNT INSTITUTIONEN, ANBIETER UND VERANSTALTER

ACE Stoßdämpfer S. 28, Altair S. 50, BigRep S. 38, Boston Micro Fabrication (BMF) S. 34, Contact Software S. 7, Cybus S. 16, Delinea S. 20, Fraunhofer IAO S. 56, Fraunhofer IPK S. 48, Hilscher S. 14, 17, HP S. 58, ifm S. 24, Indu-Sol S. 18, IoTmaxx S. 22, Lapp S. 16, Mesago S. 6, Nagarro S. 54, Pepperl+Fuchs S. 17, Performance Motion Devices (PMD) S. 30, Phoenix Contact S. 17, 46, PTC S. 42, Replique S. 36, Rockwell Automation S. 18, Schneider Electric S. 8, 19, SEW-Eurodrive S. 44, Siemens S. 18, TKD Kabel S. 26, VDMA S. 19, Weidmüller S. 19, Wöhner S. 12, Xometry Europe S. 40, Yaskawa S. 32, Zimmer Group S. 10

In der ePaper-Ausgabe befindet sich ein Beihefter von RS Components.



AKTUELL

6 Märkte & Trends

Vorschau auf die SPS 2025, neue Produkte und News aus den Unternehmen

8 Symbol für eine CO₂-neutrale Zukunft

Schneider Electric eröffnet neues Headquarter im EUREF-Campus Düsseldorf

ELEKTROTECHNIK & AUTOMATION

10 Titelstory: Technologie trifft Fertigungstiefe

Wie Fertigungstiefe und Innovationen zu einer schlankeren Produktion führen

12 Intelligente Schnittstelle für die Energiewende

Der Schaltschrank im Fokus einer nachhaltigen Energieverteilung

14 Flexibilität als Erfolgsfaktor

Protokollvielfalt, Security und Zukunftstechnologien meistern

16 Integration und Sicherheit im Fokus

Expertenumfrage Industrielle Kommunikation

20 So sichern Sie Ihre OT-Systeme in der Cloud

Cloud-Smart Security: Neue Maßstäbe für die Sicherheit in der Fertigungsindustrie

22 Smarte Lösungen für raue Umgebungen

IoT-Gateways mit industrieller microSD-Karte

24 Volle Transparenz in der Produktion

Wie Moneo IIoT Core Kosten senkt und Ausfälle verhindert

26 Wichtige Maßnahmen zur Schadensminimierung

Brandschutz für Kabel

ANTRIEBSTECHNIK

28 Ergonomie und Kraft mit einem Knopfdruck

Aktuatoren und Industriegasfedern an Werkzeugmaschinen

30 Die Vorteile integrierter Bewegungssteuerungen

All-in-one-Lösungen von Performance Motion Devices

32 High-End Servosysteme für präzise Halbleiterfertigung

Yaskawa Sigma-X-Servosystem

SPECIAL 3D-DRUCK

34 Metall trifft auf Mikrobauteile

Polymer-3D-Druck kombiniert mit Beschichtung

36 „Unsere Bauteile sind für den praktischen Einsatz gedacht“

Interview mit Henrike Wonneberger und Max Siebert von Replique

38 Kosten senken und Lagerbestände reduzieren

3D-Druck optimiert Ersatzteilbevorratung

40 Schnelle Prototypen und innovative Lösungen

3D-Druck und innovative Beschaffung

PRODUCT LIFECYCLE MANAGEMENT

42 Akzeptanz sichern für erfolgreichen Einsatz

PLM richtig einführen

MANAGEMENT

44 Kostenoptimierung durch Variantenmanagement

Flughafenlogistik: Elektromotoren im Blick

46 Durchgängige Daten steigern die Effizienz

Digitalisierung im Schaltschrankbau

48 Wie reif ist das MBSE in den Unternehmen?

Fraunhofer IPK und Industrievertreter diskutieren über die Norm ISO/IEC/IEEE 24641

50 Knowledge Graphs: Diese zehn Fragen sollten Sie sich stellen

Leitfaden für Ihre KI-Strategie: So wählen Sie die richtige Knowledge-Graph-Software aus

NACHHALTIGKEIT IN DER PRODUKTENTWICKLUNG IM FOKUS

54 Mehr Nachhaltigkeit durch Eco-digital Engineering

Öko-Design am Anfang reduziert Emissionen am Ende

56 Ökologie und Ökonomie im Einklang

MBSE als Schlüssel zur kreislaforientierten Produktentwicklung

HARDWARE & PERIPHERIE

58 Workstations als Innovationstreiber

Leistungsstarke Rechner ermöglichen neuartige Bauteile

3 EDITORIAL

60 MARKTPLATZ

62 IMPRESSUM

62 VORSCHAU

IIoT-PLATFORM
moneo

USE THE POWER OF YOUR DATA



SENSOR TO CLOUD



Connect data from plant floor



Transform data into information



Get actionable insights

sensors. software. solutions. **ifm.com**

WO INNOVATION AUF INDUSTRIE TRIFFT

Wenn sich vom 25. bis 27. November die Tore der Messe Nürnberg öffnen, steht die Automatisierungswelt wieder im Zeichen der SPS – Smart Production Solutions. Die internationale Fachmesse bringt Entscheider, Entwickler und Visionäre aus aller Welt zusammen. Seit über drei Jahrzehnten ist sie jeweils zum Jahresende ein fester Termin im Kalender der Industrie.



Die Fachbesucher der SPS 2025 profitieren vom breiten Angebot an Lösungen, Fachvorträgen und Live-Demonstrationen.

Bild: Mesago Messe Frankfurt GmbH / Arturo Rivas Gonzalez

Die SPS 2025 wird in 15 Messehallen zur Bühne für rund 1.150 Unternehmen der Automatisierungsbranche. Sie präsentieren fortschrittliche Lösungen für die intelligente Produktion sowie ihr aktuelles Produktportfolio. Das Ausstellerspektrum reicht von internationalen Branchengrößen wie Siemens, Beckhoff Automation, Phoenix Contact und Bosch Rexroth bis zu zahlreichen Start-ups, die ebenfalls mit eigenen Messeständen präsent sind.

Ein zentrales Thema der diesjährigen Messe ist der Einsatz von künstlicher Intelligenz (KI, AI) in der Fertigungstechnik. Industrial AI hält derzeit auf breiter Front Einzug in unterschiedlichste industrielle Produkte und Prozesse: sei es unterstützend im Engineering von Prozessen, integriert in Steuerungsgeräte durch vielfältige KI-Modelle oder als Bestandteil intelligenter Tools für vorausschauende Wartung, Qualitätskontrolle und adaptive Produktionssteuerung. Diese Technologien verändern die Automatisierungstechnik grundlegend und eröffnen neue Potenziale für Effizienz, Flexibilität und Ressourcenschonung. „Industrial AI ist längst kein Zukunfts-

thema mehr – es ist bereits Realität in vielen Produktionsumgebungen. Auf der SPS 2025 zeigen unsere Aussteller, wie KI heute schon konkret eingesetzt wird und welche Potenziale die Technologie in der Automation erschließt“, erklärt Sylke Schulz-Metzner, Vice President SPS.

Einblicke in Schlüsseltechnologien

Einen besonders praxisnahen Zugang dazu bieten die zweimal täglich angebotenen Guided Tours der SmartFactory Kaiserslautern. Der von Expertinnen und Experten geführte Rundgang führt zu innovativen Unternehmen der Hard- und Softwarebranche und beleuchtet technische Herausforderungen der Gegenwart. „Mit unserem Angebot möchten wir gezielt Einblicke in Schlüsseltechnologien wie künstliche Intelligenz, digitale Zwillinge und Security in der Systemarchitektur ermöglichen“, erklärt Dr. Ingo Herbst, Pressesprecher der SmartFactory Kaiserslautern.

Die Fachbesucher profitieren vom breiten Angebot an Lösungen, Fachvorträgen und Live-Demonstrationen. Die SPS bietet Orientierung im technologischen Wandel und

liefert Impulse, um Innovationen im eigenen Unternehmen voranzubringen.

Wissen vernetzen

Ergänzend zum umfangreichen Ausstellungsbereich bietet die SPS 2025 ein ebenso facettenreiches wie zukunftsorientiertes Rahmenprogramm, das Fachbesucher, Branchenexperten und Nachwuchstalente gleichermaßen anspricht.

In den Hallen 1, 3, 3C und 6 laden insgesamt vier Stages zu Diskussion, Wissensaustausch und Inspiration ein. Besonders hervorzuheben ist die Technology Stage powered by VDMA/ ZVEI in Halle 3, die von den beiden führenden Branchenverbänden gestaltet wird. Hier stehen neben fast 20 Vorträgen zum Thema Industrial AI aktuelle Entwicklungen, Trends und Herausforderungen der Automatisierung im Mittelpunkt – von digitaler Transformation bis hin zu nachhaltiger Produktion.

Gemeinschaftsstände als Innovationsplattformen

In Halle 6 bündeln gleich drei Gemeinschaftsstände Know-how und kreative Impulse:

- **„Automation meets IT“:** Der etablierte Treffpunkt für Themen rund um Digitalisierung, Cybersecurity und Industrie 4.0. Hier verschmelzen klassische Automatisierung und moderne IT-Welten.
- **„Internationale Start-up Area“:** Junge Unternehmen aus aller Welt präsentieren ihre frischen Ideen und disruptiven Technologien – ein Hotspot für Innovation und Networking.
- **„young Innovators“:** Der vom Bundesministerium für Wirtschaft und Klimaschutz geförderte Gemeinschaftsstand bietet jungen, innovativen Unternehmen aus Deutschland eine Bühne, um ihre Entwicklungen einem breiten Fachpublikum vorzustellen.

Weitere Informationen finden Sie unter:

<https://sps.mesago.com/nuernberg/de.html>

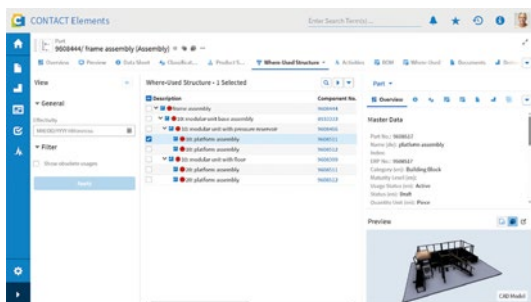
Contact Software

SPÜRBARER GESCHWINDIGKEITSVORTEIL

Das neue Contact Elements Release 2026.1 von Contact Software setzt neue Maßstäbe in Sachen Performance und Effizienz. Ein zentraler Schritt ist der Abschied vom Windows-Client und die vollständige Umstellung auf eine optimierte Web-Architektur.

Contact Elements schafft mit über 50 flexibel kombinierbaren Anwendungsbausteinen einen durchgängigen Digital Thread, der Unternehmen bei der effizienten Produktentwicklung unterstützt – on-premises und in der Cloud. Die Plattform bereitet außerdem den Weg für die KI-Integration auf Unternehmensebene.

Dank einer umfassenden Neuausrichtung der zugrundeliegenden Technologien ist die Plattform nun deutlich reaktionsschneller und benötigt nur noch ein Drittel der Systemressourcen. Diese Optimierungen beschleunigen Prozesse in der Produktentwicklung und Fertigung, senken die Betriebskosten spürbar und verbessern gleichzeitig die Skalierbarkeit. Die Plattform ist damit optimal für Cloud-Infrastrukturen und die Integration innovativer KI-Anwendungen ausgelegt.



Die Verwendungsstruktur in Contact Elements zeigt alle Baugruppen an, in denen die Komponente in einer bestimmten Version verbaut worden ist.

Bild: Contact Software



Titelanzeige: Zimmer Group

Technologie trifft Fertigungstiefe

Die Serienfertigung komplexer Bauteile stellt höchste Anforderungen an Technologie, Effizienz und Qualität. Mit ihrem umfassenden Ansatz „Alles aus einer Hand“ demonstriert die Zimmer Group eindrucksvoll, wie interdisziplinäres Know-how zu herausragenden Ergebnissen führt.

Im aktuellen Projekt zur Herstellung eines Sensorbauteils für Vibrationsgrenzscharter (Schwinggabel) setzt das Unternehmen auf die Metallpulverspritzguss-Technologie (Metal Injection Molding – MIM), um hochpräzise und kosteneffiziente Ergebnisse zu erzielen. Automatisierte Prozessschritte wie die Werkstückentnahme und -nachbearbeitung optimieren die Produktion zusätzlich. Durch die vollständige Integration aller Fertigungsschritte und flexible Automatisierungslösungen werden Entwicklungszeiten und Produktionskosten erheblich reduziert. Die Zimmer Group vereint technologisches Know-how und Innovationskraft, um maßgeschneiderte Lösungen für verschiedene Branchen zu bieten und die Zukunft der Fertigung mitzugestalten.

Zimmer Group

Am Glockenloch 2
77866 Rheinau
Telefon: +49 78 44 91 39-0
E-Mail: info.de@zimmer-group.com
www.zimmer-group.com

mesago

sps

25. – 27.11.2025
NÜRNBERG

Unfold the world of Industrial AI

34. internationale Fachmesse der industriellen Automation



Automatisierung fasziniert. Mit jeder neuen Facette.

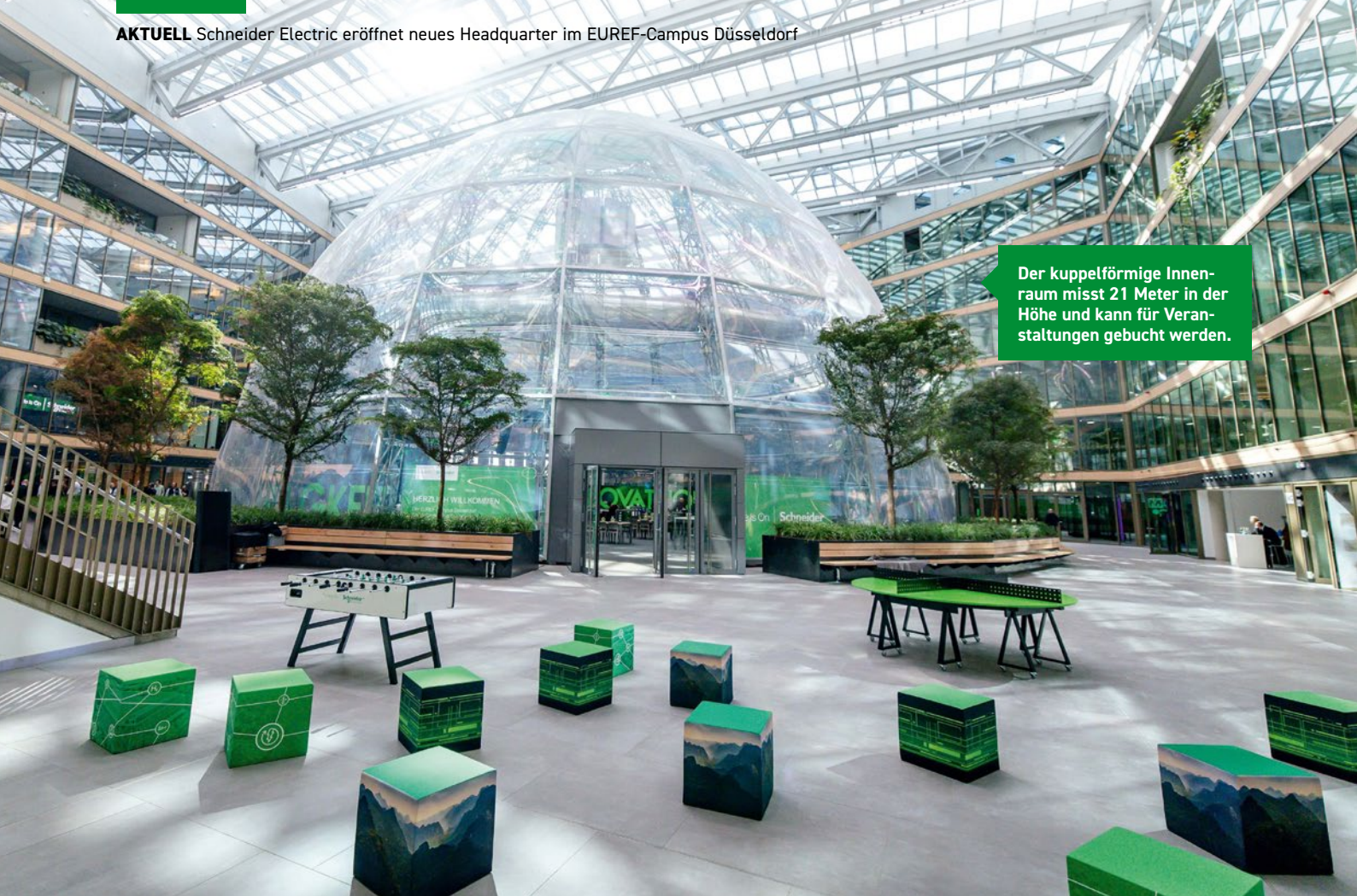
Seit 1990 ist die **SPS – Smart Production Solutions** der Treffpunkt für alle, die industrielle Entwicklung vorantreiben. Vom Start-up bis zum Global Player.

Hier verdichten sich Technologien, Netzwerke wachsen und Ideen werden beflügelt. Insbesondere Industrial AI rückt in den Fokus und eröffnet neue Chancen für Produktivität und Effizienz.

Erleben Sie Fortschritt in seiner ganzen Vielfalt!



Bringing Automation to Life



Der kuppelförmige Innenraum misst 21 Meter in der Höhe und kann für Veranstaltungen gebucht werden.

SYMBOL FÜR EINE CO₂-NEUTRALE ZUKUNFT

Die Reise einer besonderen Kuppel erzählt viel über Wandel, Innovation und Nachhaltigkeit. 2006 stand sie als „Bundestagsarena“ in Berlin, später wurde sie als „Jauch-Kuppel“ im Gasometer Schöneberg bekannt. Heute ist sie das Herzstück des neuen Deutschland-Headquarters von Schneider Electric in Düsseldorf, und Sinnbild für Transformation: von der Politik zur Öffentlichkeit bis hin zur Energie- und Digitalwende. ► VON KARIN FAULSTROH

Mit dem EUREF-Campus Düsseldorf entsteht nach Berlin das zweite deutsche Modellquartier, das die Klimaziele 2045 schon heute erfüllt. Der Campus bietet Unternehmen, Start-ups und Wissenschaft eine Plattform für Zukunftsthemen wie Energie, Mobilität und Nachhaltigkeit. Schneider Electric ist dabei Ankermieter, Technologiepartner und Impulsgeber.

Das Unternehmen bringt seine Expertise in Elektrifizierung, Automatisierung und Digita-

lisierung ein und vernetzt Energie, Gebäude und Infrastrukturen intelligent miteinander. IoT-fähige EcoStruxure-Lösungen ermöglichen ein ganzheitliches Energiemanagement – vom Stromverbrauch über die Gebäudetechnik bis hin zur Ladeinfrastruktur für Elektromobilität.

Intelligente Energieversorgung

Ein Highlight ist die thermische Nutzung des benachbarten Lichtenbroicher Baggersees, kombiniert mit Photovoltaik, Fernwärme und Second-Life-Batteriespeichern. Gesteuert wird die CO₂-neutrale Versorgung über den

Microgrid Advisor von Schneider Electric, der alle Energiequellen dynamisch verbindet und in Echtzeit optimiert. Damit wird der Campus zum Reallabor für die Energiewende.

Auf 80.000 qm entstehen bis zu 4.000 Arbeitsplätze. Schneider Electric bezieht davon 11.500 qm und macht Düsseldorf zum Zentrum seiner Deutschland-Aktivitäten.

Presse-Event als Auftakt

Am 10. und 11. September 2025 stellte Schneider Electric sein neues Headquarter vor. Mehr als 130 Gäste aus Medien, Politik,

Wirtschaft und Wissenschaft erlebten ein Programm mit Führungen, Panels und Networking. CEO Mike Hughes, EUREF-Vorstand Dr. Reinhard Müller und Kathrin Aehling, Vice President Channel & Marketing DACH bei Schneider Electric, eröffneten das Event. Müller wurde mit dem Schneider Electric European Sustainability Impact Award ausgezeichnet – eine Würdigung seiner Pionierarbeit für nachhaltige Stadtquartiere.

Eröffnung des Innovation Hubs

Höhepunkt war die Einweihung des Innovation Hubs in Anwesenheit des französischen Botschafters François Delattre und Düsseldorfs Oberbürgermeister Dr. Stephan Keller. Auf 660 Quadratmetern präsentiert Schneider Electric hier seine technologische Vielfalt – von nachhaltigen Rechenzentren über smarte Gebäude bis hin zu widerstandsfähigen Infrastrukturen. Besuchergruppen können den Hub künftig regelmäßig besichtigen.

„Mit der Entscheidung für den EUREF-Campus als neuen Standort unseres Headquarters war für uns klar, dass wir hier auch eine Ausstellung integrieren möchten“, betont Mike Hughes. „Sie zeigt, wie wir Elektrifizierung, Automatisierung und Digitalisierung verbinden und welchen Beitrag wir zur Energiewende leisten.“

Rundgang durch die Lösungswelten

Der Hub gliedert sich in fünf Themenwelten:

- Home: Smarte und effiziente Energie für Eigenheime
- Building: Intelligente Gebäudetechnik zur CO₂-Reduktion
- Infrastructure: Lösungen für resiliente Stromnetze und Smart Grids
- Data Center: Nachhaltige Rechenzentren für ein digitales Zeitalter mit KI
- Industry: Automatisierung zur Produktivitätssteigerung und Fachkräftesicherung

Jede Station zeigt praxisnah, wie Schneider Electric Innovation mit Nachhaltigkeit verbindet.

Bildung, Forschung und Community

Das Unternehmen engagiert sich auch im Bereich Ausbildung und Forschung: Ab dem Wintersemester 2025 starten auf dem Campus neue interdisziplinäre Masterstudiengänge zu Energie, Mobilität und Digitalisierung. Damit entsteht ein Talent-Hub für die Fachkräfte der Energiewende.

Zudem schaffen Eventflächen, Gastronomie und Showrooms Raum für Austausch und Vernetzung. Ganz im Sinne der Unternehmensmission „Life Is On“.

Fazit: Schneider Electric als Gestalter der Energiewende

Die Kuppel, die einst Politik und Öffentlichkeit verband, ist nun ein Symbol für die Energiewende geworden. Mit dem neuen Headquarter und dem Innovation Hub auf dem EUREF-Campus Düsseldorf zeigt Schneider Electric, wie Technologie, Nachhaltigkeit und Digitalisierung zusammenspielen. Das Unternehmen beweist, dass es nicht nur Partner der Industrie, sondern auch Vorreiter der Transformation ist, hin zu einer klimaneutralen, intelligent vernetzten Zukunft. **« KF**

Karin Faulstich ist Redakteurin beim WIN-Verlag.

» **MIT DER ENTSCHEIDUNG FÜR DEN EUREF-CAMPUS ALS NEUEN STANDORT UNSERES HEADQUARTERS WAR FÜR UNS KLAR, DASS WIR HIER AUCH EINE AUSSTELLUNG INTEGRIEREN MÖCHTEN.**

MIKE HUGHES

Der Bereich Data Center im Innovation Hub informiert über nachhaltige Infrastrukturen für Rechenzentren.

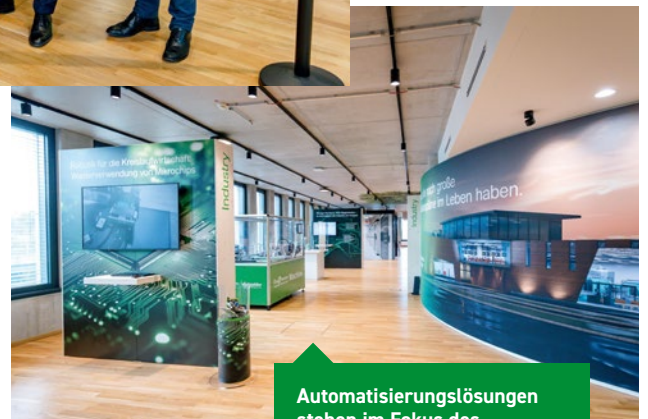
Bilder: Schneider Electric



Dr. Stephan Keller, Oberbürgermeister der Stadt Düsseldorf, bei der feierlichen Durchtrennung des Eröffnungsbandes, flankiert von Kathrin Aehling und Mike Hughes.



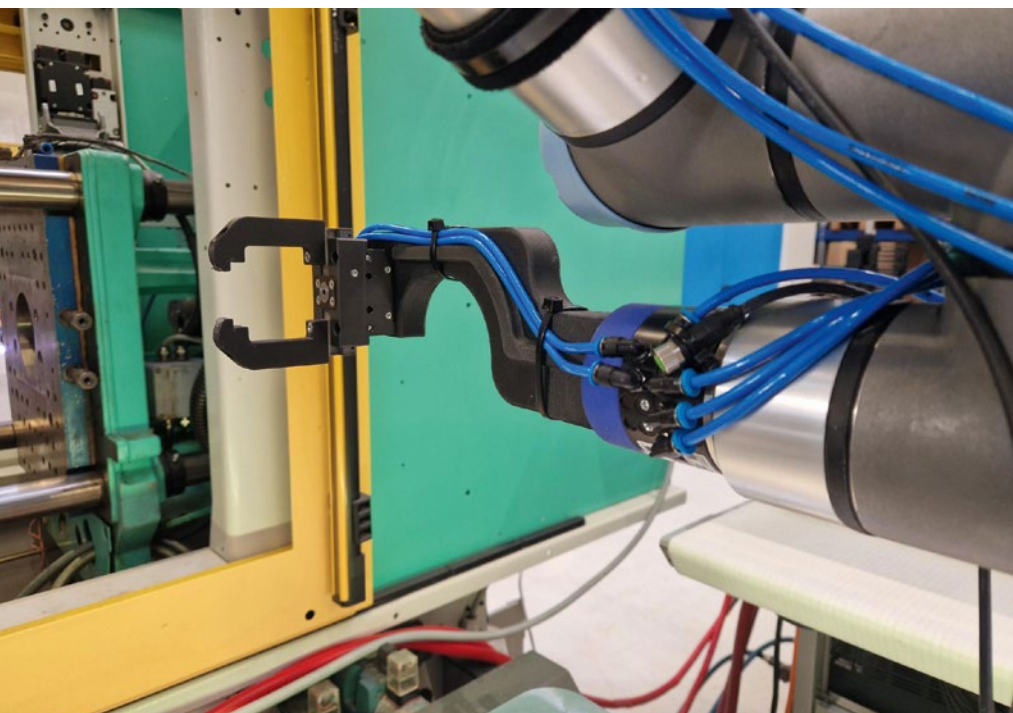
Im September präsentierte Schneider Electric sein neues Headquarter. Mehr als 130 Gäste waren dabei.



Automatisierungslösungen stehen im Fokus des Bereichs Industry im neuen Innovation Hub.

TECHNOLOGIE TRIFFT FERTIGUNGSTIEFE

Die Fertigung komplexer Bauteile in Serie stellt höchste Anforderungen an Technologie, Effizienz und Qualität. Die Zimmer Group beweist in einem aktuellen Projekt ihre Kompetenz, den gesamten Prozess zur Herstellung eines Sensorbauteils zur Grenzstandmessung über einen Vibrationsgrenzschalter (Schwinggabel) inhouse abzubilden. Mit einem umfassenden Ansatz „Alles aus einer Hand“ demonstriert das Unternehmen eindrucksvoll, wie interdisziplinäres Know-how zu herausragenden Ergebnissen führt. » VON MARGOT JOHANNA POMPE



Die Entnahme aus der Spritzgießmaschine erfolgt durch die ZiMo-Roboterzelle mithilfe eines Standardgreifers der GP-Baureihe, dessen Greifbacken und Roboterschnittstelle im 3D-Druckverfahren hergestellt wurden.

Die spezifischen Anforderungen des Kunden standen von Beginn an im Mittelpunkt: Die Schwinggabel musste nicht nur hochpräzise, sondern auch kosteneffizient in Serie gefertigt werden. Gleichzeitig erforderte die komplexe Geometrie des Bauteils innovative Lösungen. Traditionelle Zerspanungsverfahren stießen schnell an ihre Grenzen – sei es aufgrund hoher Kosten, langer Fertigungszeiten oder der begrenzten Möglichkeiten, komplexe Geometrien und enge Toleranzen zu realisieren. Die Entscheidung fiel auf die innovative Metallpulverspritzguss-Technologie (Metal Injection Molding – MIM). Dieses Verfahren

erlaubt es, metallische Bauteile mit komplexen Geometrien und engen Toleranzen in großen Stückzahlen wirtschaftlich herzustellen. Doch damit war die Herausforderung noch nicht gelöst: Um den gesamten Prozess effizient und nahtlos umzusetzen, waren präzise abgestimmte Prozessschritte, modernste Technologie und interdisziplinäre Expertise gefragt.

Lösung: interdisziplinärer Prozess

Die Umsetzung des Kundenauftrags basiert auf einer nahtlosen Prozesskette, die alle Schritte der Fertigung – von der Konzeption bis zum finalen Produkt – unter einem Dach vereint. Das Projekt begann mit der Entwick-

lung und der Konstruktion des Spritzgusswerkzeugs. Durch die langjährige Erfahrung der Zimmer Group im Werkzeugbau konnte sichergestellt werden, dass die Anforderungen an Präzision auch bei komplexen Geometrien erfüllt wurden. Diese Werkzeuge bilden wie bei allen Spritzgussverfahren die Grundlage des MIM-Verfahrens. Der Feedstock, ein Gemisch aus feinsten Metallpulvern und einem Kunststoffanteil, wird in einer Spritzgussmaschine plastifiziert und in das Werkzeug gespritzt. So entsteht das sogenannte „Grünenteil“, das bereits die endgültige Form des Bauteils vorgibt.

Automatisierte Werkstückentnahme

Bei aufwändigen Verfahren wie MIM stehen automatisierte Prozessschritte im Fokus, um die Gesamtproduktion möglichst effizient zu gestalten. Die Zimmer Group setzt hier den hausintern entwickelten und mobilen

— DIE UMSETZUNG DES KUNDENAUFTRAGS BASIERT AUF EINER NAHTLOSEN PROZESSKETTE, DIE ALLE SCHRITTE DER FERTIGUNG UNTER EINEM DACH VEREINT. —

Roboter ZiMo ein. ZiMo zeichnet sich durch seine kompakte Bauweise aus und ermöglicht durch seinen modularen Aufbau einen flexiblen Einsatz an verschiedenen Maschinen. Die kurzen Umrüstzeiten machen ihn zu einer idealen Lösung für dynamische Fertigungsumgebungen. Ausgestattet mit einem Zimmer Group-Standardgreifer der Serie GP und speziellen, temperaturstabilen 3D-gedruckten Komponenten, kann ZiMo die heißen Grünteile sicher greifen, ohne ihre empfindliche Struktur zu beschädigen. Dies erhöht die Effizienz und reduziert die Fehleranfälligkeit.

Katalytische Entbinderung und Sintern

Der nächste Schritt ist die Entfernung des Binders im Grünteil. Beim katalytischen Entbindern werden die empfindlichen Schwinggabeln im speziellen Ofen rauchender Salpetersäure ausgesetzt, die den Kunststoffbestandteil des Feedstocks rückstandsfrei verbrennt. Übrig bleibt das sogenannte Braunteil mit einer porösen Struktur. Im Sinterofen werden die Braunteile zunächst thermisch entbindert und anschließend bei Temperaturen von zirka 1.350 Grad Celsius verdichtet. Dabei schwindet das Bauteil um etwa 17 Prozent und erreicht eine Dichte von über 97 Prozent der theoretischen Materialdichte.

DANK DER NAHTLOSEN INTEGRATION ALLER PROZESSCHRITTE KONNTE DIE ZIMMER GROUP NICHT NUR DIE ENTWICKLUNGSZEIT ERHEBLICH VERKÜRZEN, SONDERN AUCH DIE PRODUKTIONSKOSTEN REDUZIEREN.

Perfektion durch Nachbearbeitung

Nach Abschluss des Sinterprozesses werden die Bauteile in einer Zerspanungsmaschine nachbearbeitet. Hier kommt erneut ZiMo zum Einsatz, um die Werkstücke automatisiert zu bestücken und zu entnehmen. Dank des modularen Aufbaus lässt sich ZiMo schnell umrüsten und an verschiedenen Maschinen einsetzen. Die Vielseitigkeit der Roboterzelle, inklusive glasfaserverstärkter 3D-gedruckter Komponenten und präzisiertem Drei-Backen-Zentrischgreifer der Serie

GPD5000, sorgt für eine effiziente und genaue Nachbearbeitung der Schwinggabeln.

Ergebnisse und Vorteile

Das Ergebnis des Projekts sind hochpräzise Schwinggabeln, die alle Anforderungen des Kunden erfüllen und durch ihre Qualität und Kosteneffizienz überzeugen. Dank der nahtlosen Integration aller Prozessschritte konnte die Zimmer Group nicht nur die Entwicklungszeit erheblich verkürzen, sondern auch die Produktionskosten reduzieren. Besonders hervorzuheben ist die Fertigungstiefe, die es ermöglicht, alle relevanten Technologien unter einem Dach zu vereinen.

Die Kombination aus innovativen Technologien wie MIM und 3D-Druck, flexiblen Automatisierungslösungen und der Möglichkeit, alle Prozessschritte inhouse zu realisieren, macht die Zimmer Group zu einem unverzichtbaren Partner in der industriellen Fertigung.

Umfassende Kompetenzen und jahrzehntelanges Know-how

Neben den Technologien MIM und 3D-Druck verfügt die Zimmer Group über umfassende Kompetenzen in Elastomertechnik und Kunststoffspritzguss sowie über jahrzehntelanges Know-how in den Komponentenbereichen der Maschinen-, Dämpfungs-, Klemm- und Bremstechnik bis hin zu komplexen Systemen. Dies ermöglicht maßgeschneiderte Lösungen für unterschiedlichste Branchen wie Automobilindustrie, Pharma- und Laborbetriebe oder hochspezialisierte Logistiklösungen. Die Fähigkeit, auf diese breite technologische Basis zurückzugreifen, garantiert eine hohe Fertigungstiefe und ein Höchstmaß an Flexibilität und Innovationskraft.

Zukunftspotenziale zeichnen sich insbesondere im Bereich der additiven Fertigung ab. Über das Metal-Extrusion-Verfahren (MEX) lassen sich metallische Bauteile mithilfe von 3D-Druck fertigen. Zahlreiche neue Anwendungen in der Prototypenfertigung, Baugruppenoptimierung oder Kleinserienproduktion sind denkbar und können die Verfahrenstechnik weiter revolutionieren. Die Zimmer Group ist bereit, diesen Weg weiterzugehen und ihre Kunden mit innovativen Lösungen zu unterstützen. Ein klarer Vorteil für alle, die auf der Suche nach einem Partner sind, der Kompetenz, Innovation und Qualität vereint.

« RT

Margot Johanna Pompe ist Teamlead Digital Solution bei der Zimmer Group.



Für die Bearbeitung der Werkstücke kommt wieder ZiMo zum Einsatz. Dank des modularen Aufbaus lässt sich die Roboterzelle schnell mit zwei Greifern der Serie GPD5000 ausstatten.

DIE VORTEILE DIESES ANSATZES

- Ein Ansprechpartner für alle Prozessschritte: Kunden profitieren von einer zentralen Kommunikation und einer reibungslosen Abwicklung.
- Innovative Lösungswege: Durch den interdisziplinären Ansatz können Herausforderungen aus unterschiedlichen Perspektiven betrachtet und gelöst werden.
- Zeit- und Kosteneffizienz: Die vollständige Inhouse-Fertigung spart Zeit und minimiert Fehler durch externe Schnittstellen.

Werkstückentnahme und -nachbearbeitung optimieren die Produktion zusätzlich. Durch die vollständige Integration aller Fertigungsschritte und flexible Automatisierungslösungen werden Entwicklungszeit und Produktionskosten erheblich reduziert. Die Zimmer Group vereint technologisches Know-how und Innovationskraft, um maßgeschneiderte Lösungen für verschiedene Branchen zu bieten und die Zukunft der Fertigung mitzugestalten.



Beim MIM-Verfahren wird das Metallteil mittels Spritzgussverfahren gefertigt und erhält durch den Sintervorgang seine endgültige Größe und Dichte.

Bilder: Zimmer Group

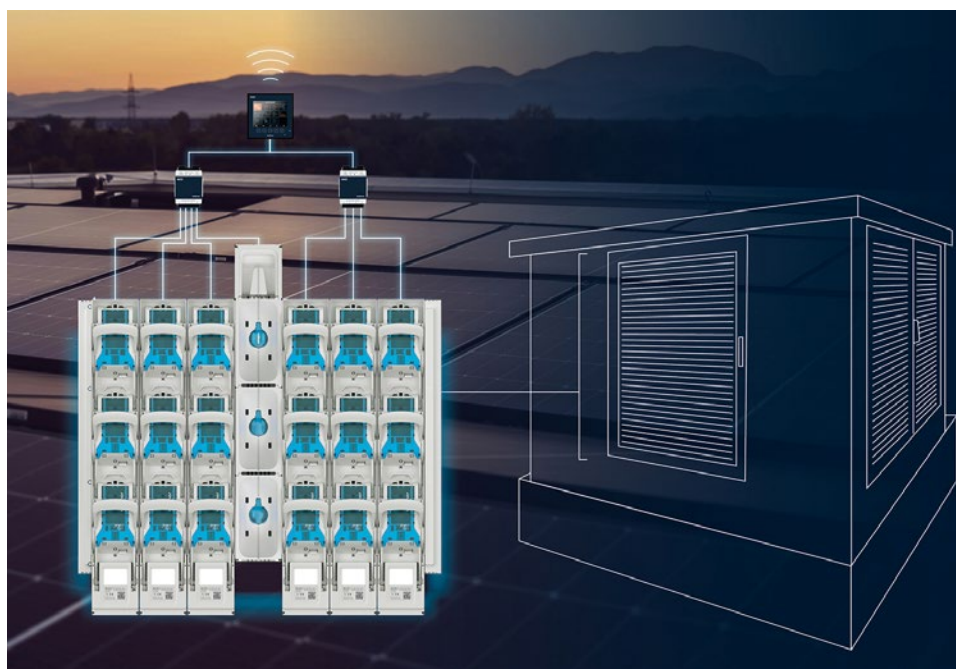
INTELLIGENTE SCHNITTSTELLE FÜR DIE ENERGIEWENDE

Die Energiewende bringt dezentrale, volatile Einspeisungen ins Netz und macht bidirektionale Energieflüsse zur Norm. Betreiber und Planer brauchen daher flexible, stabile und sichere Systeme. Der Schaltschrank wird dabei zur zentralen Schnittstelle für Erzeugung, Management und Nutzung. » VON KLAUS PFLÜGER

Die Energiewende verändert die Stromlandschaft grundlegend: Statt weniger zentraler Großkraftwerke – etwa auf Kohlebasis – speisen heute tausende dezentrale Anlagen wie Photovoltaik, Windräder und Batteriespeicher ins Netz ein. Dadurch wird die Einspeisung volatil und die Energie zunehmend bidirektional durch die Verteilnetze geleitet. Für Betreiber und Planer des Energieverteilungsmarkts bedeutet das nicht nur eine andere Lastkurve, sondern höhere Anforderungen an Flexibilität, Netzstabilität und intelligente Steuerung – vom Schutz- und Schaltkonzept bis zur Resilienz. Es gilt, schwankende Netzqualitäten zu handhaben, Normkonformität sicherzustellen und höhere Strombelastbarkeiten einzuplanen.

Schaltschrank als zentrale Schnittstelle

Eine bessere Steuerung der Energie hat dabei das Potenzial, Stromkosten mittelfristig zu senken und so zur Wettbewerbsfähigkeit des Standorts Deutschland beizutragen, so das Ergebnis einer Studie der Beratungsfirma BCG, die vom Bundesverband der Deutschen Industrie (BDI) in Auftrag gegeben wurde. Ein schneller Ausbau würde dieses Einsparpotenzial zügig realisieren. Wöhner ist davon überzeugt, dass der Schaltschrank so zur



Die neuartigen Messleisten realisieren auf kleinstem Bauraum verschiedene Ansätze, um die Messsignale gebündelt einzusammeln, zu verarbeiten und an eine zentrale Stelle weiterzuleiten.

zentralen Schnittstelle zwischen dezentraler Erzeugung, sicherem Management und effizienter Nutzung wird.

Für den Schaltschrankbau heißt das: Komponenten müssen platzsparend, modular, digital anschlussfähig und servicefreundlich konzipiert sein, um dynamische Einspeisun-

gen, bidirektionale Fließrichtung und erhöhte Überwachungsanforderungen zu unterstützen. Hier bedarf es Innovationsfähigkeit seitens der Produktentwicklung und in der Fertigung, um diese sich im Wandel befindlichen Technikanforderungen bedienen zu können. Gerade in Zeiten des Fachkräfte-



Das CrossBoard 800A deckt als globaler Standard vielfältige Einsatzmöglichkeiten ab.

mangels sind eine robuste Bauweise sowie geringer Wartungsaufwand entscheidend, damit Produkte möglichst lange störungsfrei funktionieren.

Leistungsstarkes Rückgrat für dezentrale Verteilnetze

Im Umgang mit den gestiegenen Anforderungen an moderne Energieverteilsysteme ergeben sich einige richtungsweisende Leittechniken. Dabei baut Wöhner auf erprobte Technik und entwickelt zeitgemäße Funktionalitäten weiter, sodass Planern und Installateuren ein durchdachtes, skalierbares Fundament zur Verfügung steht.

In der Systemwelt von Wöhner ist 185Power die erste Sammelschiene auf 185 Millimetern, die in einem modularen, aufeinander abgestimmten System arbeitet. Diese Lösung zeichnet sich insbesondere für den optimalen Einsatz für die Niederspannungshauptverteilung mit Stromstärken bis zu 2500 Ampere (in der Einspeisung bis 1600 Ampere) und einer Eignung für 800-Volt-Netze aus. Damit kann das System die Netzansprüche unter anderem für Photovoltaikanlagen, Batteriespeicher, Ladeinfrastruktur und den Trafostationsbau sicher und passgenau bedienen, was es zu einem Eckpfeiler des Stromnetzausbaus macht. Es bietet hohe Versorgungssicherheit und lässt sich problemlos aufrüsten, sollten sich die Anforderung künftig wandeln.

Den Herausforderungen des Netzausbaus begegnen

Hinter Infrastruktur wie Photovoltaikanlagen muss jedoch grundlegende Technik installiert sein, um mit einer stärker schwankenden Netzqualität umzugehen und Stabilität herzustellen. Dies verlangt schlicht mehr Messpunkte, schnellere Daten und verlässliche Werte direkt aus dem Schaltschrank.

Mithilfe von Informationen über Fließrichtung, Angebots- und Nachfrageschwankungen lassen sich rechtzeitig Anpassungen in der Stromverteilung vornehmen und zu einer effizienten Nutzung der Energieinfrastruktur beitragen. Mit digitalisierten Produkten aus der Mess- und Monitoringtechnik der MIEZ-Serie leistet Wöhner einen wichtigen Beitrag, um die Datenbasis zu verbessern und die Energieverteilung greifbar und damit steuerbar zu machen. Verschiedene Module für die Fronttafel oder die Tragschiene bedienen eine individuelle Informationstiefe und sorgen für mehr Transparenz im Schaltschrank. Die MIEZ Poweranalyser bieten dabei umfangreiche



Die MIEZ Poweranalyser bieten umfangreiche Auswertemöglichkeiten und einen integrierten Speicher.

Bilder: Wöhner

Auswertemöglichkeiten und einen integrierten Speicher. Über Feature-Upgrades lassen sich zusätzliche Funktionen ergänzen. Für die Phase des Netzausbaus und darüber hinaus wird die intelligente Überwachung des Schaltschranks von entscheidender Bedeutung sein, um mit den Entwicklungen im Netz Schritt zu halten.

Leistung und Flexibilität für Unternehmen

Für industrielle Anwender, die sich für die Elektrifizierung rüsten wollen, kann der Ausgangspunkt im Schaltschrankbau demnach ein geeignetes Basissystem, beispielsweise das CrossBoard 800A von Wöhner sein, das als globaler Standard vielfältige Einsatzmöglichkeiten abdeckt. Es bietet maximale Sicherheit unter anderem durch integrierten front- und rückseitigen Berührungsschutz sowie Kompaktheit bei einer Systemhöhe von 200 Millimetern für eine Energieverteilung bis 800 Ampere mit Zertifizierungen nach IEC und UL.

Im Vergleich zum Erstmodell 250A erweitert das CrossBoard 800A die Systemwelt erheblich und fügt nochmals Funktionalität hinzu, wodurch nun Applikationen von der Steuerungs- und Automatisierungstechnik bis hin zu großen Energieverteilungen abgedeckt werden können. Die größere Einsatzbandbreite reagiert auf Anforderungen des Marktes und ermöglicht Betreibern, ihre Systeme zukunftsfähig und flexibel aufzubauen.

Die CrossLink-Technologie von Wöhner sorgt dafür, dass Kontaktierungen und Komponenten systemübergreifend kompatibel bleiben. Dies ist ein wichtiges Merkmal, um Bestandsanlagen schrittweise zu modernisieren und neue Mess- oder Kommunikationsmodule nahtlos zu integrieren.

Schaltschränke als aktive Bausteine des Energiemanagements

Effizientes Energiemanagement verlangt von Unternehmen, Schaltschränke nicht als rein passive Verteilpunkte wahrzunehmen, sondern als aktive Bausteine. Nur wer modular, mess- und kommunikationsfähig sowie serviceorientiert denkt, kann den Anforderungen dezentraler und bidirektionaler Energieflüsse gerecht werden. Wöhner ebnet diesen Weg mit Lösungen, die auch in Zeiten von Fachkräftemangel schnell und flexibel eingerichtet sowie jederzeit ergänzt werden können.

Die Interoperabilität von Modulen schafft dabei die Voraussetzung, neue Komponenten in bestehende Netze einzubinden oder etwa die Messfunktionen auszuweiten. Entscheidend bleibt die Verzahnung von Hardware, Software und aktuellen Messdaten. So kann eine integrierte und intelligente Schaltschranklösung maßgeschneidert entwickelt werden, die mit den Bedürfnissen von Unternehmen mitwachsen kann. « KF

Klaus Pflüger ist Director Key Account Management bei Wöhner.

FLEXIBILITÄT ALS ERFOLGSFAKTOR

Die industrielle Kommunikation steht vor großen Herausforderungen: Mehr Protokolle, höhere Echtzeitanforderungen und heterogene Anlagen rufen nach flexiblen Lösungen. Gleichzeitig gewinnen Sicherheitsvorgaben und Technologien wie TSN oder SPE an Bedeutung. Hilscher begegnet dieser Entwicklung mit dem Netzwerkcontroller netX 90 und seinem durchgängigen Plattformansatz. » VON JULIUS ABRAHAM

Die industrielle Produktion ist ohne zuverlässige Kommunikation nicht denkbar. Steuerungen, Sensoren, Antriebe und Feldgeräte müssen Daten in Echtzeit austauschen, damit Prozesse stabil und effizient ablaufen. Gleichzeitig steigt die Zahl unterschiedlicher Kommunikationsprotokolle kontinuierlich. Maschinen- und Anlagenbauer benötigen daher Lösungen, die diese Vielfalt beherrschen, ohne bei jeder neuen Anforderung grundlegende Anpassungen vornehmen zu müssen.

Herausforderungen in der industriellen Kommunikation

Die Anforderungen an Kommunikationssysteme in der Industrie sind hoch:

- **Protokollvielfalt:** Unterschiedliche Märkte und Anwendungen setzen auf verschiedene Standards wie PROFINET, EtherCAT oder EtherNet/IP. Hersteller von Automatisierungskomponenten müssen daher mehrere Varianten anbieten, um international wettbewerbsfähig zu bleiben.
- **Echtzeitfähigkeit:** Viele Prozesse erfordern Reaktionszeiten im Millisekunden-Bereich. Kommunikationssysteme müssen deterministisch arbeiten und dürfen keine Verzögerungen verursachen.
- **Integration in heterogene Anlagen:** Produktionslinien bestehen oft aus Alt- und Neuanlagen verschiedener Hersteller. Schnittstellen und Gateways müssen sicherstellen, dass auch

Geräte mit Legacy-Protokollen wie PROFIBUS oder CC-Link eingebunden werden können.

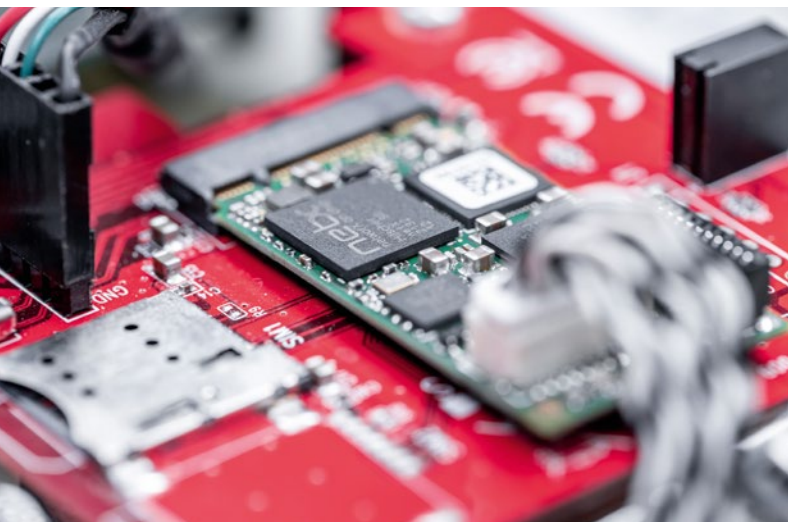
- **Security-Anforderungen:** Mit dem zunehmenden Vernetzungsgrad rücken Schutzmechanismen gegen unbefugten Zugriff und Cyberangriffe stärker in den Fokus. Neue Regularien wie der Cyber Resilience Act verlangen Sicherheitskonzepte von Anfang bis Ende – von der Produktidee bis zum End of Life und Außerbetriebnahme.
- **Zukunftsfähigkeit:** Trends wie Time Sensitive Networking (TSN), Single Pair Ethernet (SPE) oder Gigabit-Kommunikation erfordern eine Plattform, die neue Standards unterstützt, ohne dass bestehende Systeme obsolet werden.

Diese Herausforderungen verdeutlichen, warum die Wahl der richtigen Kommunikationsplattform eine zentrale strategische Entscheidung für Hersteller ist.

netX 90: kompakt und vielseitig

Der Netzwerkcontroller netX 90 wurde von Hilscher speziell für diesen Bedarf entwickelt. Er vereint zahlreiche Protokolle auf einer Plattform und ermöglicht es, durch einfache Anpassungen zwischen verschiedenen Kommunikationsstandards zu wechseln. Das reduziert den Entwicklungsaufwand, da keine neue Hardware erforderlich ist, wenn sich Marktanforderungen ändern.

Neben der Protokollflexibilität spielt auch die Sicherheit eine zentrale Rolle. Der netX 90 integriert Sicherheitsfunktionen, die



netX-90-basierte PC-Karte von Hilscher.



Wie Cybersecurity zum Wettbewerbsvorteil wird, erfahren Besucher der Fachmesse SPS am Stand von Hilscher in Halle 5.



Die Kommunikationlösungen von Hilscher basieren auf der netX-Technologie. Bilder: Hilscher

den Anforderungen aktueller und kommender Standards entsprechen. Damit ist er auf eine Nutzung in Umgebungen vorbereitet, in denen Security-by-Design zunehmend vorgeschrieben wird.

Plattformversprechen als Basis

Die technologische Basis von Hilscher ist der Plattformgedanke: Hardware, Protokollsoftware, Treiber, Konfigurationstools und Support werden konsistent aus einer Quelle bereitgestellt. Dieses Konzept erleichtert es Entwicklern, sich einmal in die Technologie einzuarbeiten und diese anschließend in unterschiedlichen Formfaktoren – vom Chip über Embedded-Module und Gateways bis hin zur fertigen PC-Karte – einzusetzen.

Die Vorteile in Kürze:

- einheitliche Schnittstellen und Werkzeuge,
- reduzierte Integrationsrisiken,
- hohe Zukunftssicherheit durch die Weiterentwicklung aufkommender Standards wie TSN oder SPE.

netX – Über 24 Millionen Netzwerkknoten weltweit

Wie solche Ansätze in konkreten Projekten umgesetzt werden, zeigen die zahlreichen Netzwerkknoten weltweit, welche bereits auf netX basieren, darunter bei:

- **Hanwha Robotics:** In fahrerlosen Transportsystemen für die Halbleiterfertigung kommt das netX-basierte netHOST-Controller-Gateway zum Einsatz. Es sorgt für stabile Datenübertragung und verhindert Ausfälle in der Motorsteuerung – eine zentrale Voraussetzung für den sicheren Umgang mit empfindlichen Wafern.
- **More Robots:** Beim Einsatz von Kawasaki- und JAKA-Robotern musste eine Schnittstelle zwischen Powerlink und EtherNet/IP

geschaffen werden. Mit dem netTAP 100 RE-EN konnte diese Übersetzung ohne tiefgreifende Eingriffe in die bestehende Steuerung realisiert werden.

Diese Beispiele verdeutlichen, dass industrielle Kommunikation nicht nur eine Frage der Technologie, sondern auch der praktischen Integration in heterogene Anlagenlandschaften ist.

Mit Lösungen wie dem netX 90 und dem Plattformansatz verfolgt Hilscher das Ziel, industrielle Kommunikation flexibel, sicher und langfristig nutzbar zu machen. Für Hersteller bedeutet das weniger Aufwand in der Entwicklung, für Betreiber eine stabile Basis für die Datenkommunikation ihrer Produktionsprozesse.

« KF

Julius Abraham ist Marketing-Manager bei der Hilscher Gesellschaft für Systemautomation mbH.

DREI FAKTEN ZUM CYBER RESILICEN ACT

- **Security by Design wird Pflicht:** Der CRA verlangt, dass Security von Anfang an Teil der Produktentwicklung ist. Hersteller müssen einen dokumentierten Secure Development Lifecycle etablieren. Dazu gehören Risikobewertungen, sichere Standardkonfigurationen und ein verpflichtendes Patch-Management für den gesamten Unterstützungszeitraum.
- **Updatefähigkeit und Meldepflichten:** Alle vernetzten Produkte müssen updatefähig sein, Schwachstellen sind zeitnah zu schließen. Zudem gilt eine 24-Stunden-Meldepflicht bei bekannt gewordenen Sicherheitsvorfällen gegenüber dem BSI oder anderen Behörden. Diese Verpflichtung betrifft neue Produkte, kann aber auch Bestandsprodukte betreffen, falls diese wesentliche Änderungen erfahren.
- **Klassifizierung und CE-Konformität:** Der CRA erweitert die CE-Kennzeichnung um Cybersecurity. Produkte werden in „wichtige“ und „kritische“ Kategorien eingeteilt. Je nach Klassifizierung reicht eine Eigenerklärung nicht mehr aus – Hersteller benötigen dann eine externe Zertifizierung durch einen Notified Body. Änderungen an der Zweckbestimmung oder Funktionalität können eine neue CE-Bewertung erforderlich machen.

NEU



excellence in safety

Mehr und besser Safety Services

Erweitertes Angebot – globale Integration: Das tec.nicum hat sich neu aufgestellt. Wir haben das Angebot an Safety Services deutlich ausgebaut, insbesondere in den Bereichen Digitalisierung und Outsourcing.

Unsere Kunden profitieren von neuen digitalen Technologien und Komplettlösungen für Maschinensicherheit – weltweit!

→ www.tecnicum.com

 academy	 consulting
 engineering	 integration
 digitalisation	 outsourcing

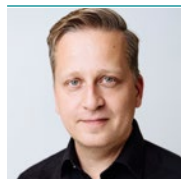
tec.nicum
Schmersal Group

INTEGRATION UND SICHERHEIT IM FOKUS

Die industrielle Kommunikation befindet sich im Umbruch: KI-Anwendungen, Cloud-Integration, Edge Computing, 5G oder TSN treiben neue Möglichkeiten in Fertigung und Automatisierung. Gleichzeitig steigt der Druck, heterogene Alt- und Neuanlagen effizient zu vernetzen, ohne die Sicherheit zu vernachlässigen. Welche Trends bestimmen die Zukunft, wie gelingt die Einbindung neuer Lösungen und welche Cybersecurity-Maßnahmen sind unverzichtbar? Diese Fragen haben wir Expertinnen und Experten aus Industrie und Verbänden gestellt. » VON KARIN FAULSTROH

FRAGEN AN DIE EXPERTEN:

1. Was sind für Sie im Moment die wichtigsten Trends und Entwicklungen im Bereich Industrielle Kommunikation?
2. Wie lassen sich neue Kommunikationslösungen effizient in bestehende Maschinen- und Anlagennetze einbinden?
3. Stichwort Cybersecurity – Welche Maßnahmen sind unverzichtbar, um industrielle Netzwerke sicher zu betreiben?



STEFAN HERMANN

VP Product bei Cybus

Bild: Cybus

1. Ein klarer Trend ist der Einsatz von KI in der Fertigung – etwa zur Prozessoptimierung oder Qualitätskontrolle. Besonders im Fokus stehen Large Language Models (LLMs), deren Potenzial aber stark davon abhängt, wie gut sie mit eigenen, unternehmensspezifischen Produktionsdaten angelernt werden können. Damit LLMs wertstiftend eingesetzt werden, braucht es eine stabile, qualitativ hochwertige Datengrundlage. Genau hier kommt die industrielle Kommunikation ins Spiel: Sie muss die kontinuierliche, standardisierte und sichere Erfassung der relevanten Daten gewährleisten. Gleichzeitig gewinnen Protokolle wie MCP oder A2A an Bedeutung, da sie die Interoperabilität zwischen Anwendungen und Systemen vereinfachen.

2. Entscheidend ist, dass die Governance nicht bei individuellen Projekten oder einzelnen Werken, sondern in der Hand der IT liegt. Das erlaubt zentrale Steuerung, Standardisierung und langfristige Skalierung. Zugleich ist die Übertragung bewährter Softwarepraktiken essenziell – z. B. Versionierung, Deployment-Automatisierung oder Monitoring. Kommunikationslösungen müssen nicht nur technisch anschlussfähig, sondern auch betrieblich wartbar sein. Die größte Hürde bleibt oft die Trennung zwischen OT und IT. Erfolgreiche Integrationsprojekte schaffen hier eine funktionierende Schnittstelle – sowohl technisch als auch organisatorisch.

3. Neben klassischen Maßnahmen wie Netzwerksegmentierung, rollenbasiertem Usermanagement und schnellen Updates ist ein weiterer Punkt entscheidend: Die Entkopplung von Datenerfassung und -verwendung. Besonders im Kontext von KI und Analytics – wo Technologien und Modelle sich schnell weiterentwickeln – schützt ein zentraler Datenlayer die Produktion vor unnötigen Ein-

griffen. So lassen sich Sicherheitsstandards konsequent durchhalten, ohne Innovationsprojekte auszubremsten. Einmal etabliert, bietet dieser Layer nicht nur Schutz, sondern auch Agilität – gerade bei standortübergreifenden Architekturen.



RALF MOEBUS

Head of Product Management Industrial Communication bei Lapp

Bild: Lapp

1. Standardisierte, offene Protokolle: Offene Kommunikationsprotokolle reduzieren den Integrationsaufwand und sichern die Datenverfügbarkeit ohne aufwändige Gateways. Single Pair Ethernet verringert Verkabelungs- und Anschlussaufwand für Industrial Ethernet, macht die Anbindung einfacher Feldgeräte wirtschaftlich und liefert mehr Daten für Analysensysteme. IIoT-Lösungen: Mit Edge Computern und Cloud lassen sich Prozesse optimieren, sofern Daten verfügbar sind. Protokolle wie MQTT gewinnen dabei an Bedeutung. Security: Mit wachsender Vernetzung steigen die Anforderungen an umfassende Sicherheitskonzepte, um Produktionssysteme vor Angriffen zu schützen.

2. Neue Kommunikationslösungen lassen sich effizient in bestehende Maschinen- und Anlagennetze integrieren, wenn offene Standards, Interoperabilität und modulare Konzepte genutzt werden. Bestehende Infrastruktur sollte schrittweise modernisiert werden, statt komplett ersetzt. Gateways, Retrofit-Lösungen und Edge-Geräte ermöglichen sichere Anbindung ohne Produktivitätseinbußen und schaffen die Basis für IIoT-Anwendungen. Remote-IO-Systeme, die Profinet und MQTT unterstützen, machen bestehende Anlagen „smart“, ohne das Steuerungssystem zu verändern – etwa mit den Unitronic Access Remote IOs von Lapp.

3. Unverzichtbar sind ein mehrstufiges Sicherheitskonzept mit Netzsegmentierung, Firewalls und gesicherter Fernwartung. Ergänzt wird dies durch regelmäßige Updates, starke Authentifizierung und kontinuierliches Monitoring. Ebenso wichtig: Sensibilisierung und Schulung des Personals. Bei der Umsetzung des Security Konzepts in der Fertigung (OT) helfen Komponenten, welche für den Feldeinsatz robust konzipiert sind und durch Automatisierungstechniker ohne IT-Ausbildung einfach konfigurierbar und austauschbar sind. Ein Beispiel hierfür sind die Etherline Access NAT Firewalls von Lapp.



BENEDIKT RAUSCHER

Senior Manager external Kollaboration
bei Pepperl+Fuchs

Bild: Pepperl+Fuchs SE

1 Industrielle Umgebungen sind in den allermeisten Fällen heterogen aufgebaut, das heißt es werden aus guten Gründen von verschiedenen Herstellern Komponenten bezogen, die ohne großen Konfigurationsaufwand miteinander kommunizieren müssen. Daraus entstehen verstärkt Forderungen nach hersteller-übergreifender Interoperabilität, was in der industriellen Kommunikation wiederum einen klaren Trend zu standardisierten Schnittstellen und Protokollen ausgelöst hat. Ich sehe aus diesem Grund beispielsweise IO-Link oder ganz besonders die Ethernet-basierte Kommunikation auf dem Vormarsch, sei es mit klassischer Verkabelung oder als Single-Pair-Ethernet.

2 Bei Brownfield-Anwendungen spielen Abwärtskompatibilität sowie die Möglichkeit zur Weiter-Nutzung von teurer bestehender Infrastruktur wie beispielsweise einer aufwendigen Verkabelung eine große Rolle. Besonders wichtig sind diese Aspekte bei den langlebigen Anlagen der Prozessautomation. Hier ist Ethernet-APL ein schönes Beispiel für eine moderne Technologie, die sich nicht nur für neue Anlagen eignet, sondern auch zur Nachrüstung, da vorhandene über Profibus-PA angebundene Feldgeräte einschließlich der Anschlussleitungen weiterverwendet und nahtlos in ein leistungsfähiges Ethernet-Netzwerk mit allen seinen Möglichkeiten integriert werden können.

3 Cybersecurity kann nicht komplett nachgerüstet werden, sondern muss beim Design mitberücksichtigt werden. Netzwerk-Segmentierung, geschützte physische Zugänge oder redundante Kommunikationswege sind Beispiele für essenzielle Bausteine, die in keiner Konzeption fehlen dürfen. Natürlich sind auch Fernzugriffe sicher zu gestalten, ein Patch-Management muss implementiert sein und es muss eine kontinuierliche Überwachung auf Anomalien aktiv sein. Letztlich muss für jede Anlage eine individuelle Betrachtung vorgenommen werden und es sollte in regelmäßigen Sicherheitsaudits durch Dritt-Anbieter überprüft werden, ob die bereits umgesetzten Maßnahmen wirksam und ausreichend sind oder ob weitere Implementierungen erforderlich sind.



THOMAS RAUCH

Chief Technology Officer (CTO) bei Hilscher

Bild: Hilscher

1 Von Kommunikationssystemen wird zukünftig erwartet, dass sie neben der internen Übertragung auch nahtlos in IIoT-Architekturen wie Cloud- oder Hybridlösungen eingebunden werden. Edge Computing spielt dabei eine Schlüsselrolle, da es Datenflüsse beherrschbar macht und Vorverarbeitung effizient und sicher am Entstehungsort ermöglicht. Gleichzeitig steigt der Bedarf an interoperablen Protokollen und Datenmodellen, damit Devices verschiedener Hersteller einfach integriert und bis auf den Shopfloor verwaltet werden können. Hier kommen Protokolle wie z. B. OPC UA und MQTT zum Einsatz. Mit unserer netFIELD Lösung ermöglichen wir unseren Kunden eine reibungslose Integration der OT in die IT.

2 Der Schlüssel liegt in der Multiprotokollfähigkeit und einheitlichen Schnittstellen. Verschiedene Protokolle mit einer Technologie abbilden zu können, bietet Anwendern einen entscheidenden Vorteil: Flexibilität. Gleichzeitig eröffnet sich so ein sehr einfacher Migrationspfad: Von PC-Karten über Gateways hin zu Embedded-Modulen und System-on-Chip-Integrationen. Entscheidend ist, dass Integration schnell, zuverlässig und ohne lange Stillstandzeiten erfolgt – ein Punkt, auf den unsere Kunden besonderen Wert legen. Unsere netX-Technologie bildet dafür die Basis mit Hardware, Software und Services aus einer Hand.

3 Sicherheit ist heute kein Zusatz, sondern Voraussetzung für industrielle Kommunikation. Der Cyber Resilience Act (CRA) verlangt sichere Implementierungen wie Ethernet/IP CIP Security, Sicherheitsfeatures wie sichere Boot-Mechanismen und Zertifikatsmanagement – Standards, die Hilscher konsequent mit den netX-Kommunikationscontrollern umsetzt. Entscheidend ist dabei Security-by-Design: von der Architektur über die Entwicklung bis zum laufenden Betrieb. Nur wenn Sicherheit einfach handhabbar ist und konsequent angewendet wird, bleibt sie im Alltag wirksam wirksam.



JULIA REKER

Abteilungsleiterin Product Line Network Technology, Industry Management and Automation bei Phoenix Contact

Bild: Phoenix Contact

1 Die industrielle Kommunikation entwickelt sich rasant weiter – getrieben durch die Anforderungen der Digitalisierung und des Industrial Internet of Things (IIoT). Single Pair Ethernet (SPE) treibt die Feldkommunikation voran, während die Cloud-Anbindung und Edge-Computing neue Geschäftsmodelle ermöglichen. Drahtlose Technologien wie 5G und Wi-Fi 6 schaffen Echtzeitfähigkeit für mobile Anwendungen. Ergänzend sorgt Time-Sensitive Networking (TSN) für eine deterministische Ethernet-Übertragung der Daten mit garantierten Latenzen und Zeitsynchronisation. TSN erlaubt die Konvergenz von IT- und OT-Netzwerken und bildet die Grundlage für anspruchsvolle Echtzeitanwendungen, KI-gestützte Prozesse und Predictive Maintenance. All dies zahlt auf die Vision der All Electric Society ein – sicher, vernetzt und nachhaltig.

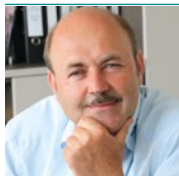
2 Die effiziente Einbindung gelingt mit einem klaren, standardisierten Vorgehen: Zuerst erfolgen eine strukturierte Bestandsaufnahme und Risikoanalyse; danach der Übergang von den oftmals noch flach strukturierten hin zu gemanagten, segmentierten Netzwerken mit VLANs, ACLs, QoS und einem zentralen Monitoring. Auf Basis bewährter Blueprints von Phoenix Contact gemäß IEC 62443 (Zonen/Leitungen) werden Maschinenzellen cybersicher unterteilt, Conduits definiert und Fernzugriffe über VPN/DMZ rollenbasiert und auditierbar umgesetzt. Die Migration geschieht schrittweise und wird von unseren Experten begleitet: vom Netzwerkkonzept und der Implementierung über Mitarbeiterschulungen bis zum Remote-Maintenance-Management.

3 Cyber Security ist ein integraler Bestandteil moderner Kommunikationslösungen. Als unverzichtbar erweisen sich segmentierte Netzwerke, Firewalls, Zugriffskontrollen sowie Verschlüsselungstechnologien. Ebenso wichtig ist ein Security-by-Design-Ansatz, bei dem Sicherheitsaspekte bereits in der Entwicklungsphase berücksichtigt

FRAGEN AN DIE EXPERTEN:

1. Was sind für Sie im Moment die wichtigsten Trends und Entwicklungen im Bereich Industrielle Kommunikation?
2. Wie lassen sich neue Kommunikationslösungen effizient in bestehende Maschinen- und Anlagennetze einbinden?
3. Stichwort Cybersecurity – Welche Maßnahmen sind unverzichtbar, um industrielle Netzwerke sicher zu betreiben?

werden. Ergänzt wird dies durch kontinuierliche Updates, Monitoring und Schulungen der Mitarbeitenden. Wir unterstützen die Anwender mit unseren bewährten Blueprints gemäß IEC 62443 dabei.



RENÉ HEIDL

Technischer Geschäftsführer bei Indu-Sol
Bild: Indu-Sol

1 ■ Wir stehen knapp 20 Jahre nach Einführung des auf Ethernet basierenden und netzwerkfähigen Echtzeit Protokolls „Profinet“ am Anfang einer entscheidenden Umwälzung in der OT. Die klassischen Feldbusstrukturen unterhalb der SPS'en werden durch Netzwerkstrukturen abgelöst.

2 ■ Aufgrund der immer noch vorherrschenden Feldbusstrukturen unterhalb der SPS'en lassen sich neue Kommunikationslösungen auch heute nur über Gateways und Koppler realisieren, also nur mit viel Hardware- und Engineering-Aufwand. Die direkte Anbindung des Maschinenfeldbusses an das überlagerte Firmenetzwerk, bleibt weiterhin die Ausnahme. An Sensor-to-Cloud, oder zumindest Sensor-to-MES/ERP, ist da nicht zu denken. Die schnelle SPS-to-SPS Kommunikation wird heute noch fast ausschließlich über PN/PN-Koppler gemacht und nicht beispielsweise über i-Device.

3 ■ Feldbusstrukturen sind derart abgeschottet, dass Security- und vor allem Cybersecurity-Bedrohungen fast ausgeschlossen sind. Sollten es auf OT bereits zu Netzwerkstrukturen kommen, welche an das überlagerte Kundennetzwerk direkt angebunden sind, bietet die EN 62443 einfach umzusetzende Maßnahmen an, um ein Security Level 2 sicherzustellen.



GUNTHER SÄLZER

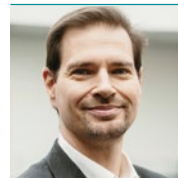
Director Software & Control EMEA
bei Rockwell Automation
Bild: Rockwell Automation

1 ■ Zu den zentralen Trends zählt die IT/OT-Konvergenz durch Time-Sensitive Networking, die eine unternehmensweite Konnektivität ermöglicht. Der Einsatz von 5G und Wi-Fi 6 nimmt deutlich zu und sorgt für zuverlässige drahtlose industrielle Kommunikation. Edge Computing erfüllt Anforderungen an Echtzeitverarbeitung und reduziert Latenzen. Das IIoT wächst weiter, unterstützt durch einheitliche Namensräume sowie MQTT- und OPC UA-Protokolle, die den Datenaustausch standardisieren. Die Integration von Cloud- und Edge-Technologien schafft flexible Architekturen, während offene Protokolle zunehmend entscheidend für herstellerübergreifende Interoperabilität sind.

2 ■ Ein Netzwerk-Assessment bildet die Grundlage, um bestehende Fähigkeiten und Strukturen zu erfassen. Eine zonenbasierte

Architektur nach ISA/IEC 62443 gewährleistet klare Segmentierung. Gateway-Technologien ermöglichen die Verbindung von Legacy-Systemen mit modernen Netzwerken. Eine schrittweise Migration erweist sich als vorteilhaft gegenüber einem vollständigen Austausch. Edge Computing kann die Konnektivität modernisieren, ohne die gesamte Infrastruktur zu ersetzen. Ergänzend trägt gezielte Schulung des Personals zur erfolgreichen Einführung neuer Technologien bei.

3 ■ Erforderlich sind mehrschichtige Defense-in-Depth-Strategien mit verschiedenen Sicherheitsebenen. Netzsegmentierung unter Einsatz industrieller DMZs und geeigneter Firewalls bildet eine zentrale Grundlage. Umfassende Zugriffskontrollen mit rollenbasierten Berechtigungen erhöhen die Sicherheit. Regelmäßige Sicherheitsprüfungen und konsequentes Schwachstellenmanagement sind ebenso wichtig wie die Aktualisierung von Firmware und Software auf Basis aktueller Sicherheitshinweise. Ergänzend tragen Endgeräteschutz, die Umsetzung von Secure-by-Design-Prinzipien und verschlüsselte Kommunikation zur Absicherung bei. Ein definierter Incident-Response-Plan sowie eine gelebte Sicherheitskultur, unterstützt durch kontinuierliche Schulungen, vervollständigen das Maßnahmenpaket.



ALEXANDER WANGLER

Product Portfolio Manager Profinet bei Siemens
Bild: Siemens

1 ■ Time-Sensitive Networking (TSN) gewinnt für die deterministische Kommunikation zunehmend an Bedeutung. Die Integration der 5G-Technologie in industrielle Umgebungen wird zudem ein neues Maß an Flexibilität und Mobilität ermöglichen. Edge Computing und verteilte Intelligenz verändern die Art und Weise, wie Daten verarbeitet und analysiert werden. Die Konvergenz von IT- und OT-Netzwerken schreitet weiter voran und macht Cloud-Konnektivität zum Standard mit neuen Diensten und Funktionen. Die Integration künstlicher Intelligenz wird das Netzwerkmanagement und die Optimierung verbessern, während softwaredefinierte Netzwerke mehr Flexibilität und Kontrolle über industrielle Netzwerke bieten. Über allem steht das Thema Cybersecurity, das enorm an Bedeutung gewonnen hat und weiter zunehmen wird.

2 ■ Der Schlüssel liegt in einer durchdachten Migrationsstrategie, die bestehende Investitionen schützt. Hybride Netzwerkarchitekturen ermöglichen den parallelen Betrieb alter und neuer Technologien. Intelligente Gateways verbinden Legacy-Systeme mit modernen Ethernet-Lösungen, während Engineering-Tools mit automatischer Geräteerkennung die Integration vereinfachen. Modulare Komponenten mit Hot-Swap-Funktion erlauben schrittweise Erweiterungen ohne Produktionsunterbrechungen, redundante Pfade sichern die Verfügbarkeit, und standardisierte Schnittstellen gewährleisten herstellerübergreifende Kompatibilität.

3 ■ Das von Siemens entwickelte Defense-in-Depth-Konzept nach IEC 62443, ergänzt um Zero-Trust-Prinzipien, bildet die Basis moderner OT-Sicherheit. Die mehrstufige Architektur kombiniert physischen Schutz, organisatorische Policies und technische Maßnahmen. Industrial Firewalls mit Demilitarisierten Zonen segmentieren kritische OT-Bereiche. Security Monitoring erkennt Anomalien per Machine Learning, Vulnerability-Assessment-Tools

identifizieren Schwachstellen in Echtzeit, und VPN-Tunneling mit zentralem User Management ermöglicht sicheren Remote-Zugriff. Zellschutz isoliert Automatisierungszellen über kryptografische Übertragung, ergänzt durch cloud-basierte SaaS-Lösungen für automatische Schwachstellen-Checks.



SEBASTIAN STELZER

Gruppenleiter Produktmanagement Industrial Ethernet bei Weidmüller

Bild: Weidmüller

1 Die wichtigsten Entwicklungen in der industriellen Kommunikation konzentrieren sich aktuell auf drei Bereiche: Cyber Security gewinnt weiter an Bedeutung, da KI und Vernetzung die Angriffsfläche vergrößern und Unternehmen verstärkt in Schutzmechanismen investieren. Gleichzeitig zwingt der Fachkräftemangel zu mehr Automatisierung und digitaler Effizienz. Zudem treibt der Technologiewechsel durch Single Pair Ethernet die nahtlose Vernetzung bis auf die Sensor- und Aktorebene voran, was die Flexibilität und Energieeffizienz in der Produktion verbessert.

2 Neue Kommunikationslösungen lassen sich effizient in bestehende Maschinen- und Anlagenetze einbinden, wenn drei Aspekte berücksichtigt werden: Hardware, Systeme und Personal. Hardwareseitig bieten Retrofit-Lösungen IP-geschützte Nachrüstkomponenten. Systemseitig erfordert die Integration alter Protokolle oft aufwändige Konfiguration; flexible Gateways mit Protokollwandlung und Datenvorverarbeitung erleichtern dies. Personalseitig ist spezielles Know-how in Netzwerk- und IT-Technologien erforderlich.

3 Wirksame Cybersecurity für industrielle Netzwerke beginnt damit, sich nicht von der Komplexität überwältigen zu lassen. Sinnvoll ist, mit „Low Hanging Fruits“ zu starten – einfachen, kostengünstigen Maßnahmen, die schnell Sicherheit bringen. Unverzichtbar ist zudem eine fundierte Risikoanalyse, um Schwachstellen und Bedrohungen zu erkennen. Diese Schritte bilden die Basis für eine nachhaltige Schutzstrategie nach Standards wie IEC 62443 oder NIS2 und sollten zuerst umgesetzt werden.



ARNE JAENICKE

Teamleiter Offer Management DACH bei Schneider Electric

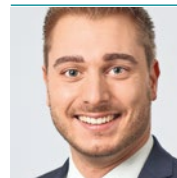
Bild: Schneider Electric

1 Die industrielle Kommunikation entwickelt sich rasant. Für mich sind aktuell mehrere Trends besonders wichtig: Offene Protokolle wie OPC UA oder MQTT verbinden Systeme verschiedener Hersteller und machen Netzwerke flexibel und zukunftssicher. Gleichzeitig steigt die Bedeutung von Cybersecurity – verschlüsselte Datenübertragung, Zugriffskontrollen und Schwachstellenmanagement sind Pflicht. Trotz aller Technologie bleibt der Mensch im Zentrum: Nur wenn Mitarbeitende eingebunden sind und den Nutzen verstehen, können digitale Projekte erfolgreich umgesetzt werden.

2 Die industrielle Kommunikation entwickelt sich rasant. Technologien wie 5G, Edge Computing oder drahtlose Netzwerke vernetzen Maschinen und Anlagen flexibler und schneller. Doch wie

lassen sich solche Lösungen in bestehende Produktionsumgebungen integrieren, ohne Betriebsausfälle oder hohe Kosten? Schneider Electric zeigt es am Beispiel einer Krananlage im Werk Grenoble: Das bestehende System wurde auf ein kabelloses 5G-Netz umgestellt – ohne Umbauten oder neue Verkabelung. Ein privates 5G-Netz sorgt für zuverlässige Kommunikation zwischen Kameras, Sensoren und Steuerungen mit extrem niedriger Latenz. Die Botschaft: Mit klarer Strategie, passenden Technologien und erfahrenen Partnern lassen sich bestehende Netze effizient erweitern.

3 Mit zunehmender Digitalisierung gewinnt Cybersicherheit massiv an Bedeutung. Schneider Electric verfolgt einen ganzheitlichen Ansatz nach Standards wie IEC 62443. Im Fokus stehen sichere Produktentwicklung (Secure Development Lifecycle), mehrschichtige Schutzmechanismen (Defense-in-Depth mit Segmentierung, Firewalls, Zugriffskontrollen, Monitoring) sowie kontinuierliche Risikobewertungen. Zentral ist zudem der Faktor Mensch: Trainings für Entwickler, Integratoren und Anwender erhöhen das Sicherheitsbewusstsein. IT- und OT-Netze sollten getrennt, Zugriffe rollenbasiert geregelt und Daten verschlüsselt übertragen werden. Regelmäßige Updates, Backups und Wiederanlaufpläne sichern den Betrieb. Cybersicherheit ist damit ein kontinuierlicher Prozess.



ANDREAS FAATH

Abteilungsleiter VDMA Machine Information Interoperability (MII)

Bild: VDMA

1 Ein zentraler Trend der industriellen Kommunikation ist die Ablösung proprietärer Feldbusse durch standardisierte Systeme. OPC UA FX ermöglicht herstellerunabhängige Kommunikation vom Sensor bis in die Cloud und schafft die Basis für Interoperabilität und zukunftsfähige Automatisierung. Ergänzend sorgen OPC UA Companion Specifications, wie „OPC UA for Machinery“, für einheitliche Datenmodelle, vereinfachen den Austausch zwischen Maschinen und IT-Systemen und beschleunigen die Integration, etwa im Bereich neuer „Data Spaces“.

2 Im Maschinen- und Anlagenbau gewinnt die Integration bestehender Systeme, besonders im Brownfield, an Bedeutung. Gateways schlagen Brücken zwischen alten und neuen Technologien, wenn moderne Schnittstellen wirtschaftlichen Mehrwert bieten. Single Pair Ethernet erlaubt höhere Datenraten bei weitergenutzter Verkabelung, kombiniert mit OPC UA FX entsteht eine zukunftssichere Kommunikationsinfrastruktur. Gleichzeitig steigt die Bedeutung von Cybersecurity, wobei OPC UA mit „Secure by Default“-Ansatz zentrale Grundlage für vertrauenswürdige Automatisierungslösungen bildet.

3 Ein sicherer Betrieb industrieller Netzwerke erfordert einen Risiko-abhängigen Ansatz: Segmentierung von IT- und OT-Netzen, starke Zugriffskontrollen, sowie Verschlüsselung und Authentifizierung der Kommunikation sind übliche Maßnahmen, um eine vernetzte Produktion abzusichern. Dies kann über die integrierten Sicherheitsmechanismen, die bei OPC UA bereits im Kern integriert sind, erfolgen. Ergänzt wird dies durch regelmäßige Updates, Monitoring und das Prinzip Security by Design, das Sicherheit bereits bei der Systemarchitektur berücksichtigt.

SO SICHERN SIE IHRE OT-SYSTEME IN DER CLOUD

Die zunehmende Vernetzung von IT- und OT-Systemen bedeutet für die Fertigungsindustrie neue Sicherheitsrisiken. Ein moderner Cloud-Smart-Ansatz verbindet Innovation mit effektiven Sicherheitslösungen, um diesen Herausforderungen gerecht zu werden. » VON ANDREAS MÜLLER

Die industrielle Digitalisierung stellt die Fertigungsindustrie heute vor neue Herausforderungen – insbesondere in puncto Sicherheit. Denn mit der wachsenden Vernetzung von IT- und OT-Systemen steigen nicht nur Effizienz und Transparenz – auch das Risiko für Cyberangriffe nimmt spürbar zu. Viele produzierende Unternehmen sehen sich veralteten Strukturen, fehlenden Zugriffskontrollen und einem geringen Bewusstsein für neue Bedrohungen gegenüber. Um ihre OT-Systeme sicher aufzustellen, brauchen sie einen sogenannten Cloud-Smart-Ansatz, der technologische Innovation mit einem modernen Sicherheitskonzept verbindet.

Von Cloud-First zu Cloud-Smart: Ein differenzierter Ansatz

Im Fertigungssektor ist längst klar: Nicht jede Anwendung gehört pauschal in die Cloud. Produktionsnahe Systeme, speziell in der OT, sind häufig auf hohe Verfügbarkeit, geringe Latenz und direkte Maschinenanbindung angewiesen – Bedingungen, die ein reines Cloud-First-Modell nicht immer erfüllen kann. Hinzu kommen regulatorische Vorgaben, Legacy-Systeme und individuelle Betriebsprozesse, die ein differenzierteres Vorgehen erfordern. Deshalb setzen viele Unternehmen zunehmend auf einen Cloud-Smart-Ansatz:

Statt alles sofort zu migrieren, wird gezielt entschieden, welche Komponenten wann und wie sicher in die Cloud überführt werden. Dabei werden Faktoren wie Risiko, Nutzen und Umsetzbarkeit abgewogen.

OT-Sicherheit: Die stille Schwachstelle der Industrie

Während IT-Abteilungen in vielen Unternehmen bereits ein hohes Sicherheitsbewusstsein entwickelt haben, hinkt der OT-Bereich häufig hinterher. Produktionsanlagen, SPS-Systeme und industrielle Steuerungen wurden ursprünglich für Stabilität, nicht für Vernetzung entwickelt. Viele dieser Systeme laufen noch mit veralteter Software, sind schwer zu patchen und bieten Cyberkriminellen eine attraktive Angriffsfläche. Besonders kritisch wird es, wenn solche Systeme über IP-basierte Netzwerke erreichbar sind und

Fernzugriffe nötig werden – etwa für Wartung oder Support. Diese erfolgen oft noch über klassische VPNs, deren Schutzmechanismen den heutigen Bedrohungslagen kaum noch gerecht werden. Je stärker die Produktion digitalisiert wird, desto klarer wird: Der traditionelle Perimeterschutz reicht nicht mehr aus.

Identitäten sichern – auch dort, wo keine Menschen arbeiten

Ein Aspekt, der beim Thema Cloud-Sicherheit häufig übersehen wird: Nicht nur Menschen, sondern auch Maschinen, Anwendungen und KI-Agenten benötigen heute Zugang zu sensiblen Systemen und Daten. Diese sogenannten maschinellen Identitäten – etwa Dienstkonten, Container, DevOps-Pipelines oder industrielle KI-Modelle – übersteigen die Anzahl der menschlichen Nutzer um ein Vielfaches. Und sie stellen ein ernstzu-

NICHT JEDE ANWENDUNG GEHÖRT PAUSCHAL IN DIE CLOUD.

Auch dort, wo keine Menschen arbeiten, müssen die Identitäten gesichert werden.

Bild: Yuichiro Chino/GettyImages





Bei Cloud-Smart trifft skalierbare Sicherheit auf moderne Produktion.

Bild: Olemedia/GettyImages

nehmendes Risiko dar: Viele werden nicht zentral verwaltet, verfügen über zu weitreichende Berechtigungen und entziehen sich klassischen Kontrollmechanismen.

Gerade in hybriden Produktionslandschaften – also solchen, die lokale OT-Systeme mit cloudbasierten Analyse- oder Steuerungslösungen verbinden – ist ein strukturierter Umgang mit diesen Identitäten essenziell. Fehlende Governance, manuelle Prozesse und unklare Verantwortlichkeiten erhöhen die Komplexität – und damit auch das Risiko für Sicherheitslücken. Ein cloud-smarter Fertigungsbetrieb berücksichtigt daher nicht nur den Schutz klassischer Benutzerkonten, sondern setzt auf eine automatisierte und zentralisierte Verwaltung aller Identitäten, inklusive derer, die im Maschinenraum agieren.

Moderne Sicherheitskonzepte für die digitale Produktion

Ein erfolgreiches Cloud-Smart Manufacturing-Modell erfordert ein Umdenken: Sicherheit darf nicht als Hindernis für Innovation gesehen werden, sondern als Voraussetzung. Dafür reichen Firewalls und Zugriffskontrollen allein nicht aus. Es braucht dynamische, kontextbasierte Sicherheitskonzepte, die flexibel mitwachsen und gleichzeitig regulatorischen Anforderungen gerecht werden.

Ein Zero-Trust-Ansatz ist dabei essenziell: Hierbei wird kein Zugriff automatisch als vertrauenswürdig eingestuft. Stattdessen erfolgt jede Authentifizierung kontextbasiert und



Die zunehmende Vernetzung von IT- und OT-Systemen erhöht die Gefahr von Cyberangriffen.

Bild: Busakorn Pongparnit/GettyImages

jeder Zugriff wird kontinuierlich überprüft. Vor allem in zunehmend vernetzten Produktionsnetzwerken schützt dieses Prinzip vor gezielten Angriffen auf Maschinen, Lieferketten oder KI-gesteuerte Systeme.

Zugleich gilt es, das Least-Privilege-Prinzip konsequent umzusetzen. Bei diesem er-

halten Nutzer, Maschinen und Anwendungen nur genau die Zugriffsrechte, die sie wirklich benötigen. Hier kommen moderne Identity Access Management (IAM)- und Private Access Management (PAM)-Lösungen ins Spiel: Sie ermöglichen eine

zentrale, automatisierte Verwaltung aller digitalen Identitäten und privilegierten Zugriffe – selbst in komplexen OT- und IT-Umgebungen. So lassen sich Rollen und Rechte dynamisch zuweisen, bei Bedarf entziehen und alle Aktivitäten lückenlos protokollieren. Das Ergebnis ist eine durchgängige Access

VIELE OT-SYSTEME LAUFEN NOCH MIT VERALTETER SOFTWARE.

Governance, die Kontrolle, Compliance und Agilität vereint – und damit die digitale Transformation nachhaltig absichert.

Fazit

Die Digitalisierung der Fertigungsindustrie verlangt nach einem Sicherheitsansatz, der nicht nur schützt, sondern Innovation ermöglicht. Ein Cloud-Smart-Modell liefert genau das: Es verbindet den gezielten Einsatz moderner Cloud-Technologien mit einem identitätszentrierten, skalierbaren Sicherheitskonzept, das sowohl IT- als auch OT-Anforderungen gerecht wird. So schaffen Unternehmen die Grundlage für eine resiliente, zukunftsfähige Produktion. **« KIS**

Andreas Müller ist Vice President Enterprise Sales CE bei Delinea.

SMARTE LÖSUNGEN FÜR RAUE UMGEBUNGEN

Die Gateways von IoTmaxx kommen überall dort zum Einsatz, wo eine hohe Zuverlässigkeit, Datenintegrität und Betriebssicherheit unter extremen Bedingungen gefordert sind. Industrielle Micro-SD-Karten mit SMART-Funktion bieten eine zusätzliche, ausfallsichere Speichermöglichkeit – vor allem bei Anwendungen mit großen Datenmengen oder an abgelegenen Standorten. » VON CHRISTIAN LELONEK



IoTmaxx bietet das robuste Basis-Gateway maxx GW4100 optional mit einer industriellen microSD-Karte an.

IoTmaxx ist ein Dienstleister für intelligente, bedarfsgerechte IoT-Anwendungen. Die frei programmierbaren Linux-Gateways des Herstellers kommen unter anderem in Industrie-4.0-Umgebungen – etwa in der M2M-Kommunikation – zum Einsatz, um Anlagendaten wie Temperatur, Feuchtigkeit, Druck oder Vibrationen zu erfassen und sicher zu übertragen. Aber auch in Bereichen wie der kritischen Infrastruktur oder im Energiemanagement bieten die Mobilfunk-Gateways eine ideale Basis für Cloud- und Software-Lösungen im Rahmen von Digitalisierungs-, Automatisierungs- oder Prozessoptimierungsaufgaben.

Die leistungsstarken, lösungsoffenen Gateways des Herstellers ermöglichen durch die

Nutzung der Docker-Technologie eine einfache Software-Integration. Individuelle Gateway-Applikationen können entweder durch den Kunden selbst oder als Service-Leistung des Anbieters programmiert werden. Doch gerade bei Anwendungen mit vielen Schreibzyklen – zum Beispiel im Bereich Edge-Computing oder KI – kann der Flash-Speicher des Gerätes über kurz oder lang überlastet werden. Instabile Netzverbindungen stellen beim Zwischenspeichern der Daten ebenfalls eine Herausforderung dar. „Daher ist gerade bei der Verarbeitung hoher Datenmengen ein zusätzliches, zuverlässiges

Speichermedium von Vorteil, das sich im Wartungsfall einfach austauschen lässt“, erklärt Ralf Glaser, Entwicklungsleiter bei IoTmaxx. „Aus diesem Grund haben wir unser Portfolio um ein weiteres Feature ergänzt und bieten unser robustes Basis-Gateway maxx GW4100 optional mit einer industriellen microSD-Karte an.“

Beständig gegen Feuchtigkeit

Industrietaugliche microSD-Karten sind speziell für den Einsatz in anspruchsvollen Umgebungen entwickelt worden. Sie sorgen durch ihren weiten Temperaturbereich von -40 bis +85 Grad Celsius, ihre Vibrationstoleranz und Beständigkeit gegen Feuchtigkeit für eine hohe Datensicherheit und sind im Vergleich zu Consumer-Produkten besonders zuverlässig. Darüber hinaus zeichnen sie sich durch eine lange Produktverfügbarkeit und Versionskontrolle aus. „Dennoch ist es wichtig, den Zustand der Karte kontinuierlich zu überwachen, um schadhafte Zellen zu erkennen und einen plötzlichen Ausfall des Speichermediums zu verhindern“, erklärt Glaser.

MicroSD-Karten mit SMART-Funktion

Die industriellen microSD-Karten aus dem Zubehör-Baukasten sind mit Features wie Fehlerkorrektur, ECC- und Wear-Leveling ausgestattet. Durch die hochwertigen Speicherzellen und die integrierte SMART-Funktion (Self-Monitoring, Analysis and Reporting Technology) sind sie besonders langlebig und ausfallsicher. „Über die Firmware des Gateways ist es möglich, die Daten der Karte auszulesen und über den integrierten Python Hardware Abstraction Layer in der Applikation zur Verfügung zu stellen“, so Glaser weiter. „Damit

DIE DOCKER-TECHNOLOGIE ERMÖGLICHT EINE EINFACHE SOFTWARE-INTEGRATION.



Die Gateways sind mit vielfältigen Schnittstellen ausgestattet und bieten eine ideale Plattform für Monitoring-Aufgaben.

sind Condition-Monitoring- und Predictive-Maintenance-Funktionen quasi im eigenen Gerät möglich.“

Mit der SMART-Funktion lässt sich der Zustand des Speichermediums rund um die Uhr überwachen. Sie analysiert, wie oft die Speicherzellen beschrieben wurden, und erstellt auf dieser Basis eine Prognose zu der verbleibenden Lebensdauer des Mediums.

Die Dokumentation von Betriebsparametern wie Schreib- und Lesesyklen, Temperatur sowie Fehlerraten sorgen für eine hohe Transparenz. So entsteht ein Frühwarnsystem, das Speicherverschleiß anzeigt, bevor es zu einem Ausfall der Komponente kommt. Indem schadhafte Speicherzellen frühzeitig erkannt und gemeldet werden, lässt sich auch Datenverlust vermeiden. „Mit der SMART-Funktion erhalten Nutzer Diagnosedaten in Echtzeit und können sehen, wann die Karte präventiv ausgetauscht werden muss“, fasst Glaser zusammen. „So lassen sich Betriebsunterbrechungen vermeiden, Wartungseinsätze reduzieren und die TCO, also die Gesamtbetriebskosten, senken.“

Ideal für abgelegene Standorte

Das ist vor allem bei Anlagen an schwer zugänglichen oder abgelegenen Standorten sowie in der kritischen Infrastruktur von Vorteil – überall dort, wo die Gateways des Herstellers zum Einsatz kommen. Dazu zählen unter anderem der Energie- und Versorgungssektor, Ortsnetzstationen, Solar- und Windkraft-

anlagen oder Pumpenanwendungen. Auch in den Bereichen Smart City, Landwirtschaft, Transport und Logistik oder in der Überwachungskameratechnik ist die Kombination

der Gateways mit einer industriellen micro-SD-Karte sinnvoll: Nutzer profitieren nicht nur von der hohen Schreib- bzw. Lesegenauigkeit bei der Erfassung kontinuierlich eingehender Daten, sondern auch von einer

energieeffizienten, skalierbaren Lösung mit modularen Speichermöglichkeiten.

MIT DER SMART-FUNKTION ERHALTEN NUTZER DIAGNOSEDATEN IN ECHTZEIT.

Das Mobilfunk-Gateway maxx GW4100

Nicht nur die micro-SD-Karten, auch das Gateway selbst ist eine industrietaugliche, effiziente und platzsparende Lösung für Anwendungen in modernen IoT-Umgebungen: Das maxx GW4100 belegt nur wenige Zentimeter auf der Hutschiene. Es stellt mehrere physikalische Schnittstellen zum Anschluss von Endgeräten oder Sensoren bereit: wie etwa Ethernet, USB, RS-232, RS-485, CAN-Bus, 1-Wire. Dank seiner Schnittstellen- und Protokollvielfalt bietet das Gerät sowohl für drahtgebundene als auch drahtlose Industrie-4.0-Anwendungen alle erforderlichen Optionen.

Das Gateway kommuniziert über den hochverfügbaren LTE-Mobilfunkstandard und gewährleistet damit höchste Verbindungssicherheit. Dank der Always-Online-Funktion führt es auch im Falle einer Unterbrechung immer wieder einen selbstständigen Verbindungsaufbau aus. Die Nutzung der VPN-Technologien IPSec, OpenVPN und WireGuard, die integrierte Firewall und ein optionaler Security-Chip sorgen darüber hinaus für eine hohe Datensicherheit und für Manipulationsschutz.

„Wir bieten industrielle microSD-Karten quasi als Ergänzung für unsere Gateways an“, fasst Glaser abschließend zusammen. „Durch die integrierte SMART-Funktion erhalten unsere Kunden bei anspruchsvollen Anwendungen eine zusätzliche, austauschbare Speicheroption – für noch mehr Flexibilität und Sicherheit.“

« KIS

Christian Lelonek ist Geschäftsführer von IoTmaxx.



Die frei programmierbaren IoT-Mobilfunk-Gateways maxx GW4100 belegen nur wenige Zentimeter auf der Hutschiene.

Bilder: IoTmaxx

VOLLE TRANSPARENZ IN DER PRODUKTION

In der industriellen Fertigung laufen unzählige Prozesse parallel ab. Maschinen arbeiten rund um die Uhr, Energie fließt in großen Mengen, Produkte werden in hoher Geschwindigkeit hergestellt. Doch trotz aller Technik fehlt oft ein entscheidender Faktor: Transparenz. Viele Unternehmen wissen nicht genau, wie es um ihre Anlagen steht. » VON HELENA TITZ

Wenn in der Fertigung ein Problem auftritt, hat dies oft weitreichende Folgen für die Produktion. Ein Kugellager, das unbemerkt verschleißt, kann eine ganze Produktionslinie lahmlegen, was schnell Kosten in Höhe mehrerer zehntausend Euro pro Stunde bedeutet. Ein Filter, der zu früh oder zu spät gewechselt wird, kostet nicht nur bares Geld, sondern verschwendet auch wertvolle Ressourcen. Oder Leckagen in Druckluftsystemen treiben die Energiekosten in die Höhe, ohne dass die Ursache bekannt ist.

Besonders kritisch: In der Lebensmittelproduktion können schon kleinste Verunreinigungen oder Temperaturabweichungen in der Kühlkette dazu führen, dass ganze Chargen

und somit große Mengen an Lebensmitteln unverkäuflich werden. Eine konstante Prozessqualität ist hier unerlässlich, um Fehlproduktionen, Produktrückrufe, aber auch Gefahren für Verbraucher zu vermeiden und keinen Imageverlust zu riskieren.

All diese Beispiele zeigen: Intransparenz in der Produktion ist teuer und riskant. Doch es geht auch anders. Mit den richtigen Werkzeugen lassen sich Maschinendaten nutzen, um Probleme frühzeitig zu erkennen und Ausfälle zu vermeiden.

Komplexe Probleme, einfache Lösung

Genau hier setzt Moneo IIoT Core von ifm an. Diese Industrial-IoT-Plattform (IIoT) macht

Daten von Sensoren und Maschinen einfach nutzbar. Vergleichbar ist dies mit einer Smartwatch, die permanent den Zustand der Maschinen im Blick behält und Abweichungen sofort meldet.

Im Kern geht es darum, Transparenz in die Produktion zu bringen: Moneo IIoT Core erfasst Messwerte wie Temperatur, Druck oder Schwingungen und visualisiert sie in über-

sichtlichen Dashboards. Anwender können individuelle Grenzwerte festlegen, die nicht über- oder unterschritten werden dürfen. Kommt es hier zu Abweichungen, sendet die Software vollautomatisch Warnmeldungen, sodass schnell reagiert werden kann: Anpassungen können vorgenommen und Maschinenverfügbarkeit sowie Prozessqualität sichergestellt werden.

Ein wichtiges Alleinstellungsmerkmal: Die Lösung ist bewusst benutzerfreundlich konzipiert. Viele Produktionsbetriebe haben weder Zeit noch IT-Know-how, um sich mit komplexer Software zu beschäftigen. Deshalb lässt sich Moneo IIoT Core intuitiv bedienen und erweitern. Unternehmen können klein anfangen, etwa mit der Überwachung einer einzelnen Pumpe oder eines Filters, und das System später Schritt für Schritt ausbauen, sobald der Nutzen sichtbar wird.

Moneo IIoT Core in der Praxis

Wie das in der Praxis aussieht, zeigen Beispiele aus unterschiedlichen Branchen. So kann eine Industrieläscherei drohende Probleme wie eine unterbrochene Wasserversorgung oder schwankende Tankfüllstände frühzeitig

INTRANSPARENZ IN DER PRODUKTION IST TEUER UND RISKANT.



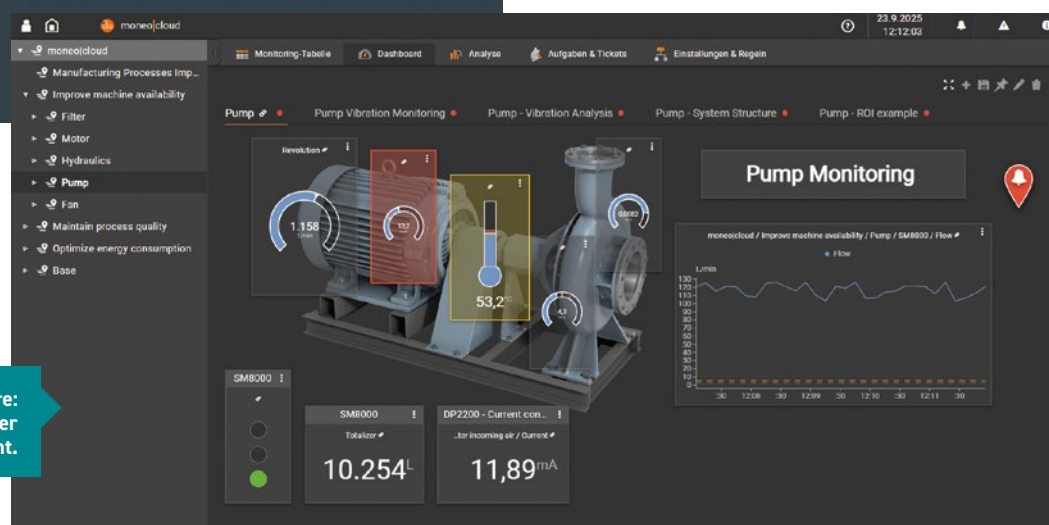
Moneo macht die Produktion so transparent wie die Smartwatch den Lauf und zeigt Abweichungen sofort an.



Wie eine Smartwatch für Maschinen: Moneo hält den Zustand jederzeit im Blick.

Bilder: ifm electronic

Ein Blick in die Software: Hier wird der Zustand einer Pumpe überwacht.



erkennen. Anstatt dass die Anlage plötzlich stillsteht, kann das Personal rechtzeitig eingreifen und so Ausfallzeiten aktiv vermeiden.

Auch in Lackierbetrieben macht sich der Einsatz bezahlt. Dort entstehen beispielsweise beim Beschichten gesundheitsschädliche Gase, die über Abluftventilatoren abgeführt werden müssen. Durch die Echtzeitüberwachung dieser Ventilatoren lässt sich sicherstellen, dass die Abluftanlagen jederzeit zuverlässig arbeiten. Das erhöht nicht nur die Anlagenverfügbarkeit, sondern trägt unmittelbar zu Arbeitssicherheit und Gesundheitsschutz für Mitarbeitende bei.

Ein weiteres Beispiel ist die präzise Fehleridentifikation innerhalb der Fertigung. Werden Daten kontinuierlich aufgezeichnet, lässt sich genau nachvollziehen, zu welchem Zeitpunkt ein Prozessfehler aufgetreten ist. Betroffene Chargen können gezielt isoliert

ANWENDER KÖNNEN INDIVIDUELLE GRENZWERTE FESTLEGEN.

werden, ohne dass unnötig große Mengen an Produkten zurückgerufen oder entsorgt werden müssen. Gleichzeitig können Prozesse so nachjustiert werden, dass zukünftige Fehlproduktionen vermieden werden.

Nicht zuletzt schafft die Software Transparenz beim Energieverbrauch. Gerade Druckluftkosten, die bisher oft unerklärlich hoch erschienen, lassen sich klar nachvollziehen und den Ursachen zuordnen. Unbemerkte Leckagen oder ineffiziente Abläufe fallen sofort auf und können so direkt behoben werden.

Fazit: Kosten senken, Know-how sichern

Zahlreiche Praxisbeispiele zeigen bereits, dass mit Moneo deutliche Einsparungen durch vermiedene Ausfälle und ein reduzierter Energieverbrauch erzielt wurden. Wartungen und Reparaturen lassen sich

zielführender planen, und der Return on Investment stellt sich in vielen Fällen bereits nach wenigen Monaten ein.

Hinzu kommt ein weiterer, oft unterschätzter Vorteil: Wissen bleibt im Unternehmen. Da viele erfahrene Fachkräfte in den kommenden Jahren in Rente gehen, droht ein Verlust an Know-how. Die Software kann Erfahrungswerte softwaregestützt dokumentieren und neuen Mitarbeitenden zur Verfügung stellen.

Ob Maschinenverfügbarkeit, Prozessqualität oder Energieoptimierung – die Herausforderungen in der Fertigung sind vielfältig. Moneo IIoT Core bietet hier einen praxisnahen Ansatz: einfach einzusetzen, flexibel erweiterbar und wirtschaftlich attraktiv. Damit wird die Plattform zu einem wichtigen Baustein auf dem Weg in die digitale, effiziente Produktion und sorgt dafür, dass Unternehmen jederzeit volle Transparenz über ihre Prozesse haben.

« KIS

Helena Titz ist Specialist Product Marketing bei ifm.

WICHTIGE MASSNAHMEN ZUR SCHADENSMINIMIERUNG

Was tun sie, wenn's brennt? Mit „sie“ sind Kabel und Leitungen gemeint. Wie sie sich im Falle eines Brandes verhalten, bestimmt das Ausmaß des entstehenden Schadens maßgeblich. TKD Kabel zeigt, worauf es bei Kabel und Leitungen im Brandschutz ankommt. » VON CHRISTIAN HOHNEN

Mit den richtigen Eigenschaften von Kabeln und Leitungen lassen sich Personen- und Materialschäden im Falle eines Brandes geringhalten.

Bild: TKD Kabel/©stock.adobe.com/navintar

je nach Anwendung eine hohe Flammwidrigkeit und eine geringe Rauchentwicklung aufweisen.

Flammwidrigkeit von Kabeln: Brandschutz durch halogenfreie Materialien

Die Flammwidrigkeit beschreibt das Brennverhalten von Leitungen und Kabeln. Zur Bewertung wird ein Material in einem Gemisch aus Sauerstoff und Stickstoff entzündet. Die Höhe der minimal notwendigen Sauerstoffkonzentration, bei der das Produkt entflammt, bestimmt dessen Flammwidrigkeit. Je höher dieser als Sauerstoffindex bekannte Wert ausfällt, desto schwieriger ist das Material zu entflammen. Sind Produkte als „schwer entflammbar“ kategorisiert, brennen sie zudem nicht selbstständig weiter, wenn die Brandquelle beseitigt wird; sie sind selbstverlöschend. Erzielt wird diese Ei-

Eine halbe Million Euro. Jeder dritte Brand in der Industrie verursacht Sachschäden in dieser Höhe, so die deutsche Versicherungswirtschaft. Die häufigste Brandursache ist seit Jahren in der Elektrizität zu finden.

Daran wird sich aufgrund der weiter voranschreitenden Automatisierung und Elektrifizierung auch in der nächsten Zeit nichts ändern. Um selbst bei kilometerlangen Kabelverlegungen Schäden für Anlagen sowie für Menschen zu vermeiden oder wenigstens so gering wie möglich zu halten, spielt das Thema Brandschutz eine immer wichtigere Rolle. Kabel und Leitungen stehen hier besonders im Fokus.

„Bezüglich Bränden hat Verkabelung ein dreifaches Gefahrenpotenzial“, sagt Sven Seibert. „Sie kann das Feuer verursachen, den Brand wie eine Lunte verteilen und giftige Gase sowie Rauch erzeugen, der das Auffinden des Brandherds erschwert.“ Seibert ist Produktmanager bei TKD Kabel.

Das Unternehmen mit Sitz in Nettetal zählt zu den führenden Herstellern und Distributoren für Kabel, Leitungen, anschlussfertige Kabelsysteme und Kabelzubehör. Mit seinem Portfolio sowie seiner Entwicklung von Sonderlösungen deckt es mehrere Anwendungsbereiche ab, darunter die industrielle Automatisierung und den Maschinen- und Anlagenbau. Brandschutzeigenschaften finden sich bei praktisch allen der mehr als 30.000 Produkte.

„Bei der Auswahl von Kabel und Leitungen geht es darum, die drei Brand-Gefahren für die Zielanwendung in den Griff zu kriegen“, schildert Seibert. Dafür müssen die Produkte

EINE HALBE MILLION EURO: JEDER DRITTE BRAND IN DER INDUSTRIE VERURSACHT SACHSCHÄDEN IN DIESER HÖHE, SO DIE DEUTSCHE VERSICHERUNGSWIRTSCHAFT.



genschaft durch die Zusammensetzung der Isolier- und Mantelwerkstoffe einer Leitung. Stoffe wie PVC oder PE erhalten durch das Hinzufügen von Flammenschutzmitteln eine höhere Flammwidrigkeit.

Die Rauchentwicklung, die Kabel und Leitungen verursachen können, ist in mehrfacher Hinsicht für den Brandschutz bedeutsam. Zu dichter Rauch erschwert die Sicht der Rettungskräfte sowie der Schutzsuchenden auf den Fluchtwegen. Mit dem Rauch werden auch Gase freigesetzt, deren Folgeschäden die reinen Brandschäden meist übertreffen. Zum einen führen sie zu Vergiftungen, die als die häufigste Todesursache in Brandfällen gilt. Zum anderen können korrosive Brandgase wie Ammoniak, Schwefeldioxid oder Chlorgas entstehen. Letzteres wird in Verbindung mit Löschwasser zu Salzsäure, die Beton und Stahl nachhaltig schädigt. Für brandschutzrelevante Bereiche oder Anwendungen bieten Kabelhersteller wie TKD daher Leitungen mit halogenfreier Aderisolierung und Ummantelung an. Die verwendeten Kunststoffmischungen verzichten auf Fluor, Chlor, Brom, Jod und Astat. Stattdessen bestehen die Werkstoffe aus Polymeren auf Basis reiner Kohlenwasserstoffe. Bei deren Verbrennung entstehen nur Wasserdampf und Kohlendioxid.

„Für uns ist es die Herausforderung, die Brandschutzeigenschaften des Mantels immer weiter zu optimieren, ohne dabei die funktionalen Eigenschaften von Kabel oder Leitung zu beeinträchtigen“, sagt Seibert. Halogenfreiheit könne zum Beispiel dazu führen, dass die Beweglichkeit der Produkte verringert wird. „Daher gilt es einerseits zu prüfen, welche Eigenschaften eine Installation hinsichtlich Funktionalität und Brandschutz vorgibt. Andererseits arbeiten wir auch an Produkten, die möglichst vie-



Die Leitungen der Produktfamilie Flame-JZ/OZ-H FRNC 0,6/1 kV von TKD Kabel erfüllen die Anforderungen Brandverhaltensklassen B2ca und Cca gemäß CPR.

Bild: TKD Kabel

le Merkmale vereinen und daher vielseitig einsetzbar sind.“

Erweiterung schwer entflammbarer Leitungen nach CPR-Vorschriften

TKD Kabel hat sein Angebot an schwer entflammbaren Energie- und Steuerleitungen ausgebaut, die auch den Vorschriften der europäischen Bauprodukteverordnung (Construction Products Regulation, CPR) entsprechen. Seine Produktfamilie Flame-JZ/OZ-H FRNC 0,6/1 kV umfasst ungeschirmte Starkstromleitungen mit Kupferlitze, die je nach Abmessung die Anforderungen der

TKD KABEL HAT SEINE KABELTYPEN ENTSPRECHEND DER EUROPÄISCHEN BAUPRODUKTEVERORDNUNG KATEGORISIERT UND FÜR ALLE RELEVANTEN PRODUKTE DIE ERFORDERLICHEN PRÜFUNGEN DURCHFÜHRT UND ZERTIFIKATE ERWORBEN.

CPR-Brandverhaltensklassen B2ca und Cca erfüllen. Das bedeutet, dass die Leitungen gering (B2ca) beziehungsweise moderat (Cca) entflammbar sind. Mantel- und Isolierwerkstoffe bestehen aus einer halogenfreien

Spezialmischung, der schwarze Außenmantel ist UV-beständig.

Damit eignen sich die Leitungen für alle brandgefährdeten Zonen sowie für Einrichtungen, in denen viele Personen leben oder arbeiten oder hohe Sachwerte zu schützen sind. Zudem weisen sie hohe Werte für die Zusatzqualifikationen Rauchentwicklung (mit s1 die höchste Stufe), brennendes Abtropfen (mit d1 die zweitbeste Stufe) und Säurefreisetzung (mit a1 die höchste Stufe) auf. Die Leitungen wurden sowohl für die feste Verlegung als auch für flexible Anwendungen ohne Zugbeanspruchung und ohne zwangsweise Führung entwickelt. Sie eignen sich für die Verwendung in trockenen und feuchten Räumen sowie im Freien. Die Produktfamilie Flame-JZ/OZ-CH FRNC 0,6/1KV verfügt über die gleichen Eigenschaften. Diese Leitungen sind zusätzlich geschirmt und durchgängig in der Brandschutzklasse B2ca erhältlich.

„Wir haben hier Eigenschaften zusammengeführt, die sich in dieser Kombination selten am Markt finden, aber dem Anwender gerade im Brandschutz einen breiten Nutzen bieten“, schildert Seibert. Das TKD-Portfolio an CPR-konformen Leitungen umfasst inzwischen 75 Produktfamilien. Der Hersteller deckt damit die Brandschutzklassen Eca für die Basisanforderungen bis zu B2ca ab: diese gilt für Kabelhersteller als die höchste erreichbare Klasse.

Flammwidrige Leitungen für Automotive

Die Nachfrage nach flammwidrigen Leitungen im Automotivebereich wächst mit der Elektrifizierung. TKD Kabel bietet UN/ECE-R 118.02 zertifizierte Produkte, die Brandschutzrichtlinien für Busse umsetzen. Diese Leitungen für Energie-, Signal- und Datenübertragung werden auf Entflammbarkeit und Selbstverlöschung getestet. ECE-R-zertifizierte Produkte wie Elitronic-CY und ÖPVC-JZ/OZ nutzen PVC und Flammenschutzmittel wie Aluminiumhydroxid. Brandschutzbedarf wächst auch durch steigende Speicherbatterien in Photovoltaikanlagen, die schwer entflammbar sein müssen, um Sicherheitsrisiken zu minimieren.

« TB

Christian Hohnen ist Manager Marketing bei TKD Kabel.

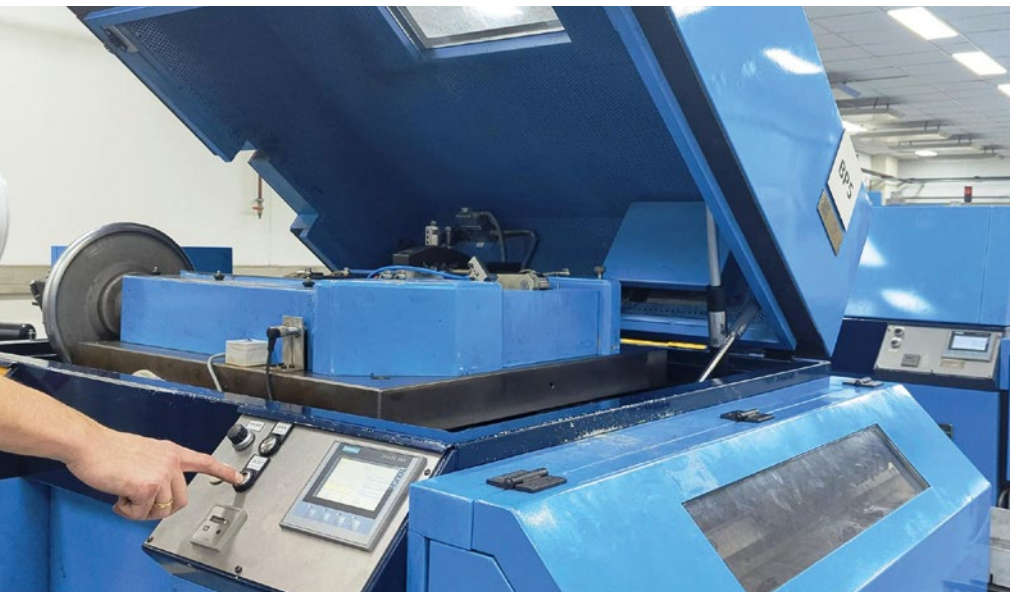


Brandschutzeigenschaften finden sich bei praktisch allen der mehr als 30.000 Produkte von TKD Kabel. Bild: TKD Kabel

ERGONOMIE UND KRAFT MIT EINEM KNOPFDRUCK

Wer eine Milliarde Metallstifte pro Jahr herstellt, kann von einer rundlaufenden Produktion berichten. Dabei liegt die Kunst darin, auch schwere Schritte leicht vonstattengehen zu lassen, um Arbeitnehmer zu schützen und die Ausfall- und Wartungszeiten zu verkürzen. Das gelingt der KeyTec Netherlands im Zusammenspiel mit ACE Stoßdämpfer.

» VON ROBERT TIMMERBERG



Für die Arbeit im Innenraum der Werkzeugmaschine gilt es, 45 kg schwere Schallschutzhauben zu öffnen. Die Kombination aus elektromechanischen Antrieben und Gasdruckfedern erhöht die Ergonomie.

Bild: KeyTec Netherlands

Nach dem Motto „Wir industrialisieren Ihre Ideen“ unterstützt das Unternehmen KeyTec seit 1999 Kunden aus aller Welt mit Metall- und Kunststoffkomponenten in mittleren und hohen Stückzahlen. Als Business-to-Business-Zulieferer setzt man unter anderem am Hauptsitz in Sittard in den Niederlanden eine breite Palette von Produktlösungen für die Automobil-, Energie- und Konsumgüterindustrie sowie für gewerbliche Kunden um. Das Spektrum reicht von Einzelteilen über Multitechnologieprodukte bis hin zu Unter- und Baugruppen. Dazu gehören auch deren Oberflächenbehandlung und Montage durch Stanzen, Spritzgießen und verwandte Technologien.

Gesucht: Mehr Bedienkomfort in der Metallbearbeitung

Für verschiedene Kunden aus der Elektronikbranche führt das Unternehmen bestimmte

Arbeitsschritte für die Produktion von Batterien aus. In diesen sind Sonderstifte verbaut, von denen im Stammsitz in Sittard pro Jahr circa eine Milliarde Stück im Dreischichtbetrieb in verschiedenen Ausführungen hergestellt werden. Dafür sind Maschinen notwendig, die Drähte präzise verarbeiten und bei hoher Produktivität für einheitliche Qualität sorgen. Die Bearbeitung erfolgt vom Coil, wobei das Richten, Abschneiden und Kaltverformen in der Maschine stattfindet. Ein Mal pro Schicht, also alle acht Stunden,

Die Antriebe sind mit Spindelsteigungen zwischen zwei und 25 Millimetern erhältlich.

Bild: ACE



werden diese Maschinen vom Bedienpersonal mit neuem Rollenmaterial versorgt. Dafür müssen jeweils die circa 45 Kilogramm schweren oberen Hauben der Maschine geöffnet werden. Dies ist auch regelmäßig nötig, wenn die Werkzeuge der Maschinen zu reinigen sind oder wenn die Hauben in seltenen Fällen bei Maschinenausfällen den Zugang zum Inneren der Maschinen freigeben sollen.

DIE GASDRUCKFEDERN ERLEICHTERN DAS ÖFFNEN DER 45 KILOGRAMM SCHWEREN HAUBEN.

Das geschlossene Maschinengehäuse soll den Schall effektiv dämmen. Zudem sollen die integrierten Antriebe ebenso wie die Elektronik und Zentralschmierung für das Wartungsteam von allen Seiten leicht zugänglich sein. Dafür sind unter anderem an jeder Haube jeweils zwei Industrie-Gasdruckfedern vom Typ GS-28-200-EE-920N von ACE zuständig. Diese einbaufertigen, wartungsfreien, in sich geschlossenen Systeme sind langlebig und mit einem unter Druck stehenden Stickstoffgas gefüllt. Mit einer Ausschubkraft von ursprünglich 920 Newton pro Gasdruckfeder unterstützten sie die Muskelkraft des Bedienpersonals zuverlässig beim Öffnen und Schließen der Hauben.

Gefunden: Industrial Powerise in Kombination mit vorhandenen Gasfedern

Han Titulaer vom BeNeLux-Vertriebsteam sprach darauf die Zugehörigkeit zur Stabilus-Gruppe an und stellte die elektromechanischen Antriebe namens Industrial Powerise vor. Diese verrichten seit vielen Jahren als Aktuatoren an Heckklappen sowie an Motor- und Kofferraumhauben in verschiedensten Modellen der bekanntesten Automobilhersteller millionenfach und zuverlässig ihre Dienste. Für den industriellen Einsatz in den vergangenen Jahren adaptiert und perfektioniert, eignen sich diese Komponenten daher auch für die 45 Kilogramm schweren Hauben an den Werkzeugmaschinen in Sit-tard – und das im Zusammenspiel mit den bereits installierten Gasdruckfedern. Unter der Nutzung von deren Ausschubkräften, die per Reduzierung des Stickstoffs über das Ablass- und Füllventil auf 700 Newton pro Exemplar verringert wurden, ermittelte das Team für diesen speziellen Fall zusätzlich Antriebe vom Typ IPR35-V-24A-200-8-65C als am besten geeignete Komponenten zur Steigerung des Bedienkomforts.

Einmal montiert und wahlweise gespeist über einen 12- oder einen 24-Volt-Anschluss, machen diese elektromechanischen Antriebe auf Knopfdruck zuverlässig Hubbewegungen von 200 Millimetern Länge bei Spindelsteigungen von acht Millimetern pro Umdrehung möglich. Das Heben und Senken findet in diesem Fall mit einer zusätzlichen Kraft von 65 Newton pro Aktuator in Kombination mit den Gasdruckfedern statt. Diese genauen Werte

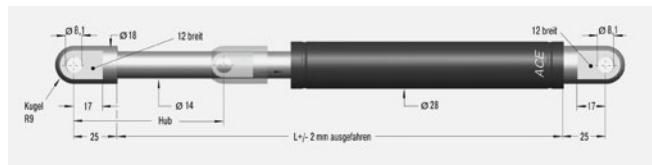


An den Hauben der Werkzeugmaschinen arbeiten Aktuatoren und Industriegasfedern Hand in Hand.

Bild: KeyTec Netherlands

Industrial Powerise bringt industriellen Anwendungen Power und Komfort auf Knopfdruck, auch geeignet für das Zusammenspiel mit den Industriegasfedern.

Bild: ACE



Die Industrie-Gasdruckfedern sind geschlossene, wartungsfreie Maschinenelemente „made in Germany“.

Bild: ACE Stoßdämpfer

stellten Ralf Küppers vom technischen Vertrieb und Robin Hilke als Produktmanager für Industrial Powerise vor Ort ein, wobei zusätzlich die elektrische Steuerung über analoge Schnittstellen genau den Maschinenhauben angepasst werden konnte.

„Unseren Partnern war eine sensible Hinderniserkennung wichtig, die wir über unsere Software zusammen eingestellt haben“, erklärt Produktmanager Robin Hilke. „Dabei sind wir von Krafteinwirkungen von geschätzt 30 Newton an der Vorderkante beim Schließen der Haube ausgegangen. Dadurch werden Hindernisse wie etwa Finger oder Hände erkannt, und die Bewegung stoppt innerhalb von Millisekunden, bevor Verletzungen oder Schäden entstehen.“

Generell sind die neuen Aktuatoren mit Spindelsteigungen zwischen zwei und 25 Millimetern erhältlich und übernehmen das Heben, Senken und Positionieren wahlweise mit Kräften zwischen 250 und 4000 Newton. Mittels Hubbereichen zwischen 50 und 350 Millimetern können sich Konstrukteure für ihre Anwendungen für eine ebenso präzise wie leistungsstarke und vielfältige Bewegungssteuerung in der Vertikalen und Horizontalen sowie als Positionierungssystem entscheiden. Weil der Geräuschpegel des Antriebs nur 55 Dezibel (A) beträgt, machen die elektromechanischen Antriebe überdies einen leisen Betrieb möglich. Zudem bedeutet die Kombination mit den Gasfedern eine Entlastung für den Antrieb.

« KIS

Industrial Powerise IPR35:

DIE NEUE KLASSE ELEKTRO-MECHANISCHER ANTRIEBE

Industrial Powerise gewährleisten in vielen industriellen Anwendungen Sicherheit und Komfort und erleichtern die Wartung. Dabei fußen diese Komponenten auf dem IATF-zertifizierten Antrieb der Automotive Powerise von Stabilus, dem Mutterunternehmen des Herstellers, das Aktuatoren für Heckklappen, Motor- und Kofferraumhauben von PKW und SUV herstellt.

Neben der elektrischen Bewegung profitieren Konstrukteure und Anwender von wartungsfreier Nutzung und bequemer manueller Verstellung. In Kombination mit den Gasfedern der Stabilus-Gruppe bieten die Antriebe die singuläre Verbindung von dynamischer Kraft und Lastausgleich. Die Steuerung wurde von Stabilus eigens für diese Antriebe entwickelt und in Deutschland hergestellt. Sie ermöglicht die automatische Steuerung von zwei Aktuatoren gleichzeitig, wobei drei Betriebsmodi zur Wahl stehen: Push-and-Hold im Tippbetrieb, Automatik auf Tastendruck und Tip-to-Run, wenn die manuelle Bewegung ausgelöst werden soll.

Das modulare Baukastensystem ist individuell konfigurierbar und lässt sich einfach anpassen, wobei der Hersteller partnerschaftlich die passende Lösung für die Kundenanforderungen mitentwickelt. Die Antriebe sind ab Lager in Langenfeld ab Stückzahl eins bis zu jeder gewünschten Anzahl sofort lieferbar.

Robert Timmerberg M. A. ist Fachjournalist (DFJV) und Geschäftsleiter der Agentur plus2.



THINK INDUSTRIAL. THINK MOLEX.



molex

Auf der SPS positioniert sich Molex als vertrauenswürdiger Marktführer im Bereich der industriellen Konnektivität. Während die Fertigungsindustrie die Vorteile des industriellen Internets der Dinge (IIoT), intelligenter Maschinen und Robotik nutzt, liefert Molex robuste elektrische Lösungen, auf die sich Ingenieure verlassen können, um einen reibungslosen Betrieb zu gewährleisten.

Von Sensoren bis hin zu vollständig integrierten Systemen – die industriellen Verbindungsprodukte von Molex sind auf die Anforderungen der komplexen Umgebungen von heute ausgelegt. Da die Maschine-zu-Maschine-Kommunikation und der Echtzeit-Datenaustausch den industriellen Fortschritt vorantreiben, sind sichere und zuverlässige Verbindungen wichtiger denn je.

Da die meisten Ausfälle an der Verbindungsstelle auftreten, entwickelt Molex Lösungen, die eine zuverlässige Leistung gewährleisten.

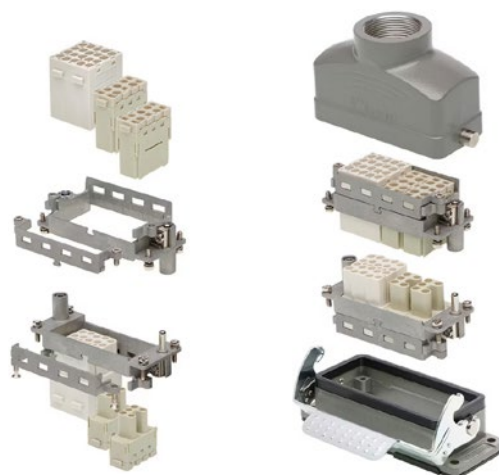
Mit jahrzehntelangem Fachwissen, einem vielfältigen Produktportfolio und einem Engagement für kontinuierliche Innovation unterstützt Molex Entwickler und Ingenieure dabei, intelligentere, sicherere und effizientere industrielle Systeme zu bauen. Ganz gleich, ob Sie die nächste Generation der Robotik entwickeln oder ältere Infrastrukturen aufrüsten – Molex bietet die Konnektivitätsbasis, die all dies möglich macht.

Erleben Sie die Zukunft der industriellen Automatisierung. Think Industrial. Think Molex. Jetzt bei RS erhältlich.



Brad M12 Steckverbinder

Kompakte Rundsteckverbinder mit bis zu 16 A für die Stromverteilung in der Fabrikautomatisierung. Bieten sichere Verbindungen für feldbusgesteuerte I/O-Boxen, Servomotoren und Antriebe. Eingesetzt in dezentralen I/O- und Niederspannungs-Gleichstromsystemen in Automobilwerken und Maschinenbaumgebungen.



Hochleistungssteckverbinder (HDC)

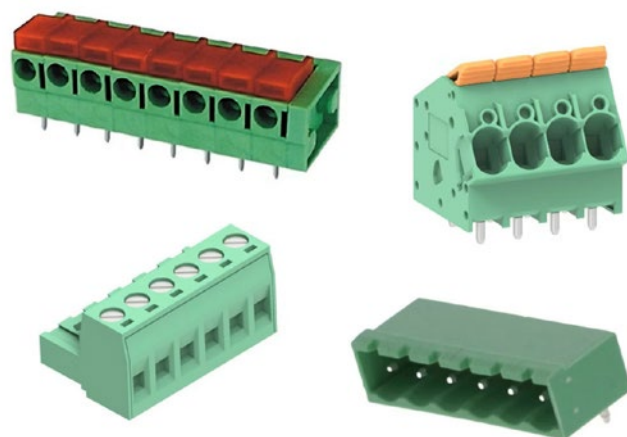
Robuste Industrie-Steckverbinder, entwickelt für Hochleistungs- und Signalübertragung in rauen Fabrikumgebungen. Unterstützen bis zu 1.000 V und 200 A mit IP66–IP69 Schutz gegen Staub, Öl und Wasser. Verwendet in Automatisierung, Robotik, Schwermaschinen und Energiesystemen.

Besuchen Sie den RS Stand in Halle 1, Stand 360, um mehr über industrielle Lösungen von Molex zu erfahren.



DIN-Ventilsteckverbinder

DIN-Ventilsteckverbinder bieten eine Abdichtung gemäß IP67 und eine hervorragende Kabelhalterung für zuverlässige Leistung in anspruchsvollen Umgebungen. Entwickelt für hydraulische, pneumatische und elektromagnetische Geräte, vereinfachen sie die Fertigung, reduzieren Lagerbestände und senken die Anwendungskosten in industriellen Anwendungen.



Klemmenblöcke

Reihenklemmen ermöglichen sichere, wartungsfreie Drahtanschlüsse für Strom-, Signal- und Datenverbindungen auf Leiterplatten. Zugelassen bis 600 V und 120 A, unterstützen sie Drahtgrößen von 30 bis 2 AWG und vereinfachen die Installation in Schalttafeln, Stromversorgungen und Automatisierungssystemen.



Lötfreie Kabelschuhe

Lötfreie Kabelschuhe bieten zuverlässige Crimpverbindungen für Strom- und Signalverkabelung in Automobil-, Industrie- und Automatisierungsanlagen. Für raue Umgebungen konzipiert, unterstützen sie Drahtgrößen bis 120 mm² und bieten sichere, wartungsfreie Anschlüsse für Anwendungen mit hoher Vibration und Temperatur.



DuraClik Steckverbinder

DuraClik-Steckverbinder kombinieren kompakte Bauweise mit hoher Haltekraft für zuverlässige Leistung in vibrationsintensiven, hochtemperierten Umgebungen. Zugelassen für 3 A und 125 V, bieten sie sichere elektrische Verbindungen für Industrie-Steuerungen, Beleuchtung und Batteriesysteme, bei denen Zuverlässigkeit unter Belastung entscheidend ist.



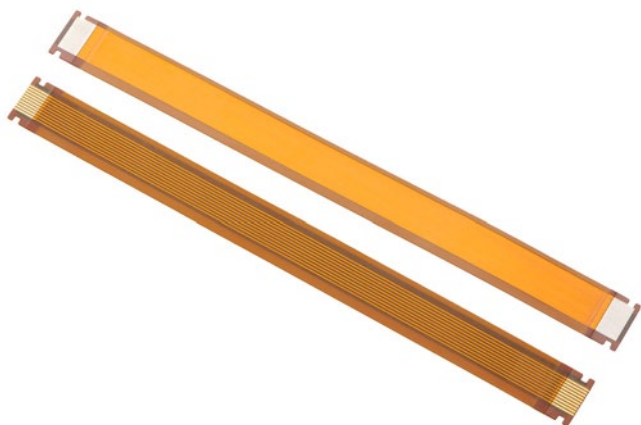
FFC-/FPC-Steckverbinder

FFC/FPC-Steckverbinder bieten kompakte, hochzuverlässige Verbindungen mit Doppelkontakt-Terminals und Vibrationsbeständigkeit bis 150 °C. Ihre sichere Verriegelung und stabile Signalübertragung machen sie ideal für industrielle Automatisierung, Robotik und Bewegungssteuerungssysteme unter konstanter Vibration, Hitze und elektrischer Störung.



Pico-Clasp Steckverbinder

Pico-Clasp-Steckverbinder bieten kompakte, zuverlässige Verbindungen mit inneren und äußeren Verriegelungen für sichere Steckverbindungen und Haltbarkeit in hochdichten Baugruppen. Zugelassen bis 2 A und 100 V, gewährleisten sie zuverlässige Signal- und Stromverbindungen in Servomotoren, Industriesensoren, Automatisierungsmodule und eingebetteten Steuerungssystemen.



Premo-Flex Flachbandkabel

Premo-Flex-Kabel bieten langlebige, platzsparende Board-to-Board-Verbindungen, die die Leiterplattenfläche maximieren und eine zuverlässige Signalübertragung sicherstellen. Zugelassen für Temperaturen bis 125 °C mit EMI-geschützten Optionen, bieten sie robuste, zuverlässige Konnektivität für Umgebungen mit hoher Vibration und Automatisierung.



D-Sub Steckverbinder

D-Sub-Steckverbinder gewährleisten zuverlässige Signal- und Stromübertragung in Fabrikautomatisierung, Schalttafeln und Kommunikationssystemen. Erhältlich in Standard-, Hochdichte- und Mischlayouts mit verschiedenen Materialien, Beschichtungen, Rückwänden und Zubehörteilen, bieten sie langfristige Zuverlässigkeit in rauen Industrieumgebungen.



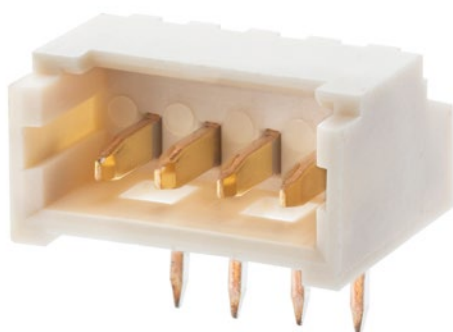
Mini50 Steckverbinder

Mini50-Steckverbinder ermöglichen dichte, leichte Kabelbaumkonstruktionen und reduzieren die Steckverbindergröße um 50 % im Vergleich zu Standard-0,64-mm-Systemen. Mit abgedichteten und nicht abgedichteten Optionen, hochtemperaturbeständigen Gehäusen und sicheren Terminalverriegelungen bieten sie zuverlässige Leistung in platzbeschränkten Automatisierungsmodulen und rauen Industrieanwendungen.



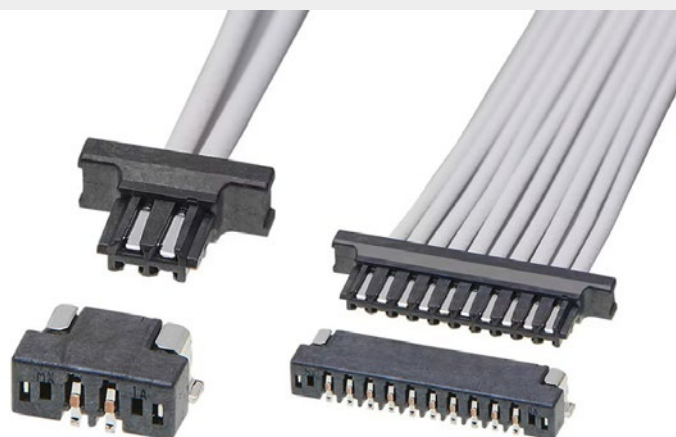
MXP120 Steckverbindersystem

Das kompakte MXP120 1,20-mm-Draht-zu-Draht-System liefert bis zu 13 A in einem abgedichteten, vibrationsbeständigen Design für raue Umgebungen und enge Baugruppen. Die sichere Verriegelung und hochtemperaturbeständigen Materialien des Steckverbinders gewährleisten konstante Leistung in Automatisierungsmodulen, Aktuatoren und industriellen Steuerungssystemen.



PicoBlade Steckverbinder

PicoBlade 1,25-mm-Draht-zu-Platine- und Draht-zu-Draht-Steckverbinder bieten sichere Zweipunktkontakte für vibrationsbeständige, niederstromige Verbindungen in kompakten Baugruppen. Erhältlich mit Zinn- oder Goldbeschichtung und in mehreren Ausrichtungen, gewährleisten sie stabile Signalintegrität in Fabrikautomatisierung, Sensoren und industriellen Steuerungsmodulen.



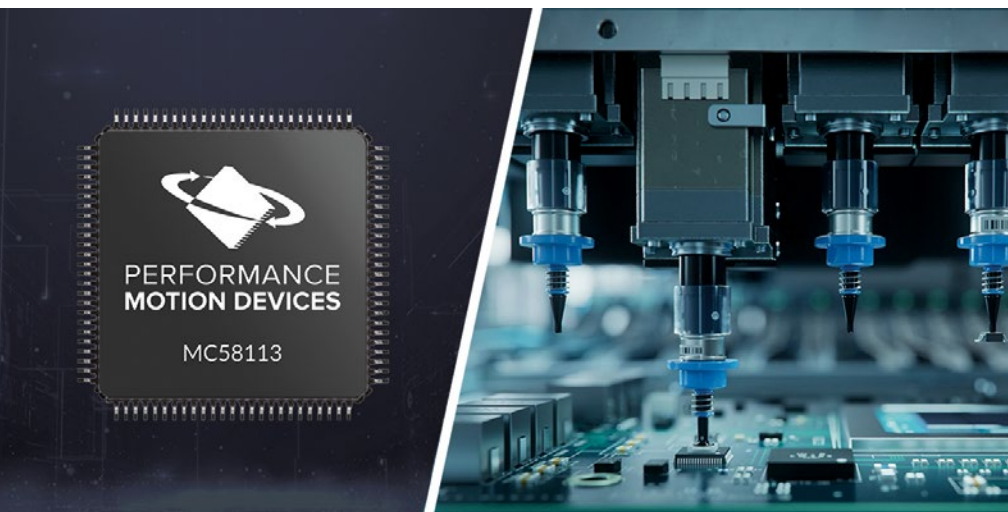
Zero-Hachi Steckverbinder

Zero-Hachi 0,80-mm-Draht-zu-Platine-Steckverbinder kombinieren eine um 40 % kleinere Grundfläche und eine niedrige Bauhöhe von 1,60 mm mit Zweipunktkontakten für stabile elektrische Leistung unter Vibration. Entwickelt für kompakte, hochpräzise Baugruppen, bieten sie zuverlässige Konnektivität in UAVs, Robotik und industrieller Steuerungselektronik, wo Platzoptimierung entscheidend ist.

DIE VORTEILE INTEGRIERTER BEWEGUNGSSTEUERUNGEN

Die Bewegungssteuerungen von Performance Motion Devices (PMD) dienen als Herzstück in vielen industriellen Anwendungen weltweit, ob in Labor- oder Medizintechnik, Robotik, Halbleiterfertigung oder industrieller Automatisierung. Ein Hauptvorteil dieser integrierten Lösungen liegt darin, dass sie Entwicklungszeiten deutlich verringern können.

» VON CARLOS BIELICKI



Motion-Control-Lösungen von PMD dienen als Herzstück in vielen industriellen Anwendungen weltweit, ob in Labor- oder Medizintechnik, Robotik, Halbleiterfertigung oder industrieller Automatisierung.

Bild: Performance Motion Devices

Performance Motion Devices (PMD) wurde 1992 gegründet und hat seinen Hauptsitz in der Nähe von Boston, Massachusetts (USA). Als Hersteller von Bewegungssteuerungstechnologie bietet das Unternehmen eine breite Produktpalette von integrierten Schaltkreisen bis hin zu kompletten Modulen und Platinen, mit denen hochkomplexe Bewegungssysteme effizient und präzise gesteuert werden können.

Die Kernidee ist die Entwicklung leistungstarker Bewegungssteuerungen auf einem Chip (IC), die sowohl die Bewegungs- als auch die Maschinensteuerung in ein einziges System integrieren. Zu den Produkten gehören integrierte Schaltkreise, digitale Antriebe und Verstärker sowie spezielle Steuerplatinen für automatisierte Liquid-Handling-Systeme, Zentrifugen, Roboterarme und vieles mehr. Das Portfolio umfasst die Juno ICs zur Geschwindigkeits- und Drehmomentsteuerung, die Magellan ICs zur Bewegungssteuerung, die Atlas Digital-Verstärker, die ION/CME-N-

Serie und ION-500/3000-Digital-Antriebe sowie die Prodigy Leiterplatten (PCBs).

Das Sortiment deckt Leistungsbereiche von 75 Watt bis mehr als einem Kilowatt ab und unterstützt verschiedene Motorentypen wie bürstenlose Gleichstrommotoren, Gleichstrombürstenmotoren und Schrittmotoren. Kernstück aller Produkte ist der Motion-Control-IC, der eine flexible und schnelle Entwicklung von Bewegungssteuerungen ermöglicht.

Mehrwert für den Kunden

Die Motion-Control-Produkte ermöglichen eine präzise, leise und energieeffiziente Steuerung von Motoren, was die Anwendungsentwicklung vereinfacht und Kosten reduziert: „Mithilfe der Magellan- und Juno-Motion-Control-ICs kann der Anwender seine eigenen eingebetteten Steuerplatinen bauen. Viele unserer Kunden arbeiten auch mit Plug&Play-Produkten wie den digitalen ION-Antrieben,“ sagt Prabhakar Gowrisankaran, VP of Engineering & Strategy bei PMD. Durch das All-in-one-System lässt sich eine

hohe Präzision, Flexibilität und Effizienz erreichen, die besonders in hochautomatisierten Fertigungsumgebungen gefragt ist. Zudem nutzen die Produkte Energie äußerst effizient, erleichtern die Fehlererkennung und -diagnose und damit auch die Wartung.

Besondere Merkmale und Vorteile der PMD-Produkte

Zu den Innovationen zählen vollständig geschlossene, auf Leiterplatten montierte digitale Verstärker, die eine Leistung von mehr als 500 Watt ermöglichen, die Option, per Software zwischen verschiedenen Motortypen zu wechseln, sowie die Feldorientierte Steuerung (FOC) für bürstenlose Gleichstrom- und Schrittmotoren mit einer Frequenz von bis zu 20 Kilohertz. Dies ermöglicht es den Kunden, flexibel Anpassungen vorzunehmen und Bewegungen präzise zu steuern – dank der intelligenten Module können sie sich ganz auf ihre Anwendungsentwicklung konzentrieren und ihre Innovation voranbringen.

Mit Plug&Play-Modulen können beispielsweise voll funktionsfähige, kundenspezifische Platinen innerhalb weniger Wochen statt Monaten oder sogar Jahren entwickelt und produziert werden. Konstrukteure wählen im Grunde nur noch die Anschlüsse und legen den Formfaktor der Platine fest. Das betont auch Gowrisankaran: „Mithilfe unserer Hardware- und Bewegungskompetenz hat zum Beispiel ein Kunde einen kostengünstigeren und leistungstärkeren Bewegungscontroller für einen chirurgischen Laser entwickelt.“ Kurz gesagt: Diese Lösungen verkürzen deutlich die Entwicklungszeit.

Wettbewerbsvorteile

Die Nachfrage nach kompakten, leistungstarken Lösungen wächst insbesondere bei kleineren Maschinen und in anspruchsvollen Anwendungen wie der Halbleiter- und Laborindustrie – ein lohnender Markt für

Anbieter von integrierten Bewegungssteuerungen. PMD gehört dabei zu den wenigen Unternehmen mit umfassender Erfahrung und Expertise, die innovative Lösungen für Bewegungssystem-OEMs und Maschinenbauer bereitstellen. Die Zahl der Mitbewerber ist insbesondere in Europa bzw. Deutschland bislang eher gering.

Integrierte Bewegungssteuerungen sind deutlich kompakter im Vergleich zu einer Maschine mit einer kabelgebundenen Steuerung. Ihr entscheidender Vorteil liegt darin, dass sie die gesamte Maschinensteuerung übernehmen: Sie führen Benutzeranwendungscode aus, generieren Bewegungsprofile, handhaben die Servopositionierung und treiben den Motor mit einem integrierten Verstärker an. Sie verfügen außerdem über mehrere Schnittstellen, mindestens seriell (CAN und Ethernet). Zudem sind sie klein, leicht und gleichzeitig hochperformant. Bestes Beispiel dafür: die ION-N-Serie digitaler Antriebe, die gerade einmal 37 x 37 Millimeter messen.

Zertifizierte Qualität, langfristig verfügbar

Das Unternehmen ist nach ISO 9001:2015 und ISO 13485:2016 zertifiziert und verpflichtet sich damit zu höchsten Standards in Design, Entwicklung und Produktion. Zudem arbeitet der Hersteller schon lange mit der FDA zusammen und unterstützt Kunden bei der Zulassung medizinischer Geräte. Bereits 1997 wurden die Motion-Control-ICs in einem FDA-zugelassenen Gerät eingesetzt. Seitdem hat sich das Unternehmen als Partner unter anderem für Hersteller im Medi-

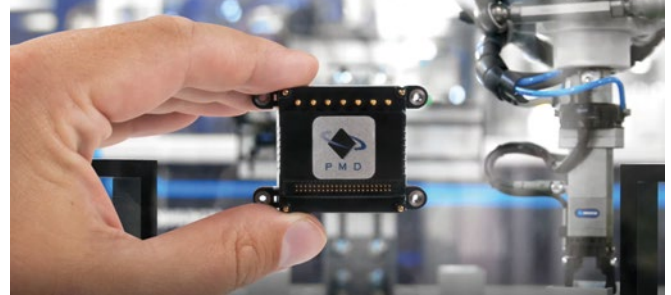


Der Hersteller bietet eine Vielzahl von Entwickler-Kits inklusive Programmier-Tool ProMotion an, die dabei helfen, die Funktionen der ICs, Module und Platinen optimal zu nutzen.

Bild: © Andrey Popov/stock.adobe.com; Performance Motion Devices

Die Dimensionen der All-in-one-Bewegungssteuerungsmodule der ION-Serie digitaler Antriebe schrumpften innerhalb weniger Jahre auf 37 x 37 Millimeter, während sich ihre Leistungsfähigkeit verdoppelte.

Bild: Performance Motion Devices



zinsektor etabliert, die dank der speziellen Motion-Control-Lösungen ihren gesamten Entwicklungszyklus optimieren können.

Alle Produkte nutzen denselben Bewegungssteuerungs-IC und die gemeinsame Sprache C-Motion. Die Kunden arbeiten also auf einer einzigen Plattform und können die Software vom Developer Kit bis zur finalen Steuerplatine einheitlich nutzen. Das Unternehmen bietet darüber hinaus eine Vielzahl von Entwickler-Kits an, die dabei helfen, die Funktionen der ICs, Module und Platinen optimal zu nutzen. Das intuitive Programmier-Tool ProMotion reduziert die Einrichtungszeit von Tagen auf Stunden, vereinfacht die Achseneinstellung und überwacht die Leistung

aller relevanten Parameter. Die Programmiersprache C-Motion ist C-basiert und bietet neben einem wiederverwendbaren Code auch eine kompakte Bibliothek an Routinen.

Hinzu kommt die langfristige Verfügbarkeit der Produkte. Der Hersteller bietet seinen Kunden eine kontinuierliche Versorgung mit maßgeschneiderten IC-Versionen, um Produktionsunterbrechungen zu vermeiden. Auch Kunden, die schon vor mehr als 20 Jahren auf die Produkte des Anbieters gesetzt haben, können weiterhin auf den Support zählen.

« KIS

Carlos Bielicki ist VP of Sales & Marketing bei Performance Motion Devices (PMD).

**WIBU
SYSTEMS**

CodeMeter – Vom Code zum Erfolg

Software mit CodeMeter in Umsatz verwandeln.

- **Flexible Monetarisierung:**
Angepasste Lizenzierung für alle Marktanforderungen.
- **Robuster IP-Schutz:**
Innovative Verschlüsselung und Integritätsschutz.
- **Volle Kompatibilität:**
Nahtlose Integration in alle Plattformen.
- **Zukunftssichere Lösungen:**
Entwickelt, um mit Ihren Anforderungen zu wachsen.

Stärkere Wurzeln und neue Höhen für Ihre Software – dank CodeMeter.

sales@wibu.com
www.wibu.com

treffen Sie uns!
Halle 6
Stand 428

sps
smart production solutions
34. Internationale Fachmesse
der industriellen Automation





Die Sigma-X-Komponenten sind für eine optimale Performance technisch aufeinander abgestimmt und in die neue iCube Control-Plattform integriert.

Bild: Yaskawa Europe GmbH

HIGH-END SERVOSYSTEME FÜR PRÄZISE HALBLEITERFERTIGUNG

Yaskawa's Sigma-X-Servosystem bringt innovative Funktionen für die Elektronikindustrie, darunter optimierten Drehmomentausgleich und Vibrationsunterdrückung. Das System sorgt für höchste Präzision und Prozessstabilität, ideal für die Halbleiterproduktion. Maschinen können kompakter gestaltet und ihre Leistung durch das iCube Control-Plattform-Integration verbessert werden, was die Wettbewerbsfähigkeit steigert und zukunftsorientierte Technologien unterstützt.

» VON MARTIN HOOP UND MEHMED HANDAGANIC

Um branchenspezifischen Richtlinien wie SEMI S2 und SEMI S8 zu entsprechen, müssen Maschinen und Anlagen für die Halbleiterfertigung höchste Präzisionsstandards erfüllen. Dementsprechend hoch sind die Anforderungen an die eingesetzten Servomotoren. Das gilt speziell für Pick&Place-Anwendungen, etwa bei der Leiterplattenbestückung, beim Wafer-Handling oder bei anderen anspruchsvollen Automatisierungsaufgaben wie dem Nassätzen. Zuverlässigkeit und Verfügbarkeit sind dabei entscheidend, denn Ausfallzeiten können hohe Kosten verursachen. Wartungsarbeiten sollten daher zügig und unkompliziert durchführbar sein. Auch eine

lange Lebensdauer ist unerlässlich, um die Investitionskosten langfristig zu rechtfertigen.

Komplexe Applikationen meistern

Beim Crimppressen oder Crimpen zum Beispiel – einem Fügeverfahren, bei dem zwei Komponenten durch plastische Verformung

DIE NEUEN SMART FEATURES SIND DARAUF AUSGELEGT, DEN BETRIEB UND DIE STEUERUNG ZU VERLÄSSIG ZU OPTIMIEREN, GLEICHZEITIG DIE PRODUKTIVITÄT ZU ERHÖHEN UND DIE ANLAGENVERFÜGBARKEIT ZU VERBESSERN.

miteinander verbunden werden – sind die Servosysteme gleich mehrfach gefordert: Sie müssen jederzeit den exakten Druck halten und auf mehrere synchronisierte Achsen verteilen. Zudem ist es erforderlich, dass die Bewegung in jeder gewünschten Position gestoppt werden kann – und das bei gleichbleibender Prozessstabilität über den gesamten Produktionszyklus hinweg.

Bei der Beschichtung (coating) werden, als zweites Beispiel, rotierende Tische mit hoher Geschwindigkeit gleichmäßig mit Flüssigkeit besprüht. Um ein präzises Ergebnis zu erzielen, ist dabei eine gezielte Anpassung und Reduktion der Geschwindigkeitswelligkeit notwendig. Darüber hinaus können maßgeschneiderte Lösungen auch für weitere spe-

zifische Anwendungen und Anforderungen realisiert werden.

Kompakte Motoren für optimale Maschinenleistung

Das neue High-End-Servosystem Sigma-X von Yaskawa unterstützt diese spezifischen Anforderungen durch smarte Features wie einen optimierten Drehmomentausgleich, automatische Lastanpassung, Vibrationsunterdrückung und synchronisierte Achsensteuerung. Ziel der Weiterentwicklung war es, dass Maschinenbauer wie Anwender die Konkurrenzfähigkeit ihrer Maschinen weiter ausbauen und den technischen Vorsprung gegenüber ihrem Wettbewerb halten können: Durch die sehr kompakten Servomotoren werden Maschinen noch kompakter konstruierbar. Gleichzeitig können die vielseitigen Tuningfunktionen sehr leicht erlernt und angewendet werden.

Mechanisch bedingte Vibrationen und Resonanzen in der Maschine erkennt das System hierbei automatisch und wirkt ihnen entgegen. Durch die in den neuen Servomotoren integrierten Beschleunigungssensoren können nun unerwünschte Maschinenzustände frühzeitig detektiert werden. Der Servoverstärker stellt dem Anwender außerdem eine Vielzahl an hilfreichen Informationen bereit, beispielsweise elektrische Verbrauchsdaten, aktuelle Leistungs- und Temperaturreserve, Wartungszyklenindikatoren, Vibrationen u.v.m. So lässt sich die Leistungsfähigkeit der Maschine permanent analysieren und optimieren sowie gleichzeitig eine maximale Verfügbarkeit sicherstellen

Smarte Features für maximale Präzision und Effizienz

Die neuen Smart Features sind darauf ausgelegt, den Betrieb und die Steuerung zuverlässig zu optimieren, gleichzeitig die Produktivität zu erhöhen und die Anlagenverfügbarkeit zu verbessern.

Eine Steigerung der Wettbewerbsfähigkeit ist somit gewährleistet. So hat Yaskawa gegenüber der bisherigen Servobaureihe Sigma-7 diese intelligenten Funktionen nochmals verbessert: Beispielsweise kann Sigma-X das Drehmoment jetzt noch genauer steuern – und damit signifikant präziser als seine Vorgänger. Beim Polieren in der Wafer-Herstellung und -bearbeitung ist eine Vibrationsunterdrückung besonders

DIE SIGMA-X-KOMPONENTEN SIND FÜR EINE OPTIMALE PERFORMANCE TECHNISCH AUF EINANDER ABGESTIMMT UND IN DIE NEUE ICUBE CONTROL-PLATTFORM INTEGRIERT.

wichtig. Sigma-X ist auch in weiteren spezifischen Anwendungen wie Wafer-Handling, Drahtbonden (wire bonding), Wafer-Nassätzen (wafer wet etching), Pfadverfolgung (path tracking), Schleifpolieren (grinding polishing), Wafer-Vereinzelung (wafer dicing) oder zerspanende Bearbeitung (cutting machining) im Einsatz.

Die Yaskawa-Servopacks können noch mehr Vibrationsfrequenzen unterdrücken als bisher. Diese Funktion ist schon seit Sigma-V verfügbar und mit der Sigma-7-Serie können schon zwei Vibrationsfrequenzen gleichzeitig unterdrückt werden. Somit ist keine Erhöhung der Steifigkeit der Mechanik erforderlich und Materialkosten werden reduziert.

Um branchenspezifischen Richtlinien in der Halbleiterfertigung zu entsprechen, müssen auch die in den Maschinen und Anlagen eingesetzten Servomotoren höchste Präzisionsstandards erfüllen.

Bild: © iStock/Yaskawa Europe GmbH



Eine weitere Funktion kann anhand mehrerer als Eingangssignal parametrierter Istwerte die Drehzahlwelligkeit kompensieren. Für Yaskawa-Motoren ist diese Funktion standardmäßig aktiviert. Für alle anderen Motortypen kann diese Funktion mit der SigmaWin+ Software aktiviert und angepasst werden.

Intelligente Wartung und Lastkompensation für präzise Positionierung

Bei Anwendungen, bei denen die Last (Trägheitsmoment) aufgrund des Betriebszustands und der Maschinenposition stark schwankt, wie etwa bei Robotern und Transfereinrichtungen, dauert die Positionierung normalerweise länger. Mit der Funktion der Lastschwankungskompensations-Regelung dauert die Positionierung gleich lang, solange die Lastschwankungen innerhalb von ± 500 Prozent des eingestellten Referenzwerts liegen.

Der Yaskawa-Servopack kann Fehler in Bewegungsmustern erkennen und dies ermöglicht eine präventive Wartung. Mehrere Spuren eines bestimmten Bewegungsmusters werden aufgezeichnet. Diese werden analysiert, im Servopack gespeichert und kontinuierlich mit der aktuellen Bewegung verglichen. Ab einem bestimmten Schwellenwert löst der Servopack einen Alarm aus.

Yaskawa Sigma-X: Evolution der Servosysteme für diverse Industrien

Die High-End-Servosysteme der Sigma-Reihe von Yaskawa bewähren sich seit Jahrzehnten in vielen Anwendungsbereichen – nicht nur in Anlagen zur Halbleiterfertigung, sondern zum Beispiel auch in Verpackungsmaschinen, in der Holzverarbeitung oder in Digitaldruckmaschinen. Mit Sigma-X, der neuesten Evolution der Sigma-Reihe, setzt Yaskawa erneut Maßstäbe bezüglich Performance und Benutzerfreundlichkeit. Auch eine Ablösung bestehender Sigma-7-Systeme ist möglich.

Das neue System ist aktuell in 200 V von 50 W bis 15 kW verfügbar. Modelle mit 400 V werden zeitnah folgen. Servoverstärker zum gleichzeitigen Anschluss von bis zu drei Servomotoren sind nun ebenso erhältlich wie Modelle mit spezieller Firmware zum Einsatz in Gantry-Systemen. Als Schnittstellen werden Analog/Pulse sowie EtherCAT und Mechatrolink-4/III angeboten. Alle Servoverstärker haben als funktionale Sicherheit STO (Safe-Torque-Off) on-board. **« TB**

Martin Hoop, Business Develop Manager Motion, und **Mehmed Handaganic**, Account Manager Sales, arbeiten bei der Yaskawa Europe GmbH – Drives Motion Controls Division in Hattersheim.

METALL TRIFFT AUF MIKROBAUTEILE

Horizon Microtechnologies verbindet an Deutschlands 3D-Hub Karlsruhe die Gewichtsersparnis, Designfreiheit und Flexibilität der additiven Mikrofertigung auf Basis von UV-aushärtenden Polymeren mit der Leitfähigkeit, EMV-Verträglichkeit und den Schutzfunktionen metallischer Beschichtung. Die Mikrobauteile mit Eigenschaften, die bisher nicht zu kombinieren waren, druckt der Dienstleister auf einem microArch S240 System mit 10 µm Auflösung von Boston Micro Fabrication (BMF). » VON LAURA GALLOWAY

Andreas Frölich beschäftigt sich seit 20 Jahren mit 3D-Druck auf der Nanoskala und verfolgt seit dem Studium an der TU Karlsruhe die Vision, den gedruckten Kunststoffteilen neue, wichtige Eigenschaften zu verleihen. Der geringe Durchsatz bei hochpräzisen Anwendungen beschränkte sie lange auf den Forschungsbereich. „In den vier Jahren bis 2020 haben die Anbieter eine Lücke zwischen Verfahren mit hoher Präzision und geringem Durchsatz einerseits, geringer Detailtreue und industriell anwendbarer Produktivität an-

dererseits geschlossen“, erklärt Dr. Andreas Frölich. Dies war der Ausgangspunkt für sein Unternehmen Horizon Microtechnologies, das seit Ende 2021 die Vision in industrielle Anwendungen verwandelt.

Neue Bauteileigenschaften am Horizont

Als Alumni des ESA Business Incubation Center Programs entwickelte das Unternehmen unter anderem 3D-gedruckte, metallisch beschichtete Funkantennen für Satelliten. Auch Industrieunternehmen erhalten von Horizon Microtechnologies Hybridteile, die im 3D-Mikrodruck hergestellt und mit innovativen Beschichtungsverfahren veredelt werden. Dabei wird die gesamte Prozesskette der Entwicklung, Fertigung, Nachbearbeitung und Beschichtung von Mikroteilen im eigenen Labor abgedeckt. Insbesondere in der Elektronik erreichen Kunden schnell Innovationen bei metallischen, leitfähigen und geschützten Polymerteilen mit revolutionären Eigenschaften, die den Horizont des Möglichen verschieben.

Die Kernkompetenz des Unternehmens liegt in drei Beschichtungsprozessen für 3D-Strukturen:

- Schutzschicht gegen Umwelteinflüsse, die das Polymermaterial etwa gegen Lösungsmittel oder ähnliche Substanzen versiegelt,
- Leitfähige Schicht, die z.B. in der Elektronikfertigung statische Aufladungen verhindert, oder in der Sensorik das Fließen geringer Ströme durch die Beschichtung ermöglicht,
- Metallische Beschichtung, die etwa für Elektroniktests höhere Ströme transportiert, in der Hochfrequenztechnik, etwa bei Radar oder Telekom, Signale führt.

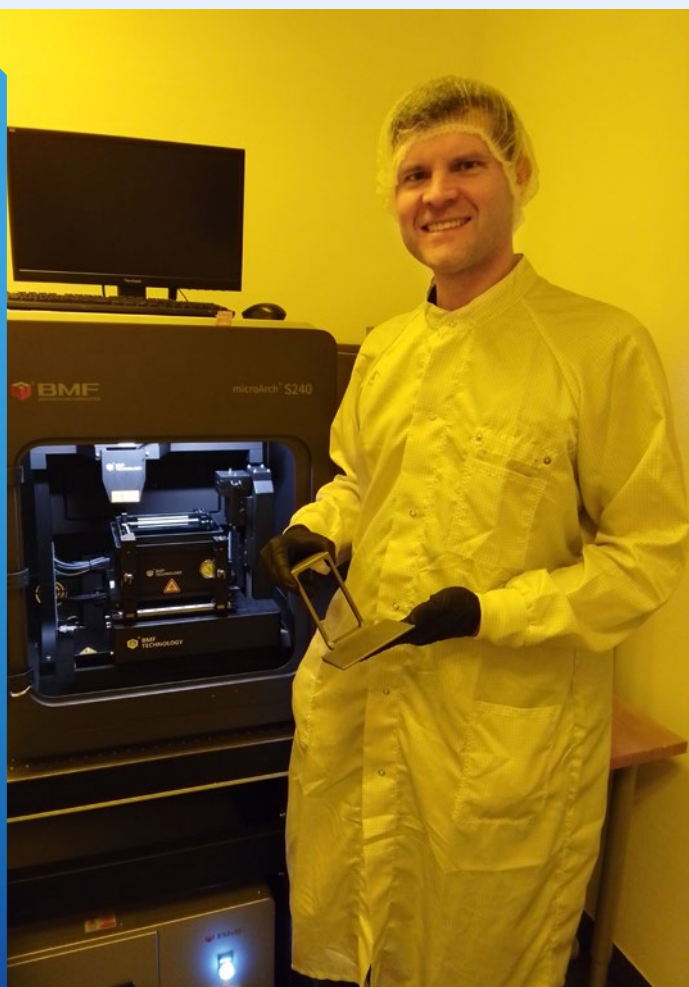
Für viele dieser Anwendungsgebiete müssen die beschichteten 3D-gedruckten Bauteile besonders glatte Oberflächen aufweisen. Hierbei spielt der 3D Druck mit DLP-Materialien von BMF seine Stärken voll aus.

Präzisionsmikro-Stereolithografie

Ein wichtiger Schritt dazu war die Auswahl eines geeigneten 3D-Druckverfahrens, das „Bauteile in Größen zwischen Daumnagel und Faust mit Toleranzen einer Haaresbreite reproduziert“, wie Andreas Frölich rekapituliert. „Ein gutes Verhältnis von Durchsatz und

» **DER MICROARCH S240 HAT SICH ALS ECHTES PRODUKTIONSMITTEL BEWÄHRT.«**

DR. ANDREAS FRÖLICH



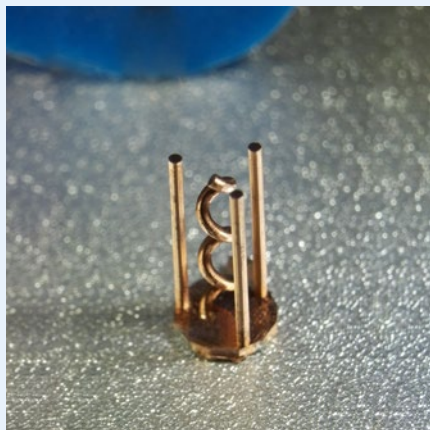
Neue Horizonte eröffnet Andreas Frölich mit einer Kombination von 3D-Druck im Mikroformat und metallischer Beschichtung.

Auflösung sowie eine breite Palette vorqualifizierter Materialien hat uns dann zur Projektionsmikro-Stereolithografie (PμSL) von Boston Micro Fabrication (BMF) geführt.“ In diesem Verfahren wird ein Flüssigpolymer durch eine Abfolge von UV-Lichtblitzen bei gleichmäßig hoher Auflösung im gesamten Arbeitsraum ausgehärtet. Die Drucksysteme enthalten hochpräzise Optiken, um die Pixelgröße im Projektor je nach Druckerserie auf 25 μm, 10 μm oder 2 μm zu fokussieren. Auch die Lineartechnik der 3D-Drucker wurde auf niedrige Toleranzen ausgelegt. Mit der üblichen Stereolithografie (SLA) lassen sich zum Vergleich kleine Teile mit der höchsten Auflösung von etwa 50 μm herstellen.

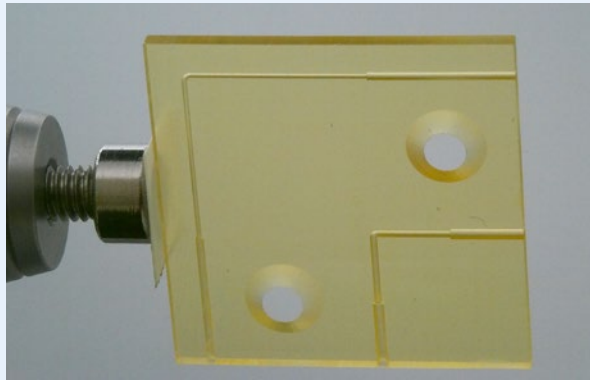
Die Entscheidung fiel auf den microArch S240, ein echtes „Arbeitspferd“ aus der 10-μm-Serie mit einem Bauvolumen von 100 x 100 x 75 Millimeter, das sich auch für die Serienproduktion von Mikrobauteilen in Endqualität eignet. „Damit können wir beispielsweise über Nacht 80 Spiralen drucken und in einigen Tagen metallisieren“, sagt Andreas Frölich. Mit einer optischen Auflösung von 10 μm bei einer Schichtdicke von 10 bis 40 μm erreicht der Desktop-Drucker Oberflächengüten von 0,4 bis 0,8 μm Ra und besser, je nach Baurichtung, eine wichtige Voraussetzung für die späteren Anwendungen. Sein Step-and-Repeat-Verfahren verbindet hohe Auflösung mit großer Baufläche. Echtzeit-Bildüberwachung, Autofokus und Belichtungskompensation sorgen für hochpräzise Ergebnisse.

Hohe Flexibilität, Stabilität und Belastbarkeit

Nach der Installation mit professioneller Unterstützung durch BMF stand zunächst eine



Strukturen, die für den Vollmetall-3D Druck eine große Herausforderung wären, wie die hier gezeigte Spirale, lassen sich mit dem Kombinationsverfahren Polymer-3D-Druck plus Beschichtung von Horizon Microtechnologies einfach und zuverlässig herstellen.



Ein transparenter Mikrofluidik-Chip mit zwei Kanälen.

Bilder: BMF

Lernphase an, die durch Schulungen und Einweisungen, aber auch mit Guidelines zu den eigenen Materialien unterstützt wurde. „Schon out-of-the-box arbeitet der Drucker mit 20 bis 30 Mikrometer Toleranz zum 3D-Modell“, berichtet Dr. Frölich. „Wir sind sehr zufrieden mit der Stabilität der Maschine und des gesamten Prozesses.“

Dabei spielt die breite Palette verfügbarer Materialien. Einschließlich transparenter, biokompatibler und besonders langlebiger Harze eine große Rolle. „Wir sind nicht auf das Materialangebot von BMF beschränkt“, freut sich Andreas Frölich, sondern können Material zahlreicher Hersteller verwenden, da wir vollen Zugang zu allen Druckparametern haben.“ Inzwischen folgt Horizon Microtechnologies einem standardisierten Prozess für die Auswahl und Erprobung von neuen Materialien, um flexibel auf Kundenwünsche reagieren zu können.

Chips für die Mikrofluidik

Eine nachgefragte Anwendungsmöglichkeit sind dreidimensionale Chips für die Mikrofluidik, die bisher in mehreren Lagen aufwendig hergestellt werden müssen. In der additiven Fertigung werden sie, als Prototypen ebenso wie in kleinen Serien, schnell und genau gedruckt. Dazu hat Horizon das transparente Hochtemperaturmaterial HTL von BMF verwendet, um die Analyse unter dem Mikroskop zu ermöglichen. Die glatten und klaren Oberflächen können durch Beschichtung versiegelt werden. Ebenso können auch leitende Elemente eingeführt werden, die als Sensor oder Elektrode für die Fluidmanipulation dienen.

Antennenhorn mit Standardgewinn

„Die von uns entwickelte Hornantenne wiegt nur ein Sechstel einer entsprechenden Antenne aus Vollmetall – bei gleicher technischer Leistungsfähigkeit“, freut sich Andreas Frölich. „Zusätzlich können wir sie durch Rillen noch so optimieren, dass sie sehr gerichtet und ohne Nebenkeule abstrahlt.“ Diese

Verbesserungen wären mit spangebenden Prozessen im Metallteil kaum zu realisieren. „Wir unterstützen gerne bei der Entwicklung und Herstellung von mm-Wellen-Antennen, Filtern, Mischern und ähnlichen Komponenten“, sagt Andreas Frölich. „Wir verfügen über alle notwendigen Entwicklungs- und Testumgebungen.“

Hybride Elektronikkomponenten

Auch bei elektrischen Gerätesockeln, Fan-out-Strukturen, Interposern sowie Elektroden und elektrischen Kontaktstiften werden die Grenzen der konventionellen Fertigungstechniken schnell erreicht. Die Verbindung aus 3D-Druck und Beschichtungstechnologien eröffnet neue Gestaltungsmöglichkeiten.

Fazit: 100 Projekte erfolgreich abgewickelt

Nach rund zwei Jahren mit dem BMF-Drucker zieht Andreas Frölich eine positive Bilanz: „Die Interessenten sind begeistert von den neuen Möglichkeiten in Entwicklung und Fertigung, die wir anbieten.“ Inzwischen hat er mit seinem Team fast 100 Projekte abgewickelt, in der Regel mit Losgrößen zwischen eins und fünfzig. „Der microArch S240 hat sich dabei als echtes Produktionsmittel bewährt, das eine hohe Qualität der Erzeugnisse mit enormer Prozessstabilität und Zuverlässigkeit verbindet.“ Die Kunden verstehen den Mehrwert von hoher Auflösung, Präzision und Genauigkeit im 3D-Druck in Verbindung mit den Vorteilen der Beschichtungstechnologien. „Wir stellen den Kunden unser Know-how aus der Produktentwicklung, Materialkunde und Fertigungstechnik gerne zur Verfügung, um die Ergebnisse dann mit hoher Detailsicherheit umzusetzen“, schließt Dr. Andreas Frölich. „Die Technologie von BMF hat sich dabei bestens bewährt.“

« KF

Laura Galloway ist Director Marketing bei Boston Micro Fabrication (BMF).

„UNSERE BAUTEILE SIND FÜR DEN PRAKTISCHEN EINSATZ GEDACHT“

Replique digitalisiert die industrielle Bauteilfertigung: Von 3D-Druck bis Schmieden bietet die Plattform dezentrale Fertigungslösungen für kleine und mittlere Serien, Prototypen und Ersatzteile. Die Gründer Henrike Wonneberger und Max Siebert erklären im Interview mit DEM-Redakteurin Karin Faulstich, wie Replique funktioniert, welche Vorteile Kunden daraus ziehen können und welche Rolle KI, Nearshoring und Total Cost of Ownership dabei spielen.

? Digital Engineering Magazin (DEM): Seit wann gibt es Replique und wie ist das Unternehmen entstanden?

MAX SIEBERT: Angefangen hat alles im Jahr 2020. Wir hatten als BASF-Mitarbeiter die Möglichkeit, unsere Idee einer digitalen Plattform für die Bauteilfertigung im „Chemovator“ von BASF aufzubauen. 3D-Druck war der Einstieg, da das Verfahren digital gesteuert ist und viele Daten liefert. Mit der Zeit integrierten wir weitere Fertigungstechniken. Die BASF bot uns die Erstfinanzierung. Der Deal war: wenn jemand glaubt, die BASF verpasst am Wegesrand eine Gelegenheit, kann man sich dort präsentieren. Die Bedingung: man muss es selbst umsetzen. Die finale Ausgründung erfolgte 2023. BASF behielt eine Minderheitsbeteiligung von unter 25 Prozent, der Rest ging an neue Investoren und uns.

? DEM: Wie läuft die Auftragsabwicklung über Ihre Plattform ab?

HENRIKE WONNEBERGER: Unsere zertifizierten Lieferanten – es sind knapp 350 weltweit – erhalten die Anfrage unserer Kunden – mittlerweile sind das mehr als 100 – über unsere Plattform und können direkt Angebote abgeben. Bei Bedarf können wir die Aufträge auch aufteilen, etwa wenn es Mengen- oder Kapazitätsspitzen gibt.

SIEBERT: So konnten wir auch schon Notfallaufträge über mehrere Zulieferer koordinieren, um die gewünschte Schnelligkeit für den Kunden sicherzustellen. Effizienz und Nachverfolgbarkeit sind dabei zentrale Aspekte, gerade in der industriellen Fertigung. Unsere Bauteile lassen sich per Seriennummer eindeutig nachverfolgen. Gerade in hochregulierten Branchen ist diese Transparenz essenziell. Kurz gesagt: Wir übernehmen Lieferantenauswahl inklusive Auditierung und kümmern uns um die gesamte Auftragsabwicklung.

? DEM: Welche Verfahren bietet Replique an?

SIEBERT: Hauptsächlich 3D-Druck. Daneben bieten wir CNC-Fertigung, Spritzguss, Schmieden und Gießen. Unsere Kunden wünschten sich Erweiterungen, weil nicht alles wirtschaftlich mit 3D-Druck realisierbar ist. So können wir für jedes Projekt die wirtschaftlich und technisch beste Lösung vorschlagen. Unsere Kunden profitieren davon, dass wir neutral entscheiden, welche Technologie passt.

» KI KANN VIEL, ABER SIE ERSETZT NICHT DEN KRITISCHEN BLICK VON INGENIEUREN. IN UNSEREM BEREICH IST DAS UNVERZICHTBAR.«

HENRIKE WONNEBERGER

? DEM: Welche Bandbreite an Bauteilen können Kunden über Replique fertigen lassen?

SIEBERT: Die Bandbreite ist groß, von einfachen Bauteilen wie Abdeckkappen bis hin zu hochregulierten, sicherheitskritischen Bauteilen im Wert jenseits von 100.000 Euro. Ein wichtiger Unterschied zu Prototyping-Anbietern: Unsere Bauteile sind für den praktischen Einsatz gedacht. Ein Beispiel: dieser 21-Kilogramm-Achsschenkel, der mit bis zu 60 Prüfpunkten getestet wird. So ein Bauteil darf natürlich nicht versagen. Wir dokumentieren sämtliche Test-Ergebnisse detailliert, damit Sicherheitsbauteile zuverlässig freigegeben werden können. Alle Beteiligten haben dabei Zugriff auf denselben Datensatz, ohne Medienbrüche. Diese Transparenz macht unsere Plattform so wertvoll. Noch einmal: Unser Fokus liegt auf der industriellen Serienfertigung – nicht auf Prototyping.

? DEM: Wie stellen Sie sicher, dass Sie Ihre Kunden global versorgen können, und welche Rolle spielen dabei lokale Produktion?

WONNEBERGER: Wir haben ein globales Netz aus Lieferanten, fokussieren uns aber bislang vor allem auf Kunden in Zentraleuropa. In Märkten mit Potenzial werden wir nach und nach Niederlassungen eröffnen, wie aktuell in Mailand. Wir haben zum Teil Großkonzerne unter unseren Kunden, die wiederum zum Beispiel in den USA Niederlassungen haben. Die dann sagen, läuft ja super mit euch, aber wir brauchen die Teile in den USA. Dann lassen wir die Teile eben in den USA drucken. Denn das schöne ist: wir haben alles Daten digital und können von überall aus darauf zugreifen. Und die aktuellen politischen Rahmenbedingungen fördern die lokale Produktion. Die Zollproblematik spielt uns da durchaus in die Karten.

? DEM: Was hat Sie bewogen in Mailand eine Tochterfirma zu gründen?

SIEBERT: Italien hat eine sehr gute Fertigungslandschaft, sowohl im OEM-Bereich, als auch in der Basisfertigung, vor allem wenn man einen Kreis von 100 km um Mailand herum zieht. Da wir schon einige Kunden in Italien haben, lag es nahe dort ein Tochterunternehmen zu gründen.

WONNEBERGER: Wir wollen die Kunden lokal besser betreuen und da sein, wenn es was zu klären gibt. Denn wir sind zwar eine digitale Plattform, aber keine anonyme Plattform. Das ist auch ein großer Unterschied zum Wettbewerb: Wir haben den technischen Vertrieb, also Ingenieure, die bei anspruchsvollen Fällen bereitstehen, gleichzeitig aber diese ganze digitale Kraft dahinter auf der Plattform.

? DEM: Wie gestalten Sie die Zusammenarbeit mit Großkonzernen und Mittelstand? Gibt es strukturelle Unterschiede?

■ **WONNEBERGER:** Erst einmal sind beide wichtig. Großkonzerne haben oft aufwändigere Prozesse, aber insgesamt mehr Teile. Der Mittelstand startet hingegen oft schneller, dafür mit weniger Teilen. Wir balancieren hier flexibel. Unser Vorteil: Wir kommen aus einem Großkonzern und kennen die Abläufe dort. Bringen also das nötige Verständnis dafür mit. Unsere Prozesse lassen sich nahtlos in die Systeme unserer Kunden wie beispielsweise SAP Ariba integrieren, wenn das gewünscht ist. Für Unternehmen jeglicher Größe gilt: Der Einstieg bei uns ist niederschwellig; Kunden können Anfragen stellen, auch ohne umfangreiches Know-how im 3D-Druck.

Replique beschafft Schmiedeteile auch in kleinen und mittleren Stückzahlen. COO Henrike Wonneberger (re.) und CEO Max Siebert zeigen Redakteurin Karin Faulstich als Beispiel einen Achsschenkel.

Bild: Melina Bluhm



UNSERE KUNDEN KÖNNEN SICH AUF DAS KONZENTRIEREN, WAS SIE AM BESTEN KÖNNEN: DIE ENTWICKLUNG UND DEN VERTRIEB HOCHWERTIGER BAUTEILE – OHNE ZUSÄTZLICHEN ORGANISATORISCHEN OVERHEAD IM TEILEEINKAUF.«

MAX SIEBERT

? **DEM:** KI ist mittlerweile überall im Einsatz. Auch bei Replique?

■ **SIEBERT:** KI unterstützt uns bei der Analyse von Anfragen, der Lieferantenauswahl und bei Materialempfehlungen. Unsere Datenbank umfasst rund 780 3D-Druckmaterialien, die wir mithilfe von KI auswerten, um optimale Werkstoffe vorzuschlagen. Die finale Entscheidung liegt jedoch immer bei unseren Ingenieuren, denn gerade in sicherheitskritischen Bereichen setzen wir nicht blind auf Automatisierung.

■ **WONNEBERGER:** Unsere Botschaft an die Kunden ist klar: KI kann viel, aber sie ersetzt nicht den kritischen Blick von Ingenieuren. In unserem Bereich ist das unverzichtbar. Gerade beim 3D-Druck kennen viele nur den Prototypenbereich oder anonyme Plattformen: Man lädt Daten hoch und bekommt genau das zurück, was man eingegeben hat – oft ohne zu wissen, welche Materialien oder Möglichkeiten es eigentlich gibt. Unsere Plattform zeigt, dass es auch anders geht. Sie eröffnet den direkten Weg in die industrielle Fertigung und bietet ein breites Spektrum statt nur einzelner Nischenlösungen. Das macht sie besonders interessant für alle, die neue Wege gehen wollen. Und: Man kann es einfach ausprobieren – ohne gleich große Summen investieren zu müssen.“

? **DEM:** Warum sollten Unternehmen zu Ihnen kommen, anstatt in eigene 3D-Druckmaschinen zu investieren oder auf eigene Faust Lieferanten zu suchen

■ **SIEBERT:** Moderne Fertigung ist komplex: Es geht um Nachbearbeitung, Qualitätsprüfungen, Dokumentation und Prozesssicherheit. Eigene Maschinen bedeuten hohe Fixkosten und sind oft nach wenigen Jahren technisch überholt. Mit uns erhalten Kunden Zugriff auf modernste Technologien und Know-how – flexibel, ohne Investitionsrisiko. Außerdem betrachten wir immer die Gesamtkosten, nicht nur den Stückpreis. Wir helfen Unternehmen, langfristig effizienter und flexibler zu produzieren. Am Ende können sich unsere Kunden auf das konzentrieren, was sie am besten können: Die Entwicklung und den Vertrieb hochwertiger Bauteile – ohne zusätzlichen organisatorischen Overhead im Teileeinkauf. Wir schaffen damit auch die Basis, in Europa wettbewerbsfähig zu bleiben.

■ **WONNEBERGER:** Ein wichtiges Thema ist das Total Cost of Ownership-Prinzip eines Bauteils. Oft wird nur der reine Stückpreis betrachtet – etwa für ein Teil, das früher im Spritzguss in großen Stückzahlen für 3,50 Euro gefertigt wurde. Doch die Rahmenbedingungen ändern sich: Der ursprüngliche Lieferant existiert vielleicht nicht mehr, die benötigten Stückzahlen sind viel kleiner und eine Nachbestellung zum alten Preis ist schlicht nicht möglich. In solchen Fällen wirkt unser Angebot auf den ersten Blick vielleicht teurer. Betrachtet man jedoch die Gesamtkosten, zeigt sich der Vorteil deutlich: Es müssen keine neuen Werkzeuge gebaut werden, keine großen Lagerbestände vorfinanziert werden, und Unternehmen bestellen genau die Menge, die sie aktuell benötigen. Damit reduziert sich das Risiko von Überproduktion und ungenutzten Beständen.

? **DEM:** Müssen Sie da noch viel Überzeugungsarbeit leisten?

■ **SIEBERT:** Viele Unternehmen sind bei diesem Thema schon sehr weit, andere noch nicht. Es ist auch nicht einfach, da Kosten oft über verschiedene Stellen im Unternehmen verteilt sind. Aber wer das Total Cost of Ownership nüchtern betrachtet, erkennt schnell: Was im Stückpreis teuer aussieht, kann in der Gesamtrechnung die wirtschaftlichere Lösung sein. Und natürlich vergleichen wir Preise. Wir arbeiten auch mit Lieferanten in China, vor allem für den asiatischen Markt. Aber im 3D-Druck sehen wir keinen gravierenden Preisvorteil aus China. Dort entstehen zwar sehr gute Drucker, aber die kann man auch in Europa kaufen.

■ **WONNEBERGER:** Und spätestens mit den Lieferkettenproblemen der letzten Jahre wurde deutlich: Sobald Container fehlen oder Frachtkosten explodieren, ist der vermeintlich günstige Einkauf aus Asien plötzlich sehr teuer. Das hat viele Unternehmen zum Umdenken gebracht. Jahrzehntlang wurden Supply Chains nur auf Effizienz und Kosten getrimmt. Doch sobald etwas nicht funktioniert, bricht das System zusammen. Der Ruf nach Veränderung war unüberhörbar – Stichwort Nearshoring und Reshoring. Die Frage ist nur: Wie lässt sich das in der Praxis umsetzen? Genau hier bieten wir einen wichtigen Baustein. Unsere Plattform ermöglicht die industrielle Fertigung von kleinen und mittleren Serien – also von Bauteilen, die oft Kopfschmerzen bereiten, weil sie zwar komplex und wertvoll sind, aber keine großen Volumina haben. Fehlen solche Teile, steht die Maschine still. Mit unserem Ansatz lösen wir viele dieser Probleme.

DEM: Wir danken Ihnen für das Gespräch.

KOSTEN SENKEN UND LAGERBESTÄNDE REDUZIEREN

Durch die Additive Fertigung (Additive Manufacturing, AM) ist die Zeit des digitalen Ersatzteillagers gekommen. Geopolitische Spannungen, veränderte Handelsbedingungen und Materialengpässe haben die Anfälligkeit klassischer Lieferketten offengelegt. Die vergangenen Jahre haben gezeigt, wie rasch ein einziger Engpass – sei es im Hafen, im Werk oder an der Grenze – ganze Branchen aus dem Gleichgewicht bringen kann. » VON NATASHA MATHEW



CNE Engineering nutzte BigRep Studio, um Bauteile für Scandinavian Airlines zu produzieren.

Doch selbst in stabilen Zeiten verursacht jeder Lagerbestand unsichtbare Kosten: Schätzungen zufolge verlieren Industrien jährlich 20 bis 30 Prozent des Warenwertes allein dadurch, dass Ersatzteile ungenutzt im Regal liegen. Mehr als die Hälfte aller eingelagerten Ersatzteile wird laut Studien nie verwendet – sie veralten oder werden entsorgt. Mit digitalen Beständen lässt sich dieser Kreislauf durchbrechen. Statt physischer Lagerflächen mit kaum genutzten Komponenten verfügen Unternehmen über gesicherte, validierte CAD-Dateien, die bei Bedarf abgerufen werden können. Mit großformatigen FFF-3D-Druckern wie denen von BigRep lassen sich sowohl individuelle Werkzeuge als auch vollwertige Ersatzteile unmittelbar und vor Ort fertigen.

Digitales Ersatzteillager: 3D-Druck revolutioniert Datenmanagement und Produktion

Im Kontext des 3D-Drucks bezeichnet ein digitales Ersatzteillager eine cloudbasierte Datenbank von Bauteildateien, sogenannten digitalen Zwillingen, die bei Bedarf in physische Teile umgesetzt werden können. Der Prozess umfasst dabei sechs Schritte:

- 1. Design:** Erstellung von CAD-Modellen inklusive Material- und Prozessdaten.
- 2. Sichere Speicherung:** Die Dateien werden in digitalen Inventarsystemen gespeichert – meist in PLM-Plattformen, AM-Management-Software oder cloudbasierten Bibliotheken mit Versionskontrolle.

3. Validierung und Zertifizierung: Prüfung und Zertifizierung, damit Teile den Leistungs- oder Normanforderungen entsprechen.

4. Datenabruf: Ingenieure oder Produktionsteams greifen auf die jeweils aktuelle, freigegebene Datei zu.

5. On-demand-Produktion: Übertragung an einen großformatigen 3D-Drucker, der das Bauteil am Einsatzort produziert – ob Vorrichtung, Ersatz- oder Funktionsteil.

6. Aktualisierung der Teile: Nach der Produktion können Leistungsdaten in das System zurückgespielt werden, um zukünftige Iterationen des Teils zu verbessern.

Fazit: Damit wird Ersatzteilmanagement von einer statischen Lagerhaltung zu einem datengetriebenen, stets aktuellen System. Branchen von Luft- und Raumfahrt bis Automobil greifen bereits auf diese Lösung zurück.

OB WARTUNG IN DER LUFTFAHRT, SCHUTZ ABGESTELLTER FLUGZEUGE, OPTIMIERUNG IN DER AUTOMOBILPRODUKTION ODER PRAXISNAHE AUSBILDUNG – VALIDIERTE DATEIEN UND 3D-DRUCK AUF ABRUF REDUZIEREN ABFALL, SENKEN KOSTEN UND SICHERN PROZESSE.

Luft- und Raumfahrt & Verteidigung: Rotorblatt-Halterungen

Bei der Lieferung von Hubschraubern an die Royal Navy stellte der Luft- und Raumfahrtkonzern Leonardo fest, dass die vorhandenen Halterungen für die Rotorblätter nicht den Anforderungen entsprachen. Das Unternehmen beauftragte SFM mit der Entwicklung einer 3D-gedruckten Lösung unter Verwendung des BigRep Pro und BigRep HI-

Temp CF und fertigte 63 Halterungen mit dem 3D-Drucker.

SFM konnte dadurch ein kritisches defektes Teil fast viermal schneller ersetzen als mit herkömmlichen Fertigungsmethoden. Die Vorteile gingen über die Geschwindigkeit hinaus: Das gedruckte Bauteil erfüllte nicht nur die Leistungserwartungen, sondern übertraf sie sogar und bot gleichzeitig die Flexibilität, bei Bedarf individuell angepasst und auf Abruf produziert zu werden.

FORD DRUCKT PRODUKTIONSWERKZEUGE UND MONTAGEHILFEN DIREKT AUS DEM DIGITALEN BESTAND UND SPART SO ZEIT UND LAGERFLÄCHE.

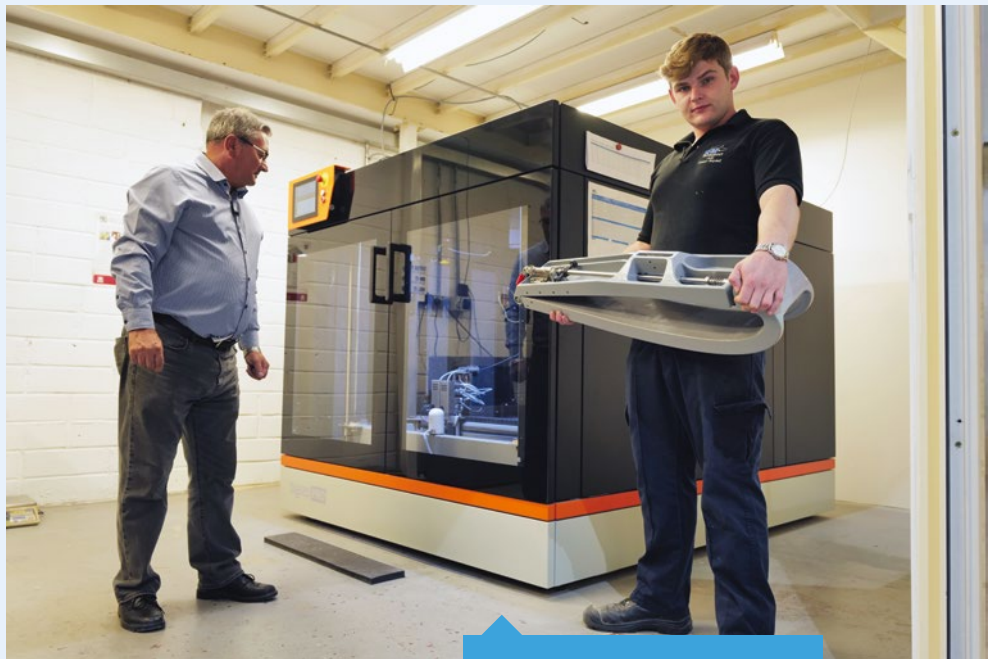
Luft- und Raumfahrt-MRO: 3D-gedruckte Formen für Triebwerksabdeckungen

Während der COVID-19-Pandemie standen 62 Prozent der Passagierflugzeuge still. Für Scandinavian Airlines (SAS) bedeutete das insbesondere in Norwegen logistische Herausforderungen. Das Ingenieurbüro CNE nutzte den BigRep Studio, um lokal Triebwerksabdeckungen herzustellen – eine Lösung, die Lieferkettenprobleme umging und regionale Ressourcen einband.

SAS wandte sich an CNE, ein spezialisiertes lokales Ingenieurbüro, das die Fluggesellschaft unterstützte. Um die Lieferkette zu verkürzen und verfügbare Ressourcen zu nutzen, setzten sie auf 3D-Druck. Für die großformatigen Triebwerksabdeckungen bot BigRep die passende Lösung und half, Engpässe mit lokaler Fertigung zu überwinden.

3D-Druck: Ford und AVI Boston setzen auf digitale Lagerlösungen

Ford druckt Produktionswerkzeuge und Montagehilfen direkt aus dem digitalen Bestand



SFM hat seine 3D-gedruckten Rotorblatt-Haltevorrichtungen mit dem BigRep Pro hergestellt.

Bilder: BigRep

und spart so Zeit und Lagerfläche. Mit BigReps großformatigen 3D-Druckern entstehen vollwertige Vorrichtungen und Qualitätssicherungswerkzeuge in einem einzigen Druckvorgang. Die Kosteneinsparungen sind enorm, da sich die BigRep-Maschine bereits nach den ersten wenigen Druckaufträgen amortisiert hat.

Bei AVI Boston ist das digitale Lager zum Rückgrat des Geschäftsbereichs für Fahrzeuganpassungen geworden. Anstatt sich auf Regale mit vorgefertigten Lagerbeständen oder die Lieferzeiten externer Lieferanten zu verlassen, entwirft und pflegt das Team eine Bibliothek mit validierten Teiledateien, darunter Armaturen Bretter, Türverkleidungen, Konsolen und sogar Lautsprecherabdeckungen.

Integration von Theorie und Praxis durch digitales Ersatzteillager

Die technische Luftfahrtsschule Polytechnique der Aix-Marseille-Universität verbindet Theorie mit Praxis durch ein innovatives digitales

Ersatzteillager. Statt allein auf virtuelle Simulationen zu setzen, erstellt und verwaltet das Programm eine umfassende digitale Bibliothek aller Flugzeugteile, die regelmäßig temporär beschafft werden.

ES IST EINE HERAUSFORDERUNG, QUALIFIZIERTE HERSTELLER UND MITARBEITER ZU FINDEN, ABER MIT DEM BIGREP-STUDIO UND DEN GESAMTEN TEILEDATEN AUF DEM COMPUTER IST ES, ALS HÄTTE MAN EINEN VOLLZEITMITARBEITER.

Dabei kommen BigRep-3D-Drucker zum Einsatz, um Teilekopien herzustellen. Dies ermöglicht es den Studierenden, reale Flugzeugkomponenten praxisnah zu zerlegen und Reverse Engineering zu betreiben, was ihnen wertvolle Lernzeit spart. Egal ob für Wartungsarbeiten in der Luftfahrt, den Schutz abgestellter Flugzeuge, Prozessoptimierungen in der Automobilproduktion oder praxisorientierte Ausbildung – die Kombination aus validierten digitalen Dateien und 3D-Druck auf Abruf reduziert Abfall, senkt Kosten und optimiert Prozesse. Mit der Unterstützung von BigRep können Unternehmen jederzeit Bauteile in Originalgröße drucken.

« TB

Natasha Mathew ist Texterin bei BigRep.



Maßgeschneiderte Fahrzeugteile für AVI Boston: Bei AVI Boston ist das digitale Lager zum Rückgrat des Geschäftsbereichs für Fahrzeuganpassungen geworden.

SCHNELLE PROTOTYPEN UND INNOVATIVE LÖSUNGEN

Der 3D-Druck beschleunigt die Produktentwicklung durch schnelle Prototypenerstellung und kosteneffizienten Druck ohne Werkzeuge. Ingenieure können Entwicklungen rasch verfeinern und mehr Varianten testen. Dies eröffnet neue Chancen für Mittelständler, Startups und Einzelanwender, indem technische und wirtschaftliche Möglichkeiten erweitert werden.

» VON OLE MARX

Zum Beispiel das Unternehmen BK-Pipecheck aus Augsburg: Dort entwickelte Johannes König ein Universalgelenk, das Abwasserdruckrohre schnell und kosteneffizient abdichtet. Zuvor hatte er festgestellt, dass fast 50 Prozent der untersuchten Druckrohre an den Enden nicht abgedichtet werden konnten. „Wenn sich ein Rohr nicht zuverlässig abdichten lässt, müssen unter Umständen ganze Schächte ersetzt werden. Das ist extrem kostspielig und zeitaufwändig“, sagt der Gründer und Firmenchef König.

Das Universalgelenk sollte eine flexible Lösung liefern, die sich mühelos an verschiedene Rohrdurchmesser und -materialien anpasst. König und seine Kollegen tüftelten lange am Design. Bei ihren Überlegungen spielte der 3D-Druck eine zentrale Rolle, weil die Entwickler damit schnell unterschiedliche Designs testen konnten. Diese Prototypen wurden dann über die Produktionsplattform Xometry präzise und effizient gefertigt.

3D-Druck verändert die Fertigungslandschaft

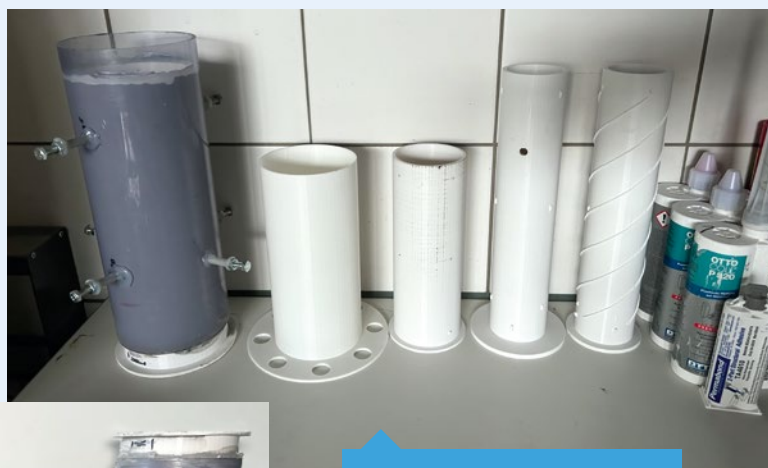
Eine solche Produktionsplattform arbeitet ganz ähnlich wie Amazon oder Uber. Digita-

le Abläufe und Künstliche Intelligenz lenken das Zusammentreffen von Herstellern und Nachfragern. Für die Produktionsbranche kündigt der starke Zuwachs an Plattformen eine Revolution in den Abläufen an. Xometry,

EINER DER VIELEN VORTEILE DES 3D-DRUCKS IST DIE DAMIT BESCHLEUNIGTE PRODUKTENTWICKLUNG. PROTOTYPEN ENTSTEHEN IN KÜRZEREN ITERATIONSZYKLEN, SO DASS INGENIEURE IHRE ENTWICKLUNGEN RASCHER VERFEINERN KÖNNEN.

als eine der großen Herstellerplattformen, steigert den Umsatz gegen den allgemeinen Wirtschaftstrend seit Jahren. Offenbar eröffnen Plattformen weitere geschäftliche Perspektiven, besonders dynamisch verläuft auf ihnen der 3D-Druck.

Innovative Unternehmen nutzen gerne die additive Produktion, und wissen längst, dass die gängigen Vorurteile überholt sind. Etwa der Glaube, dass sich nur kleine Teile drucken lassen. Kolben für Sportwagenmotoren, ein kompletter Kühlergrill für Geländewagen, Prothesen oder OP-Besteck – das sind nur einige Beispiele, deren Druck Xometry in letzter Zeit vermittelte. Im FDM- und SLA-Verfahren wird bis zu einer Baugröße von etwa zwei Metern gedruckt. Die entsprechenden Ma-



Pipecheck druckte zunächst mehrere Prototypen einer neuartigen Rohr-Abdichtung. So konnten Innovation schneller auf den Markt gebracht werden.





Am University College London entstand mit Unterstützung durch den 3D-Druck ein Mars-Mobil. Statt auf die üblichen druckbehafteten Reifen zu setzen, erarbeiteten die Forscher ein vollständig luftloses, flexibles Rad, das passiv dämpft, leicht ist und sich additiv fertigen lässt.

EINE BESONDERE VERBINDUNG MIT DEM 3D-DRUCK GEHT DAS RAPID PROTOTYPING EIN. ES GILT IN DER ENTWICKLUNG ALS GERADEZU REVOLUTIONÄRER ANSATZ. MIT DEM VERFAHREN LASSEN SICH PHYSISCHE MUSTERTEILE ODER MODELLE HERSTELLEN.

schinen kosten über eine Million Euro. Eine wesentlich günstigere Durchschnittsanlage baut immerhin bis zu einem halben Meter Größe. Solche Investitionen sparen sich die Nutzer einer Produktionsplattform, weil sie sich den Druck bei einem spezialisierten Betrieb vermitteln lassen.

INNOVATIVE UNTERNEHMEN NUTZEN GERNE DIE ADDITIVE PRODUKTION, UND WISSEN LÄNGST, DASS DIE GÄNGIGEN VORURTEILE ÜBERHOLT SIND. ETWA DER GLAUBE, DASS SICH NUR KLEINE TEILE DRUCKEN LASSEN.

Beschleunigte Produktentwicklung und Markteinführung

Eine besondere Verbindung mit dem 3D-Druck geht das Rapid Prototyping ein. Es gilt in der Entwicklung als geradezu revolutionärer Ansatz. Mit dem Verfahren lassen sich physische Musterteile oder Modelle herstellen. Digitale Modelle (CAD-Dateien) werden schnell in fassbare Prototypen umgewandelt, die Entwicklung beschleunigt sich deutlich. Dabei ähneln High-Fidelity-Prototypen stark dem Endprodukt. Low-Fidelity-Prototypen hingegen können starke Unterschiede zum Endprodukt aufweisen. Sie werden deshalb oft für eine vorläufige Konzeptvalidierung verwendet.

Der 3D-Druck ist die am häufigsten eingesetzte Technologie im Rapid Prototyping. Das Verfahren verkürzt die Zeit bis zur Markteinführung – ein entscheidender Vorteil, um rasch vom Konzept zum Produkt zu kommen. Zudem können Fehler im Design und funktionale Probleme schon in frühen Ent-

wicklungsphasen identifiziert werden. Das vermeidet teure Revisionen in späteren Produktionszeiten.

Jung-Forscher entwickeln luftloses Rad für Mars-Mobil

Am University College London entstand mit Unterstützung durch den 3D-Druck sogar ein Mars-Mobil. Ein Team aus Jung-Forscher entwickelte es im Rahmen der European Rover Challenge 2025 (ERC), auf der Rover präsentiert werden, die autonome Missionen auf einer simulierten Marsoberfläche absolvieren sollen. Besonders wichtig bei einem derartigen Gefährt: Die Räder, denn diese müssen in extremen Umgebungen bestehen.

Statt auf die üblichen druckbehafteten Reifen zu setzen, erarbeitete die Londoner Gruppe um Peter Simpson ein vollständig luftloses, flexibles Rad, das passiv dämpft, leicht ist und sich additiv fertigen lässt. Nach einigen Entwicklungsschleifen luden die Studenten die Datei ihres finalen Modells auf Xometry hoch, wo ihnen ein passender Hersteller vermittelt wurde. So entstanden schließlich im SLS-Verfahren sechs aus TPU gedruckte Räder. Jung-Forscher Zhiqi Cai freute sich über das Ergebnis: „Wir haben ein funktionales Bauteil entwickelt, das professionell gefertigt wurde und wertvolle technische Erkenntnisse liefert.“

Maßgeschneiderte Ersatzteile für Oldtimer-Enthusiasten

Ganz neue Möglichkeiten eröffnet der 3D-Druck auch in der Ersatzteilbeschaffung, etwa für automobile Oldtimer. Der Engländer Chris Amos liebt seinen Lotus Elan SE von 1991. Dieser gilt als moderner Klassiker, für den es aber kaum mehr modellspezifische Teile gibt. Besonders die Dichtungen für Türen, Fenster und Stoffverdeck konnte Amos



Wenn das Ersatzteil aus dem Drucker kommt, ist das für Oldtimerbesitzer eine tolle Chance, doch noch passende Dichtungen oder andere Bauteile zu bekommen.

Bild: Xometry

nicht mehr auftreiben. Der 3D-Druck half ihm aus der Verlegenheit. Der Auto-Enthusiast wählte TPU (thermoplastisches Polyurethan), das sich als flexibles und strapazierfähiges Material bestens für diese Aufgabe eignet. Heute freut sich Amos über das Ergebnis, das er über Xometry fertigen ließ: „Die Teile passen perfekt zu den Fenster- und Türleisten.“ Statt des Selektiven Lasersintern (SLS) will der Auto-Enthusiast in Zukunft das HP Multi Jet Fusion (MJF)-Verfahren verwenden. Amos erhofft sich davon noch bessere Oberflächenqualitäten und Dichtungen, die optisch wie die Originale wirken.

« TB

Ole Marx ist Regional Sales Director bei Xometry Europe.



Auch die Fertigung profitiert erheblich von einem PLM-System durch zentral gehaltene Stücklisten, aktuelle Datenstände und reibungsloser Zusammenarbeit

Bilder: PTC

AKZEPTANZ SICHERN FÜR ERFOLGREICHEN EINSATZ

PLM-Systeme ermöglichen ein transparentes Änderungsmanagement, schaffen eine zentrale Datenquelle (Single Source of Truth) und sorgen dafür, dass Entwicklungs-, Fertigungs- und Qualitätsteams stets auf aktuelle, konsistente Daten zugreifen. Es sprechen also gute Gründe für ein PLM-System. Doch viele PLM-Initiativen scheitern – nicht an der Technik, sondern an der mangelnden Akzeptanz der Anwender. » VON FLORIAN HARZENETTER

Konstruktions- und Fertigungsingenieure stehen neuen Systemen oft skeptisch gegenüber: zu komplex, zu aufwändig, zu starr. Viele betrachten PLM als reinen Datenspeicher und lassen damit viele Potenziale in den Prozessen ungenutzt. Hinzu kommt: Auf die technische Entwicklung entfällt der Löwenanteil der Arbeit bei der Einrichtung eines PLM-Systems. Der Gedanke an die arbeitsintensive Übertragung vorhandener Produktdaten von einem System in ein anderes verstellt ihnen den Blick auf die mittel- und langfristigen Vorteile.

So entschied sich beispielsweise ein internationaler Medizinproduktehersteller dafür, die Datenmigration nicht der technischen Entwicklung, sondern einem eigenen internen Team zu übertragen. Die Entwickler blieben außen vor, was zu Akzeptanzproblemen und ineffizienten Prozessen führte.

Die gute Nachricht: Mit einem gezielten Change Management lässt sich Widerstand in Akzeptanz transformieren. In seiner 40-jährigen Geschichte hat PTC mit den größten Fertigungsunternehmen zusammengearbeitet und auf Basis dieser Erfahrung nicht nur die PLM-Software Windchill so konzipiert, dass die Einführung so einfach wie möglich gelingt, sondern auch die wichtigsten Voraussetzungen für die Akzeptanz der Benutzer gesammelt.

Das A und O: Kommunikation und Schulungen

Kommunikation und Schulungen sind erfahrungsgemäß die wichtigsten Instrumente. Ein Kommunikationsplan sollte nicht nur erklären, was sich verändert, sondern vor allem: warum. Welche Vorteile ergeben sich für das Unternehmen und ganz konkret für die einzelnen Anwender? Weniger Nacharbeit,

schnellere Entscheidungsprozesse, bessere Datenqualität, effizientere Zusammenarbeit und sogar höhere Boni sind Argumente, die überzeugen.

Zudem bedarf es sorgsam geplanter und wirkungsvoll umgesetzter Schulungsprogramme. Erfolgreiche Schulungen berücksichtigen mit verschiedenen Formaten (online, Präsenz, Video, Unterlagen) und einem modularen Aufbau aus leicht zu bewältigenden Wissenseinheiten die unterschiedlichen

FÜR EINE ANHALTENDE BENUTZERAKZEPTANZ SORGT EIN BEREITSTELLUNGSPLAN, DER VERÖFFENTLICHT, EINGEHALTEN UND IMMER WIEDER AN DIE TATSÄCHLICHEN FORTSCHRITTE ANGEPASST WIRD.

Lernpräferenzen. Das schafft stärkere Anreize und nimmt allen Entschuldigungen für die Nichtteilnahme den Wind aus den Segeln. Die Inhalte sollten praxisnah zeigen, wie PLM den Arbeitsalltag erleichtert. Mit Tests lässt sich sicherstellen, dass die nötigen Schulungen tatsächlich absolviert wurden.

Führungskräfte als Enabler

Ein PLM-Projekt braucht Rückendeckung aus der Unternehmensleitung. Sie kann dazu beitragen, die Finanzierung sicherzustellen und den Sinn der Initiative mit Autorität zu kommunizieren. Führungskräfte können unterstützen, dass alle relevanten Beschäftigten entsprechend ihrer Rolle an der Einführung mitwirken und institutionelle Hindernisse aus dem Weg geräumt werden. Wichtig ist, dass auch das mittlere Management die Veränderungen aktiv mitträgt.

Aber auch Kollegen und Kolleginnen können wesentlich zur Akzeptanz beitragen: Ein weltweit renommiertes Fertigungsunternehmen für Industriegasturbinen setzte auf sogenannte „Vorkämpfer“, die die neue Technologie gründlich kennenlernen, einen Einführungsplan ausarbeiten und an der Definition der endgültigen Prozesse mitwirken konnten. Das schaffte viele Reibungspunkte während des Änderungsprozesses aus dem Weg und trieb die Benutzerakzeptanz rasch voran.

Fertigung profitiert von zentral gehaltenen Stücklisten

In den Fertigungsabteilungen besteht häufig die Auffassung, PLM sei nur für Ingenieure. So besteht hier vielfach ein Widerwille, Daten in die neue PLM-Umgebung zu übertragen und dort zu verwalten. Dabei profitiert gerade die Fertigung erheblich von zentral gehaltenen Stücklisten, aktuellen Datenständen und reibungsloser Zusammenarbeit. Während alte Excel-Lösungen fehleranfällig und nicht skalierbar sind, erhöht ein digital integrierter Änderungsprozess die Effizienz, Qualität und Geschwindigkeit und entlastet Fertigungsteams deutlich.

Handlungsspielräume schaffen, Erfolge anerkennen

Teams mit umfangreichen, neuen Aufgaben zu betrauen, ohne das Arbeitspensum neu zu verteilen, ist ein sicherer Weg zum Misserfolg. Wer eine zentrale Rolle im Einführungsprozess spielt, benötigt Freiräume. Aufgaben müssen neu verteilt, Verantwortlichkeiten klar definiert und Entscheidungskompetenzen zugewiesen werden.



Konstruktions- und Fertigungsingenieure stehen neuen Systemen oft skeptisch gegenüber. Kennen sie die Vorteile für das Unternehmen und für ihre tägliche Arbeit, steigt die Akzeptanz.

Anerkennung ist ein starker Treiber. Wenn Engagement gesehen und gelobt wird, steigt die Motivation auch bei anderen. Aber auch Herausforderungen sollten offen angesprochen werden – im Idealfall mit Lösungswegen. So werden unvorhersehbare Rückschläge vermieden und es entsteht Vertrauen, das die Akzeptanz stärkt.

Anfangserfolge erhalten die Dynamik aufrecht

Eine PLM-Einführung nimmt in der Regel einen längeren Zeitraum in Anspruch. Für eine anhaltende Benutzerakzeptanz sorgt ein Bereitstellungsplan, der veröffentlicht,

geteilt und überwacht wird. Diese müssen an objektiv messbaren KPIs (Leistungskennzahlen) festgemacht werden. Sinnvoll sind sowohl endgültige als auch Zwischenziele. Denn Anfängererfolge erhalten die Dynamik aufrecht und fungieren als Konzeptnachweis. Wer dann Produktivitätssteigerung, höhere Qualität oder kürzere Durchlaufzeiten erreicht, trägt maßgeblich zum Unternehmenserfolg bei. Das sollte sich auch im Bonusmodell widerspiegeln.

GROSSE BEDEUTUNG HAT AUCH DAS WISSEN, WELCHEN BEITRAG DAS NEUE SYSTEM ZU DEN STRATEGISCHEN ZIELEN DES UNTERNEHMENS HAT, ETWA EFFIZIENZ, TIME-TO-MARKET ODER NACHHALTIGKEIT.

eingehalten und immer wieder an die tatsächlichen Fortschritte angepasst wird. Damit lassen sich kritische Abhängigkeiten definieren und gewährleisten, dass grundlegende Elemente des neuen Systems fertig sind, bevor man versucht, Funktionalitäten oder Attribute zu implementieren, die auf diesen aufbauen.

Große Bedeutung hat auch das Wissen, welchen Beitrag das neue System zu den strategischen Zielen des Unternehmens hat, etwa Effizienz, Time-to-Market oder Nachhal-

Benutzerakzeptanz ist kein Nebenschauplatz

KI kann vieles – auch zur Benutzerakzeptanz beitragen. Trainiert auf unternehmensspezifischen Datensets, automatisiert sie mühsame Aufgaben von Ingenieuren, wie Engpasserkennung, Beheben von Datenduplikaten oder Metadatenklassifikation. Diese brauchen die Ergebnisse der KI nur auf Korrektheit prüfen, statt sie selbst von Grund auf durchführen zu müssen. Auch LLMs (Large Language Models) lassen sich nutzen, um Inhalte effizient zu analysieren oder zu generieren.

Fazit: Eine PLM-Einführung ist kein reines IT-Projekt, sondern eine tiefgreifende Transformation. Sie gelingt nur, wenn die Benutzer im Mittelpunkt stehen. Wer ihre Akzeptanz als zentrales Erfolgskriterium behandelt, kann den vollen Wert seiner PLM-Investition ausschöpfen.

« TB

Florian Harzenetter ist Global Advisor Industrials and EHT (Electronics and Hightech) bei PTC.

Der Betrieb der Fördertechnik im Flughafen lässt sich kostenmäßig optimieren (hier die Gepäckverladung), etwa mit dem Variantenmanagement von SEW-Eurodrive. Bild: © shutterstock.com



KOSTENOPTIMIERUNG DURCH VARIANTENMANAGEMENT

Der Slogan „Fly high – pay low“ einer deutschen Fluggesellschaft, das Reisebudget sparsamer einzusetzen, gilt nicht nur für den Transport in der Luft. Auch der Betrieb der Fördertechnik im Flughafen lässt sich kostenmäßig optimieren: Aktuell implementiert der Flughafen München im Terminal 1 das Variantenmanagement von SEW-Eurodrive. Es hilft, die Zahl der eingesetzten Antriebsvarianten in den Förderanlagen zu optimieren und den Umfang des Ersatzteillagers zu reduzieren.

» VON GUNTART MAU

Der Flughafen München Franz Josef Strauß wurde am 17. Mai 1992 eröffnet. Er ersetzte den früheren Flughafen München-Riem und liegt nordöstlich der Millionenstadt im Erdinger Moos. Hier arbeiten mittlerweile ca. 30.000 Menschen, einschließlich aller Dienstleister und Zulieferer. Terminal 1 ist der älteste Teil des MUC, wie die international übliche Abkürzung – der sog. IATA-Code – heißt. Hier verkehren Fluggesellschaften wie Condor und Eurowings, Air France und British Airways. Mit etwa 48 Millionen Passagieren (Stand 2019) zählte der Münchner Airport zu den zehn verkehrsreichsten Luftfahrt-Drehkreuzen in Europa. Entsprechend ist auch die Kapazität der Gepäckförderanlagen ausgelegt.

Förderanlage mit Geschichte

Anton Lechner ist seit sechs Jahren im Bereich „Flughafenspezifische Anlagen“, Servi-

cebereich Technik tätig. Im Terminal 1 sorgt er für die ordnungsgemäße technische Funktion der Gepäckförderanlagen. Sie ermöglichen zwei wichtige Arbeitsprozesse: die Be- und die Entladung der Flugzeuge. Mit der Instandhaltung der Gepäckförderanlagen beauftragte der Bereich Technik einen externen Dienstleister. „Ich bin das Bindeglied zwischen den betrieblichen Belangen um die Gepäckförderanlage und der Instandhaltungsfirma“, beschreibt Anton Lechner seine Aufgabe im Flughafen.

In einem Wartungsvertrag wurde vereinbart, dass nach 20.000 Stunden eine Generalinspektion des Förderers erfolgt. Sollte sich dabei herausstellen, dass einzelne Komponenten verschlissen sind, werden sie durch den Vollinstandhalter ausgetauscht. Immerhin laufen die Bänder täglich, aber sehr unterschiedlich lange – von selten bis zum Dauerbetrieb in den Peak-Zeiten. Daher haben die Lieferanten der Fördertechnik sämtliche Antriebe mit hinreichender

Reserve ausgelegt. Insgesamt wurden im Terminal 1 für den Gepäcktransport über 2.500 Elektromotoren in der Fördertechnik verbaut – mit mehr als 200 unterschiedlichen Motorentypen. „Im Laufe der Jahrzehnte hatten wir mehrere Lieferanten, verschiedene Hohlwellen, unterschiedliche Einbausituation“, erläutert Anton Lechner und fasst die Situation zusammen: „Diese Anlage kann eine Geschichte erzählen.“

Variantenmanagement optimiert Antriebslösungen im Service

Angeht es um die große Zahl und Varianz von Antrieben hatte der Servicebereich Technik den Wunsch, einen genauen Überblick zu bekommen, welche SEW-Produkte im Einsatz sind und in welcher Konfiguration diese geliefert wurden. Lechner erläutert: „Natürlich haben wir ein Lagermanagement, in dem die Motoren mit ihrer Nennleistung gelistet sind.“ Aber er wünschte detaillierte Informationen und Filtermöglichkeiten.

Diese bietet das Variantenmanagement von SEW-Eurodrive.

Anton Lechner berichtet: „Ursprünglich setzten wir Getriebemotoren eines anderen Lieferanten ein. Ich bekam die Aufgabe, einen neuen Rahmenvertrag auszuschreiben, weil der Flughafen einen alternativen Antriebshersteller finden wollte. Eine Voraussetzung dabei war, dass sich die angebotenen Getriebemotoren mit mechanisch identischer Schnittstelle an die Förderer anbauen lassen.“ Mit SEW-Eurodrive wurde ein geeigneter Anbieter gefunden. Der Antriebsspezialist bot eine passende Lösung an und lieferte seine Getriebemotoren zunächst über den Maschinenbauer an den Flughafen.

„Haben bei Null angefangen und gemeinsam viel geschafft“

„Ein Kontakt zu SEW-Eurodrive bestand schon länger, aber eher auf informeller Ebene“, berichtet Lechner. „Eine direkte Geschäftsverbindung gibt es seit etwa fünf Jahren“, ergänzt Andreas Tischler. Er ist Vertriebsingenieur im Drive Technologie Center (DTC) Süd von SEW-Eurodrive in Kirchheim, nur eine halbe Autostunde südlich vom Flughafen gelegen. Er fährt fort: „Vor zwei Jahren haben wir das erste Mal über das Variantenmanagement gesprochen.“ Anton Lechner war von Anfang an interessiert: „Unsere Hauptmotivation war zunächst, die vorhandenen Motoren zu erfassen.“ Das läuft neben dem täglichen Hauptgeschäft, dem Betrieb der Gepäckförderanlage.

Seit Sommer 2022 wird das Variantenmanagement im Terminal 1 schrittweise implementiert. Die Mitarbeiter des Servicebereichs Technik importieren die Getriebemotoren über die Seriennummern. „Wir müssen sie jeweils separat anschauen, weil beispielsweise auch die Drehzahlen unterschiedlich sind. Dafür habe ich eine Liste zum strukturierten Erfassen der Antriebsdaten.“ Bei neuen Angeboten werden die Daten über das CRM-

System von SEW-Eurodrive automatisch im Variantenmanagement angezeigt. „Wir haben bei Null angefangen und gemeinsam über die Zeit viel geschafft“, berichtet Andreas Tischler. „Nur einige Unikate müssen noch händisch erfasst werden.“

DAS VARIANTENMANAGEMENT VEREINFACHT DIE ARBEITSWEISE DER KUNDEN. IM ELEKTRONISCHEN KATALOG KANN MIT HILFE VON UMFANGREICHEN FILTERN UND VERGLEICHSMÖGLICHKEITEN EIN PASSENDER ANTRIEB GEFUNDEN WERDEN.

Das Variantenmanagement vereinfacht die Arbeitsweise der Kunden. Im elektronischen Katalog kann mit Hilfe von umfangreichen Filtern und Vergleichsmöglichkeiten ein passender Antrieb gefunden werden. Tischler erläutert: „Auch bei Produkten anderer Hersteller, die der Kunde ersetzen möchte, geht er ins Variantenmanagement und prüft auf Basis von technischen Merkmalen wie Einbaulage, Drehzahl und Leistung, ob schon ein passendes SEW-Produkt vorhanden ist. Dann sendet er uns über das Variantenmanagement eine Angebotsanfrage mit der Materialnummer. Aufgrund der guten Erfahrungen mit dem Variantenmanagement kauft der Flughafen München bei uns die passenden Antriebe.“

„Überblick über Varianten verbessert sich kontinuierlich“

Schon wenige Monate nach der Einführung des Variantenmanagements im Terminal 1 beschreibt Anton Herr Lechner den Nutzen: „Der Überblick über die Varian-

ten verbessert sich kontinuierlich. Das ist ein fortlaufender Prozess, der noch etwas dauern wird, bis er Früchte trägt. Da bin ich sehr zuversichtlich.“ Auch der Vollinstandhalter hat bereits ein allgemeines Interesse am Variantenmanagement signalisiert. Anton Lechner ist optimistisch: „Natürlich muss der Dienstleister die Verfügbarkeit der gesamten Fördertechnik garantieren und deshalb Veränderungen sorgfältig planen. Aber er begrüßt die gewonnene Transparenz und geht diesen Weg mit“, resümiert der Servicespezialist.

Unterschiedliche Motorvarianten und -daten berücksichtigen

Der nächste, geplante Schritt wird die Reduzierung der vorhandenen Antriebsvarianten in der Fördertechnik sein. Das ist ein längerer Prozess, bei dem unterschiedliche Motorvarianten und -daten zu berücksichtigen sind. Zum Beispiel gehören dazu auch die Geschwindigkeiten, damit der Förderfluss der Gepäckstücke richtig bemessen wird. In der Folge kann das Ersatzteillager verkleinert werden. Bei künftigen Neuplanungen wird es auch möglich sein, sinnvolle Vorgaben über die einzusetzenden Antriebsvarianten zu machen. Auch für jeden OEM, der regelmäßig SEW-Antriebe bestellt, ist die Lösung interessant.

« TB

Gunthart Mau ist Referent Fachpresse bei SEW-Eurodrive in Bruchsal.

Der Getriebemotor von SEW-Eurodrive treibt das Förderband an der Einschleusung am Sorter an. Er wird durch einen Umrichter Movimot in motornäher Montage gespeist. Bild: SEW-Eurodrive



Im Gepäckraum des Terminal 1 im Flughafen München laufen zwei logistische Arbeitsprozesse ab: die Be- und die Entladung der Flugzeuge. Bild: SEW

DURCHGÄNGIGE DATEN STEIGERN DIE EFFIZIENZ

Es mangelt an Fachkräften, die Komplexität steigt, Lieferzeiten werden immer kürzer und der internationale Wettbewerb wächst. All das fordert Schaltschrankbauer heraus, ihre Prozesse zu überdenken. Die Digitalisierung bietet hier nicht nur eine Lösung, sondern einen Wettbewerbsvorteil – vorausgesetzt, sie wird durchgängig und konsistent umgesetzt.

» VON TIMO TARRACH UND MIGUEL DELGADO-ABRACOS

Nach wie vor prägen manuelle Tätigkeiten die Prozesse vieler Schaltschrankbauer. Informationen liegen verteilt in verschiedenen Systemen, von denen viele noch nicht vollständig digitalisiert sind. Besonders papierbasierte Fertigungsunterlagen führen dabei zu erheblichen Ineffizienzen. Wichtiges Erfahrungswissen, über das ausschließlich einzelne Fachkräfte verfügen, läuft komplett an Prozessen und einer systematischen Dokumentation vorbei. Das macht die Produktion fehleranfällig, langsam und schwer skalierbar. Insbesondere in Zeiten, in denen qualifiziertes Personal schwer zu finden ist, führen diese

Rahmenbedingungen zu schwerwiegenden Problemen.

Gleichzeitig steigen die Anforderungen: Kunden erwarten kürzere Lieferzeiten, eine höhere Variantenvielfalt und maximale Qualität. Um diesen Spagat zu meistern, braucht es digitale Lösungen, die nicht nur einzelne Arbeitsschritte optimieren, sondern den gesamten Prozess intelligent vernetzen.

Durchgängige Daten vom Engineering bis zur Fertigung

Die Grundlage für effiziente, abgestimmte Prozesse ist ein durchgängiges digitales Datenmodell. Das Engineering verantwortet die Anlage und Pflege eines standardisierten, vollständigen digitalen Zwillings und stellt ihn für alle Prozessschritte konsistent bereit. Nur unter dieser Voraussetzung lassen sich Medienbrüche vermeiden, Fehler reduzieren und Durchlaufzeiten verkürzen.

Leistungsfähige digitale Schnittstellen ermöglichen den Datenexport aus dem Engineering in die Fertigungsprozesse, sodass eine durchgängige Nutzung der Daten sichergestellt ist. Dabei ist ein klares Konzept erforderlich, um Daten gezielt für jeden einzelnen Schritt der Produktion bereitzustellen: so viele Informationen wie nötig – so wenig Daten wie möglich. Dieser Leitsatz ist bei der Betrachtung jedes Arbeitsschritts für eine effiziente Digitalisierung im Schaltschrankbau zu berücksichtigen.

Mit der Engineering-Software Clipx Engineer bietet Phoenix Contact eine umfassende Lösung für die Planung und Bestellung von Klemmenleisten. Die Software ermöglicht die einfache Auswahl und Platzierung von Komponenten. Gleichzeitig stellt sie im Hintergrund die entsprechende Dokumentation bereit – inklusive der Ergänzung passenden Zubehörs und direkter Anbindung an gängige ECAD-Systeme. Es entsteht ein digitaler

Zwilling der Klemmenleiste als Datenbasis für alle weiteren Fertigungsschritte.

Werkerassistenz: Effizienz steigern mit digitaler Unterstützung

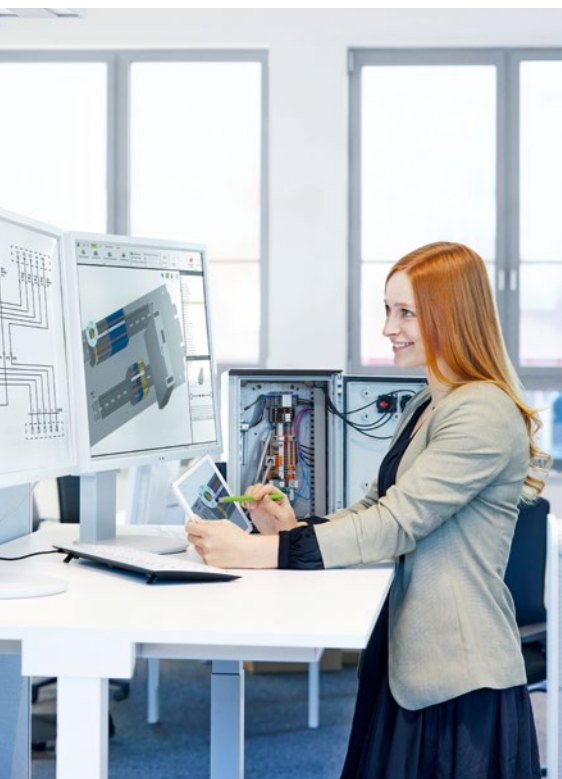
Ein besonders großer Effizienzhebel durch den Einsatz digitaler Daten liegt in der Fertigung. Hier setzt das Unternehmen mit zwei spezialisierten Software-Lösungen für die Werkerassistenz an:

Clipx Engineer assemble unterstützt die manuelle Montage von Klemmenleisten. Das kostenpflichtige Add-on für den Clipx Engineer führt den Werker Schritt für Schritt durch den Bestückungsprozess und visualisiert die Positionierung aller Komponenten. Diese Anleitung reduziert Fehler auf ein Minimum und verkürzt Einarbeitungszeiten maßgeblich – ideal auch für wenig erfahrene Mitarbeitende. Des Weiteren können

ERFAHRUNGSWISSEN LÄUFT AN DER SYSTEMATISCHEN DOKUMENTATION VORBEI.

die Markierungsdaten bedarfsgerecht an einen Drucker gesendet und so während des Bestückungsvorgangs platziert werden. Die gesamte Datenübernahme erfolgt direkt aus der zugehörigen Engineering-Software.

Clipx Wire assist begleitet die teilautomatisierte Leitervorbereitung. Die Software steuert halbautomatische Geräte, um abzulängen, abzuisolieren und Aderendhülsen zu verpressen. Der maschinelle Prozess stellt die Verarbeitung der Leiter exakt nach Vorgabe und in gleichbleibend hoher Qualität sicher. Zusätzlich ermöglicht die Software die direkte Übermittlung der Informationen zur Leiterkennzeichnung an ein Markierungssystem. Für maximale Effizienz sorgt hier die



Im Engineering entsteht ein digitaler Zwilling als zentrale Datenbasis für alle weiteren Prozessschritte.

EINFACH UND SCHNELL KLEMMENLEISTEN BESTELLEN

Individuell konfigurierte Klemmenleisten lassen sich schnell und unkompliziert direkt aus der Engineering-Software Clipx Engineer heraus bestellen. Ob Einzelstück oder Serienfertigung: Die vormontierten, markierten und mit Zubehör versehenen Leisten sind je nach gewähltem Servicelevel in zwei bis acht Werktagen versandfertig. Das spart Zeit und reduziert Lagerkosten. Schaltschrankbauer können sich ganz auf Ihr Kerngeschäft konzentrieren.

Thermomark E Series, die die Bedruckung und Applizierung der Leiter in einem Arbeitsschritt ausführt. Die eingesetzten Daten stammen direkt aus dem Engineering. Ihre Übertragung erfolgt nahtlos, also ohne Systembruch, in die Fertigung.

Einheitlich und effizient markieren

Ein Schlüssel für fehlerarme, effiziente Abläufe nicht nur in der Fertigung von Schaltschränken, sondern auch im späteren Betrieb, ist die eindeutige Kennzeichnung aller Bauteile. Die Marking System Software bietet die zentrale, digitale Plattform für die Planung und Erstellung von Kennzeichnungen. Sie umfasst alle Arten von Markern für Klemmen, Kabel und Leiter, Geräte und Anlagen. Darüber hinaus steuert die Software alle Drucksysteme des Herstellers bei der Ausführung der Druckaufträge. Integrierte Schnittstellen ermöglichen

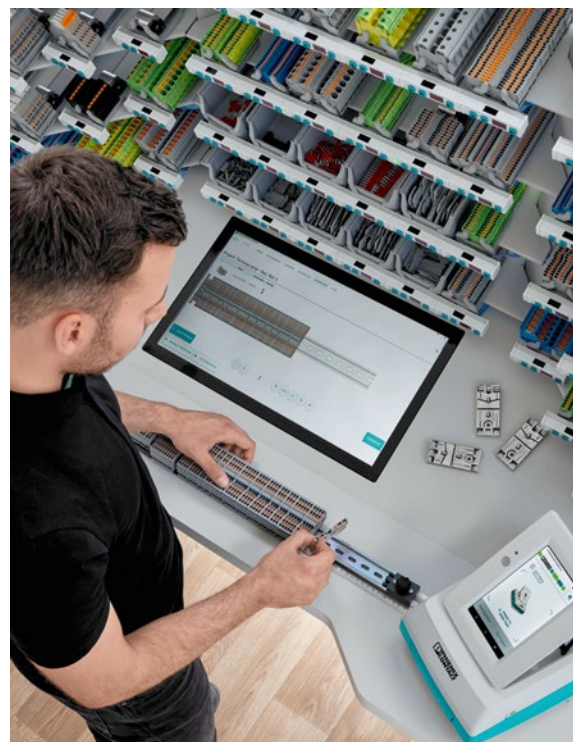
die direkte Übernahme und Konvertierung der Kennzeichnungsdaten aus dem Engineering für eine durchgängige, fehlerfreie Markierung. Alle Kennzeichnungsmaterialien lassen sich dabei kundenspezifisch anpassen. Für die Schaltschrankfertigung bedeutet dies zum Beispiel die Gestaltung von Typenschildern mit Kundenlogos, Barcodes sowie variablen Feldern für den Datenimport – ganz nach den individuellen Anforderungen der Kunden. In Kombination mit den passenden Drucksystemen und der mobil nutzbaren App entsteht ein vollständig digitalisierter Markierungsprozess – schnell, flexibel und skalierbar.

Skalieren und wiederverwenden: Der unterschätzte Vorteil

Ein häufig vernachlässigter Vorteil durchgängiger Digitalisierung ist die Möglichkeit zur Replikation: Einmal vollständig digital dokumentierte Projekte lassen sich mit minimalem Aufwand wiederverwenden – sei es in der Serienfertigung, der Ausprägung

SOFTWARE ERMÖGLICHT EINFACHE AUSWAHL UND PLATZIERUNG VON KOMPONENTEN.

von Varianten oder ähnliche Anwendungen. Das spart nicht nur Zeit, sondern schafft auch eine neue Qualität in der Projektabwicklung. Unter anderem aus diesem Grund bietet bereits der Einsatz einzelner digitaler Lösungen des vorgestellten Portfolios signifikantes Potenzial zur Effizienzsteigerung.



Die Werkerassistenz-Software Clipx Engineer assemble führt Schritt für Schritt durch den Bestückungsprozess – intuitiv, sicher und effizient.

Die ganzheitliche, individuell abgestimmte Vernetzung der digitalen Daten in der Produktion ermöglicht in der Folge die Nutzung von Synergieeffekten mit übergeordnetem Mehrwert für einen langfristigen Wettbewerbsvorteil.

Fazit: Digitalisierung als strategischer Hebel

Die durchgängige Digitalisierung im Schaltschrankbau ist längst keine Zukunftsvision mehr. Sie lässt sich bereits heute umsetzen und ist wirtschaftlich sinnvoll. Voraussetzung dafür ist es, Daten standardisiert und vollständig anzulegen, zu pflegen und bereitzustellen. Der Hersteller bietet mit seinem Softwareportfolio praxisnahe Lösungen, die sich nahtlos in bestehende Prozesse integrieren lassen und echte Mehrwerte schaffen: kürzere Durchlaufzeiten, höhere Qualität, geringere Fehlerquoten und eine deutlich gesteigerte Effizienz. Wer jetzt in durchgängige Digitalisierung investiert, sichert sich nicht nur einen technologischen Vorsprung, sondern macht sich unabhängiger vom Fachkräftemarkt. Dies schafft die Basis für skalierbares Wachstum. « KIS



Die Werkerassistenz-Software clipx Wire assist steuert Geräte und Drucksysteme für eine effiziente und qualitativ hochwertige, teilautomatisierte Leitervorbereitung.

Bilder: Phoenix Contact

Timo Tarrach ist Produktmanager Software BU ICS bei Phoenix Contact in Blomberg.

Miguel Delgado-Abracos ist Produktmanager Software BU MI bei Phoenix in Blomberg.



WIE REIF IST DAS MBSE IN DEN UNTERNEHMEN?

Mit der ISO/IEC/IEEE 24641 existiert eine Grundlage zur Beurteilung der Reife von MBSE-Aktivitäten (Modellbasiertes Systems Engineering) in Unternehmen. Das Fraunhofer IPK hat in einem Online-Workshop gemeinsam mit Industrievertretern die Eignung und das Potenzial der Norm sowie die Anforderungen aus der Praxis an eine Reifegradbewertung diskutiert. » VON HENRIETTE HÖFERMANN, PASCAL LÜNNEMANN UND KAI LINDOW

Im Modellbasierten Systems Engineering (MBSE) steckt großes Potenzial für Unternehmen: von einer verbesserten Verständlichkeit und Transparenz der Produktsysteme bis hin zu einer besseren Koordination und Durchgängigkeit von Entwicklungsaktivitäten. Um MBSE jedoch effektiv einzuführen und weiterzuentwickeln, ist es entscheidend, den aktuellen Reifegrad der MBSE-Aktivitäten zu kennen. Ein Reifegrad beschreibt den Entwicklungsstand oder die Ausgereiftheit eines Prozesses, einer Fähigkeit, einer Organisation oder einer Technologie. Eine Reifegradbewertung dient dazu, den Ist-Zustand nachvollziehbar zu erfassen, Fortschritte messbar zu machen

sowie Handlungsfelder und Entwicklungspotenziale zu erkennen.

Das MBSE-Prozessrahmenwerk

Im Jahr 2023 wurde die Norm „ISO/IEC/IEEE 24641: System- und Software-Engineering – Methoden und Werkzeuge für modellbasiertes System- und Software-Engineering“ veröffentlicht. Diese Norm stellt erstmals ein umfassendes Prozessrahmenwerk für MBSE dar. Sie adressiert unter anderem die Prozesse rund um die Beschaffung, Entwicklung und Nutzung von MBSE-Werkzeugen und -Methoden und gliedert sich in die Bereiche „Plan MBSE“, „Build Models“, „Support Models“ und „Perform MBSE“. Durch diese

Kategorien wird sichergestellt, dass nicht nur die Modellierung selbst, sondern auch begleitende Aspekte wie Planung, Zielsetzung und Modellverwaltung im MBSE-Kontext berücksichtigt werden. Die vier Bereiche bündeln jeweils Prozesse, die wiederum jeweils einen Zweck, Inputs to produce outcomes (Eingänge, um die Ergebnisse zu erreichen), unterstützende Aufgaben und Process Outcomes (Ergebnisse der Prozesse) aufweisen.

Die Norm bietet mit ihren Prozessbeschreibungen eine ideale Grundlage für eine MBSE-Reifegradbewertung und benennt dies explizit als einer ihrer Anwendungszwecke: „One intended use of this document is to facilitate process assessment and improvement.“

Workshop am Fraunhofer IPK

Um diese Entwicklung einer Reifegradbewertung anwendungsorientiert zu gestalten, haben wir am Fraunhofer-Institut für Produktionsanlagen und Konstruktionstechnik IPK zu einem Online-Workshop mit dem Titel „Was macht ‚gutes‘ Modellbasiertes Systems Engineering aus?“ eingeladen. An dem eintägigen Workshop nahmen 20 Personen aus der Industrie teil. Die Gruppe setzte sich aus Personen mit sehr unterschiedlichen Kenntnisständen im Bereich MBSE zusammen. Es waren verschiedene Branchen und Unternehmensgrößen vertreten.

Herausforderungen mit MBSE in der Praxis

Trotz der Diversität der Teilnehmenden zeigte sich eine hohe Übereinstimmung in den alltäglichen Herausforderungen. Organisatorisch sind vor allem die fehlende Akzep-

BEIM MBSE FEHLEN WISSEN UND AKZEPTANZ SEITENS DER ANWENDER.

tanz und das mangelnde Verständnis für MBSE auf allen Ebenen eine große Hürde – ebenso wie das fehlende MBSE-Wissen. Technologisch stellen die Komplexität und die mangelnde Integration von Tools eine primäre Herausforderung dar. Dazu gehört auch der Unterschied zwischen dem Umfang des MBSE-Tools und des MBSE-Ansatzes (Methodik). Eine konzeptionelle Hürde besteht in den unterschiedlichen Auffassungen über den erforderlichen Detailgrad der Modelle. Dabei geht es insbesondere darum, welche Inhalte in welcher Ausprägung ins Systemmodell und welche in die disziplinspezifischen Modelle gehören.

Diskussion zu ISO/IEC/IEEE 24641

Gemeinsam mit den Teilnehmenden wurde im Workshop die Eignung der Norm als Grundlage für eine Reifegradbewertung diskutiert. Dabei wurden erste, auf die Norm aufbauende Konzepte in Form von Kategorien (etwa Infrastruktur oder Richtlinie) sowie dafür passende Bewertungsdimensionen analysiert. Die Teilnehmenden konnten die Deckung zwischen der Struktur und den Inhalten der Norm und ihren eigenen Praxiserfahrungen feststellen. Besonders der Umfang der Norm, der sich nicht ausschließlich auf das Modellieren beschränkt, stellt einen wichtigen, praxisrelevanten Aspekt dar. Auch

die ersten Entwürfe in Richtung einer Reifegradbewertung konnten durch die Teilnehmenden bestätigt werden.

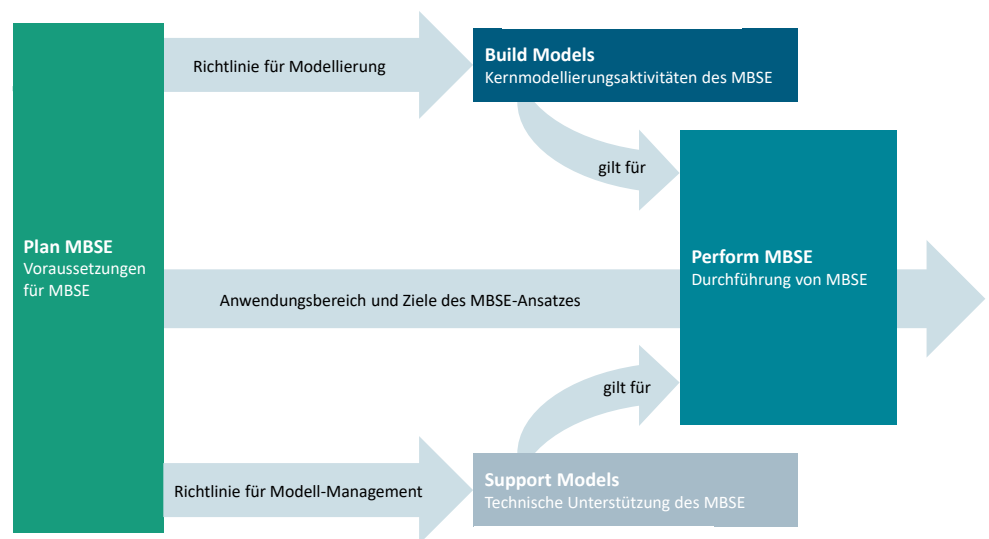
Erwartungen der Teilnehmenden an eine Reifegradbewertung

Die Teilnehmenden erwarten von einer Reifegradbewertung vor allem eine objektive Vergleichbarkeit der MBSE-Reife von unterschiedlichen Abteilungen und Unternehmen. Außerdem soll sie zum früheren Erkennen von Risiken dienen und die Auswirkungen der MBSE-Aktivitäten auf das Unternehmen transparent darstellen. Dabei soll der Fokus stärker auf der Analyse der Ursachen für den

gänglichkeit von Informationen, eine höhere Wiederverwendbarkeit von Modellen oder eine frühere Verifikation und Validierung.

Ausblick

Die unterschiedlichen Ausprägungen von MBSE-Ansätzen in Unternehmen und die damit verbundene Vielfalt erfordern eine Reifegradbewertung, die diese Unterschiede objektiv vergleichbar macht. Dabei müssen die unterschiedlichen Perspektiven (Entwickelnde, Management, etc.) auf die MBSE-Aktivitäten im Unternehmen sowohl in der Erhebung als auch in der Auswertung berücksichtigt werden. Die größte Herausforderung liegt



ISO/IEC/IEEE 24641: System- und Software-Engineering – Methoden und Werkzeuge für modellbasiertes System- und Software-Engineering.

Grafik: Fraunhofer IPK

aktuellen Reifegrad liegen, als dass Maßnahmen zur Verbesserung abgeleitet werden. Die Reifegradbewertung soll aufwandsarm, wiederholbar und nachvollziehbar gestaltet sein. Mitarbeitende sollen eine aktive Rolle in der

REIFEGRADBEWERTUNG SOLL ZUM FRÜHEREN ERKENNEN VON RISIKEN BEITRAGEN.

Bewertung einnehmen, und die Bewertung soll adaptierbar auf die Gegebenheiten eines Unternehmens sein. Ein wichtiger Aspekt ist, dass im Prinzip zwei Dimensionen betrachtet werden sollen. Es soll festgestellt werden, wie ausgereift die MBSE-Prozesse sind, aber auch wie erfolgreich der MBSE-Ansatz ist. Das heißt, ob die mit MBSE verfolgten Ziele tatsächlich erreicht werden, wie etwa eine verbesserte Traceability, eine leichtere Zu-

darin, beide Dimensionen der MBSE-Reife, also sowohl die Reife der Prozesse als auch den Erfolg des MBSE-Ansatzes, zu erheben. ISO/IEC/IEEE 24641 liefert einen wichtigen Beitrag, um die Reife der Prozesse zu beurteilen. Der Erfolg des MBSE-Ansatzes muss zusätzlich in die Reifegradbewertung integriert werden, um ein vollständiges Bild zu erhalten. Das Fraunhofer IPK entwickelt auf Basis der Norm eine umfassende Reifegradbewertung, die die Anforderungen und Bedürfnisse aus der Praxis einbezieht. Interessierte sind eingeladen, sich einzubringen und den Entwicklungsprozess aktiv mitzugestalten. **« KIS**

Henriette Höfermann, M.Sc., ist Wissenschaftliche Mitarbeiterin in der Abteilung Intelligente Vernetzung beim Fraunhofer IPK in Berlin, Bereich Virtuelle Produktentstehung.

Pascal Lünemann, M.Sc., ist Abteilungsleiter für Intelligente Vernetzung am Fraunhofer IPK.

Dr.-Ing. Kai Lindow ist Bereichsleiter für Virtuelle Produktentstehung am Fraunhofer IPK.



KNOWLEDGE GRAPHS:

DIESE ZEHN FRAGEN SOLLTEN SIE SICH STELLEN

Wenn Daten so strukturiert werden sollen, dass daraus Wissen entsteht, kommen Knowledge Graphs (Wissensgraphen) ins Spiel. Sie verbinden unterschiedliche Datensilos und stellen die enthaltenen Daten in einem gemeinsamen, semantischen Datenmodell als „Single Source of Truth“ für Analysen bereit. » VON BEN SZEKELY

Mit der kontinuierlich wachsenden Komplexität von Unternehmensdaten und dem Bedarf an sofortigen und umsetzbaren Erkenntnissen bieten Knowledge Graphs – insbesondere in Kombination mit generativer KI (genAI) – neue Möglichkeiten, den Wert und die Funktionalität von Cloud-Datenplattformen zu steigern. Die Industrie ist sich der rasanten Entwicklung und Bedeutung der Künstlichen Intelligenz (KI) bewusst. Folglich stehen Chief Technology Officer (CTOs) und Chief Information Officer (CIOs) in allen Branchen zunehmend vor der Herausforderung, genAI einzusetzen, KI-Agenten zu entwickeln, den Zeitaufwand

für die Identifizierung und Anwendung geeigneter Ressourcen zu verringern und alle verfügbaren Datenbestände für natürlichsprachliche Abfragen nutzbar zu machen. Doch welche Knowledge-Graph-Software ist die richtige? Bevor Sie sich für einen Anbieter entscheiden, kommt es darauf an, die richtigen Fragen zu stellen. Lesen Sie in diesem Artikel, welche zehn Fragen CTOs und CIOs vor dem Projektstart berücksichtigen sollten.

1 Was können Knowledge Graphs, was meine bestehende Cloud-Datenplattform nicht kann?

Knowledge-Graph-Software kann strukturierte und unstrukturierte Daten aus dem gesamten Unternehmen auf eine Weise ver-

binden und kontextualisieren, die über die praktischen Möglichkeiten von Cloud-Datenplattformen allein hinausgeht. Cloud-Datenplattformen können zwar Daten mit einem hohen Maß an Governance und Cleanliness zusammenführen, sind aber nicht unbedingt über Datendomänen oder ursprüngliche Quellsysteme hinweg verbunden. Bestimmte Arten von Unternehmensdaten liegen möglicherweise überhaupt nicht auf einer Cloud-Datenplattform vor.

Cloud-Datenplattformen sind hervorragend dafür geeignet, Daten aus mehreren Quellen zu aggregieren, zu speichern und zu bereinigen, aber sie integrieren diese Quellen in der Regel nicht so, dass sie einfach zusammen verwendet werden können,



Altair Graph Studio, Teil der Datenanalyse- und KI-Plattform Altair RapidMiner, bietet eine innovative Lösung zur Nutzung der Leistungsfähigkeit von Wissensgraphen.

Bild: ©Gorodenkoff/Shutterstock.com; Altair

außer zur Unterstützung speziell entwickelter Anwendungsfälle. Wenn neue Anwendungsfälle auftreten, müssen Projektmanager Änderungen an der Plattform entwickeln, testen und implementieren, was erheblichen Mehraufwand und hohe Investitionen erfordern kann.

Zu unstrukturierten Daten gehören beispielsweise E-Mail- und Chat-Systeme, PDF-Dokumente, Bilder oder Textdateien. Der Umgang mit unstrukturierten Daten erfordert modernste Software, die mehr kann als nur Datenbereinigung. Allein die Verbindung unstrukturierter Datenquellen kann eine Herausforderung sein; und ohne die richtigen Tools ist es noch schwieriger, diese Daten sinnvoll zu interpretieren.

Fragen Sie Ihre Anbieter, ob ihre Knowledge-Graph-Lösung das Kopieren und Speichern von Daten in einem separaten Repository erfordert oder ob sie einen In-Memory-/Hochleistungs-Cache verwendet.

2 Wie skalierbar und leistungsfähig ist die Lösung?

Es gibt zwei wichtige Aspekte der Skalierbarkeit, die genau untersucht werden sollten: die Skalierbarkeit in Bezug auf die Verwaltung des Knowledge Graphs selbst und die Skalierbarkeit in Bezug auf das Laden/Transformieren/Abfragen aller für den Graph verfügbaren Daten. Die Daten-

mengen in Unternehmen sind enorm und wachsen weiter. Kann die Software Milliarden von Knoten (Objekte) und Kanten (Verbindungen oder Beziehungen zwischen diesen Objekten) verarbeiten? Wie schnell werden Daten geladen? Werden parallele Rechentechniken zur Leistungssteigerung eingesetzt? Bleibt die Latenz bei komplexen Abfragen gering, auch wenn Ihr Unternehmen weiter wächst?

Stellen Sie sicher, dass die von Ihnen evaluierten Systeme für Skalierbarkeit auf Unternehmensebene ausgelegt sind und leistungsstarke Analysen und komplexe Abfragen mit hoher Geschwindigkeit unterstützen.

3 Wie automatisiert die Plattform den Aufbau des Wissensgraphen?

Benutzer sollten Wissensgraphen (größtenteils) nicht manuell erstellen müssen. Die Tools sollten vorhandene Metadaten, Datenmodelle und Governance-Informationen nutzen, um die Erstellung neuer Wissensgraphen zu automatisieren. Nutzt die Software beispielsweise automatisch das Schema einer relationalen Datenbank oder muss die Datenbank manuell in das System importiert werden?

Bitten Sie die Anbieter, die erforderlichen Schritte zum Erstellen eines Wissensgraphen zu erklären und zu demonstrieren,

und lassen Sie sich anhand Ihrer eigenen Daten zeigen, wie ihre Automatisierungstools funktionieren.

4 Wie einfach sind die mit der Software erstellten Wissensgraphen zu verwenden?

Wenn Ihr funkelneues (und wahrscheinlich teures) Knowledge-Graph-basiertes System nur von Personen genutzt werden kann, die umfangreiche Erfahrung im Bereich Data Science haben, wird es nur sehr begrenzte Akzeptanz finden. Stellen Sie sicher, dass Führungskräfte, Produktmanager, F&E-Leiter und andere Mitarbeiter verstehen, wie das System funktioniert, sowie Abfragen durchführen und ohne IT-Support aussagekräftige Antworten erhalten können.

Bitten Sie die Anbieter, Ihnen den Prozess der Erstellung und des Zugriffs auf einen Wissensgraphen zu zeigen. Ist er leicht verständlich? Kann Ihr technisches Team



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**



Knowledge Graphs verbinden unterschiedliche Datensilos und stellen die enthaltenen Daten in einem gemeinsamen semantischen Datenmodell als „Single Source of Truth“ für Analysen bereit.

Bild: ©DC Studio/Shutterstock.com; Altair

den Umgang mit der Software schnell erlernen? Verstehen alle, wie sie funktioniert? Kann das Team mit der Software generierte Wissensgraphen genauso einfach erstellen und verwalten wie Tabellen, Datensätze und Datenprodukte in Ihrer bestehenden Cloud-Datenplattform? Können Business User mit ihren vertrauten Tools auf die mit der Software erstellten Wissensgraphen zugreifen?

5 Wie geht das System mit Sicherheit, Datenschutz und Compliance um?

Wissensgraphen werfen Sicherheitsbedenken auf, da sie Daten aus mehreren Quellen zusammenführen. In jeder Unternehmensanwendung und Branche müssen sensible Daten strengen Zugriffskontrollen und Prüf-

pfaden unterliegen und Vorschriften wie der Datenschutzgrundverordnung (DSGVO), dem Bundesdatenschutzgesetz (BDSG) und anderen entsprechen.

Fragen Sie Ihre Anbieter, was sie tun, um diese Bedenken auszuräumen und bestehende Sicherheitsprotokolle zu übernehmen. Verlangen Sie konkrete Angaben dazu, wie die Software interne Governance- und Compliance-Anforderungen unterstützt. Stellen Sie sicher, dass das System die Tools/Funktionen bereitstellt, die in Ihrer Anwendung erforderlich sind, um Datensicherheit und die Einhaltung gesetzlicher Vorschriften zu gewährleisten.

6 Wie nutzt die Plattform Ontologien?

Ontologien sind semantische Bausteine, die Wissen innerhalb von Domänen repräsentieren und eine klare, prägnante Dateninteroperabilität ermöglichen. Ontologie-gesteuerte Integration beschreibt Daten in Geschäftsbegriffen und unterstützt Transparenz, Vertrauen und umsetzbare Erkenntnisse.

Bitten Sie die Anbieter, zu erklären, wie ihre Systeme integrierte Daten mithilfe von Ontologien abstrahieren und beschreiben, um diese Daten für generative KI-Lösungen zugänglich zu machen. Stellen Sie sicher, dass die Plattform relevante Industriestandards und benutzerdefinierte Erweiterungen unterstützt. Werden Sie in der Lage sein, Ontologien zu nutzen, um aktuelle Geschäftsanforderungen und neue Anforderungen zu erfüllen, sobald diese entstehen?

7 Unterstützen die mit der Software erstellten Knowledge Graphs Abfragen und Antworten in natürlicher Sprache, und wie genau sind die Antworten (wirklich)?

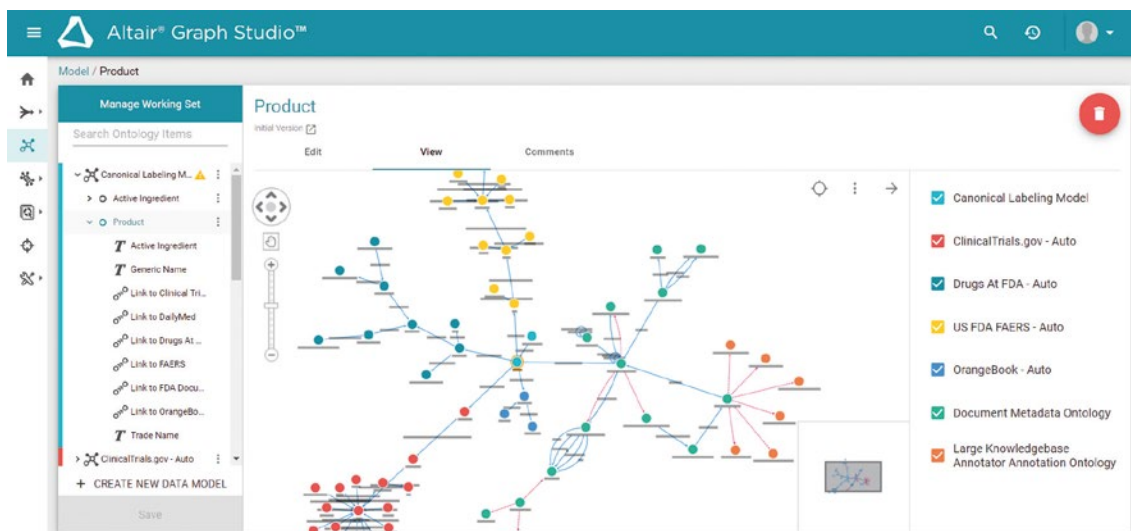
Führungskräfte brauchen Antworten, keine Dashboards. Die Fähigkeit, komplexe Geschäftsfragen wie „Wie hoch ist unsere Bruttogewinnmarge für alle im Heimatland verkauften importierten Produkte und wie hat sich diese in den letzten drei Jahren verändert?“ in vollständige, genaue und verständliche Ergebnisse zu übersetzen, ist von entscheidender Bedeutung.

Retrieval-augmented Generation (RAG) ist eine wertvolle Technik, die den Bezugsrahmen eines genAI-Modells auf reale und

FRAGEN SIE IHREN ANBIETER NACH DEN SICHERHEITS-PROTOKOLLEN.

Anders als bei anderen Tools für die Datenermittlung und -integration fügt Altair Graph Studio eine semantische Ebene hinzu. Dadurch erhalten strukturierte und unstrukturierte Daten eine reale Bedeutung.

Bild: Altair



geprüfte Informationen beschränkt. Graph RAG (manchmal auch GRAG genannt) verbessert dies, indem es die Kontextinformationen aus Wissensgraphen nutzt, um Halluzinationen zu reduzieren. Halluzinationen können entstehen, wenn KI-Modelle auf unsichere oder unzureichende Informationen stoßen und dann kreative, aber ungenaue Antworten generieren. Graph RAG fügt den Eingabeaufforderungen Kontext hinzu, der die Genauigkeit der generierten Antwort erhöht und die Wahrscheinlichkeit von Halluzinationen verringert. Graph RAG liefert kontextreiche, präzise Antworten, die über die Fähigkeiten normaler RAG-Systeme hinausgehen und effizienter und effektiver Verbindungen innerhalb und zwischen allen strukturierten Quellen und unstrukturierten Dokumenten/Chunks herstellen. Graph RAG stützt alle Antworten auf Ihre Unternehmensdaten, um die Qualität der Antworten zu verbessern und sie für nicht-technische Benutzer klarer und umsetzbarer zu machen.

Bitten Sie Anbieter, genau zu erklären, wie ihre Knowledge Graph Plattform Graph RAG unterstützt, und fordern Sie sie auf, diese Fähigkeit anhand Ihrer Daten in einem Proof of Concept zu demonstrieren.

Eine erfolgreiche Implementierung eines Wissensgraphen ermöglicht es Benutzern, alle Funktionen von genAI durch eine Kombination aus integrierten Funktionen und Integrationen zu nutzen. Ein ordnungsgemäß implementierter Wissensgraph ermöglicht es genAI-Systemen, ihre Antworten zu erklären und Quellen anzugeben, was für den Aufbau von Vertrauen und Transparenz bei AI-gesteuerten Entscheidungen unerlässlich ist. *LinkedIn berichtet von einer 78-prozentigen Verbesserung der Genauigkeit seines Kundenservice-AI durch die Integration von Unternehmenswissensgraphen in RAG-Systeme, wodurch gleichzeitig die Problemlösungszeiten um 29 Prozent verringert wurden.*

8 Wie transparent und erklärbar sind KI-generierte Antworten?

Alle Nutzer des Systems müssen sich auf dessen Ergebnisse verlassen können. Bietet die Lösung klare Erklärungen und Argumentationswege für jede Antwort? Wenn Sie nicht erklären und nachvollziehen können, wie das System zu einer Antwort gelangt ist, können Sie dieser Information nicht vertrauen.

Bitten Sie Anbieter, Ihnen zu zeigen, wie ihre Systeme KI-Antworten im Wissensgraphen und dessen Ontologien verankern. Sind die Antworten nachvollziehbar, erklärbar und überprüfbar?

9 Wie lange dauert es, bis sich der Nutzen zeigt?

Wie schnell können Ihre Teams mit der Nutzung des Systems beginnen? Erfordert das System umfangreiche Anpassungen? Fordern Sie Fallstudien und Benchmarks an, insbesondere für groß angelegte Bereitstellungen mit mehreren Datenquellen. Können Sie tatsächlich davon ausgehen, dass Sie das System innerhalb weniger Monate nutzen können und Ihre Investitionen Früchte tragen? Oder wird es realistisch gesehen ein Jahr oder länger dauern?

10 Wie sehen die Supportleistungen des Anbieters aus?

Wie gut ist das Implementierungsteam des Anbieters? Verfügt es über Erfahrung im Aufbau von Wissensgraphen und verfügt der Anbieter über mit Ihrer Branche vergleichbare Referenzen? Bietet der Anbieter reaktionsschnellen Support, umfassende Dokumentation und eine Community of Practice?

Wenn Sie einen Anbieter finden, der alle diese Fragen zufriedenstellend beantworten kann, nehmen Sie ihn in die engere Auswahl und arbeiten Sie mit ihm zusammen, um die Leistung und Fähigkeiten anhand Ihrer eigenen Daten zu demonstrieren. Es gibt keinen Ersatz für einen Test in der Praxis. **« KIS**

Ben Szekely ist Vice President, Data Analytics & AI bei Altair.

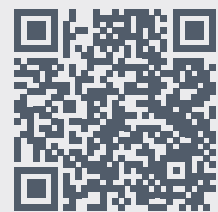
ALTAIR KNOWLEDGE GRAPHS: FÜR UNTERNEHMEN ENTWICKELT

Das Tool integriert, vernetzt und analysiert unterschiedlichste Unternehmensdaten – etwa für GenAI, natürliche Sprachabfragen sowie Anwendungsfälle wie 360-Grad-Kundensichten, Betrugs-erkennung oder klinische Studien. Mit Graph Studio bietet Altair eine skalierbare Plattform für Knowledge Graphs. Infos unter altair.de/altair-rapidminer und altair.com/altair-graph-studio.

NEWS LETTER

öffnen

AUGEN



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

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

DIGITAL ENGINEERING MAGAZIN

**WIN
VERLAG**



Bild: © Daniel/stock.adobe.com (generiert mit KI)

MEHR NACHHALTIGKEIT DURCH ECO DIGITAL ENGINEERING

Produktverantwortliche müssen die Entwicklungsprozesse neu gestalten, um Anforderungen an die Nachhaltigkeit zu erfüllen – das betrifft auch die IT. Ein Schlüssel liegt im Produktdesign, denn ein Großteil der Emissionen werden in dieser frühen Phase festgelegt. » **VON THOMAS STEIRER**

Wie können Produkte nachhaltig entwickelt werden? Diese Frage müssen sich Konstrukteure, Entwickler und Ingenieure immer häufiger stellen – und sie sollten dies schon in der frühen Konzeptions- und Entwicklungsphase tun. Denn bis zu 80 Prozent der Umweltauswirkungen eines Produkts sind durch dessen Design vorbestimmt. Die ökologische Verantwortung beginnt also bereits beim Verständnis der Aufgabe: Mitarbeitende gestalten eine zukunftsfähige Welt mit, und die Planung jeder Stufe der Wertschöpfung und des Lebenszyklus ist dabei entscheidend.

Digitalisierung beziehungsweise GreenIT kann in diesem Zusammenhang genutzt werden, um die Emissionen zu reduzieren – sie erzeugt aber auch selbst Emissionen. Direkt über die IT-Infrastruktur (Scope 1), indirekt über Strom, Heizung und Kühlung von Rechenzentren und Endgeräte für Mitarbeitende (Scope 2) sowie entlang der Wertschöpfungskette (Scope 3). Nachhaltigkeit

muss daher aus verschiedenen Blickwinkeln betrachtet und auf allen Ebenen verankert werden.

Gesamter Lebenszyklus im Blick

Das richtige Stichwort bei einer nachhaltigen Produktentwicklung ist Ökodesign – es kann auf alle Produkte und Dienstleistungen angewendet werden. Sie werden systematisch und möglichst frühzeitig im Prozess unter ökologischen Aspekten geplant, entwickelt und gestaltet. Sie sollten langlebig, reparierbar, wiederverwertbar und recycelbar sein, wenige Ressourcen beanspruchen und nur erforderliche Schadstoffe enthalten. Es gilt, den gesamten Lebenszyklus in den Blick zu nehmen: von der Auswahl des Rohmaterials über die Nutzungsphase bis hin zur Entsorgung. Den entsprechenden Rechtsrahmen schafft die Ökodesign-Verordnung, die bestimmte Mindestanforderungen an die Pro-

duktgestaltung stellt. Die Dokumentation erfolgt künftig über den Digitalen Produktpass, erster Anwendungsfall wird ab 2027 der Batteriepass sein.

Doch auch digitale Produkte, einschließlich Software, müssen nicht nur technologisch leistungsfähig sein, sondern auch ökologischen und funktionalen Anforderungen gerecht werden. Hersteller müssen Software beispielsweise so entwickeln, dass Hardware länger genutzt werden kann. Außerdem müssen sie transparent mit dem CO₂-Fußabdruck

und der Ressourceneffizienz umgehen. Immerhin emittiert der ITK-Sektor mit seinen Geräten, Netzwerken und Dienstleistungen jährlich zwischen zwei bis sechs Prozent des globalen Treibhausgasausstoßes. Großen Anteil hat der massive

Einsatz künstlicher Intelligenz und das Training und Verwenden von KI-Modellen. Insgesamt verantwortet Unternehmens-IT in Deutschland circa 17 Megatonnen CO₂-Emissionen.

EIN GROSSTEIL DER EMISSIONEN WIRD BEREITS IM PRODUKTDESIGN FESTGELEGT.

Die Herausforderung: Besonders in der Anfangsphase der Produktentwicklung sind Änderungen zwar leichter und kostengünstiger umzusetzen, gleichzeitig sind Prognosen und Berechnungen zum CO₂-Fußabdruck schwierig, da die Datengrundlage noch unzureichend ist. Ansatzpunkte bieten Studien, nach denen bis zu 60 Prozent der endgerätebedingten Emissionen durch veränderte Beschaffungsmaßnahmen und bis zu 40 Millionen Tonnen CO₂ mittels durchdachter Cloud-Strategien eingespart werden können.

Zentraler Hebel liegt bei der Entwicklung

Bei der nachhaltigen Produktentwicklung können Verantwortliche zwei Perspektiven einnehmen – und haben in beiden Fällen einen zentralen Hebel in der Hand: Sustainability in der IT meint eine optimierte Infrastruktur, etwa durch die Konsolidierung mehrerer Server zu einem, schlanke Datenstrukturen, effiziente Algorithmen oder geringen Speicherbedarf. Sustainability by IT hilft Unternehmen, nachhaltiger zu werden, etwa durch die Nutzung von Daten und die Unterstützung von IoT, KI oder Machine Learning für optimierte Beschaffungs-, Entsorgungs- und Recyclingprozesse. Beides erfordert ein Verständnis für die Problemstellung, anschließend sollte der effizienteste Weg zur nachhaltigen Lösung gewählt werden. Diese Herangehensweise wird auch Eco-digital Engineering genannt – die technische Tiefe wird mit strategischen und gestalterischen Dimensionen verbunden.

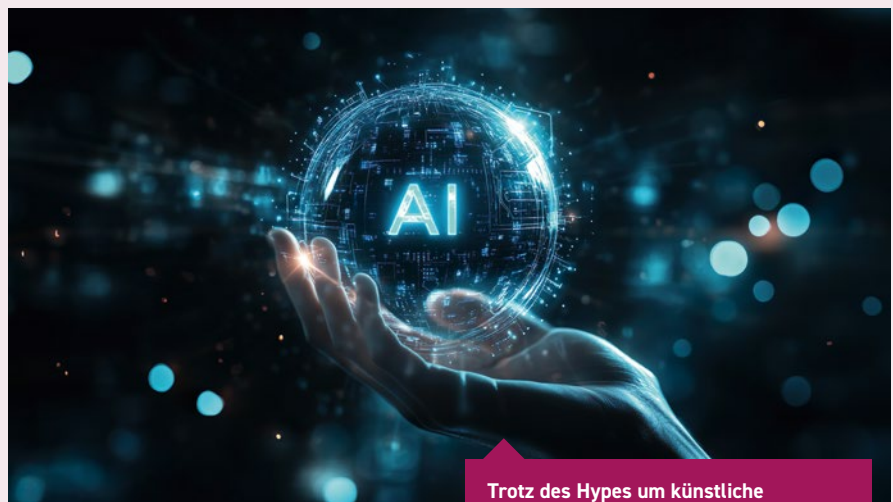
Um nachhaltige Technologien zu entwickeln, sollten Unternehmen zunächst eine Strategie für eine umweltfreundliche IT-Infrastruktur aufstellen, die sich an gesetzlichen Verordnungen und Unternehmenszielen ori-

entiert. Diese beinhaltet unter anderem einen nachhaltigen Softwareentwicklungszyklus nach dem Prinzip „Sustainable by Design“: Software sollte so gestaltet sein, dass nicht für jede Anwendung eine neue Lösung entwickelt werden muss, sondern sie nach der Bereitstellung kontinuierlich angepasst und verbessert werden kann. Agile Methodiken mit kurzen Sprints und regelmäßigen Feedbackschleifen sowie integrierte Testphasen unterstützen das Vorgehen. Ein weiterer Fokus kann auf einen nachhaltigen Betrieb gelegt werden, beispielsweise durch den Einsatz effizienter Server und Kühlungstechnologien oder erneuerbarer Energien.

Neuen Ansatz wählen

Digitales Produktdesign beginnt nicht erst im Rechenzentrum, sondern lange bevor die erste Zeile Code geschrieben wird – beim Mindset. Und so ist es auch mit allen anderen Produkten. Wenn es sie überhaupt braucht, dann sollten Verantwortliche die Lösungen mit Blick auf Energieeffizienz, Ressourcenverbrauch und gesellschaftliche Wirkung

NICHT JEDE ANWENDUNG BRAUCHT EINE EIGENE NEUE LÖSUNG.



Trotz des Hypes um künstliche Intelligenz sind klassische Algorithmen oft effizienter als die KI.

Bild: © lucegrafiari/stock.adobe.com (generiert mit KI)

gestalten. Jedes Feature, das einem Produkt hinzugefügt wird, verbraucht Energie oder – in Bezug auf Software – Datenverkehr. Hier muss kritisch hinterfragt und bewusst entschieden werden, was nötig ist und worauf verzichtet werden kann – auch wenn die Umsetzung technisch möglich wäre. Damit einher geht, Verständnis und Fachwissen im Team aufzubauen, kritische Stakeholder einzubinden und Leuchtturmprojekte zu realisieren. Fünf Bereiche sollten dabei im Vordergrund stehen: Infrastruktur und Hosting, Coding, User Interfaces und User Experience, ein inklusiver, barrierefreier Zugang zu Produkten sowie Datenmanagement und KI.

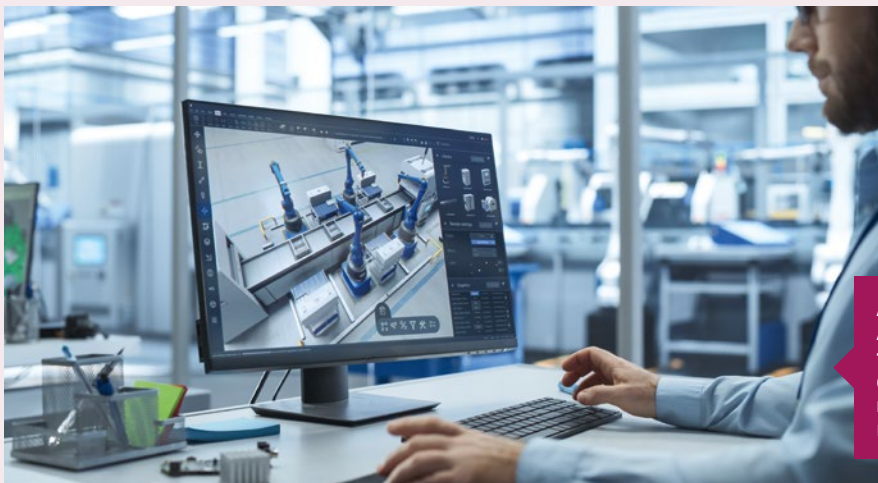
So verringert eine strukturierte Datenspeicherung das Datenvolumen, der Wechsel in die Cloud-Umgebung führt in der Regel auch zu einer verbesserten CO₂-Bilanz, innerhalb derer FinOps und GreenOps den Carbon Cloud Footprint reduzieren können. Ein ordentlich gebauter Suchalgorithmus spart Strom, und klassische Algorithmen sind oft effizienter als künstliche Intelligenz. Der konkrete Anwendungsfall und Mehrwert eines Produkts für Mensch, Umwelt und Wirtschaftlichkeit muss stets im Mittelpunkt stehen – nur so kann auch die Nachhaltigkeit gewährleistet werden.

« KIS

Thomas Steirer ist CTO bei Nagarro.

Am Anfang der Produktentwicklung sind Änderungen leicht umzusetzen, gleichzeitig sind Berechnungen zum CO₂-Fußabdruck schwierig, da die Datengrundlage noch unzureichend ist.

Bild: © Gorodenkoff/stock.adobe.com



ÖKOLOGIE UND ÖKONOMIE IM EINKLANG

Die Software CycloP und ein strukturierter Entwicklungsansatz unterstützen interdisziplinäre Teams dabei, Produkte unter Berücksichtigung aller Wechselwirkungen kreislauffähig zu gestalten – ökologisch wie ökonomisch. So wird nachhaltige Produktentwicklung zur tragfähigen Innovationsstrategie. » **VON MARIE SCHWAHN, FRANZISKA BRAUN UND DR. LUKAS BLOCK**



CycloP – die Software für kreislaufwirtschaftliche Produktentwicklung mit Modellierungs-, Analyse- und Anforderungs-Views.

Ressourcenknappheit ist eine der größten globalen Herausforderungen mit weitreichenden ökologischen, wirtschaftlichen und sozialen Folgen. Eine verantwortungsvolle und effiziente Ressourcennutzung wird daher immer wichtiger. Die Kreislaufwirtschaft leistet hierzu einen entscheidenden Beitrag: Maßnahmen wie Reparatur, Wiederverwendung und Recycling verlängern die Nutzung von Rohstoffen und steigern die Wertschöpfung. Die Produktentwicklung muss neben der Funktionalität und Wirtschaftlichkeit verstärkt die Kreislauffähigkeit und ökologische Nachhaltigkeit berücksichtigen – und dies bereits in frühen Entwicklungsphasen. Fundierte, kreislaforientierte Entscheidungen ermöglichen dabei erhebliche Einsparungen.

Die Optimierung der Kreislauffähigkeit stellt alle Beteiligten vor große Herausforderungen. Wechselwirkungen zwischen Produktgestaltung und Lebenszyklus müssen berücksichtigt werden, etwa bei der Wahl nachhaltiger Materialien oder reparaturfreundlicher Strukturen. Frühe Entwicklungs-

phasen sind zudem von Unsicherheiten über Produktgestalt und Lebenszyklus geprägt, was die Komplexität erhöht und eine umfassende Softwareunterstützung erschwert.

Zur Bewältigung dieser Herausforderungen ist ein strukturierter methodischer Ansatz erforderlich. Model-Based Systems Engineering (MBSE) bietet durch die systematische Abbildung von Produkt und Lebenszyklus eine solide Basis, um die Komplexität zu reduzieren und Wechselwirkungen zu berücksichtigen. Ergänzend ermöglicht spezialisierte Software die Quantifizierung der Auswirkungen von Gestaltungsentscheidungen auf Kreislauffähigkeit und Nachhaltigkeit und dient so als Entscheidungsunterstützung in der Produktentwicklung.

Kontinuierliches Feedback über die Nachhaltigkeit von Entwürfen

Die Software „CycloP“, entwickelt vom Fraunhofer-Institut für Arbeitswirtschaft und Organisation IAO zusammen mit Industrie- und Forschungspartnern, unterstützt die kreislaforientierte und nachhaltige Produktentwicklung bereits in frühen Phasen. Sie basiert

auf Model-Based Systems Engineering und ermöglicht die Analyse und Optimierung von Produkten unter Berücksichtigung komplexer Wechselwirkungen. Nutzer erhalten während des Entwicklungsprozesses kontinuierlich Feedback zur Kreislauffähigkeit und ökologischen Nachhaltigkeit ihrer Entwürfe und können diese in einem iterativen Verfahren verbessern.

Für die Bewertung der Kreislauffähigkeit werden neben der technischen Produktgestalt insbesondere die erwarteten Lebenszyklen berücksichtigt. Da der genaue Lebenslauf des Produktes nicht vorhergesagt werden kann, muss wahrscheinlichkeitsbasiert gearbeitet werden. CycloP basiert daher auf einer zustandsbasierten Modellierung probabilistischer Lebenszyklen inklusive aller möglichen Lebenszykluspfade eines Produkts und seiner Komponenten sowie wahrscheinlichkeitsbasierten Übergängen zwischen Zuständen. Hierbei werden auch unerwünschte Zustände abgebildet, in de-

MBSE ERMÖGLICHT EINE PRODUKTANALYSE UND BERÜCKSICHTIGT DIE WECHSELWIRKUNGEN.

nen Kreislaufmaßnahmen einen Mehrwert schaffen können – wie zum Beispiel ein Defekt, der mittels einer Reparatur aufgelöst werden kann. So lassen sich Kreislaufmaßnahmen systematisch im Lebenszyklus abbilden und deren Auswirkung auf die ökologische Nachhaltigkeit berechnen.

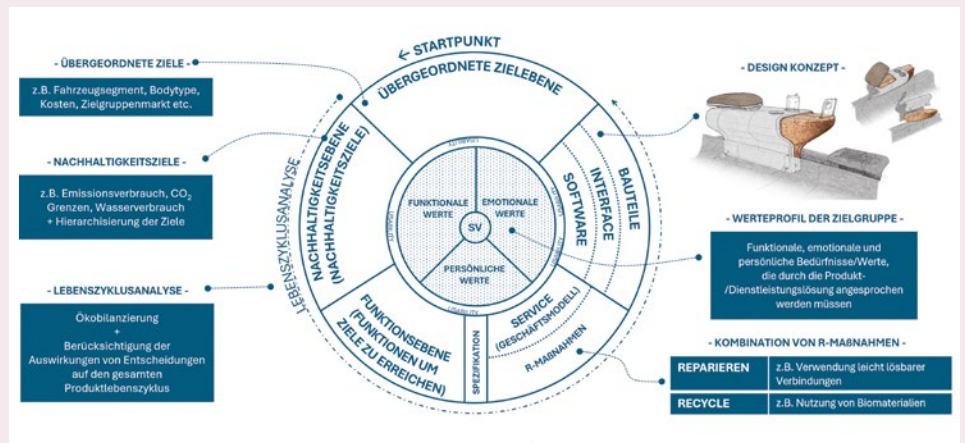
Für diese Berechnung integriert die Software Methoden der Ökobilanzierung (Life Cycle Assessment; LCA), um Umweltauswirkungen wie CO₂-Fußabdruck oder Wasserverbrauch auf Basis von Material- und

Energieaufwänden zu berechnen. Alle für das LCA-Modul erforderlichen Informationen werden im Modell abgebildet, sodass nicht nur die Produktgestalt, sondern der gesamte Lebenszyklus inklusive Kreislaufmaßnahmen betrachtet wird. Nutzer können gezielt Kreislaufmaßnahmen wie Reparaturen einplanen und erhalten durch das LCA-Modul Feedback zu deren Auswirkungen auf die ökologische Nachhaltigkeit des Produkts.

Software liefert realistische und erreichbare Wertebereiche

Die Software visualisiert auf Basis der LCA-Ergebnisse Optimierungspotenziale in Produkt und Lebenszyklus, berücksichtigt Unsicherheiten und liefert realistische erreichbare Wertebereiche – es werden auf Grund der Unsicherheiten Verteilungen errechnet und keine diskreten Werte. Auf Basis dieser Ergebnisse können Entscheidungen fundiert getroffen werden. Wo kann die initiale Materialauswahl noch optimiert werden, um die ökologische Nachhaltigkeit und Kreislauffähigkeit zu optimieren? Anpassungen an der Produktgestalt werden erneut analysiert, sodass in einem iterativen Verfahren die Kreislauffähigkeit und Nachhaltigkeit gezielt verbessert werden können.

Neben der Quantifizierung von Auswirkungen einzelner Gestaltungsentscheidungen und der systematischen Unterstützung von Entscheidungen spielt das methodische Vorgehen bei der Entwicklung eine entscheidende Rolle. Zu diesem Zweck wurde ein strukturierter Ansatz für interdisziplinäre Entwicklungsteams konzipiert, der den Design- und Engineering-Prozess kombiniert und gezielt erweitert. Ziel dieser Methodik ist die systematische Verankerung von Prinzipien der Kreislaufwirtschaft im Produktentwicklungsprozess, um Produkte zu gestalten, die sowohl ökologisch als auch ökonomisch nachhaltig sind. Ein wesentlicher Bestandteil dieses Ansatzes ist die frühzeitige Berücksichtigung von Zielgruppeninformationen.



Das „Wheel of Circularity“ ist ein methodischer Ansatz zur kreislauforientierten Produktentwicklung, dargestellt als Kreisdiagramm.

Bild und Grafiken: Fraunhofer IAO

Diese fließen in die Gestaltung ein, um sicherzustellen, dass das Endprodukt nicht nur nachhaltige und wirtschaftliche Anforderungen erfüllt, sondern auch hinsichtlich Funktionalität, Ästhetik und Nutzerakzeptanz überzeugt. Die Methode fördert somit die Entwicklung von Produkten, die ökologische Verantwortung mit Marktattraktivität und wirtschaftlichem Erfolg vereinen. Das zent-

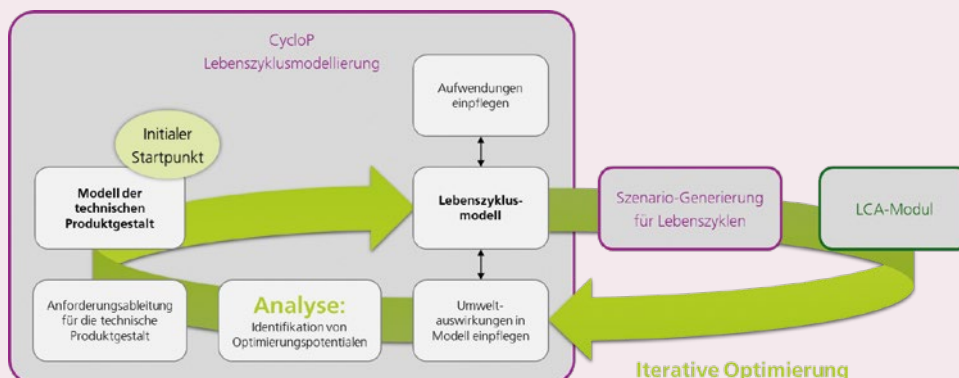
IM MODELL WERDEN DIE PRODUKTGESTALT UND DER GESAMTE LEBENSZYKLUS ABGEBILDET.

rale methodische Element bildet das „Wheel of Circularity“, ein Kreisdiagramm, das die Hierarchie von Zielen, Funktionen, Geschäftsmodellen und Designstrategien abbildet. Es beginnt auf der übergeordneten Zielebene, wo Parameter wie Kosten, Zielgruppe und Fahrzeugsegment definiert werden. Darauf folgen die Nachhaltigkeitsziele, die sowohl allgemeine Umweltwirkungen wie etwa CO₂-Emissionen als auch spezifische Kennzahlen wie den Wasserverbrauch adressieren. Diese Ziele werden priorisiert und dienen als Grundlage für die Spezifikationsebene, in der die funktionalen Anforderungen des Produkts beschrieben werden. Ein besonderer

Fokus liegt auf der parallelen Entwicklung von Geschäftsmodellen und der Auswahl geeigneter R-Maßnahmen beziehungsweise Circular Strategies wie etwa Wiederverwendung und Reparatur. Im Zentrum des Wheels steht das Nutzerprofil, das funktionale, emotionale, persönliche und gesellschaftsrelevante Werte umfasst. Diese Werte fließen direkt in die Produktgestaltung ein – von der Bauteilebene über das Interface bis hin zur Software. Das Ergebnis ist ein Produktkonzept, das die grundsätzlichen Merkmale des Produkts beschreibt. Eingefasst wird das Wheel vom „Life Cycle Assessment“, einer ökobilanziellen Bewertung, das ebenfalls Teil der Softwaretools „CycloP“ ist. Die Methode unterstützt Unternehmen dabei, ökologische Verantwortung mit Innovationskraft und wirtschaftlichem Erfolg zu verbinden – und schafft so die Grundlage für zukunftsfähige Produktentwicklung. » KIS

Marie Schwahn und Franziska Braun sind Researcher am Fraunhofer IAO.

Dr. Lukas Block ist Team Lead Mobility Transformation am Fraunhofer IAO.



Iteratives Verfahren zur Analyse und Optimierung des Produktes und seines Lebenszyklus.



WORKSTATIONS ALS INNOVATIONSTREIBER

Viele Unternehmen bremsen Innovationen aus, weil Mitarbeitenden nicht die passenden Technologien zur Verfügung stehen. Nur 21 Prozent fühlen sich laut „HP Work Relationship Index“ optimal ausgestattet. Dabei können besonders Ingenieure von der Kombination aus leistungsstarken Workstations und integrierter, lokaler KI profitieren, wie dieser Beitrag zeigt.

» VON TANJA PFEFFER

Die Unzufriedenheit mit der verfügbaren Hard- und Software hemmt die Innovation und das Engagement der Mitarbeiter. Ein Lichtstreif am Horizont ist jedoch künstliche Intelligenz. 61 Prozent der Befragten des „HP Work Relationship Index“ nutzen KI bereits, um ihre Arbeitsabläufe effizienter zu gestalten. Idealerweise verfügt jedoch die genutzte Hardware über integrierte KI, die sich auch offline einsetzen lässt und somit die Daten besser schützt. Denn mit dem Start sogenannter KI-PCs bekommt das Thema erneut einen deutlichen Schub. Das Analytischenhaus Gartner spricht davon, dass dieses Jahr 22 Prozent aller PCs mit KI ausgeliefert werden. Das Wachstum ist rasant: Bereits 2026 sollen alle ausgelieferten PCs über KI verfü-

gen, so Gartner. Die KI-Fähigkeit wird damit zum Standard. Dies betrifft nicht nur den klassischen Office-PC oder den Rechner von Privatkunden. Leistungsstarke Workstations sind nicht nur unerlässlich für die Entwicklung

■ DIE KOMBINATION AUS WORKSTATION-LEISTUNG UND KI BIETET INGENIEUREN EINE BESTMÖGLICHE WERTSCHÖPFUNG. ■

von neuen KI-Modellen, sondern auch wichtig für die Verbesserung bestehender Modelle. Workstations sind das zentrale Werkzeug für die Entwicklung der nächsten Applikationsge-

neration, die den Unternehmenserfolg langfristig sichern. Nur so ist es Entwicklern und Ingenieuren möglich, passende KI-Modelle selbst zu „bauen“ und „anzupassen“.

Besonders Ingenieure erhalten hiermit eine Vielzahl neuer Möglichkeiten, innovative Lösungen zu entwickeln. Bislang waren sie häufig nicht in der Lage, unter anderem neue Bauteile zu entwickeln und deren Einsatz zu simulieren, weil sie nicht über die notwendigen Technologien und leistungsstarke Workstations verfügten.

Kombination von Workstations und KI treibt Entwicklung voran

Die Kombination aus Workstation-Leistung und KI bietet Ingenieuren eine bestmögliche Wertschöpfung. Generell treibt KI die Ent-

Dank leistungsfähiger Hard- und Software sind Entwickler in der Lage, nicht nur effizienter zu arbeiten, sondern vor allem auch innovativer.

wicklung im Konstruktionsbereich spürbar voran und erleichtert Konstrukteuren die Arbeit. Dies reicht von Projektanalysen und darauf aufbauenden Empfehlungen bis hin zur Automatisierung von Teilaufgaben. In einer Branche mit niedrigen Gewinnmargen bedeutet eine solche Verbesserung einen erheblichen Wettbewerbsvorteil. Langfristig wird KI so ein wichtiger Motor für Design-Innovationen. Allerdings gehen immer mehr Unternehmen dazu über, künstliche Intelligenz lokal und nicht über die Cloud zu nutzen. Dies ist auch das Ergebnis einer HP-Studie: 55,1 Prozent der Befragten gaben an, dass sie auf lokale KI-Anwendungen in ihrem Unternehmen setzen. Die Gründe dafür sind unter anderem kürzere Latenzzeiten, eine bessere Skalierbarkeit sowie höhere Datensicherheit. Darüber hinaus können Ingenieure unterbrechungsfrei online und offline arbeiten – und KI kontinuierlich nutzen.

Hohe Rechenleistung ermöglicht neue Denkweisen

Die performante Rechen- und Grafikleistung von Workstations ermöglicht nicht nur eine nahtlose Zusammenarbeit von Teams, Multitasking und eine effiziente Nutzung von KI, sondern auch ganz neue Denkweisen. Das beste Beispiel hierfür ist Compute Maritime, ein Unternehmen, das generative Design-Tools für die Schifffahrtsindustrie entwickelt. Das Flaggschiff-Produkt des Unternehmens – Neural-Shipper – basiert auf künstlicher Intelligenz und designt, simuliert und optimiert maritime Bauteile. Dazu gehören beispielsweise Schiffsrümpfe, Propeller oder Tragflächen. Die Lösung verkürzt nachweislich die Designzeit deutlich und liefert gleichzeitig leistungsstarke, neuartige Entwürfe. Doch in der Vergangenheit stieß Neural-Shipper an seine Entwicklungsmöglichkeiten, da die Leistung der eingesetzten Rechner nicht ausreichte. Anders als traditionelle Design-Tools setzt Neural-Shipper nicht auf herkömmliche parametrische Muster, die auf einen einzigen Schiffstypen optimiert sind,

sondern wurde auf Transformer- und Diffusionsmodellen trainiert. Damit sind mehr als 100.000 unterschiedliche Modelle möglich – darunter auch komplett neue Bauteilformen.

Um diese zu designen und vor allem auch zu simulieren, benötigt Compute Maritime Rechner, die leistungsstarke GPUs (für die Modellentwicklung) und CPUs (für die Simulationsprozesse) kombinieren. Hier kommen die HP-Workstations ins Spiel: Sie unterstützen Compute Maritime nicht nur beim Design und der Simulation neuer Bauteile, sondern waren auch ausschlaggebend bei der Entwicklung des Tools Neural-Shipper.

MIT INTEGRIERTER KI LASSEN SICH VOR ALLEM STANDARD-AUFGABEN SCHNELLER ALS BISHER ABARBEITEN ODER KOMPLETT AUTOMATISIEREN.

Denn die Workstations bieten auch eine hohe Leistung für lokales KI-Training oder zur Ergänzung von Rechenzentrums- und Cloud-Ressourcen für größere Workloads. Dank der Workstations verfügte Compute Maritime über die benötigte Rechenleistung, um Neural-Shipper zu entwickeln und umfangreiche Tests durchzuführen. Da die Daten lokal gespeichert werden, ist auch deren Sicherheit gewährleistet. Gleichzeitig reduziert sich die Entwicklungsarbeit auf

wenige Minuten – statt Tage oder sogar Wochen. Dies ist für Unternehmen eine enorme Zeit-, Ressourcen- und Kosteneinsparung.

Nicht nur effizienter, vor allem innovativer

Wie Compute Maritime geht es auch anderen Firmen: Dank der passenden Hardware-Ausstattung (und Software) sind sie in der Lage, nicht nur effizienter zu arbeiten, sondern vor allem auch innovativer. Simulationen, Datenanalysen oder digitale Zwillinge benötigen eine hohe Rechenleistung, die bislang teilweise nicht ausreichend verfügbar war. Workstations wie die HP-Modelle sind jetzt in der Lage, solche Prozesse zu realisieren – sogar simultan im Multitasking-Verfahren.

Workstations unterstützen somit Ingenieure und Konstrukteure dabei, ihre Arbeit ortsunabhängig zu erledigen – auch in enger Zusammenarbeit mit ihren Teams. Mit integrierter KI lassen sich vor allem Standard-Aufgaben schneller als bisher abarbeiten oder komplett automatisieren. Damit sparen Teams Zeit und können sich so strategischen Aktivitäten oder der Entwicklung von neuartigen Konzepten, Bauteilen oder Tools zuwenden. Das Beispiel von Compute Maritime zeigt, wie schnell sich Innovationen mit den richtigen Technologien und Tools umsetzen lassen – und dabei den Unternehmenserfolg unterstützen. « RT

Tanja Pfeffer ist Area Category Manager Advanced Compute Solutions, Germany & Austria bei HP.

HP-Workstations bieten integrierte KI, hohe Leistung und Sicherheit.

Bilder: HP



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 Auswerteelektroniken.

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



Altair spricht beide Sprachen - Engineering und KI.

Altair ist ein weltweit führendes Unternehmen im Bereich Computational Intelligence, das Software- und Cloud-Lösungen für die Bereiche Simulation, High-Performance Computing (HPC), Data Analytics und Künstliche Intelligenz (KI) anbietet. Altair ermöglicht es Organisationen aus verschiedensten Industriezweigen, in einer vernetzten Welt konkurrenzfähiger zu werden und dabei gleichzeitig eine nachhaltige Zukunft zu gestalten.

Weitere Informationen erhalten Sie unter: www.altair.de

Altair Engineering GmbH
Calwer Straße 7
71034 Böblingen, Germany
+49 (7031) 3095 6990-0
information@altair.de
www.altair.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 IIoT-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
Internet: www.althen.de



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
get.apriori.com/dach



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



COMSOL ist ein weltweiter Anbieter von Simulationssoftware für Produktdesign, Engineering und Forschung in technischen Unternehmen, Labors und Universitäten.

COMSOL Multiphysics® ist eine integrierte Umgebung für die Erstellung physikbasierter Modelle und Simulations-Apps.

Simulationsexperten nutzen COMSOL Server™ und COMSOL Compiler™, um Simulations-Apps für Designteams und Kunden weltweit bereitzustellen.

Comsol Multiphysics GmbH
Robert-Gernhardt-Platz 1
37073 Göttingen
Tel: +49 551 99721-0
Fax: +49 551 99721-29
info@comsol.de
www.comsol.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



ELATEC ist Ihr weltweit führender Anbieter von Lösungen rund um Lese- / Schreibmodule mit kurzer Reichweite.

Als verlässlicher Partner bieten wir Ihnen die besten Produkte, Prozesse und Dienstleistungen für Ihre Geschäfte.

Sie werden mit Ihrer Entscheidung für ELATEC immer zufrieden sein, denn unsere Kombination aus Erfahrung, Technologieführerschaft und umfassendem Service ist einzigartig.

Wir sind und bleiben ganz nah dran. An Ihnen.

ELATEC GmbH
Zeppelinstr. 1
82178 Puchheim
+ 49 89 552 9961 0
info-rfid@elatec.com
www.elatec.com



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



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



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



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.
Maxlrainer Straße 10, D-83714 Miesbach
Tel.: +49 (0)25 9930-0
Mail: info@schneider-digital.com
Web: www.schneider-digital.com



SCHOTT SYSTEME GmbH ist ein auf CAD/CAM, Computergraphik und Produktions-IT spezialisiertes Unternehmen, das seit mehr als 40 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
WEB: www.schott-systeme.de



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

Herr Michael Nerke,
Tel. 0 89/3 86 66 17 20,
michael.nerke@win-verlag.de

IM NÄCHSTEN HEFT



BRANCHE: KONSUMGÜTERINDUSTRIE

Konstrukteure in der Konsumgüterindustrie stehen täglich vor komplexen Aufgaben: Sie entwickeln innovative Produkte, optimieren Produktionsprozesse, setzen neue Materialien ein und berücksichtigen dabei Nachhaltigkeit, Ergonomie und Kosteneffizienz. Präzise Konstruktion, durchdachte Abläufe und praxisnahe Lösungen sind entscheidend, um die hohen Anforderungen der Branche an Qualität, Design und Funktionalität erfolgreich zu erfüllen.

Bild: © Photoboyko/stock.adobe.com

SMARTE AUTOMATISIERUNG

Intelligente Vernetzung von Maschinen, Anlagen und Prozessen macht die Fertigung effizienter, flexibler und fehlerresistenter. Konstrukteure setzen Sensorik, KI und Echtzeitdaten gezielt ein, um Abläufe präzise zu steuern, Ressourcen optimal zu nutzen und die Produktivität zu steigern. So lassen sich innovative Lösungen schneller entwickeln, Qualität und Sicherheit erhöhen und die Produktion zukunftsfähig gestalten.

Bild: © metamorworks /stock.adobe.com



KABEL UND LEITUNGEN

Zuverlässige Kabel und Leitungen sind die Lebensadern moderner Maschinen und Anlagen. Konstrukteure benötigen flexible, belastbare Lösungen, die sich sicher verlegen, einfach integrieren und langfristig zuverlässig funktionieren. Von Energie- über Daten- bis zu Steuerleitungen – die richtige Auswahl sichert nicht nur Effizienz, Präzision und Sicherheit, sondern unterstützt auch eine langlebige, fehlerfreie und wartungsfreundliche Projektumsetzung in allen Fertigungsbereichen.

Bild: © DASHINKAN /stock.adobe.com (generiert mit KI)

WEITERE THEMEN IN DIESER AUSGABE:

- Lösungen für die Fabriksimulation
- Software für die Produktkosten-Kalkulation
- Fotorealistische digitale Zwillinge
- CAM-Software für Konstrukteure
- Strömungssimulation
- ERP und 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 Faulstich (karin.faulstich@win-verlag.de),
Tino M. Böhler (tino.boehler@win-verlag.de), Frida Dumann (Werkstudentin)
Kirsten Seegmüller (externe Mitarbeiterin,
kirsten.seegmueller@extern.win-verlag.de)

Mitarbeiter dieser Ausgabe:

Julius Abraham, Carlos Bielicki, Dr. Lukas Block, Franziska Braun,
Miguel Delgado-Abracos, Laura Galloway, Mehmed Handaganic,
Florian Harzenetter, Henriette Höfermann, Christian Hohnen, Martin Hoop,
Christian Lelonek, Dr.-Ing. Kai Lindow, Pascal Lünemann, Ole Marx,
Gunthart Mau, Natasha Mathew, Andreas Müller, Tanja Pfeffer, Klaus
Pflüger, Margot Johanna Pompe, Marie Schwahn, Thomas Steirer,
Ben Szekely, Timo Tarrach, Robert Timmerberg, Helena Titz

So erreichen Sie die Anzeigenabteilung:

Anzeigengesamtleitung:
Martina Summer (089-3866617-31, martina.summer@win-verlag.de),
Anzeigenverantwortlich
Mediaberatung:
Michael Nerke (Anzeigenverkaufsleiter,
Tel.: 089-3866617-20, michael.nerke@win-verlag.de),
Andrea Lippmann (Tel.: 089-3866617-22, andrea.lippmann@win-verlag.de)
Anzeigendisposition:
Auftragsmanagement@win-verlag.de
Chris Kerler (089/3866617-32, chris.kerler@win-verlag.de)

Abonnentenservice und Vertrieb

Tel.: +49 89 3866617 46
www.digital-engineering-magazin.de/hilfe
oder eMail an
abovetrieb@win-verlag.de mit Betreff „DIGITAL ENGINEERING Magazin“
Gerne mit Angabe Ihrer Kundennummer vom Adressetikett

Artdirection und Titelgestaltung: Saskia Kölliker Grafik, München
Bildnachweis/Fotos: falls nicht gekennzeichnet: Werkfotos,
AdobeStock, shutterstock.com
Titelbild: Zimmer Group

Druck: Vogel Druck und Medienservice GmbH
Leibnizstraße 5, 97204 Höchberg

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

Anschrift Anzeigen, Vertrieb und alle Verantwortlichen:

WIN
VERLAG
WIN-Verlag GmbH & Co. KG
Chiemgaustraße 148, 81549 München
Tel.: 089-3866617-0

Verlagsleitung:

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

Objektleitung:

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

Zentrale Anlaufstelle für Fragen zur Produktsicherheit

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

Bezugspreise:

Einzelverkaufspreis: 14,40 Euro in D, A, CH und 16,60 Euro in den weiteren EU-Ländern inkl. Porto und MwSt. Jahresabonnement (8 Ausgaben): 115,20 Euro in D, A, CH und 132,80 Euro in den weiteren EU-Ländern inkl. Porto und MwSt. Vorzugspreis für Studenten, Schüler, Auszubildende und Wehrdienstleistende gegen Vorlage eines Nachweises auf Anfrage. Bezugspreise außerhalb der EU auf Anfrage.

27. 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 – abgegolten. Eine Haftung für die Richtigkeit der Veröffentlichung kann trotz Prüfung durch die Redaktion vom Herausgeber nicht übernommen werden.

Copyright © 2025 für alle Beiträge bei der WIN-Verlag GmbH & Co. KG
Kein Teil dieser Zeitschrift darf ohne schriftliche Genehmigung des Verlages vervielfältigt oder verbreitet werden. Unter dieses Verbot fallen insbesondere der Nachdruck, die gewerbliche Vervielfältigung per Kopie, die Aufnahme in elektronische Datenbanken und die Vervielfältigung auf CD-ROM und allen anderen elektronischen Datenträgern.



ISSN 1618-002X, Ausgabe 07/2025
Unsere Papiere sind PEFC zertifiziert.
Wir drucken mit mineralölfreien Druckfarben.

Außerdem erscheinen bei der WIN-Verlag GmbH & Co. KG:

AUTOCAD Magazin, BAUEN AKTUELL, DIGITAL BUSINESS,
DIGITAL MANUFACTURING, e-commerce Magazin, KGK Rubberpoint,
PlastXnow, Plastverarbeiter, r.energy



WE ARE **HIRING**

MEDIABERATER M/W/D



UNSER TEAM SUCHT VERSTÄRKUNG

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

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

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



Schnellere Entwicklung

mit *Simulations-Apps*

Modellierung und Simulation beschleunigen Design-Iterationen, das Verständnis und die Planung von Projekten, erfordern jedoch spezifische Fachkenntnisse, die nicht immer vor Ort in der Fabrik oder im Labor verfügbar sind, wo Entscheidungen getroffen werden. Bringen Sie die Vorteile der Simulation mit Ihren maßgeschneiderten Apps zu denen, die sie benötigen.

» comsol.de/feature/apps

Effektive Zusammenarbeit

Wenn Simulationsexperten maßgeschneiderte Benutzeroberflächen auf der Grundlage ihrer Modelle erstellen und diese als Apps verteilen, können Kollegen und Kunden Simulation nutzen, um Entscheidungen in Echtzeit zu treffen.

Volle Kontrolle

Mit COMSOL Multiphysics® können Sie auf einfache Weise Ihre eigenen Apps erstellen, bearbeiten und verteilen. Mit COMSOL Compiler™ können Sie diese kompilieren und als eigenständige Apps weltweit verteilen. Mit Ihrer eigenen COMSOL Server™ Umgebung können Sie den Zugriff auf die Apps kontrollieren und verwalten. Sie haben die Wahl.

