

# DIGITAL ENGINEERING

MAGAZIN

**LÖSUNGEN FÜR KONSTRUKTEURE, ENTWICKLER UND INGENIEURE + INDUSTRIE 5.0 | INTERNET DER DINGE****LOW-COST-AUTOMATION VON IGUS SORGT FÜR EINFACHES TEILEHANDLING**

## KLEIN, KOMPAKT UND KOSTENGÜNSTIG

### INDUSTRIELLE KOMMUNIKATION

Warum Single Pair Ethernet  
zum Gamechanger wird

### PRODUCT LIFECYCLE MANAGEMENT

Zentrale Datenquelle für  
digitale Prozesse

### DOMÄNEN-SPEZIFISCHE GENERATIVE KI

Kritische Engineering-Prozesse  
automatisieren



Bild: Zapp2Photo@shutterstock.com



Sichern Sie sich  
jetzt schon einen Platz  
für die Ausgabe  
in 2025!

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

## Systeme und Komponenten

- Erscheinungstermin: 27. Oktober 2025
- Redaktionsschluss: 29. September 2025
- Anzeigenschluss: 09. September 2025
- Verteilung: Heftauslage auf Veranstaltungen und als digitale Ausgabe. Beilage in der Ausgabe 7/25 vom DIGITAL ENGINEERING MAGAZIN, ePaper-Vollversion auf [www.digital-engineering-magazin.de](http://www.digital-engineering-magazin.de), Abonnenten, Heftauslage auf Veranstaltungen und als digitale Ausgabe (ePaper)

**DIGITAL ENGINEERING**  
MAGAZIN

Die Mediadaten unseres  
Sonderhefts Antriebstechnik  
finden Sie hier:



# VERBINDUNGSTECHNIK: READY FÜR INDUSTRIE 4.0

**Liebe Leserinnen und Leser,**

Wer an die Digitalisierung in der Fertigung denkt, hat oft zuerst Begriffe wie Cloud, KI oder digitale Zwillinge im Kopf. Doch was gern übersehen wird: Ohne zuverlässige physische Verbindungen geht nichts. Denn erst wenn Sensoren, Aktoren, Steuerungen, Kommunikationsgeräte und Netzwerke über stabile Kabel, Leitungen und Steckverbinder miteinander kommunizieren können, wird aus Industrie 4.0 mehr als nur ein Schlagwort.

Die Anforderungen an die Verbindungstechnik haben sich in den letzten Jahren rasant weiterentwickelt. Es geht längst nicht mehr nur um die sichere Energieversorgung. Vielmehr steht heute die kombinierte Übertragung von Energie, Daten und Signalen im Fokus – bei möglichst geringer Baugröße, hoher Flexibilität und maximaler EMV-Sicherheit. In dynamischen Anwendungen wie Robotik oder im modularen Maschinenbau sind zudem bewegliche, steckbare und einfach zu wartende Lösungen gefragt.

Für Konstrukteure und Produktentwickler bedeutet das: Verbindungstechnik wird zur Schlüsselkomponente moderner Systeme. Die richtige Auswahl von Kabel- und Leitungstypen sowie Steckverbindern beeinflusst nicht nur die Zuverlässigkeit einer Maschine oder Anlage, sondern zunehmend auch deren Kommunikationsfähigkeit.

In dieser Ausgabe widmen wir uns daher ausführlich der Frage, wie Verbindungstechnik heute gedacht und umgesetzt werden muss – technisch präzise, wirtschaftlich sinnvoll und zukunftssicher. Denn die Digitalisierung endet nicht im Schaltschrank, sondern beginnt oft genau dort.

Lesen Sie im Artikel auf den Seiten 14 und 15, wie Feldverdrahtung die Automatisierungs- und Steuerungstechnik auf technisch hohem Niveau vernetzt und eine zuverlässige Übertragung von Steuerungs- und Sensordaten ermöglicht. Als Rückgrat moderner industrieller Netzwerke bildet sie eine ganzheitliche Lösung für die präzise Prozessüberwachung und -steuerung in Echtzeit.

Wie Single Pair Ethernet (SPE) die Übertragung von Daten über ein kupferbasiertes Adernpaar ermöglicht, erfahren Sie dann im Artikel auf den Seiten 22 bis 24. Die Technologie bündelt unterschiedliche Kommunikationsstandards und reicht von 10 Megabit pro Sekunde mit 1.000 Metern Reichweite bis hin zu 25 Gigabit pro Sekunde mit elf Metern Reichweite. Damit ist SPE vielseitig einsetzbar und ideal für Anwendungen in der Fabrikautomatisierung und anderen industriellen Bereichen.

Viel Spaß beim Lesen!



**RAINER TRUMMER**  
Chefredakteur



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



## 10 SONDERLEITUNG AUF DEM PRÜFSTAND

Anderson Electric Controls (AEC) rüstet unter anderem Prüfstände für Elektrofahrzeuge und Antriebsbatterien aus. Für einen Auftrag benötigte der Spezialist eine Anschlussleitung, die die komplexen Vorgaben des Kunden erfüllen konnte. AEC wandte sich an Helukabel.

Bild: Helukabel

## 32 PRODUCT LIFECYCLE MANAGEMENT

KI, Robotik und datengetriebene Prozesse revolutionieren die Fertigung. Unternehmen, die jetzt in die digitale Durchgängigkeit und eine solide Datenbasis investieren, sichern ihre industrielle Zukunft. Product-Lifecycle-Management wird dabei zum Enabler der modernen Industrie.

Bild: © Itsaree/stock.adobe.com



## 38 EXPERTENUMFRAGE: DIGITALE TRANSFORMATION

Unsere Umfrage macht einmal mehr deutlich: Die digitale Transformation bietet enorme Potenziale für Effizienz, Innovation und neue Geschäftsmodelle – vorausgesetzt, Unternehmen überwinden Wissensdefizite, investieren in Kompetenzen und öffnen sich für Kooperationen sowie neue Denk- und Arbeitsweisen.

Bild: © Monchisa/AdobeStock



## TITELSTORY: LOW-COST-AUTOMATION SORGT FÜR EINFACHES TEILEHANDLING

Modernste Technik auf kleinstem Raum, hohe Wirtschaftlichkeit und einfache Bedienung – das zeichnet Spritzgießautomaten von BOY aus. Um diese Ziele auch in der Automatisierung zu erreichen, kombinieren die Neustädter die kompakte Baureihe BOY 35 E mit schmier- und wartungsfreier Low-Cost-Automation von Igus. Durch das automatisierte Teilehandling erzielen Kunden einen noch schnelleren ROI. **Seite 8**

**AKTUELL****6 Märkte & Trends**

Neue Produkte und News aus den Unternehmen

**ELEKTROTECHNIK & AUTOMATION****8 Titelstory:  
Klein, kompakt, kostengünstig**

Low-Cost-Automation sorgt für einfaches Teilehandling

**10 Sonderleitung auf dem Prüfstand**

Kabel mit TC-ER-Zertifizierung und UL-Zulassung

**12 Mehr Querschnitt,  
weniger Emissionen**

So sparen Leitungen Energie und Kosten

**14 Starkes Rückgrat für  
industrielle Netzwerke**

Elektrische Verbindungstechnik für die Feldebene

**16 Back in Black**

Schraub- und Printklemmen für Stromversorgungsgeräte

**18 Höfe mit cleveren Kabellösungen  
sicher ans Netz**

Automatisierung der Landwirtschaft

**20 Rundumschutz  
für sensible Elektronik**

PUR-Vergusslösungen in der Elektronikfertigung

**22 Single Pair Ethernet  
wird zum Gamechanger**

Wie Single Pair Ethernet die digitale Transformation vorantreibt

**ANTRIEBSTECHNIK****26 Eine Kette, die schieben  
und ziehen kann**

Schubkette in der Automobilproduktion

**PRODUCT LIFECYCLE MANAGEMENT****28 PLM – der Schlüssel  
zur nachhaltigen Produktion**

Product Lifecycle Management unterstützt Industrieunternehmen auf ihrem Weg zu mehr Klimaschutz

**30 Zentrale Datenquelle  
für digitale Prozesse**

Product Lifecycle Management in der Produktentwicklung

**32 PLM als Schlüssel zur  
industriellen Transformation**

KI trifft Konstruktion

**SIMULATION & VISUALISIERUNG****34 Zeit und Kosten sparen**

KI sorgt für mehr Nachhaltigkeit in der Designoptimierung

**36 Kone optimiert Montageplanung  
mit 3D-Simulation**

3D-Simulationssoftware

**MANAGEMENT****38 „Digitale Transformation  
wirkt wie ein Effizienz-Turbo“**

Expertenumfrage: Digitale Transformation

**42 Lieferantendokumentation  
in der Cloud**

Effizienzsteigerung durch smarte Dokumentationsprozesse

**44 Künstliche Intelligenz  
als Wachstumstreiber**

Use-Cases mit viel Potenzial

**46 Kritische Engineering-Prozesse  
automatisieren**

Souveräne KI für die Produktentwicklung

**48 Ohne Cybersicherheit  
keine Marktzulassung**

Wie Unternehmen den CRA erfolgreich umsetzen

**PRODUKTKONFIGURATION  
UND CPQ IM FOKUS****50 Erfolgsduo aus CPQ &  
wertbasiertem Pricing**

Configure-Price-Quote ist ein Schlüssel zu effizienterem Vertrieb

**52 Digitalisierung  
im technischen Vertrieb**

Imola Retail Solutions verwirklicht mit CPQ strategische Unternehmensziele

**54 Offen für die Industrie der Zukunft**

Kollaborative Arbeit an intelligenten Lösungen

**HARDWARE & PERIPHERIE****56 Workstations für KI:  
Mehr Leistung, mehr Präzision**

KI braucht Power

**58 Wie KI das digitale  
Engineering verändert**

Workstations der Zukunft

**3 EDITORIAL****60 MARKTPLATZ****62 IMPRESSUM****62 VORSCHAU****REDAKTIONELL ERWÄHNT  
INSTITUTIONEN, ANBIETER UND  
VERANSTALTER**

Accenture S. 38, Aleph Alpha S. 46, Altair S. 6, Aras S. 32, BearingPoint S. 39, Bechtle PLM S. 30, Binder S. 20, Cadfem S. 6, Camos S. 50, Cenit S. 28, Conta-Clip S. 16, Contact Software S. 7, EGS Automation S. 38, Encoway S. 54, Eplan S. 44, Esteco Software S. 34, Fabasoft Approve S. 42, Fraunhofer IEM S. 39, Grob Antriebstechnik S. 26, Helukabel S. 10, HP S. 56, Igus S. 8, Keba S. 39, Lapp S. 7, 12, Lenovo S. 58, Microsoft S. 41, Mitsubishi Electric S. 6, Onekey S. 48, Perspectix S. 52, Phoenix Contact S. 22, Rockwell Automation S. 40, Roland Berger S. 40, Schneider Electric S. 40, Synera S. 7, TKD Kabel S. 18, Tramec S. 6, VDMA S. 41, Visual Components S. 36, Weidmüller S. 14

Mitsubishi Electric und Tramec

## STRATEGISCHE PARTNERSCHAFT FÜR GETRIEBE

Um seinen Kunden künftig komplett Getriebemotor-Antriebssysteme anbieten zu können, hat Mitsubishi Electric einen Kooperationsvertrag mit dem europäischen Getriebehersteller Tramec unterzeichnet. Der am 22. Mai 2025 offiziell unterzeichnete Vertrag umfasst die Entwicklung und Lieferung von Getrieben für EM-A-Synchronmotoren. Mit dieser Kooperation erweitert Mitsubishi Electric sein Portfolio um komplett Getriebemotor-Antriebssysteme, die effiziente IE5+-Motoren mit leistungsfähigen Getrieben kombinieren.

Ausschlaggebend für die Entscheidung für Tramec als Getriebelieferant waren dessen ausgezeichneter Ruf im europäischen Markt, die internationale Ausrichtung sowie die enge Anbindung an die europäische Wertschöpfungskette durch Entwicklungs- und Produktionsstandorte in Italien. Diese Faktoren ermöglichen eine effiziente Zusammenarbeit sowie eine flexible und reaktionsschnelle Lieferkette.

Die Kombination aus EM-A-Synchronmotoren und Tramec-Getrieben bietet sowohl Erstausrüstern (OEMs) als auch Endanwendern klare Vorteile: OEMs profitieren von stabiler Drehzahlregelung bei wechselnden Lastbedingungen, höherer Energieeffizienz und einer vereinfachten Maschinenarchitektur durch sensorlose Positionierung – für eine wirtschaftlichere und zuverlässigere Konstruktion. Endanwender wiederum profitieren von geringeren Betriebskosten, reduzierten Wartungsanforderungen und erhöhter Systemzuverlässigkeit über den gesamten Lebenszyklus. Die konstant hohe

Produktionsleistung unterstützt die Anforderungen moderner, nachhaltiger Fertigungsprozesse.

Mitsubishi Electric und Tramec verkünden strategische Partnerschaft für industrielle Antriebslösungen. V.l.n.r.: Masaki Kawazoe, Hartmut Puetz, Wojciech Bracha (alle Mitsubishi Electric), Gianfranco Lanzo, Michele Gavino (alle Tramec).  
Bild: Mitsubishi Electric Europe



Titelzeige: Igus

### Klein, kompakt und kostengünstig

Die kompakte Spritzgießmaschine BOY 35 E integriert mit der Low-Cost-Automation von Igus eine kostengünstige Automatisierungslösung für effizientes Teilehandling.

Mit einem elektrischen Raumportal, das ohne zusätzlichen Platzbedarf auskommt, wird ein schneller Return on Investment erzielt. Wartungsfreie Materialien und einfache Konfiguration minimieren langfristige Kosten und maximieren die Wirtschaftlichkeit. Elektrisch angetriebene Komponenten ersetzen teure pneumatische Systeme und bieten hohe Flexibilität. Der Beitrag auf Seite 8 und 9 zeigt, wie Unternehmen durch erschwingliche und effiziente Automatisierung Wettbewerbsvorteile realisieren können.



igus GmbH

Spicher Straße 1a  
51147 Köln  
Telefon: +49 (0) 22 03 / 96 49-0  
E-Mail: info@igus.net  
www.igus.de



Altair präsentierte auf der Paris Air Show 2025 Lösungen für Smart Manufacturing und eine vernetzte Luftfahrt.

Bild: Altair

Altair

## KI-GESTÜTZTES ENGINEERING IN DER LUFTFAHRT

Altair, Anbieter im Bereich Computational Intelligence, präsentierte vom 16. bis 22. Juni auf der Paris Air Show 2025 im Paris-Le Bourget Exhibition Centre die Möglichkeiten von KI-gestütztem Engineering und vieles mehr. Auf der Veranstaltung zeigte das Unternehmen, wie seine Lösungen den Luft- und Raumfahrtsektor vom Konzept über die Produktion bis hin zur tatsächlichen Flugleistung neu gestalten. „KI, Daten und Konnektivität sind keine Zukunftskonzepte mehr, sondern der Wettbewerbsvorteil von heute. Unsere Technologien verhelfen der Luft- und Raumfahrtindustrie zu Durchbrüchen bei Leistung, Nachhaltigkeit und Innovation“, so Dr. Pietro Cervellera, Senior Vice President Aerospace and Defense bei Altair. „Und nach der kürzlich erfolgten Übernahme durch Siemens werden wir die Produktentwicklung in der Luft- und Raumfahrt nun gemeinsam beschleunigen.“ Während Luft- und Raumfahrtunternehmen daran arbeiten, die Anforderungen an Nachhaltigkeit, Effizienz und Betriebsbereitschaft zu erfüllen, helfen die Altair-Lösungen für KI-gestütztes Engineering, Datenanalyse und HPC dabei, Produkte noch smarter und schneller zu entwickeln.

Cadfem

## 40 JAHRE SIMULATION



Das Beispiel einer Pumpe zeigt, wie Ingenieure mit Simulation in das Innere von Produkten hineinschauen können.

Bild: Cadfem

Das auf Simulation spezialisierte Unternehmen Cadfem feiert in diesem Jahr sein 40-jähriges Bestehen. Inzwischen beraten 600 Beschäftigte der Cadfem Group weltweit mehr als 5.000 Firmen, Hochschulen und Forschungseinrichtungen in Themengebieten wie Antriebstechnik, Fahrzeugbau, Optik oder Maschinen- und Anlagenbau.

1985 zunächst als Vertriebsbüro der damals noch neuen Simulations-Software Ansys gegründet, hat sich das damalige Zweimann-Startup zu einem der international größten Anbieter von technischen Leistungen, Beratung und Schulungen rund um Simulation und Digital Engineering entwickelt.

Ging es zunächst um Maschinenbau, Anlagenbau und Automobil-Entwicklung, werden heute nahezu alle Branchen und Technologien bedient, darunter auch autonomes Fahren, additive Fertigung, Verfahrenstechnik und Medizintechnik.

Im Laufe der Unternehmensgeschichte hat sich die Firmenstruktur gewandelt. Aus der von Günter Müller und Otto Jandl gegründeten Firma CAD-FEM (CAD = Computer-aided Design, FEM = Finite-Elemente-Methode) wurde Cadfem Germany. Heute ist der Anbieter international präsent und unterhält über 35 Standorte und Beteiligungen in mehr als 20 Ländern in Europa und Asien.

Lapp-Gruppe

## CHINESISCHEN SPEZIALISTEN ÜBERNOMMEN

Die Lapp-Gruppe hat das chinesische Unternehmen Cableforce Electronics übernommen. Dadurch will das Unternehmen seine Marktpräsenz und Fertigungskapazitäten für Industriesteckverbinder stärken.

Lapp, Anbieter von integrierten Lösungen und Markenprodukten im Bereich der Kabel- und Verbindungstechnologie, baut seine Fertigungskapazitäten und Marktpräsenz im Bereich der Industriesteckverbinder weiter aus. Die 2015 gegründete Cableforce Electronics ist auf den Bereich Rundsteckverbinder spezialisiert und seit ihrer Gründung ein Partner von Lapp. Nun ist das Unternehmen mit Sitz in Dongguan-City in der Nähe von Shenzhen eine hundertprozentige Tochtergesellschaft der Lapp-Gruppe.

„In den letzten zehn Jahren hat Cableforce eine beeindruckende Marktposition, ein umfangreiches Portfolio und hohe Engineering-Kompetenz im Bereich Rundsteckverbinder aufgebaut“, erklärt CEO Matthias Lapp. „Diese Qualitäten ergänzen unser Angebot an Industriesteckverbinder – zum Vorteil unserer Kunden weltweit. Durch diesen Zusammenschluss werden wir Cableforce global einbinden, indem wir das Unternehmen in unser Netzwerk und unser Team von mehr als 5.700 engagierten Mitarbeitenden integrieren.“



Lapp ist auf Verbindungslösungen für die Industrie spezialisiert – von komplexen kundenspezifischen Lösungen bis hin zu mehr als 40.000 Katalogprodukten und Rundsteckverbinder wie diesen.

Bild: Lapp

Synera und Contact Software

## NEUER KONNEKTOR

Ingenieure stehen oft unter großem Druck, in kurzer Zeit Ergebnisse zu liefern. Ein von den Bremer Unternehmen Contact Software und Synera entwickelter Konnektor ermöglicht es, Konstruktions- oder Analyseprozesse vollständig zu automatisieren und dabei stets mit aktuellen Daten zu arbeiten. CAD-Konstrukteure können zum Beispiel ihre neueste Design-Iteration an Contacts CIM Database PLM übertragen. Dann beauftragen sie einen Synera AI-Agenten, das neue Design auf seine mechanische Leistung hin zu analysieren und einen Bericht zu erstellen. Die automatisierte Lösung vermeidet organisatorische Engpässe sowie kostspielige Nacharbeiten durch fehleranfälliges, manuelles Datenmanagement und beschleunigt so die Konstruktionsergebnisse.



Frank Patz-Brockmann von Contact (links) und Daniel Siegel, Mitbegründer und Co-CEO von Synera.

Bild: Contact Software

Die Zusammenarbeit der beiden Unternehmen baut auf frühere Erfolge auf: CAIQ, ein Tochterunternehmen von Contact, hat bereits einen Catia-V5-Konnektor entwickelt. Mit dieser Lösung können Ingenieure direkt aus Synera heraus die Parameter eines 3D-Modells in Catia V5 anpassen. Nun folgt eine Version für Catia V6.

**modeFRONTIER**

**VOLTA**

## Digital engineering solutions to innovate design faster

Make multidisciplinary simulation, optimization and decision-making available to any engineer with ESTECO Technology.



[esteco.com](http://esteco.com)



# KLEIN, KOMPAKT, KOSTENGÜNSTIG

Modernste Technik auf kleinstem Raum, hohe Wirtschaftlichkeit und einfache Bedienung – das zeichnet Spritzgießautomaten von BOY aus. Um diese Ziele auch in der Automatisierung zu erreichen, kombinieren die Neustädter die kompakte Baureihe BOY 35 E mit schmier- und wartungsfreier Low-Cost-Automation von Igus. Durch das automatisierte Teilehandling erzielen Kunden einen noch schnelleren Return on Investment.

» VON ALEXANDER MÜHLENS

**B**etritt man das Technikum der Dr. BOY GmbH & Co. KG im rheinland-pfälzischen Neustadt, so fallen direkt die vielen kompakten Spritzgießautomaten der unterschiedlichsten Baureihen ins Auge. Auf nur wenigen Quadratmetern Grundfläche reiht sich eine blau-gelbe Maschine an die nächste. „Genau diese geringen Abmaße bieten den Anwendern viele Vorteile“, erklärt Dr.-Ing. Patrick Messer, Leiter Anwendungstechnik bei BOY. „Mehrere kleinere Spritzgießmaschinen sind häufig nicht nur energieeffizienter und günstiger als eine einzelne große Maschine, sondern bieten Kunden

auch eine hohe Flexibilität auf kleinstem Raum.“ Sie ließen sich besser skalieren, und auch Stillstände würden minimiert. „Denn wenn man viele kleine Maschinen im Einsatz hat und eine davon gewartet wird, können die anderen problemlos weiterarbeiten.“

**DANK DER AUTOMATISIERUNG KÖNNEN BETRIEBE IHRE MITARBEITER VON ZEITAUFWÄNDIGEN UND MONOTONEN PALETTIERAUFGABEN ENTLASTEN UND RESSOURCEN FÜR WICHTIGERE AUFGABEN GEWINNEN.**

Das schmierfreie Raumportal ist in einem Aufbau in den Spritzgießautomaten integriert und benötigt keinen zusätzlichen externen Platz. Es ist Teil des Low-Cost-Automation-Angebots von Igus.

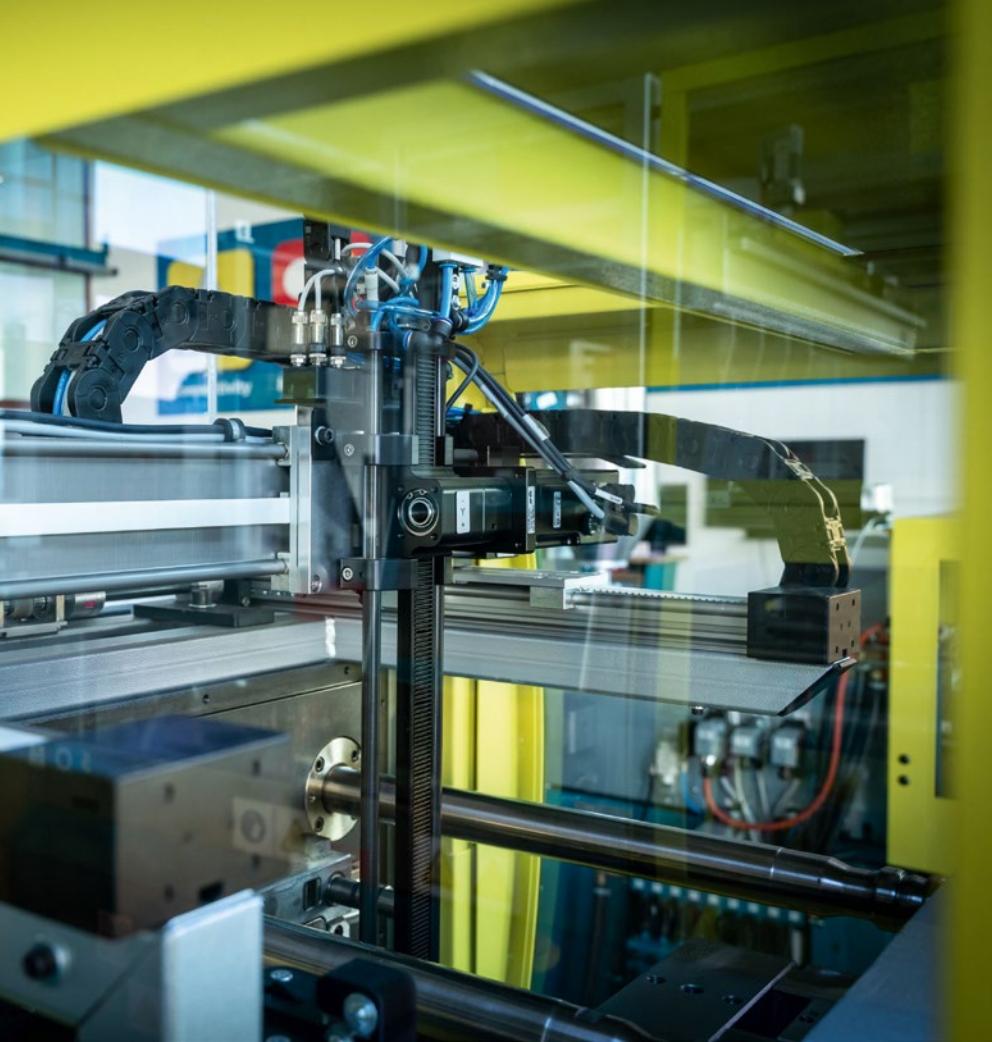
Bilder: Igus



Bei allen Spritzgießautomaten setzt BOY auf besonders niedrige Betriebskosten und geringe Verbrauchswerte. Seit der Unternehmensgründung 1968 zeichnen sich alle Maschinen durch ihre Kompaktbauweise und das vollhydraulische Zwei-Platten-Schließsystem aus. Sämtliche Baugruppen – von der Schließ- und Spritzeinheit bis zum Antrieb – sind optimal aufeinander abgestimmt und bieten so eine zuverlässige und effiziente Leistung. Das gilt auch für die BOY 35 E im Technikum, ein vierholmiger, servohydraulischer Schneckenkolben-Spritzgießautomat mit Zwei-Platten-Schließeinheit und ausschwenkbarer Spritzeinheit. Mit dem verwindungssteifen Schließsystem und der hohen Leistungsfähigkeit der Spritzeinheit eignet sich der vielfach bewährte Spritzgießautomat besonders zur Herstellung von Präzisionsteilen in engen Toleranzbereichen. Die BOY 35 E ist mit weniger als



Kai Schmitz, Produktmanager Automatisierungstechnik & Robotik bei Igus (links), und Dr.-Ing. Patrick Messer, Leiter Anwendungstechnik BOY, vor dem Spritzgießautomaten BOY 35 E mit integriertem Low-Cost-Automation-Raumportal von Igus.



Produktmanager Automatisierungstechnik & Robotik bei Igus, deutlich. „Interessenten erhalten sofort den Preis und können dank ‚Test before Invest‘ Funktionstests im Online-Konfigurator durchführen sowie CAD-Daten mit technischer Zeichnung herunterladen.“ Der Low-Cost-Automation-Portalkonfigurator ist zudem an den Marktplatz RBTX angebunden, auf dem verschiedenste Anbieter von erschwinglicher Robotik ihre Produkte und Kompetenzen bündeln. Hier finden sich nicht nur Linearroboter, sondern auch Scara-, Gelenkarm- und Deltaroboter. Kombinieren lassen sich diese mit Vision-Systemen, Greifern, GUIs, Motoren, Sensoren und Steuerungen verschiedener Hersteller. Alle Komponenten, die im Konfigurator zur Verfügung stehen, kann man miteinander kombinieren. Zudem wurden Kompatibilitätstests durchgeführt. Dadurch wissen Anwender bei jeder Konfiguration, dass die Komponenten auf der Hardware- und Softwareseite zusammenpassen, und das mit Festpreisgarantie.

### **Elektrik ersetzt Pneumatik**

Bei BOY schließen die Low-Cost-Automation-Linearportale von Igus die Lücke zwischen dem BOY Handling LR5 und pneumatischen Pickern, wenn es um das Teilehandling geht. Denn die pneumatische Lösung sei häufig zu unflexibel, gerade bei Änderungen, wie Patrick Messer betont. „Immer mehr Kunden wollen weg von Pneumatik und auf elektrisch angetriebene Komponenten umsteigen. Nicht nur, weil Druckluft ein Kostenfaktor ist. Der Vorteil eines elektrisch angetriebenen Drylin-Raumportals ist auch, dass es sich einfach einrichten, anpassen und initialisieren lässt. Es macht eine Referenzfahrt, und dann lässt sich der Vorgang starten.“ Dafür nutzen die Neustädter eine eigens entwickelte Software-Lösung für ihre Spritzgießmaschinen. Die BOY 35 E mit integrierter Low-Cost-Automation von Igus wurde erstmals auf der Fakuma 2023 gezeigt – und stieß gleich auf große Aufmerksamkeit. Patrick Messer betont: „Es gibt ein großes Kundenportfolio, das ein hohes Interesse an einem geordneten Teilehandling hat, sodass die Spritzgussteile im anschließenden Handling nicht beschädigt und sortiert abgelegt werden. Daher überzeugt diese platzsparende und einfache Low-Cost-Entnahmehlösung, zumal die Maschine dadurch nicht größer geworden ist.“

« RT

---

**Alexander Mühlens** ist Prokurist und Leiter des Geschäftsbereichs Low-Cost-Automation bei Igus.

zwei Quadratmetern Aufstellfläche nicht nur die kompakteste Spritzgießmaschine ihrer Klasse, sie erzielt auch mit den nachweislich geringsten Maschinenstundensätzen ein besonders gutes Preis-Leistungs-Verhältnis. Sechs Größen von Spritzeinheiten mit sechs verschiedenen Schnecken Durchmessern ermöglichen die individuelle Ausrichtung der Maschinenperformance je nach gestellter Anforderung.

### **Einfaches Teilehandling dank Low-Cost-Automation**

Eine Version der BOY 35 E im Technikum unterscheidet sich allerdings von den anderen. Hier fallen die Spritzgussteile aus dem Werkzeug nicht in einen Behälter, sondern werden gegriffen und abgelegt. Dafür sorgt bei näherem Hinsehen ein Raumportal, das in einem Aufbau in die Maschine integriert ist und so keinen zusätzlichen Platz benötigt. Das Raumportal ist Teil des breiten Low-Cost-Automation-Angebots des Motion-Plastics-Spezialisten Igus. Das Ziel: Kunden sollen schnell und unkompliziert einen Pick & Place-Linearroboter für Aufgaben rund um Palettierung, Sortierung, Etikettierung oder Qualitätsprüfung in Betrieb nehmen können. Eine Investition, die risikoarm ist und sich in aller Regel schnell amortisiert. Dank dieser Automatisierung können Betriebe ihre Mit-

arbeiter beispielsweise von zeitaufwändigen und monotonen Palettieraufgaben entlasten und Ressourcen für wichtigere Aufgaben gewinnen.

### **Kein Wartungsaufwand**

Das Low-Cost-Automation-System selbst verursacht dabei keinen Wartungsaufwand. Die Linearachsen bestehen aus korrosionsfreiem

**➤ BEI BEDARF LASSEN SICH DIE IGUS-RAUMPORTALE DANK EINES ONLINE-KONFIGURATORS IN NUR FÜNF MINUTEN INDIVIDUELL ZUSAMMENSTELLEN UND PROGRAMMIEREN. ◀**

KAI SCHMITZ, IGUS

Aluminium, die Schlitten bewegen sich über Gleitlager aus Hochleistungskunststoff, die dank integrierter Festschmierstoffe über viele Jahre einen reibungsarmen Trockenlauf ohne externe Schmiermittel ermöglichen – selbst in staubigen und schmutzigen Umgebungen. „Bei Bedarf lassen sich die Portale dank eines Online-Konfigurators in nur fünf Minuten individuell zusammenstellen und programmieren“, macht Kai Schmitz,

# SONDERLEITUNG AUF DEM PRÜFSTAND

Anderson Electric Controls (AEC) rüstet unter anderem Prüfstände für Elektrofahrzeuge und Antriebsbatterien aus. Für einen Auftrag benötigte der Spezialist eine Anschlussleitung, die die komplexen Vorgaben des Kunden erfüllen konnte. AEC wandte sich an Helukabel. **» VON MATTHIAS REISER**

**D**ie Elektromobilität ist auf dem Vormarsch – und das mit Riesen-schritten: Die Zahl der weltweiten Neuzulassungen von Elektroautos ist von rund 128.000 im Jahr 2012 auf rund 17 Millionen im Jahr 2024 gestiegen. Verantwortlich dafür sind nicht nur das gestiegene Umweltbewusstsein der Menschen oder verschiedene Förder- und Subventionsprogramme, sondern auch die stetige Weiterentwicklung auf technischer Seite: E-Autos bieten eine immer höhere Reichweite, die Ladeinfrastruktur wird flächendeckend besser und die Ladezeiten kürzer. Das macht E-Mobilität für Fahrerinnen und Fahrer immer attraktiver.

Das Herzstück jedes Elektrofahrzeugs ist die Batterie: Sie bestimmt, wie weit der Nutzer mit einer Ladung kommt und wieviel Zeit er für den Ladevorgang einplanen muss. Für eine bestmögliche Performance tüfteln die Batteriehersteller kontinuierlich daran, die Akkus einerseits immer kompakter und leichter und gleichzeitig stärker und leistungsfähiger zu machen. Auch die Automobilkonzerne stecken viel Aufwand in Forschung und Entwicklung, um Fahrzeug und Batterie immer besser aufeinander abzustimmen.

## Von Tunnelbohrmaschinen zur E-Mobilität

„Zum Einsatz kommen dafür spezielle Prüfstände, auf denen sich unterschiedlichste Funktionen und Szenarien unter realitäts-nahen Bedingungen testen lassen“, erklärt Ron Hansen, Geschäftsführer der Anderson Electric Controls, Inc. (AEC). Das Unterneh-men mit Sitz im US-amerikanischen Kent im Bundesstaat Washington ist unter anderem auf die Ausstattung solcher Prüfstände für Erstausrüster in der Automobilindustrie spe-



Die Cycler- und Emulationssysteme von AEC können auf einem Prüfstand das Verhalten einer realen Fahrzeugbatterie simulieren.

**➤ EINE HERAUSFORDERUNG  
WAREN DIE HOHEN SPAN-  
NUNGEN VON 2 KV UND MEHR, DIE  
WÄHREND DES TESTVERFAHRENS  
AN DEN LEITUNGEN ANLIEGEN.«**

MATT TAVARES

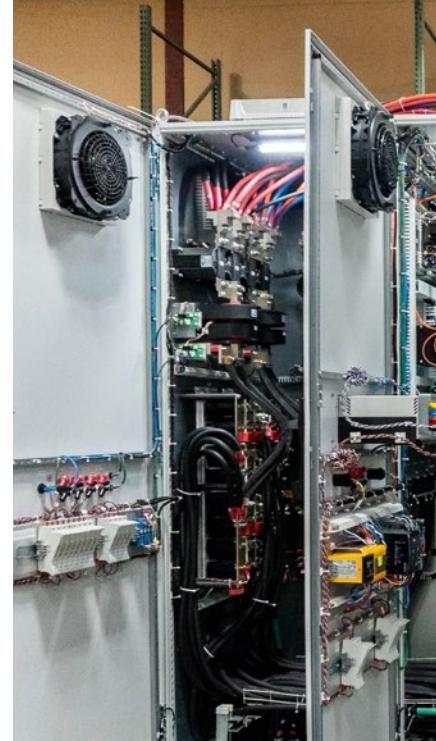
zialisiert. Seine Wurzeln hat AEC in der Steuerungstechnik für Tunnelbohrmaschinen, mit der Zeit wurde das Portfolio jedoch um mehrere andere Geschäftsfelder ergänzt.

„Wir entwickeln und liefern für unsere Kunden zum Beispiel Cycler- und Emulationssysteme für Batterien“, erklärt Steven Hansen, Technischer Leiter bei AEC. „Das sind elektrische Vorrichtungen, die auf einem Prüfstand

das Verhalten einer realen Fahrzeugbatterie simulieren.“ Kapazität, Ladezustand oder Aufbau der Batteriezellen lassen sich dabei flexibel parametrieren – das bedeutet, dass der Anwender unterschiedliche Batterietypen und Einsatzumgebungen nachbilden kann. „Automobilhersteller nutzen diese Systeme, um das Verhalten von Antriebsbatterien und Bordnetzen in ihren Fahrzeugen zu testen und zu optimieren“, berichtet Ron Hansen. „Auch können sie damit die zu erwartende Leistung der noch nicht verbauten Fahrzeugbatterie ermitteln sowie Lade-, Kapazitäts-, Effizienz- oder Sicherheitsprobleme identifizieren.“

## Hohe Spannungsfestigkeit gefordert

Die Ausstattung der Prüfsysteme passt AEC individuell an die Anforderungen seiner Kun-





**AEC ist auf die Herstellung von Prüfständen für Erstausrüster in der Automobilindustrie spezialisiert.**

den an – so auch im Fall eines internationalen Automobilherstellers, der für ein Werk in den USA einen neuen Prüfstand für Elektrofahrzeuge benötigte. Um die Antriebsbatterien mit dem Cycler zu verbinden, kommen ganz spezielle Anschlussleitungen zum Einsatz. „Eine Herausforderung hierbei waren die hohen Spannungen von 2 kV und mehr, die während des Testverfahrens an den Leitungen anliegen“, berichtet Matt Tavares, Maschinenbauingenieur bei AEC. „Gefordert waren außerdem eine UL-Zulassung, eine sogenannte TC-ER-Zertifizierung für die offene Verlegung sowie eine niedrige Induktivität, um EMV-Störungen zu vermeiden.“

Schnell wurde den Verantwortlichen bei AEC klar: Mit einer Standardleitung ließen sich diese komplexen Vorgaben nicht erfüllen. Bei ihrer Recherche nach einer geeigneten Lösung stießen sie schon bald auf Helukabel: Der international führende Anbieter für elektrische Verbindungstechnik ist auch in den USA mit einer Tochtergesellschaft vertreten. „In mehreren Gesprächen konnten wir uns davon überzeugen, dass wir mit Helukabel den richtigen Partner für dieses Projekt gefunden hatten“, erinnert sich Tavares.

#### **Maßgeschneidert und termingerecht**

Nachdem alle Einzelheiten geklärt waren, machten sich die Helukabel-Konstrukteure daran, eine Anschlussleitung für den geplan-

**► DIE ANSCHLUSSLEITUNG VERFÜGT ÜBER EINE TC-ER-ZULASSUNG. DAS HEISST, SIE DARF AUCH OHNE EIN ROHR ODER EINEN GESCHLOSSENEN KABELKANAL VERLEGT WERDEN.«**

DAVID NEWTON

ten Batterieprüfstand zu entwerfen. „Wir bei Helukabel verfügen über jahrzehntelange Erfahrung in der Entwicklung kundenspezifischer Lösungen und haben dafür eigene Expertenteams“, weiß David Newton, der zuständige Regional Sales Manager. „Die gewünschten Produkteigenschaften zu realisieren, war daher für uns kein Problem.“ Die eigens für AEC entwickelte Leitung überzeugt unter anderem durch ihre gute Beständigkeit gegen Öl und Feuchtigkeit. „Darüber hinaus verfügt sie über eine TC-ER-Zulassung – das heißt, sie darf auch ohne ein Rohr oder einen geschlossenen Kabelkanal verlegt werden“, fügt Newton hinzu. „Und natürlich haben wir uns um die benötigte Zulassung durch die in den USA führende Zertifizierungsorganisation Underwriter's Laboratory (UL) gekümmert.“

Ein weiterer Pluspunkt für Helukabel war, dass die gewünschte Leitung innerhalb der von AEC genannten Lieferfrist bereitgestellt werden konnte. „Bei anderen Herstellern waren uns die Vorlaufzeiten schlichtweg zu lang, so dass wir wiederum unseren Kunden hätten warten lassen müssen“, sagt Tavares. „Helukabel hat uns eine Lösung geliefert, die all unseren Vorstellungen entspricht – und das schnell, kompetent und zuverlässig.“ Die Tür für eine weitere Zusammenarbeit mit Anderson Electric Controls ist damit mehr als nur geöffnet, verrät Geschäftsführer Ron Hansen. „Die nächste Bestellung ist bereits getätig und weitere gemeinsame Projekte sind schon in Planung.“

« KF

**Matthias Reiser** ist Referent Unternehmenskommunikation bei Helukabel.



**Das AEC-Team mit Steven Hansen, Ron Hansen, Jared Weyer und Matt Tavares (v.l.) ist mit der Zusammenarbeit mit Helukabel rundum zufrieden.**

Bilder: Helukabel

Der Stuttgarter Hersteller von Verbindungslösungen verfügt über ein umfassendes Leitungsportfolio, das in die Bestimmungen einbezogen werden kann.

01  
SCHÄFER

# MEHR QUERSCHNITT, WENIGER EMISSIONEN

Die Vorstellung, dass dünnerne Leitungen günstiger sind als dicke, hält sich hartnäckig – schließlich benötigen sie weniger Material. Doch eine aktuelle Untersuchung von Lapp zeigt: Leitungen mit größerem Querschnitt sind langfristig die klügere Wahl. Sie verringern Leistungsverluste, senken CO<sub>2</sub>-Emissionen und helfen dabei, Betriebskosten zu sparen.

» VON FRIEDERIKE SCHMIDT

**S**chon während seiner Ausbildung zum Mechatroniker hörte Maximilian Christians einen Satz immer wieder: „Wenn Du den Motor anschließt, nimm einfach die dünnste Leitung – das ist billiger und reicht aus.“ Dabei fragte er sich schnell: Ist weniger wirklich immer besser? Denn so naheliegend die Wahl einer dünneren Leitung wegen des geringeren Materialeinsatzes erscheint – sie bringt auch Nachteile mit sich: höhere Leistungsverluste und damit langfristig höhere Betriebskosten. Nach seinem Maschinenbaustudium widmete sich Christians dieser Frage erneut – diesmal als Research Engineer Advanced Technology bei Lapp, dem Weltmarktführer für integrierte Lösungen und Markenprodukte im Bereich der Kabel- und Verbindungstechnologie.

Heute weiß er: Die gängige Faustregel „dünne Leitung gleich weniger Material und somit niedrigere Kosten“ greift zu kurz. Seine Forschung zum Thema Nachhaltigkeit ergab: Auch wenn Leitungen mit größerem Querschnitt in der Herstellung einen höheren Materialeinsatz bewirken und daher initial mehr kosten, können sie durch geringere Leistungsverluste über den Lebenszyklus hinweg Emissions- und Energiekosten sparen. „In einer Zukunft, die von einem

## DÜNNE LEITUNGEN SIND NICHT AUTOMATISCH GÜNSTIGER ALS DICKE.

nachhaltigen Wandel geprägt ist, können steigende Energiepreise und CO<sub>2</sub>-Abgaben für Anwenderinnen und Anwender zu einem entscheidenden Faktor für effiziente und nachhaltige Entscheidungen werden“, erklärt Maximilian Christians.



Dicker oder dünner Leitungsquerschnitt?  
Für eine nachhaltige Lösung gilt es,  
das optimale Verhältnis zu bestimmen.

## Das optimale Verhältnis entscheidet

Von Beginn an war klar: Eine dünnerne Leitung erzeugt durch ihren höheren elektrischen Widerstand mehr Wärme, was zu vermeidbarem Leistungsverlust führt. Je dicker die Leitung, desto geringer dieser Widerstand – der Strom kann ungehindert fließen, ohne dass ein großer Teil der Energie in Wärme umgewandelt wird. Das ist besonders relevant für industrielle Anwendungen, in denen hohe Ströme fließen und dadurch der Leistungsverlust mit steigender Belastung überproportional zunimmt. Leitungen mit größerem Querschnitt sparen daher nicht nur Energie, sondern reduzieren auch die Erwärmung der Verbindung und verbessern dadurch die Betriebssicherheit und Lebensdauer der gesamten Konfiguration.

Allerdings erfordert eine Leitung mit größerem Querschnitt mehr Ressourcen wie Kupfer, was die initialen Herstellungs- und Anschaffungskosten erhöht und zunächst zu höheren CO<sub>2</sub>-Emissionen führt als bei einer dünneren Leitung. „Die Lösung kann vor diesem Hintergrund nicht sein: Wir nehmen die dünste Leitung, um den Geldbeutel zu schonen, oder die dickste, um das Klima zu schützen“, betont Maximilian Christians. „Vielmehr geht es darum, das optimale Verhältnis zu kalkulieren. Als Teil des Vorentwicklungs-Teams von Lapp konnte ich endlich eine fundierte Methode dafür entwickeln.“

## Formel zur Berechnung des Sparpotenzials

Maximilian Christians entwickelte eine Berechnungsmethode, die neben den Anschaffungskosten auch die Betriebskosten über die gesamte Nutzungsdauer der Leitung – die sogenannte Total Cost of Ownership (TCO) – berücksichtigt. Seine Untersuchungen zeigen, dass der rein normgerechte Mindestquerschnitt häufig nicht die wirtschaftlich und ökologisch optimale Wahl ist. Zum Beispiel liegt bei einer Leitungslänge von 50 Metern und einem dreiphasigen Netz bei 16 Ampere Nennstrom der normgerechte Mindestquerschnitt bei 2,5 Quadratmillimetern. Betrachtet man jedoch die langfristigen Energiekosten, wäre ein Durchschnitt von sechs Quadratmillimetern die wirtschaftlichere Wahl. Wird zusätzlich die CO<sub>2</sub>-Bilanz über den gesamten Lebenszyklus berücksichtigt, ergibt sich mit einem noch größeren Querschnitt von 16 Quadratmillimetern die nachhaltigste Lösung. Der optimale Leitungsdurchschnitt hängt somit von mehreren Faktoren ab, wie dem Nennstrom,



Mit der bei Lapp entwickelten Berechnungsmethode können alle Leitungsquerschnitte unter die Lupe genommen werden. Bilder: Lapp

der Nutzungsdauer und dem Strommix. „Hierauf sollten Unternehmen bei der Auswahl ihrer Leitungen achten“, erklärt Maximilian Christians. „Schon heute kann eine fundierte Entscheidung über den optimalen Leiterquerschnitt erhebliche Einsparungen von CO<sub>2</sub>-Emissionen und Kosten bringen.“

## Lapp engagiert sich umfassend für Nachhaltigkeit

Die Wahl des optimalen Leitungsquerschnitts ist einer von vielen Nachhaltigkeitshebeln. Auf der Hannover Messe zeigte das Unternehmen, wie die Wahl des optimalen Leitungsquerschnitts zur CO<sub>2</sub>-Reduktion und Kosteneffizienz beitragen kann. Denn die richtige Kabeldimensionierung ist für viele Maschinenbauer bislang ein unterschätzter Hebel zur Reduktion von CO<sub>2</sub>-Emissionen. Maximilian Christians ist überzeugt, dass dieses Thema auf großes Interesse stoßen

steller seine Anwenderinnen und Anwender dabei, nachhaltige Investitionsentscheidungen zu treffen, die sowohl ökologische als auch ökonomische Vorteile bieten. Für Maximilian Christians steht fest: „Dieses Konzept ist ein Baustein unserer umfassenden Nachhaltigkeitsstrategie.“

Mit der Einführung des Product Carbon Footprint (PCF) setzt das Unternehmen ein weiteres Zeichen für mehr Nachhaltigkeit: Der PCF schafft Transparenz über die CO<sub>2</sub>-Emissionen entlang des gesamten Produktlebenszyklus – von der Rohstoffgewinnung über die Produktion bis zur Logistik. Gleichzeitig entwickeln die Ingenieurinnen und Ingenieure des Herstellers laufend neue, umweltfreundliche Materialien. Dazu zählen unter anderem die biobasierte Datenleitung Etherline bioP Cat.5e sowie die EPIC-Steckverbinder aus biobasierten Kunststoffen, die den Einsatz fossiler Rohstoffe deutlich reduzieren.

„Nachhaltigkeit steckt in unserer DNS – das merkt man in vielen Bereichen“, sagt Maximilian Christians. „Von der Vorentwicklung am Standort Stuttgart über die Entwicklung und Fertigung bis hin zu unserer Logistik, wo mit optimierten Versandwegen und zum Teil recyceltem Verpackungsmaterial Emissionen gesenkt werden.“ Lächelnd fügt er hinzu: „Und mich persönlich freut es, dass ich meinen früheren Meistern heute mit Zahlen belegen kann, dass die dünste Leitung nicht immer die beste Wahl ist.“

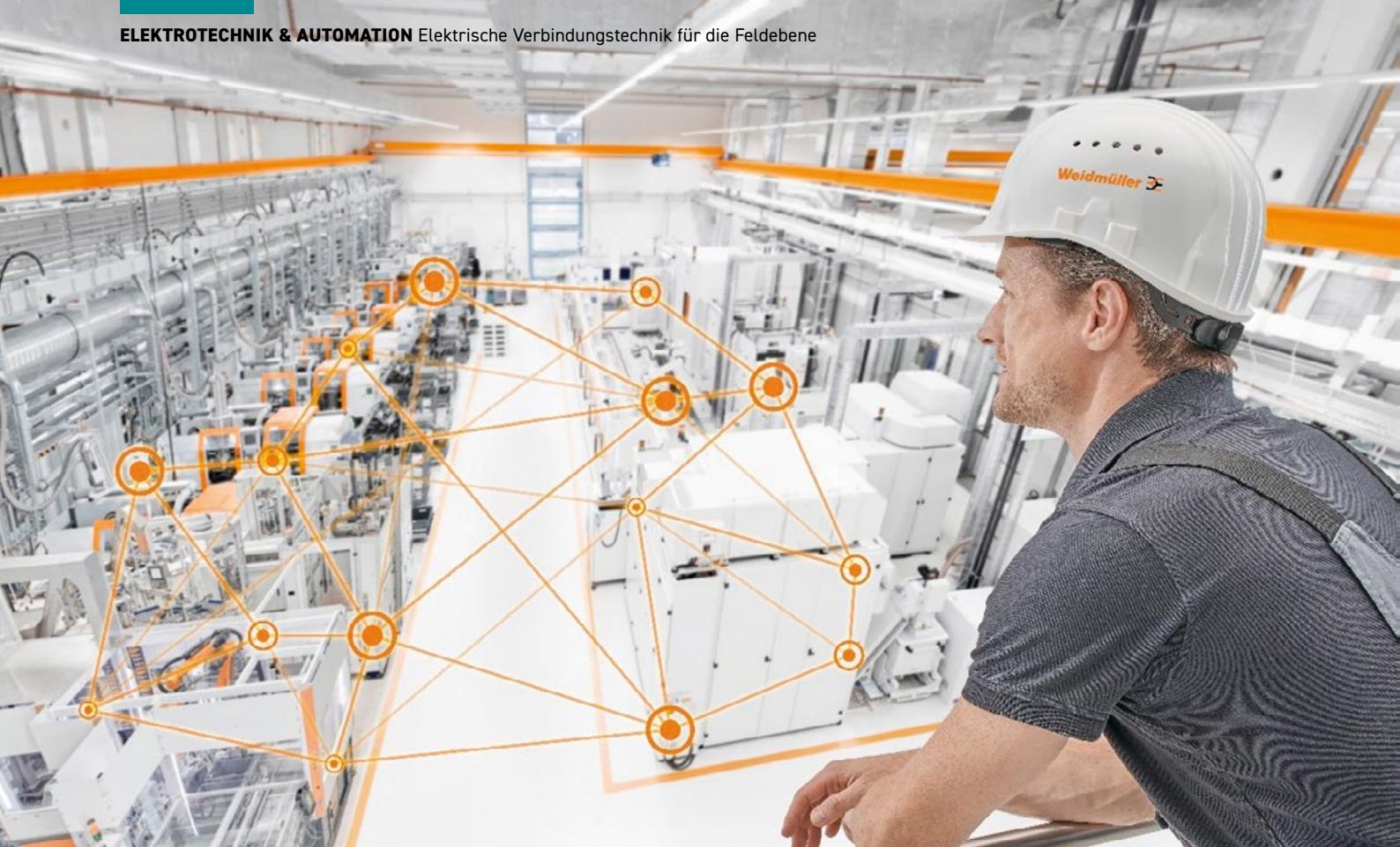
« KIS

## MIT DEM TCO-LEBENSYKLUS-RECHNER KÖNNEN KUNDEN DEN OPTIMALEN LEITUNGSQUERSCHNITT ERMITTLEN.

wird: „Es ist ein perfektes Beispiel dafür, wie Wirtschaftlichkeit und Klimaschutz Hand in Hand gehen können. Die langfristige Reduktion von Energiekosten bedeutet gleichzeitig eine nachhaltigere Nutzung von Ressourcen.“

Und weil Nachhaltigkeit messbar sein muss, integriert das Unternehmen seine Forschungsergebnisse in einen Emissions- und TCO-Lebenszyklus-Rechner, mit dem Kundinnen und Kunden den optimalen Leitungsquerschnitt für ihre Anforderungen bestimmen können. So unterstützt der Her-

Friederike Schmidt arbeitet im Marketing Communications bei U.I. Lapp.



# STARKES RÜCKGRAT FÜR INDUSTRIELLE NETZWERKE

In der industriellen Automatisierung ist eine zuverlässige und leistungsfähige Vernetzung essenziell. Die Feldverdrahtung bildet dabei das Rückgrat moderner Anlagenkommunikation, denn sie verbindet Steuerungen, Sensoren und Aktoren zu einem integrierten Gesamtsystem. Weidmüller unterstützt Anwender bei der Automatisierung mit IP67-tauglicher Netzwerktechnik und durchdachten, modularen Lösungen. ➤ **VON CHANTAL CAMPOS CHAVERO**

**D**ie Feldverdrahtung vernetzt Automatisierungs- und Steuerungstechnik auf technisch hohem Niveau und ermöglicht eine zuverlässige Übertragung von Steuerungs- und Sensordaten. Als Rückgrat moderner industrieller Netzwerke verbindet sie Sensoren, Aktoren, Steuerungen und Kommunikationsgeräte zu einer ganzheitlichen Lösung für eine präzise Prozessüberwachung und -steuerung in Echtzeit.

Mit dem HDC-Portfolio von Weidmüller ist die Energieverteilung zur Sicherstellung der Kommunikation zuverlässig abgedeckt. Vorkonfektionierte Lösungen und anschlussfertige Technologien reduzieren den Installationsaufwand und ermöglichen eine schnelle, sichere Feldanbindung.

In Zeiten von Industrie 4.0 und zunehmender Anlagenvernetzung gewinnt die Feldverdrahtung weiter an Bedeutung. Sie bildet die Basis für ein effizientes, flexibles und zukunftssicheres Management industrieller Prozesse. Die fortschreitende Modularisierung industrieller Systeme unterstreicht diesen Stellenwert zusätzlich.

## Netzwerktechnik im IP67-Raum

In den Bereichen der Fabrikautomatisierung, Maschinenbau und Intralogistik ist die industrielle Feldverdrahtung von Weidmüller insbesondere im anspruchsvollen IP67-Umfeld etabliert. Mit der verlässlichen und ganzheitlichen Netzwerktechnik im IP67-Raum ist das Unternehmen ein umfassender Komponentenanbieter. Die Expertise erstreckt sich

nahtlos von der Schaltschrankverdrahtung über das Feld bis hin zur Maschinenkommunikation. Das grundlegende Element für den Erfolg der Feldverdrahtung, ist das breite und gut aufeinander abgestimmte Produktportfolio. Dieses umfasst innovative Steckverbinder, Produkte für die Schaltschrankwand und intelligente Automatisierungslösungen. Diese Vielfalt ermöglicht es, eine breite Bandbreite von industriellen Anforderungen zu bedienen und individualisierte Lösungen zu entwickeln. Darüber hinaus bietet das Familienunternehmen umfassende Dienstleistungen und Vertriebskanäle an. Diese gewährleisten eine reibungslose Integration, Inbetriebnahme und Wartung der Systeme, wodurch die Lebensdauer und Zuverlässigkeit der Anlagen erhöht wird.



Schneller und sicherer Zugriff auf Steuerungselemente und Funktionselektronik im Schaltschrank mit Frontcom Vario.

## Dezentralisierung und Modularisierung

Die zwei Schlüsselkomponenten, die die Effizienz und Flexibilität in der industriellen Feldverdrahtung auch bei Weidmüller maßgeblich beeinflussen, sind Dezentralisierung, und Modularisierung:

Dezentralisierung bedeutet, dass Steuerungs- und Kommunikationskomponenten näher an den eigentlichen Prozessen oder Anlagen installiert werden. Der Vorteil: Die Verkabelung wird verkürzt, individueller aufgebaut und dadurch Kosten und Platzbedarf reduziert. Weidmüller bietet dezentrale Lösungen wie Feldbus- und Ethernet-Module, die eine nahtlose Integration in die Feldverdrahtung ermöglichen und Flexibilität und Skalierbarkeit erhöhen.

Modularisierung hingegen bezieht auch die Verwendung von standardisierten, austauschbaren Komponenten und Modulen mit ein, um so die Konstruktion und Wartung von Anlagen zu vereinfachen. Das Verbindungs- und Elektrotechnikunternehmen verfügt in seinem Produktsortiment über viele modulare Komponenten. Dazu gehören Steckverbinder, Sensor-Aktor-Boxen, Kabeleinführungssysteme und Gehäuse, die maßgeschneiderte Lösungen, die Wiederverwendbarkeit sowie Flexibilität für den Anwender ermöglichen. Dies trägt zur Reduzierung von Ausfallzeiten bei Wartungsarbeiten und zur einfachen Aktualisierung von Anlagen bei.

Insgesamt steigern Dezentralisierung und Modularisierung die Gesamteffizienz in der Feldverdrahtung und vereinfachen die Wartung: Die Anforderungen an moderne industrielle Verdrahtungssysteme werden erfüllt.

## Nervensystem für eine Feldebene

Dank langjähriger Erfahrung in Kundenanwendungen kennt das Detmolder Familienunternehmen die Anforderungen und Herausforderungen seiner Kundenschaft genau. Auf dieser Basis bietet Weidmüller passende Komponenten für unterschiedlichste Anlagen – aus einer Hand und als maßgeschneiderten „Solution Basket“. Das Portfolio reicht von Schaltschranklösungen mit Produkten wie Frontcom Vario/Micro, Cabtite-Kabeleinführungen und schweren Steckverbindern bis hin zu Feldanwendungen mit Sensor-Aktor-Interfaces, Industrial Ethernet und Fieldpower. Auch in Maschinen sorgen Industrieleuchten, Filterlüfter und robuste Gehäuselösungen für optimale Funktionalität. „Wir bieten dem Kunden das gesamte Produktpotential für die Feldebene. Alles, was die Anlagen miteinander verbindet – sozusagen das Nervensystem für eine Feldebene“, fasst Karola Tillack, Executive Vice President Division Device & Field Connectivity bei Weidmüller, zusammen. [« KF](#)

---

Chantal Campos Chavero ist Redakteurin Unternehmenskommunikation bei Weidmüller.

Schwere Steckverbinder mit Snap In-Anschlusstechnologie.

Bilder: Weidmüller



IIoT-PLATFORM  
**moneo**  
USE THE POWER OF **YOUR DATA**



SENSOR TO CLOUD

 **Connect data from plant floor**

 **Transform data into information**

 **Get actionable insights**



# BACK IN BLACK

Sinus-Leistungselektronik entwickelt und fertigt Akkuladegeräte, akkugestützte Notstromversorgungen sowie Wechselrichter, auch in kundenspezifischen Ausführungen. Für die elektrische Verbindung setzt das Unternehmen auf Schraub- und Printklemmen von Conta-Clip – ausnahmslos in schwarzer Ausführung. » **VON AXEL DIEDERICHS**

**Z**uverlässigkeit ist für Frank Sagawe, Geschäftsführer der Sinus-Leistungselektronik GmbH, ein zentraler Erfolgsfaktor – besonders für kleine Betriebe mit internationalen Kundenbeziehungen. Seit über 30 Jahren fertigt das inhabergeführte Unternehmen aus Düsseldorf individuelle Lösungen, komplett in Handarbeit und „Made in Germany“. Neukunden gewinnt Sinus fast ausschließlich über Empfehlungen – auf klassische Werbung kann das Unternehmen verzichten. „Wir sind in der glücklichen Lage, dass sich Sinus über die Jahre einen verlässlichen Ruf aufgebaut hat“, sagt Sagawe.

## Hochwertige Geräte für die Stromversorgungstechnik

Die fünf Mitarbeiter des kleinen, rheinländischen Spezialbetriebs stellen Geräte zur unterbrechungsfreien Stromversorgung her, reparieren und warten sie. Dazu gehören Akkuladegeräte, akkugestützte Notstromversorgungen wie DC/AC-USV Gleichrichter bzw. Batterieanlagen, Wechselrichter und andere Geräte der Stromversorgungstechnik. Sagawe: „Wir bieten unsere Baureihen und Geräte für den stationären und mobilen Einsatz sowohl in Standard- als auch in Sonderkonfektion an. Selbstverständlich nach den geltenden und aktuellen CE-Bestimmungen

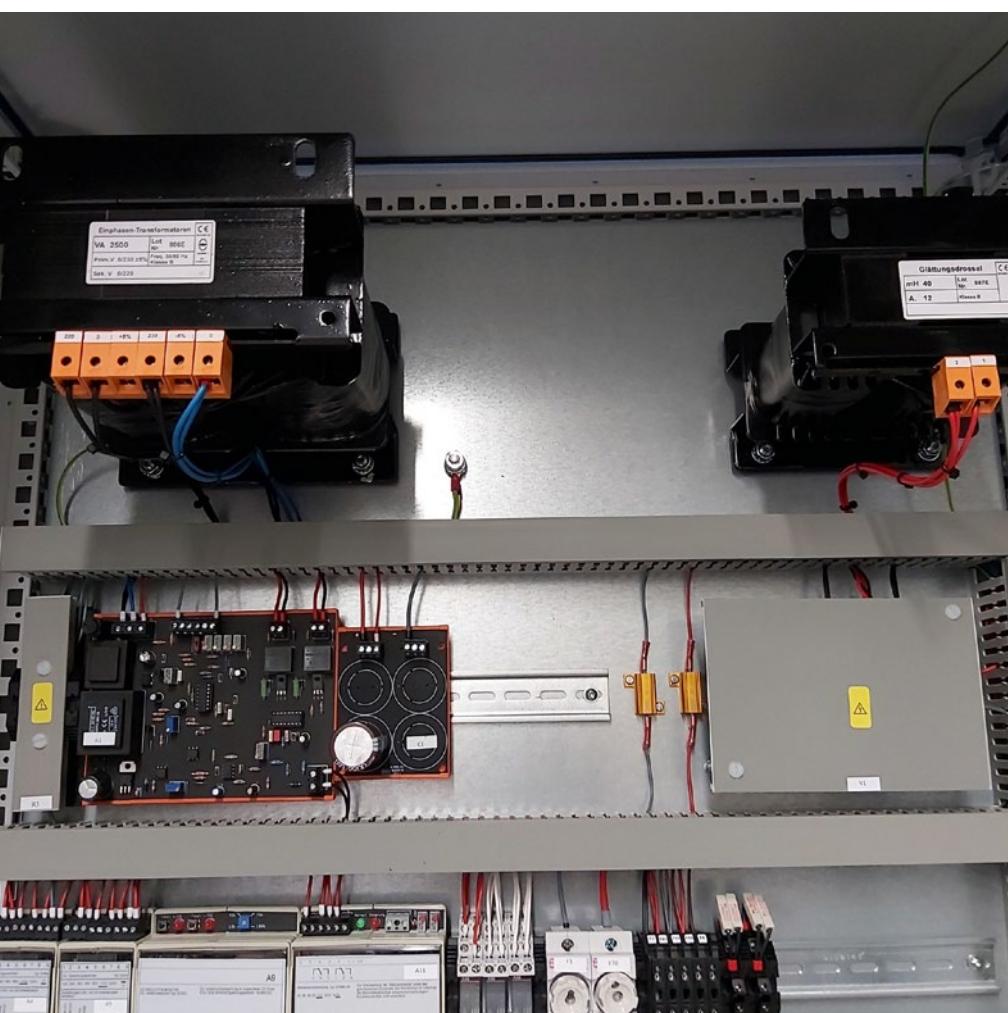
ausgeführt. Darüber hinaus produzieren wir auf Wunsch und nach ausgiebiger Beratung natürlich individuelle, kundenspezifische Sonderanfertigungen.“

Neben Verteilungen, Umschalteinrichtungen und Redundanz-Anlagen gehören unter anderem auch Sicherheitsbeleuchtungen, Not- und Ersatzstrom, ein umfassender Service, regelmäßige Wartung sowie Inbetriebnahme und Reparaturen zum Angebot der Leistungselektroniker. Im Portfolio finden sich Baureihen wie die sekundär getakteten Konstantspannungs-Ladegleichrichter der TR-Modelle mit kaum wahrnehmbarer Geräuschentwicklung und guten Wirkungsgrad, deren Spannungs- und Stromkonstanz mit der von linear geregelten Geräten vergleichbar ist oder die Geräte der Serien THE/THD für den Bereitschaftsparallelbetrieb mit höheren Spannungs- bzw. Leistungsbedarf, ausgeführt in hochzuverlässiger Thyristortechnik.

## Zuverlässigkeit im Fokus

Weitere Baureihen sind die kleinen und kompakten unterbrechungsfreien DC-USV Modelle KUGV für den Bereitschaftsparallelbetrieb mit sekundär getakteten Ladenetzteilen ohne Instrumentierung und die modular aufgebauten Ladegleichrichtereinheiten der Serie UGV mit hoher Zuverlässigkeit und gutem Wirkungsgrad bei einer nicht wahrnehmbaren Geräuschentwicklung. Die verschiedenen Störmeldebaugruppen für die firmeneigenen Stromversorgungen ergänzen die beschriebenen Baureihen und sind speziell auf die Produkte von Sinus abgestimmt. Zu guter Letzt runden Zentralversorgungsanlagen für OP-Leuchten das Angebot ab.

**Schwarz sehen auf die positive Art:  
Die speziell für Sinus produzierten  
schwarzen Klemmen von Conta-Clip.**



## Vergleichbarer Qualitätsanspruch

Dass die Baureihen und Geräte der Stromversorgungstechnik den gängigen VDE-Normen entsprechen und zuverlässig ihren Dienst verrichten, muss wohl nicht extra erwähnt werden. Apropos Zuverlässigkeit – das gilt nicht nur für Sinus. Sagawe und seine Leistungselektroniker erwarten diese auch von ihren Partnern und deren Produkten. Dann steht einer langjährigen Verbindung nichts mehr im Weg: „Wir verbauen schon seit über einer Dekade Klemmen von Conta-Clip, aktuell verwenden wir die PRK Push-in-Klemmen und SRK-Schraubklemmen für die Tragschienenmontage im Schaltschrank und PBK-Printklemmen für die Steuerungen auf der Platine. Der Qualitätsanspruch der Hövelhofer ist mit unserem vergleichbar. Die Klemmen sind einfach handzuhaben und funktionieren auch nach Jahren sicher und einwandfrei.“

## Reihenklemmen mit Push-in-Anschluss-System

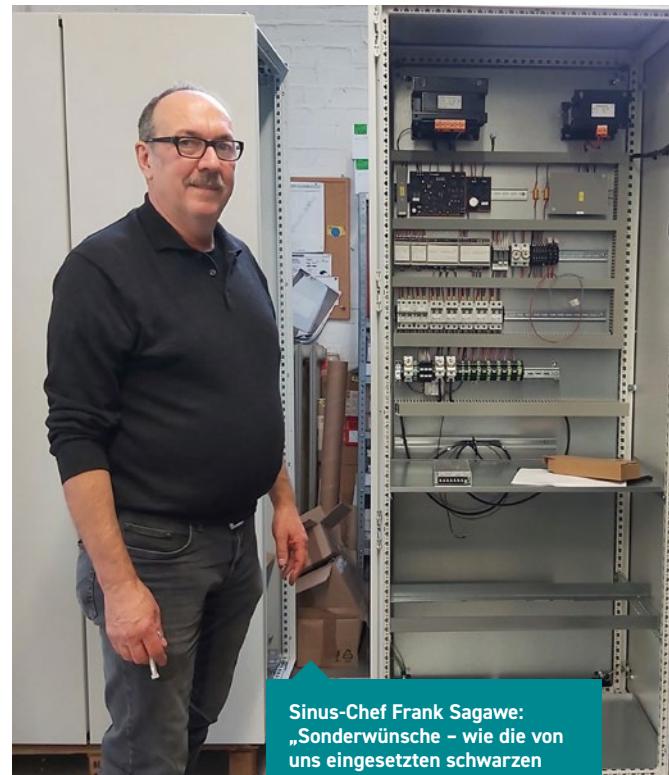
Die PRK-Reihenklemmen-Programme mit Push-in-Anschluss-System umfassen Durchgangs-, Schutzleiter-, Trenn-, Sicherungs-, Mehrstock-, Installations- und Initiatorenklemmen in hoher Varianz für Leiterquerschnitte von  $1,5 \text{ mm}^2$  bis  $16 \text{ mm}^2$ . Sagawe findet, dass „das umfangreiche PRK-Programm gegenüber herkömmlichen Push-in-Klemmen diverse konstruktive Optimierungen bietet und damit unseren sehr hohen Ansprüchen an Bedienung und mechanische Stabilität genügt. Der Push-in-Anschluss gestattet eine sichere, werkzeuglose Einführung von starren Adern oder Adern mit Endhülse und reduziert damit den Zeitaufwand bei der manuellen Produktion für die Verdrahtung erheblich.“

Zum schnellen Lösen eingeführter Adern verfügen die Klemmen über einen Pusher, der sich trotz der hohen Kontaktkraft der Push-in-Feder mit leichtem Druck und ohne spezielles Werkzeug betätigen lässt. „Anders als bei herkömmlichen Push-in-Klemmen sind versehentliche Fehleinführungen der Leiter durch die klare Trennung von Einführungskanälen und Drückerposition ausgeschlossen“, ergänzt Vertriebsingenieur Werner Kansy von Conta-Clip die Ausführungen von Sagawe. Ein völlig neuer Innenaufbau mit großen Kontaktflächen und sicher fixierten Metallteilen gewährleistet hohe Stromtragfähigkeit bei nur geringer Erwärmung, mechanische Stabilität und den absoluten Festsitz der kompakten Klemmen. Zur unkomplizierten Messung verfügen alle Potenziale über einen Prüfabgriff.

## Zuverlässig und schadstofffrei

Die Durchgangs- und Schutzleiterklemmen der PRK-Serie sind für sechs Nennquerschnittsbereiche von  $1,5 \text{ mm}^2$  bis  $16 \text{ mm}^2$  in Zwei-, Drei- und Vier-Leiter-Anschlussvarianten verfügbar, die sich für Leiterquerschnitte von  $0,34 \text{ mm}^2$  bis  $25 \text{ mm}^2$  eignen. Bei den Schutzleiterklemmen gewährleistet ein beidseitig ausgeführter Fußkontakt maximale elektrische und mechanische Zuverlässigkeit. Zur schnellen und komfortablen Potenzialverteilung bietet Conta-Clip das steckbare Querverbindungssystem PQI an. Bei den Standardklemmen mit einem Bemessungsquerschnitt von  $1,5 \text{ mm}^2$  bis  $16 \text{ mm}^2$  können auch zwei Potenziale innerhalb der beiden Querverbindungskanäle geführt werden. Alle eingesetzten Isolierstoffe der Baureihe PRK sind schadstofffrei und erfüllen die Brandklassifikation „V-0 selbstverlöschend“ nach UL 94.

Die platzsparenden Doppelstock-Klemmen PRKD 1,5; 2,5 und 4 und die entsprechenden Schutzleiterklemmen PSLD 1,5; 2,5 und 4 für den Anschlussbereich  $1,5 \text{ mm}^2$ ,  $2,5 \text{ mm}^2$  bzw.  $4 \text{ mm}^2$  ergänzen das Programm. Die Baureihe verfügt über zwei oder drei Anschlüsse auf jeder Ebene und bietet einen einzigartig kompakten Aufbau.



**Sinus-Chef Frank Sagawe:**  
„Sonderwünsche – wie die von uns eingesetzten schwarzen Klemmen – wurden schnell und effektiv erfüllt und umgesetzt.“  
Bilder: Conta-Clip

## Familienzuwachs:

### Schraubanschluss-Klemmen

„Sinus verwendet für die Tragschienenmontage im Schaltschrank Reihen- und Schutzleiterklemmen aus unserem Schraubanschluss-Portfolio“, weiß Kansy zu berichten. Sagawe ergänzt: „Die SRK- und SSL-Klemmen zeichnen sich bei einem kompakten Gehäuseformat durch außergewöhnliche Stabilität, Rüttelfestigkeit und verbesserten Halt der Adern in der Klemmstelle aus.“

SRK und SSL sind für Nennquerschnitte von  $2,5 \text{ mm}^2$ ,  $4 \text{ mm}^2$ ,  $6 \text{ mm}^2$ ,  $10 \text{ mm}^2$ ,  $16 \text{ mm}^2$ ,  $35 \text{ mm}^2$ ,  $50 \text{ mm}^2$ ,  $70 \text{ mm}^2$  oder  $120 \text{ mm}^2$  erhältlich, wobei alle Varianten bis  $10 \text{ mm}^2$  dieselbe Außengeometrie und dasselbe Höhenniveau des Ader-Einführkanals aufweisen. Um das Kontaktieren der Adern zu vereinfachen, verfügen die Klemmen über einen vergrößerten Einführungskanal. Das robuste Klemmengehäuse aus PA 6.6 V-0 weist hohe Stabilität auf und verankert die Metallteile fest im Inneren. Eine neue Fußkonstruktion sorgt bei den aufrastbaren Klemmen für einen absolut stabilen Sitz auf der Montageschiene. Die Durchgangsklemmen verfügen über einen zweifachen Querverbindungskanal, steckbare Querverbindner SQL sind in 2- bis 10-polig und 30-polig lieferbar. Bei geschnittenen, nebeneinanderliegenden Querverbindern ermöglicht ein Kappensystem die sichere elektrische Isolation. Für Durchgangsklemmen ist die Montage von Schirmanschlusschienen vorgesehen. Das gesamte herkömmliche Zubehörprogramm von Conta-Clip, wie Trennwände, Abdeckprofile und die Bezeichnungssysteme eignet sich natürlich auch für diese Klemmenfamilien. „Mit den Hövelhofern und ihren Produkten gab und gibt es keine Probleme, und falls mal irgendetwas gewesen ist, dann waren sie zur Stelle und hatten die passende Lösung parat. Auch Besonderheiten und Sonderwünsche – wie die von uns eingesetzten schwarzen Klemmen – wurden schnell und effektiv erfüllt und umgesetzt“, lautet Sagawes Fazit.

« KF

Axel Diederichs ist Redakteur in Berlin.

# HÖFE MIT CLEVEREN KABEL-LÖSUNGEN SICHER ANS NETZ

Wie geht's dem Rind? Wie steht der Weizen? In der Landwirtschaft ist das heute alles eine Frage der Digitalisierung und Automatisierung. Damit diese sicher funktionieren, braucht es eine zuverlässige Infrastruktur für Stall und Feld: die Ausstattung mit bedarfsgerechten Kabellösungen. Diese elektrische Leitungen erschließen die Chancen der Automatisierung für die Landwirtschaft. ➤ VON CHRISTIAN HOHNEN

Digitalisierung und Automatisierung prägen heute die Feld- und Stallarbeit und haben die Höfe zu modernen High-Tech-Betrieben gemacht. Im Smart Farming nutzen Landwirte Systeme, die Prozesse automatisieren, Daten über Boden, Pflanzen und Tiere erheben und zur gezielten Steuerung der weiteren Abläufe nutzen. Dadurch können sie ressourcenschonender arbeiten, ihren Ertrag optimieren oder auch ihre Viehhaltung ohne personellen Mehraufwand umfassend kontrollieren und steuern.

Die Elektrifizierung der Landwirtschaft spielt daher eine immer größere Rolle. Sie liefert die Infrastruktur, welche die Versorgung mit Energie sowie den Austausch der Daten sicherstellt. „Es geht darum, Landwirte zu befähigen, das Potenzial der Digitalisierung und Automatisierung vollumfänglich zu nutzen“, sagt Max Herrmann, Segment Manager beim Kabelanbieter TKD Kabel. Das Unternehmen ist spezialisiert auf die Fertigung und Konfektionierung von Kabel und Leitungen, die auf anwendungsspezifische Anforderungen zugeschnitten sind. Eines der Branchenfelder des Herstellers ist die Agrartechnik.

## Lange Standzeiten und Ausfallsicherheit

Für den automatisierten Betrieb eines landwirtschaftlichen Hofs gilt heute die gleiche Grundregel wie für jede andere Produktionsstätte: Ein Stillstand ist teuer und muss unbedingt vermieden werden. Die Anforde-

ligen Anwendungsbedarf hin entwickelt oder konfektioniert werden. „In der Landwirtschaft können wir damit praktisch jeden Anwendungsbereich elektrifizieren und für die Digitalisierung und Automatisierung erschließen“, sagt Max Herrmann.

## Kosten senken und die Umwelt schonen

Automatisierte Traktor-Anbaumaschinen machen die Präzisionslandwirtschaft möglich. Ausgestattet mit Sensortechnik können sie teilflächen spezifisch mähen, pflanzen, düngen oder ernten. Sensorsysteme ermitteln beispielsweise die Ertragsfähigkeit des Bodens und passen auf Basis dieser Ergebnisse die benötigte Düngermenge an. Solche Maßnahmen steigern den Ertrag und sorgen für maximal notwendige Düngemengen, was wiederum Kosten senkt und die Umwelt schont. Eine Elektrifizierung der Anbaugeräte

## ➤ ES GEHT DARUM, LANDWIRTE ZU BEFÄHIGEN, DAS POTENZIAL DER DIGITALISIERUNG UND AUTOMATISIERUNG VOLLMÄNGLICH ZU NUTZEN. <

MAX HERRMANN

rungen, die das landwirtschaftliche Umfeld dabei an die elektrische Infrastruktur stellt, sind anspruchsvoll. Unter dem Einfluss von mechanischer Beanspruchung, chemischer Belastung und extremen Witterungsbedingungen müssen Kabel und Leitungen lange Standzeiten sicherstellen. Möglich wird das durch Kabellösungen für Energie- und Datenübertragung, die hinsichtlich Leistung und Mantelleigenschaften auf den jewei-

**Präzisionslandwirtschaft ist nachhaltig sowie effizient und wird durch elektrische Leitungen erst möglich.** Bild: TKD Kabel & ©stock.adobe.com/photoschmidt



stellt die Funktion der Sensorsysteme sicher. Für die hohe mechanische Beanspruchung sowie die rauen Witterungsbedingungen im Einsatz an den Anbaugeräten eignet sich beispielsweise die ÖPVC-JZ/OZ mit einem schwarzen Außenmantel zum Anschluss elektrischer Komponenten. Die Leitung ist für einen Temperaturbereich von -40 bis +80°C ausgelegt und bietet eine optimalen UV-Schutz ohne zusätzliche Schutzschläuche. Das Zusammenspiel zwischen Sensor und Aktor ermöglichen Feldbusleitungen, die für flexible Anwendungen geeignet sind. Das ControleAreaNetwork CAN BUS 120 Ohm ist ein solches Beispiel. Es ist hochflexibel und hält 7,5 Millionen Biegezyklen Stand. Es ist beständig gegen Öl und UV-Strahlen sowie weitgehend gegen Fette, Kühlflüssigkeiten und Schmiermittel. Bei bis zu 40 m Buslänge garantiert es eine Übertragungsrate von 1 Mbit/s.

## Energie- und Datenübertragung in einer Leitung vereint

Auch die Viehhaltung läuft heute weitestgehend automatisiert ab. Melkanlagen melden Kühe vollautomatisch, erfassen Milchmengen je Zitze, analysieren die Qualität der Milch sowie die Gesundheit der Tiere. Fütterungsanlagen versorgen Tiere mit individuell zugeteilten Futter- und Nährstoffmengen oder fahren als autonome Roboter das Futter an die entsprechenden Einheiten heran. Hier sind Leitungen gefordert, die beständig gegen Ammoniak, Öl, Säuren, Basen oder Wasser sind. Zu diesen gehört das Kaweflex Control Robust TPE, das als Maschinensteuerleitung eine störfreie Daten- und Signalübertragung sicherstellt. Hybridkabel wie Kaweflex 5288 OCT bieten den Vorteil, dass sie Energie- und Datenübertragung in einer Leitung sicher vereinen. Damit verringern sie deutlich den Platzbedarf sowie den Verlege- und Wartungsaufwand. Speziell die Kaweflex-Kabel sind für mehrere Millionen Biegezyklen ausgelegt, wodurch sie ideal für



**Spezielle Manteleigenschaften rüsten Kabel und Leitungen für den Einsatz in rauen Umgebungsbedingungen aus.**

Bild: TKD Kabel

den bewegten Einsatz in Schleppkettenanwendungen geeignet ist.

## Vertical Farming: Automation pur

Eine neue Form der Landwirtschaft soll ganzjährig pflanzliche Erzeugnisse losgelöst von einem Anbau auf dem freien Feld produzieren. Pflanzen werden dazu nicht in der Fläche, sondern vertikal in städtischen Hochhäusern angebaut. Aktuell ist Vertical Farming vor allem

sowie Luftfeuchte, Temperatur und CO<sub>2</sub> im Gewächsraum. Damit werden beispielsweise Bewässerung, Beleuchtung oder Belüftung des Anbaus geregelt. Kommen echtzeitbasierte Ethernet-Systeme für den Austausch der großen Datenmengen zum Einsatz, eignen sich Kabel wie das Industrial Ethernet. Die Leitungen sind von der Klasse Cat.5e bis Cat.7A erhältlich und ermöglichen eine Übertragungsrate von bis zu 10Gbit/s. Eine Wasserversorgung durch Tauchpumpen lässt sich mit schweren Gummischlauchleitungen wie der H07RN-F Premium realisieren, die für den permanenten Einsatz im Wasser ausgelegt ist.

## DIGITALISIERUNG UND AUTOMATISIERUNG PRÄGEN HEUTE DIE FELD- UND STALLARBEIT UND HABEN DIE HÖFE ZU MODERNEN HIGH-TECH-BETRIEBEN GEMACHT.

ein Thema für Forschung und Pilotprojekte. Denn obwohl bereits erste Ideen dazu in den 1960er-Jahren formuliert wurden, nimmt das Konzept im Zuge der zunehmenden Auswirkungen des Klimawandels erst seit der Jahrtausendwende konkrete Züge an. Vertical Farming ist ein reines Automationsthema. Sensoren erfassen unter anderem den Nährstoff- und Wässerungsbedarf der Pflanzen

## „Kabel als Lebensadern von Sensorik und Steuerung“

TKD Kabel hat über seine Zugehörigkeit zur US-amerikanischen Infinite Electronics-Familie Zugriff auf rund 80.000 verschiedene Kabel und Leitungen. Das Unternehmen unterstützt Anwender dabei, die für ihren Bedarf spezifische Versorgungslösungen zusammenzustellen. Dazu gehört eine individuelle Beratung genauso wie bei Bedarf die Fertigung von Spezialkabeln oder vollständig individualisierte Kabeleigenschaften.

„Wenn wir von Kabeln und Verbindungen reden, bezeichnen wir sie gerne als Lebensadern der Sensorik, Motoren und Steuerungen – und damit der Betriebe, die diese Technologien nutzen“, sagt Max Herrmann von TKD Kabel. „Wir arbeiten daher eng mit Landwirten, Agrartechnikern und anderen Anwendungsexperten zusammen. Nur so lassen sich stets die aktuellen Anforderungen der Branche verstehen und die Kabellösungen entwickeln, die auf dem Feld, im Stall oder in neuartigen Agrar-Anwendungen gebraucht werden.“

« TB



**Hybridkabel wie Kaweflex 5288 OCT vereinen Energie- und Datenübertragung sicher in einer Leitung und verringern damit den Platzbedarf.**

Bild: TKD Kabel

**Christian Hohnen** ist Manager Marketing bei TKD Kabel.

# RUNDUMSCHUTZ FÜR SENSIBLE ELEKTRONIK

In der Elektronikfertigung zählen Schutz, Zuverlässigkeit und Langlebigkeit zu den zentralen Qualitätsmerkmalen. Elektronische Bauteile müssen extremen Anforderungen standhalten – von hohen Temperaturschwankungen über Feuchtigkeit und Staub bis hin zu mechanischen Belastungen und chemischen Einflüssen. Um diesen Herausforderungen wirksam zu begegnen, werden zunehmend PUR-Schaum- und Vergusslösungen eingesetzt. ➤ **VON MICHAEL SCHROERS**

**D**er Einsatz von PUR-Vergussmassen gehört zu den effizientesten Methoden, um elektronische und elektromechanische Komponenten zuverlässig zu schützen. Beim Vergussprozess werden die Bauteile vollständig und lückenlos umschlossen – es entsteht eine robuste, dichte Schutzbarriere. Diese bewahrt die Elektronik wirksam vor Feuchtigkeit, Staub, Schmutz sowie mechanischen Belastungen wie Stößen und Vibratoren. Die elastischen Eigenschaften von PUR ermöglichen zudem eine effektive Dämpfung von Erschütterungen, wodurch die Lebensdauer empfindlicher Komponenten signifikant erhöht wird.

Ein weiterer entscheidender Vorteil von PUR-Vergussmassen ist ihre hervorragende Temperaturbeständigkeit. Sie schützen

elektronische Baugruppen zuverlässig vor extremen klimatischen Bedingungen – von starken Temperaturschwankungen bis hin zu Hitze- und Kälteinwirkung. Zudem verfügen sie über ausgezeichnete wärmedämmende Eigenschaften, die zusätzliche Sicherheit für temperaturempfindliche Komponenten bieten.

PUR-Vergussmassen kommen auch im Bereich der elektrischen Isolation zum Einsatz und tragen wesentlich zur Vermeidung von Kurzschlägen bei. Dadurch wird die Sicherheit sowie die Funktionsstabilität elektronischer Systeme deutlich erhöht. Ein weiterer Vorteil ist ihre hohe chemische Beständigkeit: Selbst aggressive Industriechemikalien, Öle oder Reinigungsmittel beeinträchtigen die Vergussmassen nicht – ein Plus an Schutz gegenüber korrosiven Einflüssen.

## Vorteile von PUR-Vergussmassen

Besonders hervorzuheben ist die enorme Flexibilität bei der Auswahl und Anpassung des PUR-Systems: Härtegrad, Viskosität, Topfzeit, Aushärtezeit und viele weitere Eigenschaften lassen sich exakt auf die spezifischen Anforderungen der jeweiligen Anwendung abstimmen. So können sowohl harte als auch elastische Vergussmassen eingesetzt werden – je nachdem, ob beispielsweise eine mechanische Stabilisierung oder eine hohe Flexibilität gefordert ist.

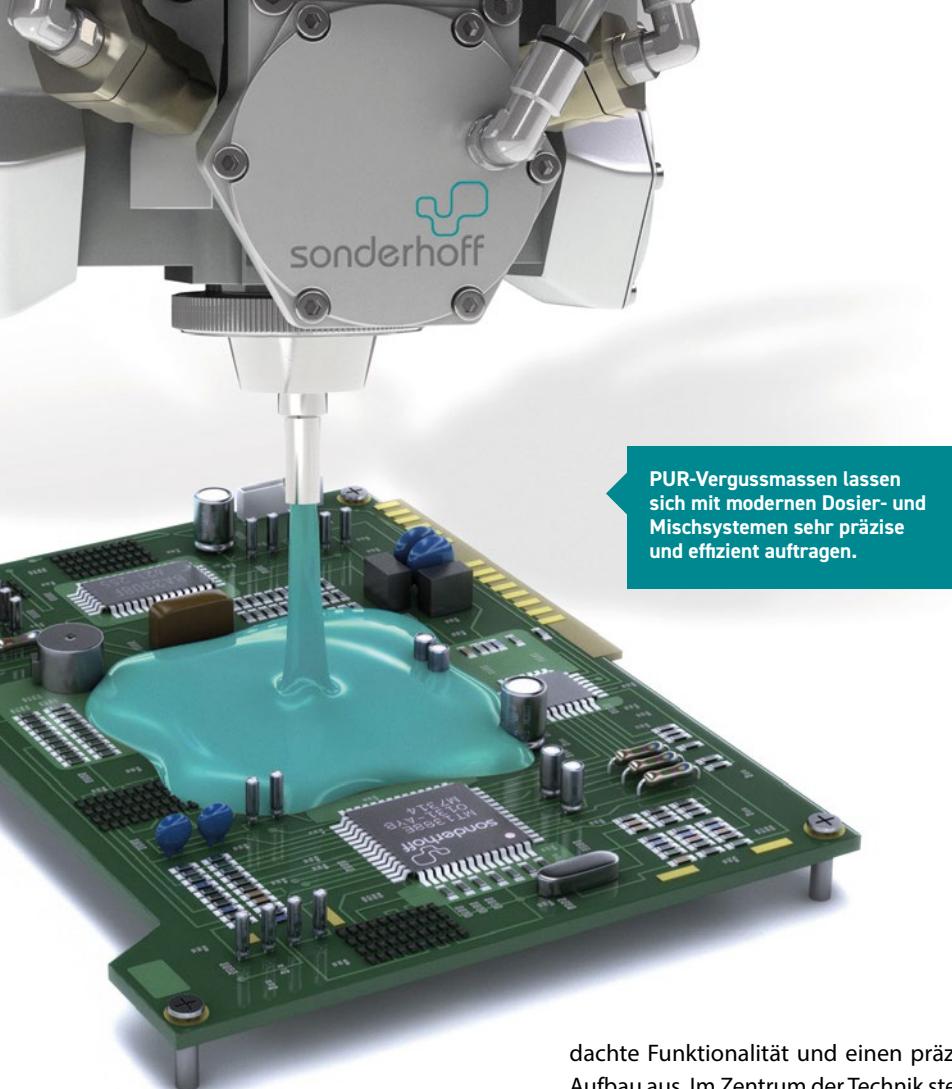
Ein weiterer Vorteil ergibt sich aus der einfachen Verarbeitung: PUR-Vergussmassen lassen sich mit modernen Dosier- und Mischsystemen sehr präzise und effizient auftragen. Trotz ihrer Schutzwirkung tragen PUR-Schäume und -Vergussmassen durch ihr vergleichsweise geringes Gewicht kaum zur Erhöhung des Bauteilgewichts bei – ein klarer Vorteil insbesondere für Anwendungen im Automobilbau oder in mobilen Geräten.

## Lösungen für komplexe Geometrien

PUR-Schäume ergänzen den klassischen Verguss überall dort, wo hohle Strukturen ausgefüllt oder besonders leichte Schutzschichten benötigt werden. Trotz ihres geringen Gewichts bieten PUR-Schäume eine hohe mechanische Stabilität sowie eine effektive Stoßdämpfung.

Der Einsatz von PUR-Vergussmassen stellt eine der effizientesten Methoden dar, um elektronische und elektromechanische Komponenten umfassend abzudichten.





Prozessparameter wie Dosiermenge, Mischungsverhältnis und Aushärtezeit ermöglicht. Dadurch lassen sich hochpräzise Dichtungsschäume fertigen, die insbesondere in der Automatisierungsindustrie, Medizintechnik und Bahntechnik Anwendung finden.

Ein besonderes Merkmal der Anlagen ist ihre hohe Dosiergenauigkeit, die in Kombination mit der optimalen Durchmischung der Komponenten für eine konstant hohe Qualität sorgt. Zudem ermöglichen die Systeme eine flexible Anpassung an unterschiedliche PUR-Systeme und komplexe Bauteilgeometrien. Die Effizienz zeigt sich in schnellen Produktionszyklen und geringen Ausschussraten, während reproduzierbare Ergebnisse und gleichbleibend hohe Produktqualität das Vertrauen der Anwender stärken.

Auch in puncto Nachhaltigkeit setzen die Anlagen Maßstäbe: Durch die Minimierung von Materialverlusten und den Einsatz umweltfreundlicher Materialien tragen sie zu einer ressourcenschonenden Produktion bei.

Die Vorteile von PUR-Zweikomponentenschäumsystemen liegen auf der Hand: Sie härten schnell aus, was einen zügigen Produktionsablauf unterstützt, bieten eine hervorragende Haftung auf verschiedensten Materialien und lassen sich dank spezifischer Rezepturen vielfältig anpassen. Darüber hinaus zeichnen sie sich durch ihre einfache Anwendung und vielseitige Verarbeitbarkeit in unterschiedlichsten industriellen Prozessen aus. **« KF**

**Michael Schroers**, Vertriebsleitung bei Binder Solutions.

**PUR-Verguss schützt empfindliche Bauteile vor Korrosion und mechanischen Belastungen.**

Bilder: Henkel AG & Co. KGaA

Durch ihre ausgezeichnete Fließfähigkeit passen sie sich komplexen Bauteilgeometrien nahtlos an und gewährleisten die vollständige Ausfüllung von Hohlräumen. Darüber hinaus tragen sie durch ihre isolierenden Eigenschaften zur thermischen Optimierung empfindlicher Elektronik bei.

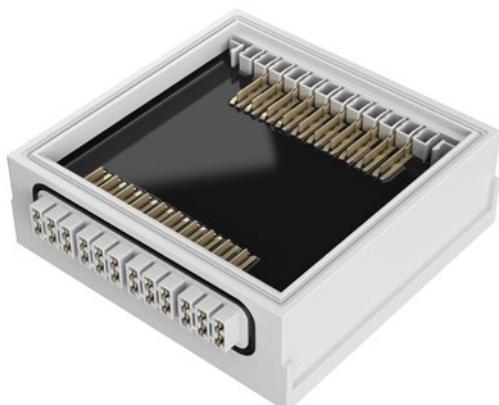
Anwendungsbeispiele für den Einsatz von PUR-Verguss- und Schaumtechnologien finden sich in einer Vielzahl von Bereichen. Im Bereich der Leiterplatten schützt PUR-Verguss empfindlichen Leiterbahnen vor Korrosion und mechanischen Belastungen, was ihre Lebensdauer und Zuverlässigkeit erhöht. Sensoren, die in vielen modernen Anwendungen unverzichtbar sind, profitieren ebenfalls von PUR-Verguss, der sie zuverlässig vor äußeren Einflüssen wie Feuchtigkeit und Staub schützt und ihre Funktionsfähigkeit langfristig sicherstellt. Auch Batterien, die häufig extremen Bedingungen ausgesetzt sind, werden durch PUR-Verguss vor Feuchtigkeit und mechanischen Belastungen geschützt, was ihre Leistung und Sicherheit steigert.

### Schaum- und Vergussanlagen mit hoher Dosiergenauigkeit

Die Schaum- und Vergussanlagen für PUR-Materialien zeichnen sich durch eine durch-

dachte Funktionalität und einen präzisen Aufbau aus. Im Zentrum der Technik stehen hochpräzise Dosierkomponenten, die die beiden Hauptbestandteile von Polyurethan – Polyol und Isocyanat – in exakt definierterem Verhältnis zuführen. Für eine homogene Mischung sorgen statische Mischer, die die Komponenten auf molekularer Ebene vereinen und so eine gleichmäßige chemische Reaktion sowie optimale Materialeigenschaften gewährleisten. Das Herzstück jeder Anlage bildet der Mischkopf, in dem die Komponenten unmittelbar vor dem Austritt aus der Düse intensiv vermengt werden.

Die gesamte Anlage wird durch moderne Steuerungs- und Regelungstechnik ergänzt, die eine präzise Kontrolle aller relevanten



# SINGLE PAIR ETHERNET WIRD ZUM GAMECHANGER

Single Pair Ethernet (SPE) hat das Potenzial, die industrielle Kommunikation zu revolutionieren. Mit nur einem Adernpaar ermöglicht die Technologie eine effiziente und kostengünstige Datenübertragung über lange Strecken. Fortschritte gibt es hinsichtlich der Normung, des Portfolios der Verbindungstechnik und bei der Einigung auf ein einheitliches Steckgesicht.

» VON VERENA NEUHAUS UND TIM KINDERMANN

**S**ingle Pair Ethernet (SPE) ermöglicht die Übertragung von Daten über ein kupferbasiertes Adernpaar, was eine Reduzierung der Kosten und des Platzbedarfs ermöglicht. Die Technologie bündelt unterschiedliche Kommunikationsstandards und reicht von zehn Megabit pro Sekunde mit 1000 Metern Reichweite bis hin zu 25 Gigabit pro Sekunde mit elf Metern Reichweite. Das macht SPE vielseitig einsetzbar und ideal für Anwendungen in der Fabrikautomatisierung und anderen industriellen Bereichen. Die physikalischen Eigenschaften von SPE werden durch die IEEE-Standards definiert.

## Aktueller Stand der Normung

Die Standardisierung für SPE beginnt bei der IEEE 802.3 mit der Definition der SPE-Kommunikationsstandards in unterschiedlichen Arbeitsgruppen. Die aktuellen Standards decken verschiedene Anwendungen und Übertragungsgeschwindigkeiten ab. Zwei neue Standards, an denen aktuell noch gearbeitet

wird, sind perspektivisch für die industrielle Kommunikation besonders relevant: der 10BASE-T1M (Arbeitsgruppe DA) und der Standard 100BASE-T1L (Arbeitsgruppe DG), deren Veröffentlichung für 2026 geplant ist.

Der 10BASE-T1M-Standard ist die Erweiterung des bereits veröffentlichten Multidrop-Standards 10BASE-T1S (CG). Dieser soll neben einer erhöhten Reichweite und Anzahl

## EIN ADERNPAAR REICHT AUS FÜR EINE EFFIZIENTE UND KOSTENGÜNSTIGE DATENÜBERTRAGUNG.

an Kommunikationsteilnehmern (Knoten) auch noch eine geteilte Leitungsübertragung (MPoE) ermöglichen. Mit dem neuen Punkt-zu-Punkt-Standard 100BASE-T1L (DG) erhöht sich die Reichweite der 100-Mbit/s-SPE-Datenübertragung auf 500 Meter (vorher 40 Meter), wodurch die 100 Meter vom klassischen Fast Ethernet zukünftig auch mit SPE abgedeckt werden können.

## Herausforderungen bei der Implementierung

Die Umsetzung von SPE in industriellen Anwendungen bringt Herausforderungen mit sich, denen sich die Akteure am Markt stellen müssen:

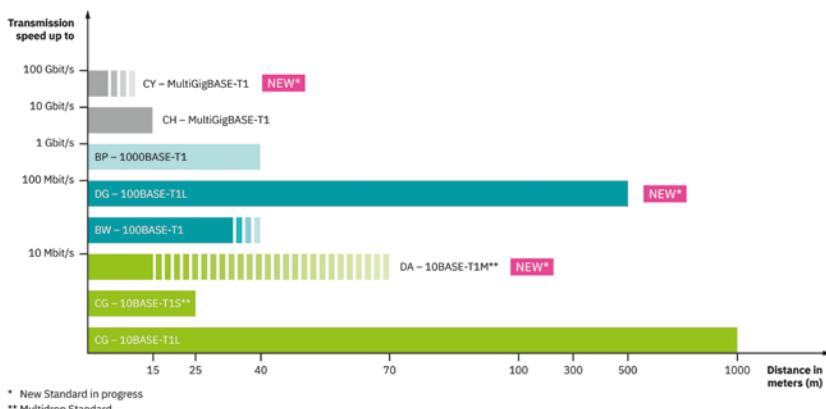
→ **Normung und Interoperabilität:** Obwohl es Fortschritte bei der Normung gibt, müssen weitere Standards entwickelt und verabschiedet werden. Nur so wird die vollständige Interoperabilität zwischen verschiedenen Herstellern und Geräten gewährleistet. Unterschiedliche Interpretationen der Normen können zu Kompatibilitätsproblemen führen.

→ **Infrastruktur und Verkabelung:** Die Umstellung auf SPE erfordert eine Anpassung der bestehenden Infrastruktur. Dies kann mit erheblichen Kosten und Aufwand verbunden sein, insbesondere in großen und komplexen Anlagen. Eine Nutzung vorhandener Verkabelungsstrukturen bedarf einer individuellen Prüfung der Tauglichkeit für SPE, ist jedoch grundsätzlich möglich.

→ **Zuverlässigkeit und Robustheit:** SPE-Komponenten müssen in rauen Industrieumgebungen zuverlässig funktionieren. Eine hohe mechanische Stabilität und Widerstandsfähigkeit gegenüber Umwelteinflüssen wie Vibrationen, Feuchtigkeit und Temperaturschwankungen sind daher ein Muss. Die Entwicklung und Prüfung solcher robusten Komponenten ist zeitaufwendig und kostspielig.

→ **Sicherheit:** Die Sicherheit der Datenübertragung ist ein kritischer Faktor. SPE muss sicherstellen, dass die Datenintegrität und -vertraulichkeit gewahrt bleiben. Dies erfordert die Implementierung geeigneter Sicherheitsprotokolle und -mechanismen. Ethernet bietet beim Thema Security die

IEEE SPE Standards and Working Groups



Die SPE-Standards sind in der IEEE 802.3 definiert. Die Standards bilden die technischen Rahmenbedingungen für die Ethernet-basierte Datenübertragung über ein Adernpaar.

Bild: Phoenix Contact



Gemeinsam mit der Profibus-Nutzerorganisation (PNO) entwickelt Phoenix Contact ein internationales einheitliches Steckgesicht für das Single Pair Ethernet (SPE).

Bild: G.roman/shutterstock; Phoenix Contact



Die durchgängige SPE-Verkabelung in Gebäuden führt zu mehr Effizienz, Sicherheit und Komfort.

Bild: Phoenix Contact

notwendigen Voraussetzungen und hat gegenüber veralteten Bus-Systemen signifikante Vorteile.

→ **Schulung und Wissenstransfer:** Techniker und Ingenieure müssen in der neuen Technologie geschult werden, um sie effektiv implementieren und warten zu können. Dies erfordert Investitionen in Schulungsprogramme und den Wissenstransfer innerhalb der Organisationen. Durch SPE können jedoch viele veraltete Feldbusse ersetzt werden, eine Schulung neuer Mitarbeiter für diese alten Systeme entfällt.

→ **Marktakzeptanz:** Die Akzeptanz von SPE auf dem Markt stellt zum Teil eine Herausforderung dar. Unternehmen müssen von den Vorteilen der Technologie überzeugt werden. Es kann dauern, bis SPE als Standard in der Industrie etabliert ist.

→ **Kosten:** Obwohl SPE langfristig Kosteneinsparungen bieten kann, müssen anfänglich Investitionen in neue Komponenten und Infrastruktur getätigt werden. Unternehmen müssen anhand einer Kosten-Nutzen-Analyse abwägen, bevor sie in

die Implementierung von SPE investieren. Dabei ist es wichtig zu berücksichtigen, welche Mehrwerte die Technologie in der Gegenwart und in der Zukunft bringen kann.

Trotz dieser Herausforderungen bietet SPE erhebliche Vorteile und Potenziale für die industrielle Kommunikation. Mit kontinuierlichen Fortschritten bei der Normung, der Entwicklung robuster Komponenten und der Schulung von Fachkräften können diese Herausforderungen überwunden werden, um die Vorteile von SPE voll auszuschöpfen.

### Das neue Gesicht von SPE

Ein einheitliches Steckgesicht für SPE ist von großer Bedeutung für die Fabrikautomatisierung. Es ermöglicht eine einfache und flexible Verbindung von Geräten und Systemen. Phoenix Contact spielt eine führende Rolle bei der Entwicklung und Förderung eines solchen Standards. Durch die enge Zusammenarbeit mit anderen Industriepartnern, Nutzerorganisationen und Normungsgremien konnte bereits ein großer Fortschritt

## DIE UMSTELLUNG AUF SPE ERFORDERT EINE ANPASSUNG DER BESTEHENDEN INFRASTRUKTUR.

erzielt werden. Der aktuelle Stand zeigt, dass eine breite Einigung auf ein einheitliches Steckgesicht in greifbarer Nähe ist. Die IEC 63171-7 Norm, die in der zweiten Edition bereits in Arbeit ist und von dem Unternehmen maßgeblich mitentwickelt wird, definiert die mechanischen Anforderungen an SPE-Steckverbinder und bildet somit die Grundlage für ein einheitliches Steckgesicht. Diese Norm stellt sicher, dass SPE-Steckverbinder eine hohe mechanische Stabilität und Zuverlässigkeit bieten und gleichzeitig eine einfache Handhabung ermöglichen. Zahlreiche Hersteller haben bereits angekündigt, zeitnah erste Geräte zertifizieren zu wollen.

### Mehrwert von SPE anhand spezifischer Anwendungsfälle

SPE wird eine zentrale Rolle in der Vernetzung von Maschinen, Sensoren und Aktoren in intelligenten Fabriken spielen. Die Fähigkeit, Daten über lange Strecken und mit hoher Zuverlässigkeit zu übertragen, macht SPE ideal für die Fabrikautomatisierung. Neben den Bereichen Fabrikautomatisierung und Automotive spielt SPE seine Stärken auch in vielen weiteren Branchen aus.

### Gebäudeautomatisierung

Vernetzte Gebäude sorgen für eine hohe Effizienz, mehr Sicherheit und zusätzliche Komfortfunktionen. Durch den Einsatz eines einheitlichen, durchgängigen IP-Protokolls lassen sich zum Beispiel Sensoren, Schalter oder Thermostate über das lokale Datennetz und die Cloud mit dem Gebäudemagementsystem barrierefrei verbinden. Bei der Vernetzung und Steuerung von Beleuchtungssystemen erlaubt SPE eine flexible und energieeffiziente Lichtsteuerung. Bei Heizungs-, Lüftungs- und Klimaanlagen (HVAC) sorgt SPE für präzise Steuerung und Überwachung der Systeme. Sicherheits- und Zugangskontrollsysteme sind ein wichtiges Thema in öffentlichen Gebäuden. SPE ermöglicht in Sicherheitssystemen wie Überwachungskameras, Zugangskontrollen und Alarmsystemen eine zuverlässige und schnelle Datenübertragung.

In der Gebäudeleittechnik integriert SPE verschiedene Gebäudeleitsysteme, was eine zentrale Überwachung und Steuerung aller gebäudetechnischen Anlagen ermöglicht. Auch das Energie- und Lastmanagement ist



**Hitze und Kälte, Nässe und Staub, Schock und Vibration – die Anforderungen an Datensteckverbinder in landwirtschaftlichen Arbeitsmaschinen sind hoch.**

Bild: Igor Klyakhin/shutterstock

ein zentrales Thema: SPE überwacht und steuert den Energieverbrauch, was zu effizienterer Energienutzung und Kosteneinsparungen führt. Ein weiteres Beispiel ist die Vernetzung und Steuerung von Aufzugsanlagen, um die Wartung und Betriebssicherheit zu verbessern.

Durch die vielfältigen SPE-Standards ist es möglich, eine Reihe von bestehenden Anwendungsfällen aus der Gebäudetechnik abzudecken und die Kommunikationssysteme zu revolutionieren.

## Erneuerbare Energien

Auch im Bereich der erneuerbaren Energien hebt SPE die Vernetzung und Steuerung auf ein neues Level: In Windenergieanlagen vernetzt SPE Sensoren und Steuerungssysteme, um die Leistung zu überwachen und die Wartung zu optimieren. In Solaranlagen unterstützt SPE die Überwachung und Steuerung von Photovoltaikanlagen, indem es Daten von Solarmodulen und Wechselrichtern effizient überträgt. Dank der erhöhten Reichweite bietet SPE hier wieder eine Alternative zur Glasfaser.

In Batteriespeichersystemen überwacht SPE den Lade- und Entladestatus und maximiert die Effizienz. In Smart Grids ermöglicht die Technologie die Integration von erneuerbaren Energiequellen, was eine bessere Steuerung und Verteilung der Energie ermöglicht. Aber auch in Ladestationen für Elektrofahrzeuge, Wasserkraftwerke und Biogasanlagen dient SPE zur Vernetzung und Steuerung, um Prozesse effizient zu überwachen – immer mit dem Ziel, Energie und Kosten zu sparen.

## DIE SPE SYSTEM ALLIANCE

Phoenix Contact engagiert sich als Gründungsmitglied in der SPE System Alliance, einem Zusammenschluss von Unternehmen, die gemeinsam die SPE-Technologie vorantreiben. Durch die Zusammenarbeit in der SPE System Alliance trägt das Blomberger Unternehmen zur Entwicklung und Standardisierung dieser zukunftsweisenden Technologie bei. Ziel ist es, die industrielle Kommunikation zu revolutionieren und neue Maßstäbe in der Vernetzung von Geräten und Systemen zu setzen.

## Agrartechnik

Auch in die Agrartechnik zieht immer mehr intelligente Sensorik und Kommunikation ein. In den landwirtschaftlichen Bereichen liegen die Herausforderungen oftmals in extremen Umgebungsbedingungen. Dank robuster Komponenten ermöglicht SPE die Vernetzung von Sensoren und Geräten, die etwa zur Überwachung von Bodenfeuchtigkeit, Nährstoffgehalt und Wetterbedingungen eingesetzt werden, um den Ertrag zu maximieren.

Aber auch in intelligenten Bewässerungssystemen stellt die Technologie eine effiziente Wassernutzung sicher: In der Maschinensteuerung unterstützt SPE die Vernetzung und Steuerung von landwirtschaftlichen Maschinen wie Traktoren, Mähdreschern und Pflanzmaschinen, was die Automatisierung und Effizienz erhöht. SPE bildet hier bereits die Grundlage für den neuen High Speed Isobus, der für die Datenkommunikation von landwirtschaftlichen Maschinen entwickelt wurde. Darüber hinaus findet man diverse Anwendungen in den Bereichen Tierüberwachung, Lager- und Silomanagement. Aber auch bei Drohnen und landwirtschaftlichen Robotern unterstützt SPE, Daten zu sammeln und Aufgaben wie Aussaat, Düngung und Ernte zu automatisieren

## Prozessautomatisierung

Ähnlich wie in der Fabrikautomatisierung punktet SPE im Bereich der Prozessautomatisierung in den Bereichen Sensorik, Messsysteme, Steuerungssysteme und bei der Kommunikation der Feldgeräte wie Ventile, Pumpen und Motoren. Darüber hinaus ermöglicht die Technologie eine kontinuierliche Überwachung von Anlagenzuständen (Condition Monitoring) und die frühzeitige Erkennung von Wartungsbedarf, was die Betriebseffizienz erhöht. SPE wird auch zur Fernüberwachung und -steuerung von Prozessen eingesetzt, was besonders in abgelegenen oder schwer zugänglichen Anlagen von Vorteil ist. Mit Ethernet-APL ist SPE bereits als Nachfolger für die veralteten 4-20 Milliampere, HART oder Profibus-PA-Systeme gesetzt. Es basiert auf dem 10BASE-T1L Standard (zehn Megabit pro Sekunde, 1000 Meter Reichweite) und erfüllt zusätzlich die Anforderungen der Prozessindustrie in puncto Eigensicherheit in explosionsgefährdeten Bereichen.

## Fazit

Single Pair Ethernet bietet enorme Potenziale für die industrielle Kommunikation. Die Fortschritte bei der Normung, das umfangreiche Portfolio des Anbieters und die Einigung auf ein einheitliches Steckgesicht sind entscheidende Schritte auf dem Weg zur breiten Implementierung dieser Technologie. Das Unternehmen wird weiterhin eine zentrale Rolle bei der Weiterentwicklung und Standardisierung von SPE spielen, um die Vorteile dieser Technologie voll auszuschöpfen. Die IEC 63171-7 Norm, die die mechanischen Anforderungen an SPE-Steckverbinder definiert, bildet die Grundlage für ein einheitliches Steckgesicht und stellt sicher, dass SPE-Steckverbinder eine hohe mechanische Stabilität und Zuverlässigkeit bieten. Mit einem umfassenden Portfolio an SPE-Produkten und einer führenden Rolle bei der Normung ist das Unternehmen bestens aufgestellt, um die Vorteile von SPE in die industrielle Kommunikation zu bringen. « **KIS**

**Verena Neuhaus** ist Produktmanagerin Datensteckverbinder, BU Field Device Connections, bei Phoenix Contact in Blomberg.

**Tim Kindermann** ist Senior Specialist Single Pair Ethernet, BU Field Device Connections, bei Phoenix Contact in Blomberg.

# PRODUKTIONSPLANUNG IM PLM?

## ALTE TRENNUNG, NEUE CHANCE

Marktveränderungen, Komplexität und Zeitdruck fordern integrierte Prozesse. Deshalb sollten Engineering und Fertigungsplanung Hand in Hand im PLM zusammenarbeiten. Mit Siemens Easy Plan, dem intuitiven Produktionsplanungsmodul in Siemens Teamcenter, holt ECS jetzt die Produktionsplaner:innen direkt ins PLM-System.



**ENTWICKLUNG HIER**, Produktionsplanung dort – diese zweigleisigen und sequenziellen Prozesse haben früher gut funktioniert, stellen Unternehmen aber mehr und mehr vor Herausforderungen. Zusätzlich zu ohnehin steigenden Aufwänden in produktbezogenen Entwicklungs-, Verwaltungs- und Planungsprozessen durch wachsende Produktportfolios und den Bedarf, schneller auf Kundenwünsche reagieren zu können, liegt dies insbesondere an Marktanpassungen und Produktionsverlagerungen, die mehr Resilienz, höhere Flexibilität und kürzere Reaktionszeiten in all diesen Prozessen erfordern.

Viele Unternehmen haben bereits erste Schritte unternommen, um diesen Herausforderungen zu begegnen, typischerweise mit ERP-Integrations- oder Speziallösungen. Doch es lohnt sich, weiterzudenken: Was wäre, wenn Engineering und Fertigungsplanung Hand in Hand im PLM zusammenarbeiten könnten? Wenn Produktdaten und Produktionsplanungsprozesse ohne Systemgrenzen miteinander verbunden wären?

### Produktionsplanung im PLM

Das PLM-System ist die Schaltzentrale für die Produktentwicklung und damit die beste Wahl für die nahtlose Integration von Produktionsplanung und Entwicklung.

Mit Siemens Easy Plan – dem intuitiven Produktionsplanungsmodul in Siemens Teamcenter – holt ECS die Produktionsplaner:innen direkt ins PLM-System. Unsere Kunden und

Kundinnen gestalten Produktionsmittel, -stücklisten und -prozesse effizient dank der direkten Kopplung zwischen Engineering und Fertigung. Basierend auf der Entwicklungsstückliste (EBOM) erstellen die Produktionsplaner:innen die Produktionsstückliste (MBOM) und verbinden dann im Produktionsprozess (BOP) Artikel-, Equipment-, Werkzeug- und Zeitdaten.

Produktansichten können auf Basis der bestehenden 3D-Daten (CAD, JT) in die BOP eingebunden werden, EBOM und MBOM lassen sich visuell abgleichen und Taktzeiten analysieren. Außerdem können alle Daten für die Simulation von Produktions- und Werksprozessen zur Verfügung gestellt werden.

### Alles im selben System

Hieraus reduziert sich für unsere Kund:innen der Produktionsplanungsaufwand insgesamt, wodurch sich wiederum die Time-to-Market reduziert. Auch ist ein weiterer Schritt in Richtung papierloser Prozesse und automatisierter Produktionssteuerung (MES) getan, welcher weitere Potenziale birgt.

Statt Schnittstellen zu ERP und Produktion aufzubauen, etablieren wir integrierte Prozesse: Vom CAD-Modell und Produktionsmitteln über den Produktionsprozess bis in den Arbeitsplan hinein entsteht damit eine störungsfreie Informationskette. Die daraus resultierende lückenlose Rückverfolgbarkeit und die bessere Gesamtübersicht ermöglichen Vorteile für weitere

produktbegleitende Prozesse, insbesondere in den Bereichen Compliance und Quality. Gehen Sie mit uns diesen wichtigen Schritt im Gesamtprozess der digitalen Transformation.

### Die ECS als Partner

Die ECS Engineering Consulting & Solutions GmbH begleitet Unternehmen bei diesem Vorhaben mit fundierter Teamcenter- und Easy Plan-Expertise.

Seit 1996 unterstützt die ECS bei der Neu-einführung, Optimierung, Migration und Integration von PLM- sowie CAD-/CAM-Umgebungen. Zu unserem Dienstleistungsportfolio gehören unter anderem strategische Projektanalyse, Prozess- und Applikationsberatung, Entwicklung von Lösungskonzepten und IT-Architekturen, Umsetzung kundenspezifischer Anpassungen und Inbetriebnahme sowie Schulungen und Support. Ergänzend bieten wir eigene Softwarelösungen hinsichtlich Usability und Systemintegration an.

# ecs

Anbieter: **ECS Engineering Consulting & Solutions GmbH**

Anschrift: Amberger Straße 82  
92318 Neumarkt i.d.OPf.

Telefon: +49 (0) 91 81 / 47 64-10

Internet: <https://ecs-gmbh.de>

# EINE KETTE, DIE SCHIEBEN UND ZIEHEN KANN

Wenn bei der PKW-Fließbandfertigung die Karosserie mit dem Motor zusammengeführt wird, sprechen Experten von einer „Hochzeit“. Ein Premium-PKW-Hersteller setzt dabei auf eine Schubkette von Grob Antriebstechnik.

Welche Vorteile eine solche Lösung bietet, zeigt dieser Beitrag. ➤ **VON GÜNTER W. HEINI**

**W**arum Hochzeit? Hochzeit beschreibt hier den Moment, wenn die Fahrzeugkarosserie mit dem Motor zusammengeführt wird – also verheiratet werden.

Genau an diesem Punkt spielt die Schubkette aus dem Hause Grob Antriebstechnik bei einem Premium-Automobilhersteller, der in England fertigt, eine wichtige Rolle. Diese spezielle Lösung, die bei der „Hochzeit“ eine wichtige Rolle spielt, entstand aus der

Zusammenarbeit der englischen Vertretung von Grob mit einem einheimischen Sondermaschinenbauer. Im Mittelpunkt stehen zwei Hubtische, die gesenkt und angehoben werden können. Die Hubbewegung lässt sich jeweils mit dem Schubkettentyp SK35 mit einer Hubkraft von 35 Kilonewton und einem Hub von 2.000 Millimeter Länge realisieren.

Ein Projektmanager des Sondermaschinenbauers erklärt die Funktion: „Am Fließband ist die Reihenfolge so: Ein Förderband liefert den Verbrennungsmotor auf einer Palette

**IM VERGLEICH ZU EINEM KONVENTIONELLEN HUBELEMENT IST DIE SCHUBKETTE EINE VIEL KOMPAKTERE LÖSUNG, WEIL SIE AUFGEROLLT WERDEN KANN.**





Die platzsparende Schubkette wird eingerollt wie ein Seil.

Bild: Grob Antriebstechnik

auf den ersten Hubtisch. Der Tisch wird dann abgesenkt und der Motor über ein Förderband auf den zweiten Hubtisch geschoben. Jetzt wird der zweite Hubtisch angehoben. Zwei Arbeiter übernehmen den Motor über ein geführtes System und bringen ihn an die korrekte Montageposition in der Autokarosserie. Währenddessen lässt sich die leere Palette über ein zweites Förderband zum ersten Hubtisch zurückfahren.“

Der Projektmanager führt weiter aus: „Wenn wir den Hub der Schubkette mit einem konventionellen Hubelement vergleichen, müssen wir dort den Hub des Zylinders unterbringen und den ausgefahrenen Hub ebenso. Im Vergleich dazu ist die Schubkette eine viel kompaktere Lösung, weil sie aufgerollt werden kann.“

### Warum die Schubkette ziehen und schieben kann

Was auf den ersten Blick bei der Schubkette wie ein Widerspruch wirkt, ist bei genauerem Hinsehen eine innovative Lösung in der linearen Antriebstechnik und prädestiniert für diesen Anwendungsfall. Wenn man den Hubtisch anhebt, „wird“ aus der Kette plötzlich eine Stange. Denn die Schubkette besteht aus speziell geformten, präzisen mechanischen Kettengliedern. Die Kettenglieder greifen formschlüssig ineinander und stützen sich gegenseitig ab.

Wenn der Hubtisch angehoben wird, drückt beziehungsweise „schiebt“ die Schubkette die Last nach oben. Die Schultern der einzelnen Kettenglieder drücken gegeneinander und bilden eine starre Einheit. Und damit kann die Schubkette Lasten heben oder schieben.

Wenn der Hubtisch abgesenkt wird, passiert Folgendes: Der nicht belastete Teil der Schubkette wird in einem Magazin platzsparend „eingerollt“ – wie ein Seil.

Die Schubkette kann also „ziehen und schieben“ – und das mit nur einem Antrieb und ohne Platz zu verschwenden. Damit ist die Schubkette tatsächlich die erste und einzige Kette, die sowohl schieben als auch ziehen kann. Eine innovative Lösung aus der linearen Antriebstechnik, die vor allem eines ist: platzsparend.

### Worin liegt die Besonderheit der Schubkette?

Aus dem klassischen Kraftübertragungselement der endlosen Kette, mit mindestens zwei Kettenrädern (für Antrieb und Umlenkung) und einem Spannelement, wird eine „endliche“ Kette mit zwei freien Enden. Der Antrieb lässt sich an beliebiger Stelle anordnen. Wie

wird dabei die Schubfähigkeit ermöglicht? Durch speziell geformte Kettenglieder, die formschlüssig ineinander greifen und sich spielarm abstützen. An einem Kettenende wird die Last zum Beispiel an einer Klinke oder einem Haken befestigt. Die Endlaschen sind dazu mit Querbohrungen für Schrauben oder Bolzen versehen. Diese Klinke oder dieser Haken rastet während der Bewegung formschlüssig in die Schublast oder deren Aufnahme ein.

Das andere, freie Kettenende ist beliebig zu führen. Es wird, um den Raumbedarf gering zu halten, in einem Magazin spiralförmig aufgerollt. Diese platzsparende Bauweise ist einer der größten Vorteile des Systems.

### Die Vorteile der Schubkette auf einen Blick

Oft ist die Schubkette die einzige Lösung, wenn aufgrund von Platzmangel andere Antriebslösungen wie Hubgetriebe, Hydraulik- und Pneumatikzylinder, Winden oder Zahnstangen ausscheiden. Denn eine Schubkette benötigt nur halb so viel Platz wie ein Hubgetriebe

bei gleichem Hub. Wenn der vertikale Bauraum knapp ist, ist deshalb die Schubkette aus dem genannten Grund die bessere Wahl.

Mit ihr lässt sich jede Last direkt, exakt und wiederholgenau positionieren. Jede Schubkette kann beliebig verlängert werden. Das macht den Anwender flexibel. Zudem kann man mehrere Schubketten parallel koppeln. Die Standard-Hubgeschwindigkeit geht bis 250 Millimeter pro Sekunde, im Sonderfall sind sogar bis 1.000 Millimeter pro Sekunde möglich. Der Einsatz bei Temperaturen bis zu 250 Grad Celsius ist unkritisch. Mit speziellen Schubketten sind sogar Dauertemperaturen von bis zu 560 Grad Celsius möglich.

### Typische Anwendungsfälle für Schubketten

Schubketten sind prädestiniert für Anwendungsfälle in der linearen Antriebstechnik mit begrenzten Platzverhältnissen. Das ist insbesondere dann der Fall, wenn in einer bestehenden Produktionslandschaft der Antrieb umgebaut wird und die Platzverhältnisse fest vorgegeben sind. Typische Anwendungsfälle gibt es im allgemeinen Maschinenbau, in der Medizintechnik, der Fahrzeugtechnik, in Industrieöfen und Stahlwerken, Bühnenplattformen, Hubtischen und in der Lagerlogistik.

« RT

Günter W. Heini ist Social-Media- und Marketingberater bei Grob Antriebstechnik.

# SCHLÜSSEL ZUR NACHHALTIGEN PRODUKTION

Nachhaltige Produktion braucht digitale Prozesse: Product Lifecycle Management (PLM) unterstützt Industrieunternehmen dabei, entlang des gesamten Produktlebenszyklus Ressourcen zu sparen, Emissionen zu senken und Kreislaufwirtschaft praktisch umzusetzen. Es schafft die technischen Grundlagen und die notwendige Datenbasis, um Klimaneutralität zu erreichen. ➤ **VON LAURA SCHMIDT**

**D**as Ziel der EU, bis 2050 klimaneutral zu sein, stellt besonders die produzierende Industrie vor Herausforderungen: Laut Umweltbundesamt geht knapp ein Viertel (24 Prozent) der Treibhausgase, die in Deutschland anfallen, auf den industriellen Sektor zurück. Zugleich spielt die Industrie eine zentrale Rolle für den Wirtschaftsstandort Deutschland. Vor diesem Hintergrund kommt ihr eine große Verantwortung zu, wenn es darum geht, die nationalen Klimaziele zu erreichen.

Damit dies gelingt, müssen Unternehmen Emissionen auf jeder Stufe des Wertschöpfungsprozesses reduzieren. Die Grundlage dafür bilden Daten: Mit ihrer Hilfe lassen sich Emissionen, Materialbedarf und Ressourcenverbrauch entlang der Produktions- und Lieferkette quantifizieren und dadurch konkrete Reduktionspotenziale aufzeigen. Zu diesem Zweck müssen jedoch alle relevanten Informationen erfasst, miteinander verknüpft und ausgewertet werden – und zwar entlang des gesamten Produktlebenszyklus.

## ALLE PROZESSE ENTLANG DER FERTIGUNGSSTRECKE WERDEN DIGITAL MITEINANDER VERNETZT.

Auf technologischer Ebene unterstützt PLM-Software diese Zielsatzung. Entsprechende Lösungen verwalten produktbezogene Daten konsistent über alle Lebensphasen eines Produkts hinweg – von der Idee über Engineering, Validierung und Fertigung bis zum Vertrieb und dem abschließenden Recycling. Denn schaffen es Unternehmen, diese digitale Prozesskontinuität herzustellen, hilft ihnen das nicht nur, ihre Produkte besser zu verstehen und Produktionsprozesse sowie



**Nachhaltigkeit beginnt bereits im Produktentstehungsprozess. Ein durchgängiges Datenmanagement erlaubt es, das Recycling so zu planen, dass sich die eingesetzten Materialien später wieder in den Produktionskreislauf zurückführen lassen.**

Ressourceneinsatz durch Effizienzsteigerungen zu optimieren: Eine durchgehende Digitalisierung der Wertschöpfungskette eröffnet zugleich die Chance, die verarbeiteten Ressourcen der Wiederverwertung zuzuführen – „Kreislaufwirtschaft“ lautet das Stichwort.

**Produktlebenszyklus: Datenkontinuität schafft Transparenz**  
Die Idee der Kreislaufwirtschaft zielt darauf ab, bestehende Materialien und Produkte im Sinne eines möglichst ressourcenschonenden Verbrauchs so lange wie möglich zu teilen,

aufzuarbeiten und erneut zu verwenden. Entsprechend dieser Logik beginnt nachhaltige Produktion bereits im Produktentstehungsprozess (PEP): Im Sinne des Ökodesigns gilt es, Umweltaspekte schon im Rahmen der Produktentwicklung zu berücksichtigen und auf diese Weise die Umweltbilanz des betreffenden Produkts im Verlauf seiner Lebensdauer zu verbessern. Doch Nachhaltigkeit ist mehr als das. Sie ergibt sich aus Qualitätssteigerungen durch optimierte Prozesse, höherer Fertigungseffizienz und der Verkürzung oder dem Wegfall von Prototypenphasen.

Um dies zu erreichen, ist es notwendig, Daten in allen Phasen des Produktlebenszyklus zu sammeln, zu analysieren und bei nachfolgenden Produktiterationen zu verwenden. PLM ermöglicht dies, indem es alle Prozesse entlang der Fertigungsstrecke digital miteinander vernetzt. Auf mehreren Ebenen macht dies die Fertigung effizienter und dadurch zugleich nachhaltiger. So versetzt die digitale Durchgängigkeit, die ein PLM-System gewährleistet, Hersteller in die Lage, jederzeit zu sehen, welche Materialien wo in welcher Menge zum Einsatz kommen. Dies sorgt für reibungslose Abläufe, denn dadurch wird ersichtlich, ob alles planmäßig läuft und



**Product Lifecycle Management ermöglicht es Fertigungsunternehmen, Produktionsprozesse effizienter zu gestalten, den Materialbedarf zu reduzieren und Ressourcen zu schonen.** Bilder: Cenit



wo Ineffizienzen bestehen. Die Verfügbarkeit stets aktueller Informationen senkt zudem das Fehlerrisiko.

### **Digitaler Zwilling: Simulation steigert Innovationspotenzial**

Entsprechende Software-Lösungen erlauben es darüber hinaus, neue Produktideen, Prozessabläufe und Produktionsverfahren digital zu simulieren und auf diese Weise Fehler zu vermeiden, bevor sie eintreten. Hierfür eignet sich beispielsweise die Technologie des digitalen Zwilling. Durch die Simulation von Produktionsprozessen lassen sich Ausschuss sowie Material- und Energieverbrauch deutlich reduzieren. Simulationen vereinfachen

zudem die Prototypenentwicklung und ermöglichen eine effizientere Materialnutzung. In Kombination mit prädiktiven Technologien helfen sie, Maschinenstillstände und damit kostspielige Produktionsunterbrechungen durch vorausschauende Wartung zu vermeiden. Zudem wird der Ressourcen- und Energieverbrauch gesenkt. All dies trägt dazu bei,

### **BEI STEIGENDEN MATERIALKOSTEN BRINGT PLM EINEN WETTBEWERBSVORTEIL.**

Produktionszyklen zu beschleunigen und die Time-to-Market zu verkürzen. Unternehmen können Neuerungen schneller umsetzen, flexibler auf Marktanforderungen reagieren und so ihr Innovationspotenzial steigern.

### **Rückverfolgbarkeit und Recycling dank Datenmanagement**

Das durchgängige Datenmanagement erlaubt zudem eine lückenlose Rückverfolgbarkeit der Produkte. Ist ein Produkt fertiggestellt und im Einsatz, kann der Hersteller im Nachgang auf die Daten zurückgreifen und das Recycling so planen, dass sich die eingesetzten Materialien wieder in den Produktionskreislauf zurückführen lassen. Wie das aussehen kann, zeigt ein Blick in den Flugzeugbau: Bei der Herstellung von Elektromotoren kommen unter anderem seltene Erden und Kupfer zum Einsatz – Rohstoffe, die teuer und teils aufwendig zu beschaffen sind. Die digitalisierte Fertigung macht es Herstellern möglich, nach dem aktiven Einsatz eines Flugzeugs

mithilfe von Software nachzuvollziehen, wo genau darin wertvolle Ressourcen verbaut worden sind. Anhand dieser Informationen können sie diese gezielt ausbauen und für die Herstellung neuer Flugzeugbauteile zurückgewinnen. Auch die Wiederverwertung von bereits verbautem Schweißenstahl im Fahrzeugbau ist ein Beispiel dafür, wie eine intelligente Datennutzung zu einem schonenden Ressourcenverbrauch beiträgt. Vor dem Hintergrund steigender Materialkosten avanciert der Einsatz von PLM somit zugleich zum Wettbewerbsvorteil.

### **Digitale Prozesse als Basis für die nachhaltige Produktion**

Die Analyse und Nutzung von Daten aus allen Lebensphasen eines Produkts bildet die Basis für nachhaltige Produktionsprozesse. PLM-Lösungen schaffen die dafür notwendige Datenkontinuität und ermöglichen simulationsgestützte Prozessoptimierung. So lassen sich Abläufe effizienter gestalten, der Materialeinsatz reduzieren und Ressourcen schonen. Dies zeigt: Nachhaltigkeit und Effizienz gehen Hand in Hand – und genau darin liegen für den Mittelstand große Chancen, um in puncto Wettbewerbsfähigkeit aufzuschließen. Industrieunternehmen sollten diese Aspekte auch im Hinblick auf zunehmend strikte gesetzliche Vorgaben und Dokumentationspflichten frühzeitig berücksichtigen. Wer Klimaneutralität ernst meint, sollte die durchgängige Digitalisierung seiner Fertigung strategisch vorantreiben. **« KIS**

---

**Laura Schmidt** ist Vice President Professional Services SAP Solutions bei Cenit.

# ZENTRALE DATENQUELLE FÜR DIGITALE PROZESSE

In der Produktentwicklung steigen Komplexität und Anforderungen rasant. Eine zentrale, konsistente Datenbasis wird daher zum Schlüsselfaktor für Effizienz und Entscheidungsfähigkeit. Product Lifecycle Management (PLM) schafft diese Grundlage, in dem es Menschen, Daten und Systeme von der Idee bis zur Wiederverwertung vernetzt. ➤ **VON BIRGIT ANACKER**

In der zunehmend komplexen Produktentwicklung ist der Zugriff auf konsistente, aktuelle und vollständige Informationen ein zentraler Erfolgsfaktor. Product Lifecycle Management (PLM) adressiert diese Herausforderung, indem es eine zentrale Datenquelle etabliert, die sämtliche produktrelevanten Informationen systematisch zusammenführt. Diese „Single Source of Truth“ ersetzt isolierte und fragmentierte Datenbestände in Entwicklung, Fertigung oder Service durch ein strukturiertes Informationsmanagement über den gesamten Produktlebenszyklus hinweg. CAD-Modelle, Stücklisten, Anforderungen, Prüfberichte, Softwarestände und Änderungen werden nachvollziehbar dokumentiert, versioniert und zentral verfügbar gemacht.

Auf diese Weise entsteht eine zuverlässige Informationsgrundlage für durchgängige digitale Prozesse. Folge: Die Effizienz steigt, Fehlerquoten sinken, und die Reaktionsfähigkeit innerhalb des Unternehmens verbessert sich signifikant. PLM entwickelt sich damit zu einer tragenden Infrastruktur

für interdisziplinäre Zusammenarbeit und fundierte Entscheidungen.

## Prozessintegration entlang des gesamten Lebenszyklus

PLM begleitet ein Produkt von der ersten Idee bis zum Ende der Nutzung und Wiederverwertung. Die Aufgabe besteht darin, Menschen, Daten, Prozesse und Systeme entlang der Wertschöpfungskette zu verbinden.

## Anforderungsmanagement als Ausgangspunkt der Produktentwicklung

Bereits in der frühen Phase erfassen PLM-Systeme Anforderungen aus Marktanalysen, Kundenvorgaben oder regulatorischen Rahmenbedingungen strukturiert und nachvollziehbar. Diese Informationen bilden die Grundlage für die spätere Produktdefinition und ermöglichen eine gezielte Variantenbildung.

## **Konstruktion und Entwicklung auf konsistenter Datenbasis**

Während der Entwicklung verwaltet das PLM-System sämtliche CAD-Daten, Spezifikatio-

nen und Stücklisten. Änderungen werden revisionssicher dokumentiert. Auch komplexe Variantenstrukturen lassen sich systematisch abbilden. Genehmigungsprozesse erfolgen über klar definierte Workflows mit automatisierter Protokollierung.

## **Fertigungsvorbereitung durch integrierte Systemlandschaften**

Nach erfolgter Freigabe der Produktdaten erfolgt die Übergabe an ERP-, MES- oder PPS-Systeme. Die automatisierte Bereitstellung von Stücklisten und Arbeitsanweisungen unterstützt die Produktionsplanung sowie die Materialdisposition. Änderungsinformationen werden systemübergreifend synchronisiert.

## Rückmeldungen aus der Produktion als Quelle für Qualitätsoptimierung

Qualitätsdaten und Abweichungsinformationen aus der Fertigung werden zentral im PLM erfasst. Diese Rückmeldungen ermöglichen eine gezielte Ursachenanalyse, die Verbesserung von Serienprozessen und eine lückenlose Rückverfolgbarkeit bei potenziellen Rückrufmaßnahmen.

## **Service, Wartung und Wiederverwer- tung als verlängerte Wertschöpfung**

Auch nach Auslieferung des Produkts bleibt PLM relevant. Serviceteams erhalten Zugriff auf aktuelle Produktinformationen, Wartungsanleitungen und Ersatzteillisten. Rückmeldung aus dem Feld werden erfasst und in der Produktentwicklung berücksichtigt. Darüber hinaus leistet PLM einen Beitrag zur Kreislaufwirtschaft, indem es Informationen zur Demontage und Materialwiederverwertung bereitstellt.

## Zukunftsthemen auf konsistenter Datenbasis abbilden

Neben den unmittelbaren Prozessvorteilen stellt PLM die Grundlage zur Bewältigung



**Das zentrale Datenmanagement als „Single Source of Truth“ ist die Grundlage einer erfolgreichen PLM-Lösung.**

künftiger Herausforderungen im Produktstehungs- und -nutzungsprozess dar.

## Künstliche Intelligenz im Engineering-Kontext

Der Einsatz Künstlicher Intelligenz (KI) in der Produktentwicklung setzt eine qualitativ hochwertige Datenbasis voraus. Nur wenn Daten vollständig, konsistent und strukturiert vorliegen, lassen sich belastbare Analysen und Prognosen erzeugen. Moderne PLM-Systeme erfüllen diese Anforderungen, indem sie sämtliche produktbezogenen Informationen systematisch erfassen und verknüpfen. Bereits heute unterstützen KI-Anwendungen auf PLM-Datenbasis bei der Optimierung von Konstruktionen, der Reduktion der Variantenvielfalt oder der frühzeitigen Erkennung von Qualitätsabweichungen.

## Regulatorische Anforderungen effizient erfüllen

Mit der neuen EU-Maschinenverordnung steigen die Anforderungen an die Dokumentation technischer Änderungen und Sicherheitsnachweise. PLM-Systeme dokumentieren diese Vorgänge revisionssicher, versionieren relevante Unterlagen und ermöglichen eine strukturierte Ablage. Dies reduziert den Aufwand für Audits und verbessert die Nachweissicherheit.

## Digitaler Produktpass als Enabler für Kreislaufwirtschaft

Der Digitale Produktpass (DPP) wird zukünftig Informationen zur Herkunft, Zusammensetzung, Reparierbarkeit und Recyclingfähigkeit von Produkten bereitstellen. PLM-Systeme erfassen diese Informationen bereits heute in strukturierter Form und können sie automatisiert verfügbar machen.

Multi-CAD-Produktstrukturen in einer PLM-Plattform.

Bilder: Bechtle PLM Deutschland GmbH

Durch die Integration mit angrenzenden Systemen entsteht eine durchgängige, rückverfolgbare Informationsversorgung über den gesamten Lebenszyklus.

## Cyber Resilience Act: IT-Sicherheit nachvollziehbar gestalten

Der Cyber Resilience Act bringt neue Anforderungen an die Nachweisführung von Software-Komponenten und IT-Sicherheitsmaßnahmen. PLM-Systeme dokumentieren Softwarestände, Update-Prozesse und Risikobewertungen zentral. So unterstützen sie Unternehmen bei der Erfüllung regulatorischer Vorgaben und stärken gleichzeitig das Vertrauen in die Produktsicherheit.

## PLM als strategische Klammer

PLM hat sich von einem technischen Datenverwaltungssystem zu einer unternehmensweiten Plattform für ganzheitliche Produktverantwortung entwickelt. Es vernetzt Organisationseinheiten, sichert Wissen und ermöglicht unternehmensweite Transparenz.

Mit der fortschreitenden Digitalisierung wächst die Rolle von PLM weit über das klassische Engineering hinaus. Es wird zur

zentralen Instanz, an der disziplinübergreifende Anforderungen, gesetzliche Verpflichtungen und technologische Entwicklungen ineinander greifen. PLM ermöglicht es, Wertschöpfung und Verantwortung in einem System zu denken – transparent, integriert und zukunftsfähig.

## Maßgeschneiderten Lösungen für die Digitalisierung

Die Bechtle PLM Deutschland GmbH ist ein führender IT-Dienstleister und unterstützt Unternehmen unterschiedlichster Branchen mit maßgeschneiderten Lösungen für eine effiziente, zukunftssichere Digitalisierung. Das Leistungsspektrum reicht von Beratung und Implementierung bis hin zu Support und Schulung. Neben spezialisierter Software bietet Bechtle PLM auch komplettete IT-Infrastrukturen sowie Cloud- und Sicherheitslösungen – alles aus einer Hand. So profitieren Unternehmen von optimierten Prozessen, gesteigerter Produktivität und langfristiger Wettbewerbsfähigkeit. **KF**

**Birgit Anacker** ist Specialist Content Marketing bei Bechtle PLM Deutschland.



# PLM ALS SCHLÜSSEL ZUR DIGITALEN TRANSFORMATION

Künstliche Intelligenz (KI), Robotik und datengetriebene Prozesse revolutionieren die Fertigung. Unternehmen, die jetzt in die digitale Durchgängigkeit und eine solide Datenbasis investieren, sichern ihre industrielle Zukunft. Product-Lifecycle-Management wird dabei zum Enabler der modernen Industrie. ➤ **VON JENS ROLLENMÜLLER**

Industriepionier Henry Ford befand vor über 100 Jahren: „Jeder Kunde kann sein Auto in jeder gewünschten Farbe lackiert bekommen, solange sie schwarz ist.“ Dabei war das Model T zum Produktionsstart noch in mehreren Farben erhältlich: Grau, Rot, Grün, Blau und eben Schwarz. Erst mit Aufnahme der Fließbandproduktion wurde die Farbpalette eingeschränkt. Effizientere Fertigungsmethoden schränkten die Variantenvielfalt ein.

## Digitalisierung sorgt für zunehmende Komplexität

Heute ermöglichen digitale Technologien neue Fertigungsmodelle, bei denen sich Produkte nicht zwangsläufig entlang eines Produktionsbands bewegen müssen. Die Vielfalt feiert ein Comeback. Stattdessen wird synchron, bedarfsgerecht und häufig auch parallel an einzelnen Stationen gearbeitet. Diese Flexibilität gewährleistet die vom Markt geforderte Sortimentsmischung.

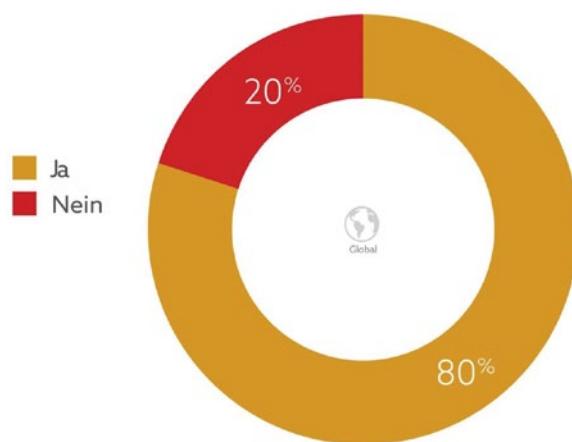
Parallel zur wachsenden Varianz sorgt die fortschreitende Digitalisierung für eine rapide zunehmende Komplexität. Dabei spielt neben den mechanischen Bauteilen auch die dazugehörige Software eine entscheidende Rolle. Ein weiteres Beispiel aus dem Automobilbau ist das seit 2012 produzierte Model S von Tesla. Äußerlich hat sich in dieser Zeit kaum etwas verändert, unter der Motorhaube gibt es jedoch regelmäßig Neuerungen. Egal, ob Software-Updates oder Optimierungen der Hardware – die Autos werden kontinuierlich besser, während die Produktionskosten dank Effizienzmaßnahmen sinken.

Die Hersteller stehen also vor einer doppelten Aufgabe: Einerseits müssen sie die mechanischen Bauteile mit präziseren Toleranzen, effizienteren Prozessen und höherer Qualität perfektionieren. An-

dererseits gilt es, das komplexe Zusammenspiel mit der Software zu orchestrieren und Updates, KI-Funktionen sowie digitale Services harmonisch einzubinden. Was früher getrennte Welten waren, verschmilzt zu einem hochkomplexen Gesamtsystem.

## KI WIRD HÄUFIG IN DER PRODUKTENTWICKLUNG EINGESETZT

Arbeiten Sie im Bereich der Produktentwicklung mit KI-Technologien?



80 Prozent der Unternehmen setzen künstliche Intelligenz bereits in der Produktentwicklung ein.

Grafik: Aras

Parallel zur wachsenden Varianz sorgt die fortschreitende Digitalisierung für eine rapide zunehmende Komplexität. Dabei spielt neben den mechanischen Bauteilen auch die dazugehörige Software eine entscheidende Rolle.

Bild: © Itsaree/stock.adobe.com

## Rückgrat der Produktentwicklung ist der Digital Thread

Ohne eine konsistente und durchgängige Datenarchitektur ist diese Komplexität kaum zu beherrschen. Hier setzt Product Lifecycle Management (PLM) an. Als zentrale Datendrehzscheibe dokumentiert es nicht nur sämtliche Entwicklungs-, Fertigungs- und Nutzungsinformationen des physischen Produkts. Es bildet auch die digitale Historie von Softwareständen, Trainingsdaten und KI-Modellen ab – lückenlos, nachvollziehbar und versioniert.

PLM fungiert dabei nicht nur als Datenspeicher, sondern strukturiert Informationen auch intelligent, verknüpft sie kontextuell und macht sie für Menschen und Maschinen verfügbar. So wird aus der Datenflut eine strategische Ressource, die ihr volles Potenzial entfalten kann. PLM avanciert zum Enabler für die datengetriebene, KI-gestützte Industrie der Zukunft: eine Welt voller Variantenvielfalt, Individualisierung und smarter Funktionen, die dennoch gezielt steuerbar bleibt. Jede Designentscheidung, jede Änderung und jede neue Softwareversion wird dokumentiert und bleibt somit auditierbar, reproduzierbar und skalierbar.

## ALS ZENTRALES SYSTEM MIT DURCHGÄNGIGEM DATENFLUSS SCHAFT PLM DEN NOTWENDIGEN RAHMEN FÜR EINE ERFOLGREICHE, SKALIERBARE KI-INTEGRATION UND SOMIT EINEN NACHHALTIGEN WETTBEWERBSVORTEIL.

Das wichtigste Element und das Rückgrat der digitalen Produktentwicklung ist der durch das Product-Lifecycle-Management (PLM) ermöglichte Digital Thread. Er verbindet alle relevanten Informationen – vom ersten Entwurf über die Produktion und Nutzung bis hin zum Recycling. Als verlässliche Datenquelle schafft er ein dynamisches Wissensnetzwerk, das die notwendige Transparenz gewährleistet und die Grundlage für die breite Nutzung neuer KI-Technologien bildet.

### Saubere Daten für den KI-Einsatz

Denn erst wenn der Datenhaushalt konsolidiert ist, kann KI entlang der gesamten Wertschöpfungskette – von der Konstruktion über

Welches sind aktuell die größten Herausforderungen Ihres Unternehmens in der Produktentwicklung?



Transformationstreiber für den Einsatz von KI sind Produktionskosten, Produktionskomplexität und die Einhaltung gesetzlicher Vorschriften.

Grafik: Aras

die Fertigung bis hin zum Betrieb – einen Mehrwert liefern. Wie stark Unternehmen bereits in Richtung KI tendieren, zeigt die Aras-Studie „Die Zukunft der Produktentwicklung“: 80 Prozent der Unternehmen setzen KI bereits in der Produktentwicklung ein, 91 Prozent planen zudem, ihre Investitionen in diesem Bereich deutlich zu erhöhen. Für die Studie wurden 656 Führungskräfte aus der Industrie in den USA, Europa und Japan befragt.

Die größten Treiber hinter diesem Wandel sind laut Studie eindeutig: Hoher Kostendruck (35 Prozent), steigende Produktkomplexität (34 Prozent) und regulatorischer Druck (33 Prozent) fordern neue, digitale Ansätze. Gleichzeitig offenbaren sich die Schwächen vieler Unternehmen: 69 Prozent sorgen sich um Datenschutz und Sicherheit, 65 Prozent sehen Kompetenzlücken im Umgang mit KI, und 64 Prozent kämpfen mit Datensilos.

Um die Vorteile der neuen Produktentwicklungsmethoden voll auszuschöpfen und gleichzeitig die Risiken zu minimieren, ist ein umfassender PLM-Einsatz erforderlich. Dabei handelt es sich nicht um ein reines IT-Projekt, sondern um einen kulturellen und organisatorischen Wandel. Das Ziel besteht darin, Datensilos aufzubrechen, Kompetenzen aufzubauen und flexible Systemarchitekturen zu etablieren. Hier zeigt PLM seine strategische Relevanz. Als zentrales System mit durchgängigem Datenfluss schafft es den notwendigen Rahmen für eine erfolgreiche, skalierbare KI-Integration und somit einen nachhaltigen Wettbewerbsvorteil.

### Die Zukunft der smarten Produktion

Die industrielle Wertschöpfung entwickelt sich zunehmend zu einem vollständig verbundenen und datengetriebenen Ökosystem. KI-gestützte Systeme steuern Materialflüsse, Lagerbestände und Logistikrouten in Echtzeit, erkennen Engpässe frühzeitig und be-

## HEUTE ERMÖGLICHEN DIGITALE TECHNOLOGIEN NEUE FERTIGUNGSMODELE, BEI DENEN SICH PRODUKTE NICHT ZWANGSLÄUFIG ENTLANG EINES PRODUKTIONSBANDS BEWEGEN MÜSSEN.

rechnen automatisch Alternativen. Generative KI im Engineering entwirft eigenständig Varianten und Konzepte, sodass Ingenieure zu Kuratoren kreativer KI-Prozesse werden. Auch die Umwelt profitiert: Energieverbräuche, CO<sub>2</sub>-Bilanzen und Recyclingpotenziale werden automatisch erfasst, dokumentiert und für Reports aufbereitet.

Diese Systeme funktionieren nur, wenn das Sammeln, Aufbereiten und Auswerten von Daten nahtlos ineinander greift. Wer heute auf durchgängige Digitalisierung setzt, legt den Grundstein für eine resiliente, innovative und nachhaltige Industrie. PLM ist der Schlüssel dazu und ermöglicht den Sprung in die nächste Evolutionsstufe der Fertigung. Wer jetzt handelt, sichert sich den Vorsprung. Wer zögert, verliert den Anschluss.

### Über die Studie

„Die Zukunft der Produktentwicklung – Product Lifecycle Management im Fokus“ ist eine Aras-Studie, die im Januar 2025 durchgeführt wurde und auf den Antworten von 656 Führungskräften in Europa, den USA und Japan basiert. Sie untersucht, wie führende Unternehmen der Automobil-, Luftfahrt- und Maschinenbauindustrie – mit einem Umsatz von mehr als 40 Millionen Euro – mit dem Einsatz von KI, der Integration digitaler Prozesse und regulatorischen Anforderungen umgehen.

« TB

Jens Rollenmüller ist Regional Vice President bei Aras.

# ZEIT UND KOSTEN SPAREN

Rechenintensive Anwendungen wie die technische Designoptimierung erfordern meist aufwändige HPC-Simulationen, die einen sehr hohen Energiebedarf bedeuten. Künstliche Intelligenz (KI) und Machine Learning (ML) bieten hier Lösungsansätze, die durch effiziente Ersatzmodelle sowohl den Energiebedarf senken als auch die Designexploration beschleunigen.

» VON ARNIM BRÜGER

**M**öchte man die Anzahl der hochauflösten Simulationen geringhalten, ist eine Option, automatisierte Workflows um Versuchsplanungsmodelle (Design of Experiments, DoE), Response-Surface- (RSM) und Reduced-Order-Modelle (ROM) zu erweitern und dabei Daten gezielt wiederzuverwerten. Intelligente DoE-Strategien tragen dazu bei, gut verteilte Datenpunkte mit möglichst wenigen Iterationen zu erzeugen. Die fertigen RSM-Ersatzmodelle erlauben dann einen sofortigen und genauen Einblick in die Korrelation von ausgewählten Parametern mit einem oder mehreren Designzielen. Bei hochdimensionalen Systemen besteht die Möglichkeit, mit der ROM-Technologie ein Surrogat-Modell der kompletten, voll aufgelösten Lösung zu erstellen. Die Dimensionalität der Aufgabenstellung kann dabei reduziert werden, ohne die Genauigkeit zu beeinträchtigen. Bereits mit relativ kleinen Simulationsdatensätzen lassen sich gute Ergebnisse erzielen.

Dieser AI/ML-Prozessablauf lässt sich komfortabel mittels der CAE-Automatisierungs- und Designoptimierungssoftware

ModeFrontier von Esteco umsetzen. Dabei ist es möglich, sowohl tabellenartige als auch mehrdimensionale transiente Simulationsdaten (1D/2D/3D/4D) zu verwerten, um rechnerisch effiziente Surrogat-Modelle zu erstellen.

## Tabellendaten für statistische Auswertung oder RSM-Training

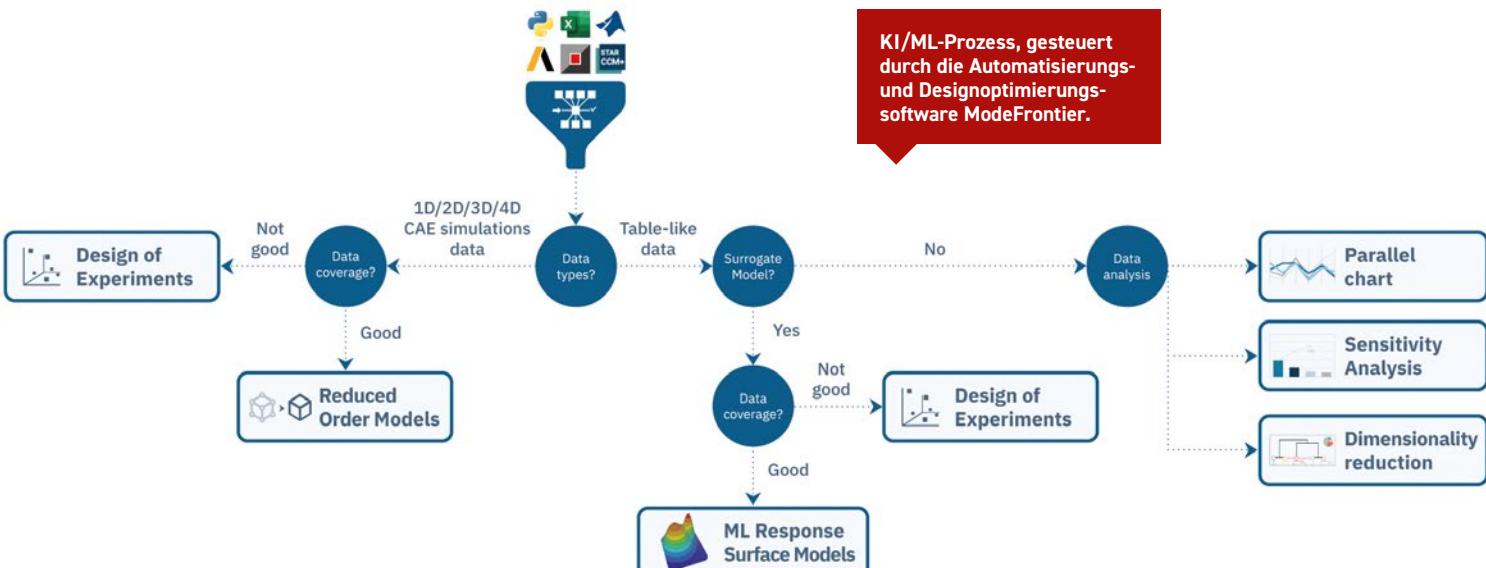
Tabellendaten umfassen numerische Werte, die sowohl Eingangsvariablen wie Abmessungen, Dicke, Temperatur und Material-

Aufschluss über die Verteilung und die Beziehung zwischen den Variablen. Parallel Koordinatendiagramme ermöglichen eine effektive Visualisierung von multivariaten Daten sowie die Bewertung der Korrelation zwischen Variablen und Designs. Die Sensitivitätsanalyse quantifiziert den Einfluss von Parametern auf die Ergebnisse ihres Simulationsmodells. Es gibt verschiedene Techniken, die dabei helfen, die Anzahl der Variablen zu reduzieren und gleichzeitig die relevante Information beizubehalten. Dazu gehören die Hauptkomponentenanalyse, selbstorganisierende Karten oder multidimensionale Skalierung.

In Fällen, in denen hochauflöste Simulationen durch Rechenressourcen beschränkt werden, stellt die Surrogat-Modellierung mit Tabellendaten eine effektive Alternative dar. Immer wenn bestehende Datensätze nicht ausreichend sind, mag es sinnvoll sein, DoE-Verfahren zu nutzen, um zusätzliche Trainingsdaten zu erzeugen und statistisch verwertbare Information zu liefern. Mit dem vervollständigten Datensatz lassen sich RSM-Modelle mittels Gauß-Algorithmen oder ML-Ansätzen wie neuronalen Netzen oder Deep Learning trainieren. Die erzeugten

## BEREITS MIT KLEINEREN SIMULATIONSDATENSÄTZEN LASSEN SICH GUTE ERGEBNISSE ERZIELEN.

eigenschaften als auch Ergebnisvariablen darstellen, zum Beispiel maximale Spannung, Widerstandsbeiwert und Wärmeübertragungsrate. Mit dieser Art von Daten besteht die Möglichkeit, statistische Datenanalysen durchzuführen oder Surrogat-Modelle zu erstellen. Eine erste statistische Analyse gibt



RSM-Ersatzmodelle erlauben dann die sofortige Auswertung von weiteren Parametrikombinationen im Lösungsraum.

## Mehrdimensionale transiente Daten für das ROM-Training

Mehrdimensionale transiente Datensätze enthalten die physikalischen Eigenschaften von Systemen und sind die Grundlage von Simulationen, beispielsweise Computational Fluid Dynamics (CFD) oder Finite-Elemente-Analyse (FEA). Diese hochauflösten Simulationen sind jedoch in Bezug auf Lizenzen, Rechenleistung und Speicherbedarf kostspielig. Folglich kommen sie in der Regel erst in den späteren Phasen des Entwicklungsprozesses zum Einsatz.

Was wäre jedoch, wenn Sie Daten aus hochauflösten Simulationen so verwenden könnten, dass Sie mit KI/ML-Methoden bereits in der Entwurfsphase Ersatzmodelle trainieren können und somit Zeit und Kosten sparen?

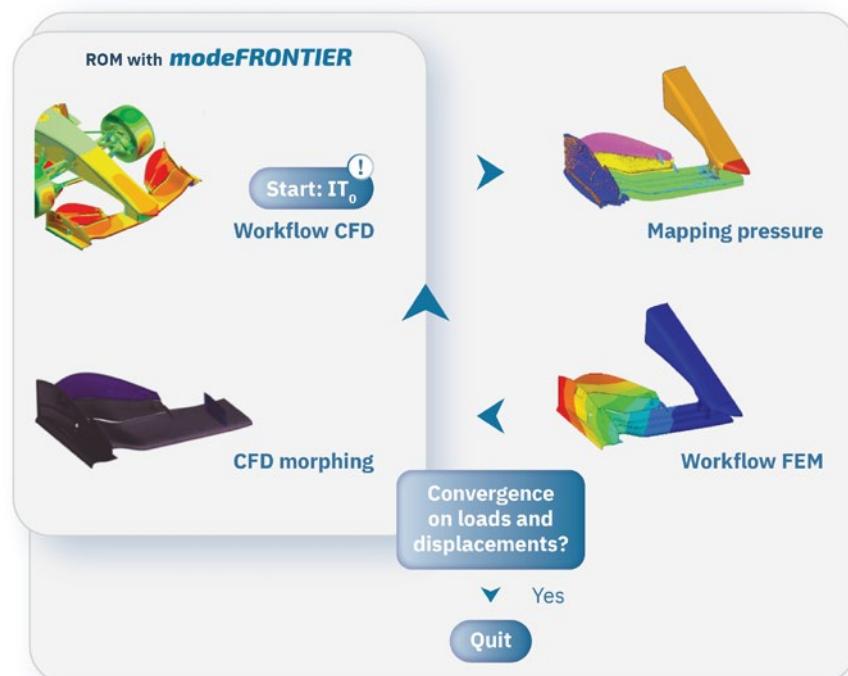
Mathematisch physikalisch verbesserte „Explainable AI“-Ansätze (xAI) ermöglichen, effizientere und genauere ROM-Modelle zu erzeugen und erhöhen bei reduziertem Rechenaufwand die Interpretierbarkeit von komplexen Simulationsfällen. So lassen sich sogar transiente 3D-Ersatzmodelle mit vertretbarem Aufwand erstellen.

Die Vorgehensweise zur Erzeugung eines ROM-Modells ist in ModeFrontier gut strukturiert. Im ersten Schritt werden die Daten für das Training erzeugt. Die Esteco-Software hilft, automatisierte CAE-Prozesse zu erstellen, jegliche benötigten Tools und Solver einzubinden und mit geeigneten DoE-Methoden die statistisch aussagekräftigen Datensätze zu erzeugen.

Sobald die Daten vorhanden sind, kann man das ROM-Modell trainieren. Das resultierende 3D-Surrogat-Modell lässt sich beispielsweise einsetzen, um den CAE-Solver innerhalb einer Designoptimierungsschleife zu ersetzen. Diese Strategie erhöht die Effizienz des Entwurfsprozesses erheblich, ohne die Genauigkeit maßgeblich zu beeinträchtigen.

## Beispiel: Optimierung der Fluid-Struktur-Analyse mittels ROM

In der heutigen Rennwagen-Entwicklung sind Fluid-Struktur-Interaktion-Simulationen (FSI) zur genauen und vollständigen Voraussage der Performance unerlässlich. FSI-Berechnungen helfen, die Wechselwirkung zwischen den aerodynamischen Belastungen und den strukturellen Verformungen



**ModeFrontier AI verwertet Simulationsdaten, um aufwändige CFD-Simulationen durch ROM-Modelle zu ersetzen.**

Bilder: Esteco

zu verstehen und liefern damit den Entwicklungsteams während des gesamten Konstruktionsprozesses wertvolle Erkenntnisse. Schließlich lassen sich fundierte Entscheidungen treffen, die dazu beitragen, konkurrierende Zielgrößen wie minimiertes Gewicht gegenüber Sicherheit, Optimierung der

Wie ist es in diesem Zusammenhang möglich, die mit FSI-Simulationen verbundenen Zeit- und Rechenkosten zu reduzieren?

Das Aerodynamik-Team eines führenden italienischen Rennwagenentwicklers stellte sich dieser Herausforderung und untersuchte, wie sich der Durchsatz an FSI-Auswertungen im zur Verfügung stehenden Zeitrahmen erhöhen lässt. Die Lösung war, von kostspieligen CFD-Simulationen auf ROM-Modelle umzusteigen, welche die Druckverteilungen auf deformierten Geometrien schnell vorhersagen können.

Die Wirksamkeit dieser neuen Methodik wurde anhand einer Proof-of-Concept-Phase unter Verwendung der kompletten Frontflügelgeometrie eines Rennwagens mit offenen Rädern nachgewiesen. Im verwendeten Ansatz wurde das ROM-Ersatzmodell mittels der Proper-Orthogonal-Decomposition-Methode (POD) und mithilfe 30 vollauflöster FSI-Simulationen als Trainingsdatensatz erzeugt. Die resultierenden ROM-Modelle reduzierten die Simulationszeit erheblich, ohne Kompromisse bei der Genauigkeit einzugehen zu müssen. **RT**

## DIE RESULTIERENDEN ROM-MODELLE REDUZIERTEN DIE SIMULATIONSZEIT ERHEBLICH.

aerodynamischen Performance bei real verformten Geometrien, die Einhaltung strenger Rennserienvorschriften und die Minimierung der Projektkosten abzuwagen. Herkömmliche FSI-Methoden, die CFD- und FEM-Analysen direkt miteinander koppeln, können sehr ressourcenintensiv sein, insbesondere wenn man sie auf eine vollständige Fahrzeuggeometrie anwendet. Der Rechenaufwand kann Entwicklungszyklen verlangsamen und die Anzahl der Design-Iterationen begrenzen, die sich innerhalb des engen Zeitrahmens eines Projekts untersuchen lassen.

**Arnim Brüger** ist Director der Esteco Software GmbH.

# OPTIMIERTE MONTAGEPLANUNG MIT 3D-SIMULATION

Der Hersteller von Aufzügen und Rolltreppen Kone plante eine neue Montagelinie mit der 3D-Simulationssoftware von Visual Components. Kone testete und simulierte verschiedene Konfigurationen und validierte das Layout auf Basis statistischer Analysen. Dadurch konnte das Unternehmen die Linie vor dem Bau so optimieren, wie es mit herkömmlichen Methoden nicht möglich gewesen wäre. ➤ VON MATTHIAS WILHELM

**A**ls Kone in seinem Werk in Cadazzate con Osmate im Großraum Mailand eine neue Montagelinie für Bedienfelder von Aufzügen konzipierte, stand das zuständige Ingenieursteam vor einer komplexen Herausforderung. Um die Qualität der Bedienfelder zu gewährleisten, durften ihre Frontplatten während des Montageprozesses nur so wenig wie möglich berührt werden. Kratzer oder Dellen würden zu Nacharbeiten, Ausschuss oder Qualitätsproblemen führen. Darüber hinaus sollte die Montagelinie zwei Produktvarianten abdecken. Die zweite davon war deutlich komplexer als die erste und wies zusätzliche Merkmale auf. Nicht zuletzt musste die Montagelinie an die Gegebenheiten der Fertigungshalle angepasst und in die vor- und nachgelagerten Prozesse

integriert werden. Diese räumlichen und logistischen Zwänge vergrößerten die Komplexität zusätzlich.

## „Ohne Simulation war unsere Planung grob“

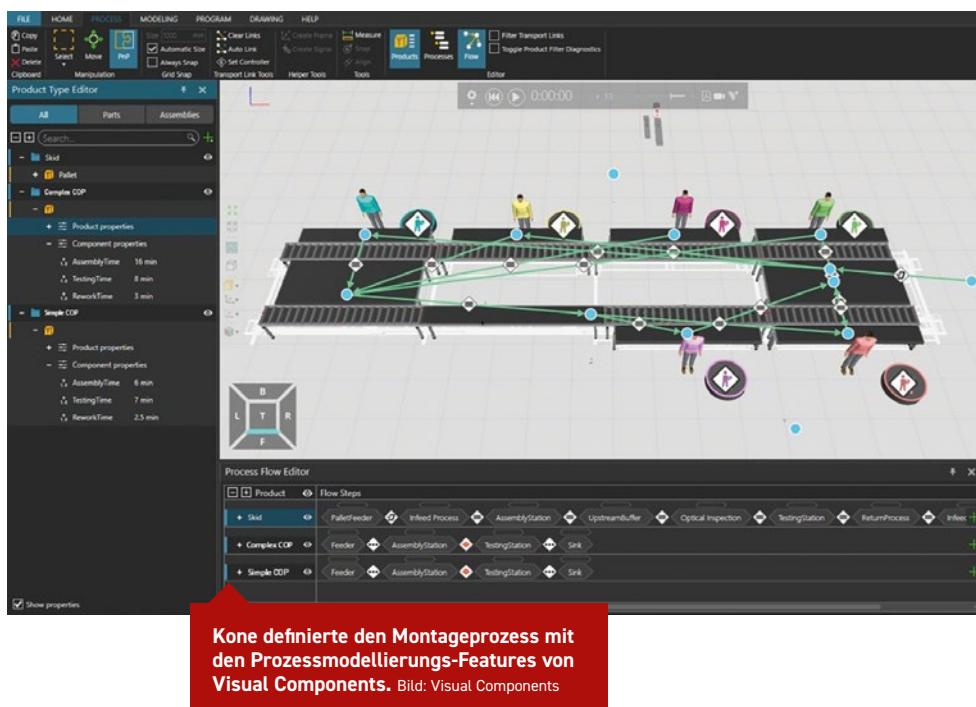
Wirtschaftsingenieur Edoardo Mostacchi, der das Projekt leitete, war schnell klar, dass herkömmliche Planungswerzeuge für das Layoutdesign der Montagelinie nicht ausreichten. Deshalb entschied er sich dafür, es mit der 3D-Fertigungssimulation von Visual Components zu entwerfen. „Ohne Simulation war unsere anfängliche Planung grob“, erläutert er. „Wir führten einige Berechnungen auf der Grundlage der vorhandenen Informationen über die manuellen Aufgaben durch. Das gab uns jedoch keinen Aufschluss über Dinge wie die benötigte Anzahl an Paletten oder die Funktionsweise des Materialflus-

ses. Die Simulation verschaffte uns einen Einblick in den Prozess, den wir mit bloßen Berechnungen und Excel-Tabellen nicht erzielen konnten.“

## Software stellt voll simulationsfähiges 3D-Modell bereit

Der Kerngedanke der Montagelinie war, jede Frontplatte auf einer speziellen Palette zu befestigen, so dass eine direkte manuelle Handhabung nach dem ersten Laden praktisch ausgeschlossen ist. Die Vorrichtungen zur Fixierung der Frontplatten sollten mit einem Fördersystem von einer Station zur nächsten transportiert werden. Neben Montagestationen integrierte das Team auch Stationen

**UM DIE QUALITÄT DER BEDIENFELDER ZU GEWÄHRLEISTEN, DURFEN DIE FRONTPLATTEN WÄHREND DES MONTAGEPROZESSES NUR SO WENIG WIE MÖGLICH BERÜHRT WERDEN.**



zur Qualitätskontrolle sowie Pufferplätze, die als Stoßdämpfer für den Arbeitsablauf fungieren und Schwankungen oder kleinere Verzögerungen ausgleichen sollen.

Als Fördertechnik der Montagelinie wählte das Team um Wirtschaftsingenieur Mostacchi das Transfersystem TS2 von Bosch Rexroth aus. Dieses System ist im E-Katalog von Visual Components enthalten, das heißt, die Software stellt bereits von Haus aus ein voll simulationsfähiges 3D-Modell davon zur Verfügung. Für die Simulation der Stationen kombinierte das Team die 3D-Modellierung und die statistischen Funktionen mit Zeitdaten des Industrial Engineering. Es nutzte

MTM-basierte Standardzeiten (Methods-Time Measurement) und ähnliche Zeitdaten für Tätigkeiten wie das Anziehen einer Schraube, das Anschließen eines Kabels oder das Testen einer Komponente. Dadurch verfügte jede Station im Modell über eine genaue Zykluszeit, die auf echten Messdaten beruhte.

### Sämtliche Komponenten modelliert und simuliert

Das ermöglichte es dem Team, sämtliche Komponenten der Montagelinie zu modellieren und zu simulieren: den Transport der Paletten, die Puffer, Querförderer sowie die Montage- und Prüfstationen. Es konnte eine virtuelle Montagelinie erstellen, die Layout und Prozesslogik realistisch abbildet und den gesamten Prozess virtuell durchlaufen. Um



Die Montagelinie muss einfache (links) und komplexe (rechts) Bedienfelder abdecken. Bild: Kone

**DIE SIMULATION VERSCHAFFTE UNS EINEN EINBLICK IN DEN PROZESS, DEN WIR MIT BLOSSEN RECHNUNGEN UND EXCEL-TABELLEN NICHT ERZIELEN KONNTEN.**

EDOARDO MOSTACCHI

die realen Bedingungen widerzuspiegeln, wurde bei der Simulation eine Nachbesserungsrate von fünf Prozent angesetzt, die auf historischen Fehlerdaten beruht. Unter Berücksichtigung des zu erwartenden Mengenanteils modellierte das Team außerdem einen Produktmix aus 30 einfachen und 70 Prozent komplexen Bedienfeldern.

### In mehreren Simulationsläufen das optimale Layout ermittelt

Die Simulation richtete das Team so ein, dass sie repräsentative Produktionszeiträume durchlief, beispielsweise eine volle Acht-Stunden-Schicht oder genügend Zyklen, um

einen stabilen Zustand zu erreichen. Während des Simulationslaufs verfolgten dann virtuelle Sensoren und Zähler die wichtigsten Kennzahlen: wie viele Bedienfeld-Einheiten montiert werden und die Qualitätsprüfungen bestehen, wie lange jede Palette in jeder Phase verbleibt oder wie ausgelastet die Monteure und Prüfer sind. Diese Daten konnte das Team zur Analyse aus Visual Components extrahieren.

In mehreren Experimenten simulierte es verschiedene Konfigurationen und Szenarien für die Montagelinie. Zwischen den Durchläufen passte es bestimmte Parameter oder Layouts an, um zu testen, wie sich dadurch die Leistung der Linie verändert. Auf diese Weise ermittelte es schließlich das optimale Design. „Wir nutzten die Simulation, um verschiedene Szenarien zu testen – drei oder vier Stationen, verschiedene Palettenzahlen, unterschiedliche Produktmengen – und maßen alles, vom Durchsatz bis zur Auslastung der Mitarbeiter. So erhielten wir reale Daten, auf die wir unsere Entscheidungen stützen konnten“, erklärt Mostacchi.

### Keine übermäßige Warteschlange von Paletten

Der endgültige Entwurf der Montagelinie sah dann drei manuelle Montagestationen vor. Die Simulationen hatten gezeigt, dass drei gut ausbalancierte Stationen beide Produktvarianten effizient verarbeiten können, solange der Arbeitsablauf durch die richtige Anzahl von Paletten und Puffergrößen unter-

stützt wird. Als optimale Anzahl von Paletten, die im System zirkulieren, kristallisierten sich dabei zehn Paletten heraus. Bei dieser Anzahl waren die Montagestationen fast

### DAS TEAM KONNTE EINE VIRTUELLE MONTAGELINIE ERSTELLEN, DIE LAYOUT UND PROZESSLOGIK REALISTISCH ABBILDET UND DEN GESAMTEN PROZESS VIRTUELL DURCHLAUFEN.

immer belegt, ohne dass es an irgendeiner Stelle zu einer übermäßigen Warteschlange von Paletten kam.

### Montagelinie erfolgreich in die Produktion überführt

Nachdem das Team das Layout und den Prozess in der digitalen Welt geprüft und validiert hatte, konnte es ruhigen Gewissens mit der Implementierung der Montagelinie fortfahren und sie erfolgreich in die Produktion überführen. Die virtuelle Montageplanung mithilfe der Simulationssoftware ermöglichte es Kone, den Fertigungsprozess in einer Weise zu optimieren, die mit herkömmlichen Methoden nicht zu erreichen gewesen wären.

« TB

**Matthias Wilhelm** ist Country Manager DACH bei Visual Components in Deutschland.

### ÜBER KONE

Kone ist einer der weltweit größten Hersteller von Aufzügen und Rolltreppen. Das Unternehmen hat seinen Hauptsitz im finnischen Espoo nahe Helsinki, ist in über 70 Ländern vertreten und beschäftigt mehr als 60.000 Mitarbeitende. Die Zentrale von Kone Deutschland befindet sich in Hannover.

# „DIGITALE TRANSFORMATION WIRKT WIE EIN EFFIZIENZ-TURBO“

Unsere Umfrage macht es einmal mehr deutlich: Die digitale Transformation bietet enorme Potenziale für Effizienz, Innovation und neue Geschäftsmodelle – vorausgesetzt, Unternehmen überwinden Wissensdefizite, investieren in Kompetenzen und öffnen sich für Kooperationen sowie neue Denk- und Arbeitsweisen. Die Auswirkungen reichen von optimierten Prozessen über neue Wertschöpfungsmodelle bis hin zu einer grundlegend veränderten Arbeitswelt. ➤ **VON TINO BÖHLER**

## FRAGEN AN DIE EXPERTEN:

1. **Wo sehen Sie aktuell die größten Hürden bei der digitalen Transformation in der Industrie?**
2. **Wie steigert die digitale Transformation die Effizienz und Wettbewerbsfähigkeit industrieller Unternehmen?**
3. **Wie verändern sich Geschäftsmodelle und Arbeitswelten durch die digitale Transformation?**



**SARAT MAITIN**

Leiter des Bereichs Digital Engineering und Manufacturing für Deutschland, Österreich und die Schweiz, Accenture

Bild: Accenture Dienstleistungen

**1.** Digitalisierung wurde bisher eher aus der IT- und Kostenperspektive betrachtet. Die Folge sind fragmentierte Systeme, komplexe Prozesse und fehlende Datenstandardisierung. Wir brauchen einen Perspektivenwechsel, um die Potenziale von Technologien wie KI und Hyperautomation als Werttreiber und Differenzierung zu sehen. Die Umsetzungsgeschwindigkeit bei der Einführung neuer Entwicklungs- und Produktionsmethoden muss massiv erhöht werden. Das Top-Management muss ambitionierte Ziele setzen und Mitarbeiter sollten in den Fokus gestellt werden: Gezielte Verstärkung der Teams und Ausbildung in Digital-, KI- & IT-Kompetenzen sind jetzt entscheidend.

**2.** Wettbewerb wird durch innovative und überlegene Produkte gewonnen – heute durch digitalisierte Produkte. „Software-enabled“ Produkte bedingen digitale Prozessketten von Entwicklung über Produktion bis zu laufenden Upgrades während des gesamten Produktlebens. Speziell in Deutschland müssen Entwicklungszyklen signifikant beschleunigt werden, um im Wettbewerb bestehen zu können. In der Produktion erfordert dies noch mehr Flexibilität bei gleichzeitiger Produktivitätssteigerung. Hyperautomation und Robotics rücken daher in den Fokus für den Industriestandort Deutschland.

**3.** Die digitale Transformation verändert Geschäftsmodelle grundlegend: Sind Daten standardisiert und „Software-enabled“ Produkte etabliert, entsteht die Basis für digitale Produktinnovationen und neue Geschäftsmodelle. Monetarisierung

erfolgt zunehmend über Lizenzien und Servicemodelle. Künstliche Intelligenz wird Arbeitsweisen und Abläufe signifikant verändern. Digitale Fähigkeiten und Offenheit für eine veränderte Mensch-Maschine Interaktion werden notwendig.



**HEIKO RÖHRIG**

Senior Business Development Manager,  
EGS Automation  
Bild: EGS Automation

**1.** Eine wesentliche Herausforderung ist die vorhandene Infrastruktur. Viele Bestandsanlagen sind nicht ohne Weiteres in moderne digitale Netzwerke integrierbar, was zu hohen Investitionen für Nachrüstungen oder Neuanlagen führt. Eng damit verbunden sind die Kosten der Transformation, die neben der Hardware auch Software, Implementierung und Schulungen umfassen. Mittelständische Unternehmen scheuen oft die hohen Anfangsinvestitionen und den potenziellen Ertragsausfall während der Umstellungsphase. Eine dritte, entscheidende Hürde ist die Ausbildung der Beschäftigten. Es besteht ein erheblicher Bedarf an Fachkräften mit digitalen Kompetenzen, und die Weiterbildung bestehender Mitarbeiter ist eine Mammutaufgabe, da neue Technologien und Arbeitsweisen erlernt werden müssen.

**2.** Die digitale Transformation steigert die Effizienz und Wettbewerbsfähigkeit industrieller Unternehmen erheblich. Durch den Einsatz von Maschinen, Robotern und künstlichen Intelligenzen werden repetitive Aufgaben automatisiert. Dies führt zu gleichbleibend guten Ergebnissen, reduziert Fehler und beschleunigt Prozesse. Mitarbeiter können sich infolgedessen auf anspruchsvollere, kreativere und strategisch wichtigere Aufgaben konzentrieren. Zusätzlich werden durch die Digitalisierung umfassende Daten ermittelt und aggregiert. Diese Daten ermöglichen eine detaillierte Analyse von Prozessen, identifizieren Engpässe und bieten die Grundlage für kontinuierliche Verbesserungen und fundierte Entscheidungen.

**3.** Klassische Produktverkäufe werden zunehmend durch Service-basierte Modelle ergänzt oder ersetzt, wie „Product-as-a-Service“, wo der Fokus auf der Nutzung und dem Mehrwert liegt statt auf dem reinen Besitz. Personalisierung und datenbasierte An-



**Vernetzte Produktion, datengetriebene Prozesse, neue Geschäftsmodelle: Die digitale Transformation krempelt die Industrie um – doch der Weg dorthin ist voller Stolpersteine.**

Bild: © Monchisa/AdobeStock

gebote werden wichtiger. In den Arbeitswelten entstehen neue Be- rufsbilder, während andere sich stark wandeln. Die Zusammenarbeit zwischen Mensch und Maschine wird enger, was eine Verschiebung der benötigten Fähigkeiten erfordert – von repetitiven Tätigkeiten hin zu analytischen, kreativen und sozialen Kompetenzen. Flexiblere Arbeitsmodelle und eine stärkere Vernetzung über Unternehmens- grenzen hinweg prägen ebenfalls die neue Arbeitswelt.



### FABIAN WYRWICH

Gruppenleiter Systems Lifecycle Management, Fraunhofer IEM

Bild: Fraunhofer IEM

**1.** Die Technologien sind selten die größte Hürde. Vielmehr ist es zum einen der Mensch, der den Nutzen moderner digi- taler Ansätze, wie KI, digitaler Zwillinge oder datengetriebenen Engineering nicht greifen kann und somit zögert. Zum anderen sind es fragmentierte Prozesse und Datensilos. Es handelt sich oft um Insellösungen ohne durchgängige Datenflüsse oder Werkzeugketten. Häufig wird über Einzelprojekte und Initiativen bereits an Lösungen experimentiert, doch ein gemeinsames Zielbild, welches das zukünftige Digital Engineering visionär skizziert und als Nord- stern dient, fehlt.

**2.** Digitale Transformation wirkt wie ein Effizienz-Turbo: Durch- gängige digitale Prozesse und Datenflüsse vom Entwurf bis zur Produktion eliminieren Medienbrüche und Mehraufwände. KI optimiert Prozesse. Digitale Zwillinge ermöglichen virtuelle Tests und vorausschauende Wartung. So sinken Entwicklungszeiten und -kosten spürbar. Der dadurch entstehende Wettbewerbsvorteil entsteht allerdings nur, wenn sowohl das Produkt, die Prozesse und Methoden, die Tools als auch die Organisationsstruktur ganzheitlich und integrativ berücksichtigt werden.

**3.** Die Veränderungen durch die Digitalisierung sind enorm, gar disruptiv. Aus Produkten werden Plattformen, aus Ma- schinenbauern datengetriebene Serviceanbieter. Echtzeitdaten ermöglichen Pay-per-Use-Modelle. Zugleich wandelt sich die Arbeits- welt grundlegend – KI übernimmt Routinen, interdisziplinäre Teams

entwickeln agil und vernetzt. In unserem neuen Leistungszentrum Engineering Automation werden genau solche anwendungsnahen Lösungen für die Arbeitswelt von morgen entwickelt – im Zusam- menspiel von Technik, Organisation und Kultur.



### MANUEL SCHULER

Globaler Leiter Automotive & Industrial Manufacturing, BearingPoint

Bild: BearingPoint

**1.** Ich sehe drei zentrale Herausforderungen: Systemintegri- tion – bestehende ERP-Systeme müssen mit IoT-Infrastruktur nahtlos zusammenarbeiten. Datennutzung – Unternehmen sammeln Maschinendaten, können diese aber nicht in verwertbare Erkennt- nisse umwandeln. Change Management – technische Lösungen scheitern ohne organisatorischen Kulturwandel.

**2.** Digitalisierung schafft messbare Vorteile: Intelligente Au- tomatisierung verkürzt Produktionszyklen um 20 bis 30 Prozent. Predictive Analytics reduziert ungeplante Stillstände um 70 Prozent. End-to-End-Transparenz ermöglicht flexible Kundenindividialisierung bei gleichzeitiger Kosteneffizienz. Der Hebel liegt in der Integration von Technologie und Prozessoptimierung – das schafft nicht nur Kostensenkungen, sondern neue servicebasierte Geschäftsmodelle.

**3.** Geschäftsmodelle wandeln sich vom Produktverkauf zu Lö- sungsangeboten – Subscription-Modelle, Pay-per-Use und Monetarisierung von Prozessdaten entstehen. Arbeitswelten ver- schieben sich von manueller zu kognitiver Arbeit: Produktionsmit- arbeiter werden Dateninterpretoren, neue Rollen wie Industrial Data Scientists entstehen. Hierarchien weichen crossfunktionalen Teams.



### CHRISTIAN GABRIEL

Vice President Market & Portfoliomanage- ment/Head of Digital Transformation, KEBA Industrial Automation

Bild: KEBA Industrial Automation

**1.** Eine der größten Hürden der digitalen Transformation in der Industrie ist der Mangel an Wissen bzw. Mangel an Akzeptanz was mit neuen Technologien möglich ist, insbesondere im Bereich moderner Architekturen und der Outcome von strukturierten Daten. Zusätzlich gibt es oft eine nicht begründete Angst bei Unternehmen vor einem Wechsel von alten Steuerungssystemen auf neue flexiblere Systeme. Hinzu kommt ein veraltetes Mindset: Partnerschaften werden zu wenig genutzt, da viele Firmen auf Eigenentwicklung setzen. Stattdessen sollte der Fokus auf Differenzierung durch Ko- operation und moderne Technologien gelegt werden.

**2.** Die Effizienz- und Wettbewerbssteigerung durch digitale Transformation hängt stark vom jeweiligen Use Case ab. Dennoch gibt es aus aktueller Sicht Use Cases, die schnell realisierbar sind: Wissen wird durch digitale Systeme schneller und gezielter zu-

## FRAGEN AN DIE EXPERTEN:

1. Wo sehen Sie aktuell die größten Hürden bei der digitalen Transformation in der Industrie?
2. Wie steigert die digitale Transformation die Effizienz und Wettbewerbsfähigkeit industrieller Unternehmen?
3. Wie verändern sich Geschäftsmodelle und Arbeitswelten durch die digitale Transformation?

gänglich gemacht, was die Arbeitszeit deutlich effizienter gestaltet. Time to Market verkürzt sich deutlich durch automatisierte Abläufe und bessere Datenverfügbarkeit und Simulationsmöglichkeiten. Zudem helfen Assistenzsysteme, die Komplexität in Produktion und Wartung zu reduzieren – das steigert Produktivität und Innovationsfähigkeit.

**3.** Eine kurze Antwort ist hier schwierig – ja, die digitale Transformation verändert Abläufe, nicht zwingend das Geschäftsmodell, aber man muss sehr genau darüber nachdenken, ob es Möglichkeiten gibt, dass das eigene Geschäftsmodell disruptiert wird. Produkte werden zunehmend durch digitale Services ergänzt, um Mehrwerte zu generieren. Plattformmodelle gewinnen an Bedeutung. In der Arbeitswelt entstehen neue Rollen, während Routineaufgaben automatisiert werden. Zusammengefasst – die Veränderung ist vielfältig und je nach Anwendung gibt es größere oder kleinere Auswirkungen auf das Geschäftsmodell.



**VINCENZO MONACO**

Managing Director D-A-CH Region,  
Rockwell Automation

Bild: Rockwell Automation

**1.** Gemeinsam mit unseren Kunden sehen wir mehrere Herausforderungen: Die Integration von Legacy-Systemen mit neuen Technologien, die Überwindung von Datensilos sowie ein deutlicher Fachkräftemangel im Bereich der IT/OT-Konvergenz. Unser 10. kürzlich erschienener Jahresbericht zur intelligenten Fertigung bestätigt, dass deutsche Hersteller besonders mit letzterem zu kämpfen haben. Weitere Hürden sind unklare ROI-Berechnungen für Digitalisierungsprojekte, Cybersecurity-Bedenken und fehlende unternehmensweite Digitalstrategien. Erfolgreiche Transformation erfordert einen ganzheitlichen Ansatz, der Technologie, Menschen und Prozesse gleichermaßen einbezieht.

**2.** Die digitale Transformation steigert industrielle Effizienz durch Echtzeitdatenanalyse, die Ausfallzeiten durch vorausschauende Wartung reduziert. Mit Lösungen wie FactoryTalk und digitalen Zwillingen werden Prozesse transparenter und Entscheidungen schneller. Gleichzeitig fördert die IT/OT-Verschmelzung neue datengetriebene Geschäftsmodelle und optimiert die Energieeffizienz – was sowohl die Wettbewerbsfähigkeit stärkt als auch Nachhaltigkeitsziele unterstützt.

**3.** Die digitale Transformation wandelt Produktanbieter zu Lösungspartnern, wobei datenbasierte Services wie unsere

FactoryTalk InnovationSuite und Subscription-Modelle wie Lifecycle Services klassische Einmalverkäufe ergänzen. Laut unserem Jahresbericht investieren deutsche Hersteller verstärkt in KI zur Prozessoptimierung, während sich Tätigkeitsprofile von manuell zu analytisch verschieben. In der Arbeitswelt ermöglichen Augmented-Reality, kollaborative Roboter und digitale Zwillinge neue Wartungskonzepte und Remote-Arbeit in der Produktion – was kontinuierliche Weiterbildung erfordert, aber auch zukunftssichere Arbeitsplätze schafft.



**DR. ROLF JANSEN**

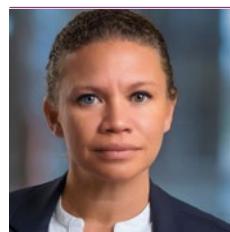
Partner Industrials, Roland Berger

Bild: Roland Berger

**1.** Digitale Transformation scheitert meist an der Angst vor Investitionen. Industrieunternehmen fehlt es oft an Orientierung, um die neuen Technologien richtig zu nutzen. Widerstand und Skepsis aus der Belegschaft bremsen den Fortschritt zusätzlich; insbesondere dann, wenn Digitalisierung nur als Hebel zur Effizienzsteigerung verkauft wird. Digitale Transformation sollte daher immer als holistisches Projekt verstanden werden. Sie erfordert eine klare Strategie, die den kulturellen Wandel zu einem progressiven Unternehmen vorantreibt. Digitalisierung als reines Rationalisierungswerkzeug scheitert in der Regel.

**2.** Im Kern steigert die digitale Transformation die Effizienz durch vernetzte Maschinen, Automatisierung und Nutzung von Echtzeitdaten. Sie ermöglicht zum Beispiel präventive Wartung und optimiert dadurch den Ressourceneinsatz. Neben der Kernwertschöpfung werden aber auch angrenzende Bereiche wie Logistik, Produktentwicklung und Kundenprozesse verändert. Digitale Lieferketten ermöglichen eine präzisere Planung und schnellere Reaktion auf Störungen. Gleichzeitig wird die Zusammenarbeit durch digitale Plattformen effizienter, was zum Beispiel Innovationszyklen verkürzt, Kundendienstleistungen beschleunigt oder im besten Fall zu erweiterten Geschäftsmodellen führt.

**3.** Digitalisierung transformiert idealerweise das Gesamtunternehmen, da sie datenbasierte Services, Plattformökonomien und neue Wertschöpfungsnetzwerke ermöglicht. Arbeitswelten verändern sich durch mehr Flexibilität und den verstärkten Einsatz digitaler Tools, was neue Kompetenzen und agile Strukturen erfordert. Und das ist im besten Sinne als positiv zu verstehen, denn es steigert die Attraktivität der Unternehmen.



**JESSICA BETHUNE**

Vice President Industrial & Process Automation, DACH, Schneider Electric

Bild: Schneider Electric

**1.** Das grundlegendste Problem ist sicherlich, dass es kein Patentrezept für die Digitalisierung gibt. Gerade in Deutschland – mit seiner hochgradig heterogenen und ungleich gewachse-

nen, mittelständischen Wirtschafts- und Industrielandschaft – sind die Schwierigkeiten, auf die Unternehmen bei der Umsetzung von Digitalisierungsmaßnahmen stoßen, äußerst unterschiedlich und individuell. In vielen Industriesegmenten, etwa bei Lebensmitteln oder Medikamenten, gibt es zudem eine Vielzahl an spezifischen Voraussetzungen und Sonderregelungen, die sich auf die Produkte, ihre Herstellung oder ihr In-Verkehr-bringen auswirken.

**2.** Die digitale Transformation hat einen positiven Einfluss auf Ressourcen-, Energie- und Betriebseffizienz, denn sie ermöglicht eine Datenerfassung und -analyse, die wiederum zu einer verbesserten Entscheidungsfindung führt. Kritische Prozesse können präziser gesteuert und deren Energieverbrauch gesenkt werden, Ressourcen – gerade im Zeitalter der Knappheit – gezielter gesteuert oder die Anlagenwartung optimiert werden, um Ausfallzeiten zu vermeiden. Dies alles sind Beispiele, die zeigen, dass die Digitalisierung Industrieunternehmen ermöglicht, auch in Zukunft widerstandsfähig und wettbewerbsfähig zu arbeiten.

**3.** Betrachtet man zum Beispiel den Bereich des Engineering, dann ermöglicht der Einsatz von KI und digitalen Zwillingen eine bessere Zusammenarbeit in der Entwicklung und Konstruktion und automatisiert Routineaufgaben, sodass sich Ingenieure auf komplexere und kreativere Aspekte ihrer Arbeit konzentrieren können. Digitale Zwillinge liefern Echtzeitsimulationen und -daten und ermöglichen es Teams, Entwürfe vor der physischen Umsetzung virtuell zu testen und zu verfeinern.



### OLIVER GÜRTLER

Leiter des Mittelstandsgeschäfts,  
Microsoft Deutschland

Bild: Microsoft Deutschland

**1.** Viele Industrie-Unternehmen wissen genau, was sie tun müssten, doch sie stoßen auf strukturelle Hürden: veraltete Systeme, nicht vernetzte Daten und den Mangel an Fachkräften. Besonders Mittelständlern fehlt oft Zeit, sich neben dem Tagesgeschäft auch mit neuen Technologien zu beschäftigen. Genau da setzen wir an – direkt im Arbeitsalltag. Unsere modernen KI-Agenten, die sich ohne großes technisches Fachwissen durch wenige Klicks in einem grafischen Low-Code-Tool erstellen lassen, schaffen Zugang zu Daten und Erkenntnissen, die Industrie-Prozesse in Echtzeit optimieren. Das bringt Tempo in die Digitalisierung.

**2.** Digitale Lösungen helfen, Prozesse zu verstehen, Engpässe zu erkennen und Entscheidungen auf Basis von Daten zu treffen – und das in Echtzeit. Das steigert die Produktivität, senkt die Kosten und reduziert Ausfallzeiten. Industrie-Unternehmen, die digitale Werkzeuge gezielt einsetzen, sind schlicht besser aufgestellt – wirtschaftlich und strategisch. Gerade im Mittelstand sehen wir großes Potenzial, durch skalierbare Lösungen echte Wettbewerbsvorteile zu schaffen.

**3.** Besonders KI-Agenten definieren die Zusammenarbeit zwischen Mensch und Technik neu, und es entsteht ein neues Berufsbild: Ein ‚Agent-Boss‘ ist jemand, der mit vielen verschiedenen

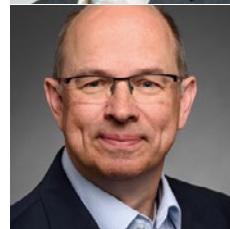
KI-Agenten arbeitet und Aufgaben an sie delegiert, um genauso viel zu leisten wie ein ganzes Team. Dabei geht es nicht darum, Arbeit zu ersetzen, sondern sie besser zu gestalten. Die Mitarbeitenden werden gezielt bei ihren Aufgaben unterstützt, etwa bei Wartung, Qualitätssicherung oder Sicherheit. Gleichzeitig entstehen neue Geschäftsmodelle, weil diese Daten auch neue Möglichkeiten eröffnen. Siemens entwickelt sich beispielsweise gerade zum KI-Anbieter für Industrie-Anwendungen – und kann dafür seine Daten und sein Know-how erneut verwerten. Wer solche Möglichkeiten früh erkennt, stellt die Weichen auf Zukunft – praxisnah und Schritt für Schritt. Das gilt auch für den Mittelstand.



### PROFESSOR CLAUS OETTER

Geschäftsführer Software und Digitalisierung, Leiter der Abteilung Informatik, VDMA

Bild: VDMA



### DR.-ING. MARC HÜSKE

Leiter Forum Manufacturing-X, VDMA

Bild: VDMA

**1.** **PROFESSOR CLAUS OETTER:** Laut VDMA IT-Kosten Benchmark 2025 sind die IT-Kosten in den letzten sieben Jahren fünf Prozent schneller gestiegen als der Umsatz im Maschinenbau. Faktoren sind zum Beispiel die Zunahme der IT-Applikationen pro Mitarbeiter, die Komplexität mobiler Arbeitsplätze und Sicherheitsanforderungen. Hinzu kommen laut den aktuellen VDMA-Studien zu ‚GenAI im Maschinen- und Anlagenbau‘ und ‚Softwareentwicklung in der Industrie‘ weitere zentrale Hürden, wie mangelnde Datenverfügbarkeit und -qualität (25 Prozent), Fachkräftemangel (24 Prozent) und technische Infrastrukturprobleme (24 Prozent).

**2.** **PROFESSOR CLAUS OETTER:** Die VDMA GenAI-Studie prognostiziert eine mögliche Steigerung der Betriebsmarge um über zehn Prozent durch den gezielten Einsatz generativer KI, was einer Gewinnsteigerung von 28 Milliarden Euro allein für den deutschen Maschinen- und Anlagenbau entspräche. Die Integration von KI und fortschrittlichen Softwarelösungen ermöglicht Produktivitätssteigerungen, verbesserte Kundenorientierung durch Personalisierung, schnellere Markteinführungen und die Entwicklung neuer datenbasierter Geschäftsmodelle.

**3.** **DR.-ING. MARC HÜSKE:** Als große Vision verfolgen wir eine prosperierende Datenökonomie mit einfachem Zugang für Unternehmen, in der diese souverän und sicher ihre Daten tauschen können. Angesichts der digitalen Transformation sind Interoperabilität und Vernetzung entscheidend und bieten gerade auch KMU die Chance, neue datenbasierte Geschäftsmodelle mit zusätzlichen Serviceangeboten zu entwickeln. Mit OPC UA verfügt der Maschinen- und Anlagenbau über eine Kommunikations-Architektur, die den unternehmensübergreifenden Datenaustausch über offene, standardisierte Schnittstellen mit allen Teilnehmern eines Datenökosystems erlaubt.

# LIEFERANTENDOKUMENTATION IN DER CLOUD

Eine vollständige Lieferantendokumentation ist ein integraler Bestandteil im Maschinen- und Anlagenbau, wenn es darum geht, die erforderlichen Leistungen für die Auftragsabwicklung zu erbringen. Zur Erstellung der Gesamtdokumentation ist ein effizienter Ablauf automatisierter Prüf- und Freigabeprozesse entlang der Supply Chain entscheidend.

» VON ANDREAS DANGL

**U**m ihre internationale Spitzenposition zu sichern, setzen immer mehr Anbieter auf moderne Technologien zur digitalen Transformation. Das Spektrum reicht von Initiativen in Bereichen wie dem Internet of Things (IoT) mit seinen vernetzten Anlagen und Maschinen, über Industrie 4.0 und Smart Factory bis hin zu Big Data und Künstlicher Intelligenz (KI). Wie sich eine intelligente Digitalisierung auf interne Prozesse im Maschinen- und Anlagenbau auswirkt, zeigt folgende Case Study.

## Auf dem Weg zur Ende-zu-Ende Digitalisierung

Der KSB Konzern zählt zu den führenden Anbietern von Pumpen, Armaturen und zugehörigen Systemen. Das 1871 in Frankenthal gegründete Unternehmen ist mit seinen

mehr als 15.000 Mitarbeitenden weltweit vertreten. Vor der Einführung einer cloudbasierten Lieferantendokumentation tauschten Projektpartner und Lieferanten Informationen per E-Mail und Dateianhängen aus. Eine konzernweite, zentral gesteuerte Ablagestruktur existierte nicht. Stattdessen waren wichtige Auftragsinformationen in diversen Postfächern oder in abteilungsinternen Systemen gespeichert. Die Folge: Für die Projektbeteiligten war es oft sehr aufwendig und zeitintensiv, bestimmte Informationen zu finden oder den aktuellen Status von Dokumentationsbestandteilen zu ermitteln. Allein der Aufwand für die Terminverfolgung zur Beschaffung der benötigten Unterlagen betrug für jedes einzelne Projekt rund 130 Stunden.

Das Unternehmen entschloss sich daher, als Teilprojekt der „digitalen Fabrik“ ein zen-

trales, cloudbasiertes Dokumentenmanagementsystem (DMS) als gemeinsame Datenumgebung für die digitale Steuerung der Lieferantendokumentation mit transparenten, schlanken Prozessen einzuführen. Dabei lag ein besonderes Augenmerk auf der SAP-Anbindung zur Verknüpfung von Kundenauftrags- und Bestellnummern mit

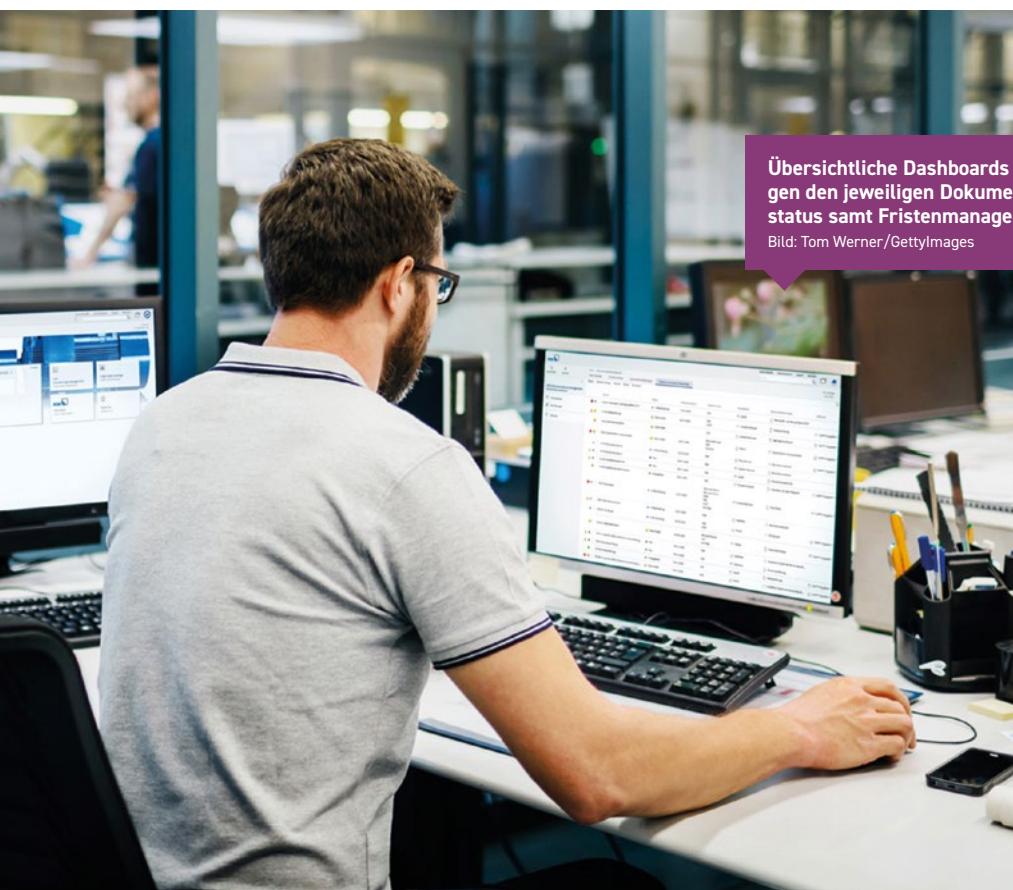
## FRÜHER MAILS MIT DATEIANHÄNGEN - HEUTE DATEN IN DER CLOUD.

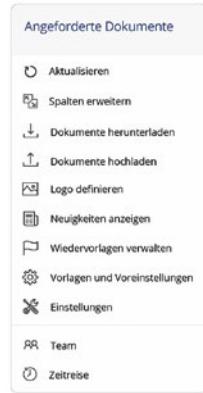
der technischen Dokumentation. Zur Risikominimierung und Vermeidung von Vertragsstrafen standen auch eine automatische Terminverfolgung mit Erinnerungsfunktion sowie Auswertungsmöglichkeiten von Lieferperformance und Termintreue auf der Anforderungsliste.

Ziel war es, einerseits Lieferanten besser in den Prozess zu integrieren, um proaktiv auf Probleme hinzuweisen zu können, und andererseits dem Kunden gegenüber transparenter aufzutreten und die erbrachten Leistungen noch besser abzubilden. Bei der Auswahl der passenden Software spielten eine moderne Benutzeroberfläche sowie einfache Bedienung eine große Rolle. Weitere Auswahlkriterien waren unter anderem eine hohe Umsetzungsgeschwindigkeit und die Erfahrung mit weltweiten Rollouts.

## Optimierte Abläufe dank moderner Lieferantendokumentation

Mit der Einführung eines prozessorientierten, cloudbasierten Lieferantendokumentationsystems konnte das Unternehmen die definierten Ziele erreichen. Projektunterlagen sind seither zentral abgelegt und weltweit verfügbar – ein Webbrowser mit Internetverbindung





Die digitale Lieferantendokumentation ermöglicht eine strukturierte Verwaltung aller Unterlagen – von der Erstellung bis zur finalen Freigabe. Bild: Fabasoft Approve

genügt für die vollständige Nutzung. Alle am Auftragsmanagement Beteiligten sowie sämtliche Zulieferer können entsprechend ihrer Zugriffsberechtigungen jederzeit den aktuellen Dokumentationsstand abrufen. Die Transparenz hinsichtlich Projektstatus, Dokumentationsumfang, Freigaben und Revisionen ist somit jederzeit gegeben.

„Der Zugriff auf die digitale Lieferantendokumentation ist flexibel handhabbar. Wenn wir einen neuen Zulieferer, beispielsweise aus Chile, hinzufügen, kann sich dieser genauso einfach anmelden wie der Zulieferer aus Frankreich – ohne Software installieren zu müssen“, so Christian Strobl, Operativer Einkauf Pumpen & Systeme Pegnitz KSB.

Auch die Verantwortlichen der Kundendokumentation profitieren von dem neu eingeführten System. Mit dem intelligenten Massen-Upload werden Unterlagen, die vom Kunden kommen, automatisch nach den Vorgaben von KSB umbenannt und inklusive der Kommentare den korrekten Bestellpositionen eines Auftrages zugeordnet. Dies gilt auch für Dokumentationsbestandteile von Lieferanten. Zuvor erfolgte die Anpassung der Dateinamen an die Auftragsnummer und Positionsbezeichnungen manuell und mit hohem Zeitaufwand. Nun werden die korrekten Bezeichnungen der Dateien automatisch generiert. Es existiert nur noch eine Umgebung für die gesamte Kommunikation sowie Dokumentensteuerung und -bearbeitung mit Lieferanten und Kunden.

### „Convenience Features“ erleichtern die Zusammenarbeit

So erstellen die Mitarbeitenden direkt im Webbrower Anmerkungen zu Dokumenten (Annotationen), die wahlweise nur intern lesbar oder für alle Beteiligten zugänglich (öffentlich) sind. Die Zeitreisefunktion er-

laubt eine lückenlose Nachvollziehbarkeit der Dokumentenerstellung. Alle Änderungen, von der ersten bis zur letzten Revision, sind bei Bedarf abrufbar.

Der KI-gestützte Dokumenten-Chat unterstützt dabei, wertvolle Ressourcen einzusparen. Hier werden gezielte Fragen zu umfangreichen Unterlagen wie Betriebsanleitungen, Anlagendokumentationen oder Prüfanweisungen gestellt. Die KI durchsucht diese Inhalte, extrahiert relevante Informationen und liefert präzise Antworten in natürlicher Sprache. So werden Missverständnisse und zeitaufwendige manuelle Suchen vermieden.

Die KI kann auch umfassende Fragenkataloge automatisch vervollständigen. Dazu importiert die zuständige Person die vorliegenden Unterlagen – oft in Form von Microsoft Excel-Listen – wie Lieferanten-Assessments, Audits oder Ausschreibungen. Basierend auf den vorhandenen Informationsquellen liefert die KI relevante Vorschläge, die nachbearbeitet oder via Workflow direkt an die verantwortliche Person weitergeleitet werden. Für jede getätigte Änderung entsteht automatisiert eine neue Dokumentenversion und somit eine revisionssichere Dokumentenhistorie. Bei Bedarf lassen sich unterschiedliche Versionen softwaregestützt miteinander vergleichen oder wiederherstellen. So sind Entscheidungen auch im Nachhinein transparent und nachvollziehbar.

Fazit: Mit der neuen prozessorientierten Lieferantendokumentation auf Cloud-Basis verfügt das Unternehmen über ein zentrales, weltweit einheitliches System für die gesamte Kommunikation, Dokumentensteuerung und -bearbeitung mit Kunden und den über 350 Lieferanten. Dadurch konnte der Pumpenhersteller alleine im Pilotwerk 4500 Arbeitsstunden einsparen. **«KIS»**

**Andreas Dangl** ist Entrepreneur und Geschäftsführer der Fabasoft Approve.

# NEWSLETTER

öffnen

# AUGEN



Sichern Sie sich jetzt  
Ihren wöchentlichen kostenfreien  
Newsletter!

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

## DIGITAL ENGINEERING

WIN  
VERLAG

# KÜNSTLICHE INTELLIGENZ ALS WACHSTUMSTREIBER

Wie KI Unternehmen voranbringen wird, wenn sich Industrie- und Software-Expertise verbinden, haben Eplan und Rittal auf der Hannover Messe gezeigt. Erste Use-Cases im Engineering machen klar: Das Potenzial von künstlicher Intelligenz ist enorm und leistet einen wichtigen Beitrag für die dringend benötigte Wachstumskurve in der Industrie.

» VON BIRGIT HAGELSCHUER



**AI-Driven Industrial Automation:** Eplan und Rittal bieten konkrete Antworten, wie Elektro-Ingenieure und -Planer bald auf neue Art in ihrer täglichen Arbeit unterstützt werden.

Die Zukunft ist KI-getrieben – da sind sich Eplan und Rittal einig und bringen gemeinsam ihre Expertise mit AI-Driven Industrial Automation ein. Künstliche Intelligenz wird zum Wachstumstreiber – auch und gerade in industriellen Anwendungen. Die Schwesterunternehmen zeigten zur diesjährigen Hannover Messe, wie KI den Maschinen- und Anlagenbau nach vorne bringen kann: Beide präsentierten erstmalig Lösungsansätze – beispielsweise einen Use Case auf Basis des Eplan-Copilot, mit dem vollautomatisch ein 3D-Montageplatten-Layout generiert werden kann.

## Montageplatten-Design einfach generiert

Wie lässt sich also KI im Engineering ein- bzw. umsetzen? Der gezeigte Use-Case zum Montageplatten-Layout gibt Aufschluss und sorgte für Überraschung bei den Besuchern der Messe. Denn klassisch ist das Montageplatten-Layout eines Schaltschranks ein

zeitaufwändiger Prozess im Engineering. Es braucht viel Fachwissen und Erfahrung, einen Stromlaufplan sowie möglichst gut strukturierte Komponentendaten, um schnell zum Ergebnis, also zum fertigen Layout zu gelangen. Kann man diesen Prozess beschleunigen? „Ja, man kann“, sagen die Experten von Eplan. Der Eplan-Copilot, auf Basis von Microsoft Azure OpenAI Service, wird beauftragt, live ein Montageplatten-Layout zu generieren.

Der präsentierte Weg zum 3D-Layout ist vollautomatisiert und dauert nur wenige Sekunden. Die technologische Basis für diese automatische Generierung bilden eine gut definierte Stückliste aller zu verbauenden Komponenten und der Copilot. Er interagiert im vorgestellten Use-Case direkt mit den Systemen – eingebunden in die Eplan Plattform. Die KI ist zudem direkt verbunden mit dem Eplan Data Portal, das über vier Millionen Komponentendaten bereitstellt. Hat der Copilot im ersten Schritt den passenden Schaltschrank fürs Projekt ausgewählt, generiert er per Prompt mit Unterstützung von

Komponentendaten aus dem Data Portal das Layout des Schaltschranks. Möchte der Konstrukteur im Anschluss manuelle Anpassungen vornehmen, kann er das Projekt an Eplan-Pro Panel übergeben. So ist es ihm möglich, beispielsweise im Nachgang auf individuelle Projektparameter einzugehen, die zum Bau des Schaltschranks benötigt werden.

## Zeiteinsparungspotenziale von bis zu 40 Prozent

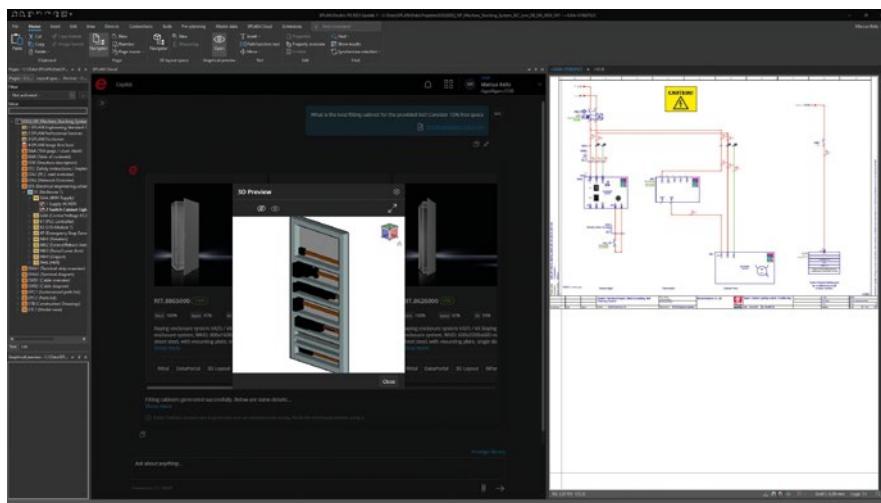
Auf Basis einer definierten Stückliste wird die KI per Prompting aufgefordert, einen Entwurf für das 3D-Montageplatten-Layout zu generieren. Die Auswahl des passenden Schaltschranks und der Montageplatte wie auch die notwendigen Kabelkanäle, Hutschienen und Komponenten werden dabei vom System berücksichtigt. Der Anwender weiß sofort, welcher Schrank zu welchem Projekt passt und die KI generiert in wenigen Sekunden – sozusagen auf Knopfdruck – das passende Layout. Nach Schätzung der Eplan Experten liegen hier Zeiteinsparungspotenziale von bis zu 40 Prozent.

## Voraussetzung sind gut strukturierte Daten

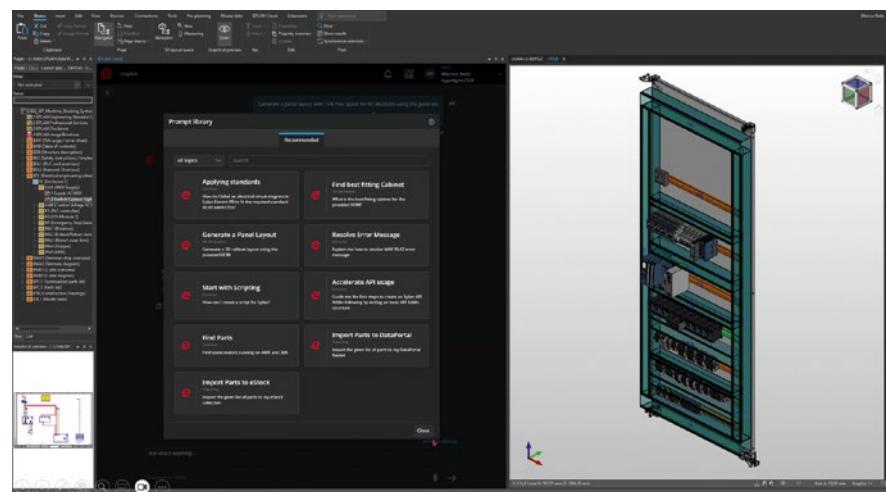
Die Basis für jede Automation bis hin zum Einsatz von KI sind erstklassige Daten. Diese Herausforderung trifft den Anspruch, den Eplan mit dem Data Standard (EDS) bereits vor Jahren begründet hat – vollumfänglich

**➤ KI ERMÖGLICHT UNS, TOOLS ZU ENTWICKELN, DIE MANUELLE ARBEITEN REDUZIEREN, SICH WIEDERHOLENDE PROZESSE AUTOMATISIEREN UND DIE ARBEITSABLÄUFE VON INGENIEUREN EFFIZIENTER ALS JE ZUVOR GESTALTEN. ◀**

SEBASTIAN SEITZ, EPLAN



Eplan präsentierte in Hannover auf Basis von Microsoft Azure OpenAI Service einen Use-Case, mit dem KI-basiert vollautomatisch ein Montageplatten-Layout generiert werden kann.



Die KI wird per Prompting aufgefordert, einen Entwurf für das 3D-Montageplatten-Layout zu generieren.

Bilder: Eplan

beschriebene, standardisierte Artikeldaten. Klar ist: Ohne eine hervorragende Datenbasis läuft nichts. Das gilt für Standardisierung, für Automatisierung und letztlich für den Einsatz von KI. Standardisierungsinitiativen wie die Verwaltungsschale (Asset Administration Shell) sowie der ECLASS-Standard bieten die Grundlage, um eine einheitliche Datenbasis zu schaffen. Zudem sollten die Entscheidungsprozesse der Künstlichen Intelligenz transparent und nachvollziehbar sein.

### End-to-End Integration mit Siemens & Eplan

Auch mit Siemens wurde in Hannover ein interessanter Use-Case präsentiert. Die beiden Partner arbeiten bereits seit geraumer Zeit an einer weitreichenden End-to-End Integration, die in Zukunft den gesamten Engineering-Prozess digitalisieren und automatisieren wird.

Bereits jetzt können mithilfe des Siemens Engineering-Copilot TIA-Code-Blöcke für spei-

cherprogrammierbare Steuerungen generiert werden. Bei dem auf der Hannover Messe gezeigten Showcase kann der Industrial Copilot Änderungen im Eplan Projekt durchführen. Und das ist erst der Anfang. Das Ziel sind maßgeschneiderte Lösungen, die die Prozesse beim Kunden auf eine nächste Stufe heben.

### Zeit gespart und Qualität gesteigert

Gerade im Bereich der Automatisierungs-technik sehen Eplan und Siemens erhebliche Effizienzgewinne, beispielsweise die Reduzierung der Planungszeit. Durch KI-gestützte Werkzeuge können Entwickler innerhalb weniger Minuten verschiedene Szenarien simulieren, die früher Tage oder sogar Wochen in Anspruch genommen hätten. Damit lässt sich nicht nur Zeit sparen, sondern auch die Qualität der Ergebnisse erheblich verbessern. Und die Ziele sind hochgesteckt: Als Vision sollen KI-Agenten als digitale Assistenten Ingenieuren helfen, effizienter und präziser zu arbeiten. Sie übernehmen zeitaufwendi-

## DURCH KI-GESTÜTZTE WERKZEUGE KÖNNEN ENTWICKLER INNERHALB WENIGER MINUTEN VERSCHIEDENE SZENARIEN SIMULIEREN, DIE FRÜHER TAGE ODER SOGAR WOCHEN IN ANSPRUCH GENOMMEN HÄTTEN.

ge Routineaufgaben und ermöglichen es Entwicklungsabteilungen, sich auf kreative und strategische Herausforderungen zu konzentrieren.

Das Ziel sind maßgeschneiderte Lösungen, die die Prozesse beim Kunden auf eine nächste Stufe heben. Dafür wird die Integration zwischen der Eplan Plattform und dem TIA Portal weiter gestärkt. Zudem arbeiten beide Partner an der Standardisierung von Datenmodellen, um Interoperabilität und Datendurchgängigkeit weiter zu verbessern. Das betrifft unter anderem den Einsatz von Verwaltungsschalen und digitalen Zwillingen.

### Wiederholaufgaben automatisieren

Eplan beschäftigt sich bereits seit einigen Jahren damit, wie Machine Learning Mehrwerte für Konstrukteure bringen kann. „KI ermöglicht uns, Tools zu entwickeln, die manuelle Arbeiten reduzieren, sich wiederholende Prozesse automatisieren und die Arbeitsabläufe von Ingenieuren effizienter als je zuvor gestalten“, sagt Sebastian Seitz, CEO von Eplan, und unterstreicht: „Noch interessanter wird es, wenn KI-Systeme übergreifend und selbstständig miteinander interagieren können. Dann heben wir den Nutzen für unsere gemeinsamen Kunden auf ein neues Level.“ Allerdings gilt es, dafür Hürden abzubauen und Cloud-to-Cloud-Verbindungen zu schaffen. Hier ist der passende Mindset gefordert, der die Interkonnektivität von Systemen befähigt.

### „Kunden greifbare Vorteile zu bieten“

KI hält Schritt für Schritt Einzug ins Engineering und wird damit die Prozesse im Maschinen- und (Schalt-)Anlagenbau beschleunigen. Sebastian Seitz bringt es auf den Punkt: „KI wird das Engineering der Zukunft revolutionieren – einschließlich der Automatisierung. Wir treiben KI im Engineering aktiv voran und verbinden sie mit Daten-Standards im Engineering, um unseren Kunden greifbare Vorteile zu bieten, die den gesamten Prozess beschleunigen.“

« TB

**Birgit Hagelschuer** ist Pressesprecherin bei Eplan.

# KRITISCHE ENGINEERING-PROZESSE AUTOMATISIEREN

Die Automobil- und Fertigungsindustrie steht unter Druck: steigende Systemkomplexität und verkürzte Entwicklungszyklen erfordern neue Ansätze. Die Pharia Engineering Suite von Aleph Alpha nutzt domänen spezifische KI, um Anforderungen präzise zu analysieren und Tests zu automatisieren. So lassen sich Risiken frühzeitig erkennen und Entwicklungsprozesse effizienter gestalten. ➤ VON ANDREAS GEISS, JAN STRATMANN UND MARIO MAMODALY NABER

**D**ie Automobil- und Fertigungsindustrie befindet sich im Wandel: Fahrzeuge entwickeln sich zu komplex vernetzten Systemen mit Millionen Zeilen Code. Mit der wachsenden Softwareintegration verkürzen sich die Entwicklungszyklen, während regulatorische Anforderungen zunehmen und umfangreiche Tests nötig machen. Effiziente und zuverlässige Entwicklungsprozesse werden damit zum entscheidenden Erfolgsfaktor.

## Herausforderungen in der modernen Produktentwicklung

- Ausschreibungspakete (RFQs) umfassen hunderte Seiten mit komplexen Anforderungen. Ihre Analyse bindet wertvolle Engineering-Ressourcen und birgt das Risiko, kritische Details zu übersehen – mit direkten Folgen für Kosten und Time-to-Market.
- Die Testanforderungen in der Produktentwicklung steigen rasant: Bis zu 50 Prozent der Entwicklungsarbeit in der Automobilindustrie entfallen auf Testaktivitäten. Die Entwicklung von Fahrerassistenzsystemen und autonomen Fahrsystemen beispielsweise erfordert rigorose Tests unter vielfältigen Bedingungen. Gleichzeitig erfordert eine dynamische Regulatorik kontinuierliche Anpassungen.

→ Die Erfahrungen aus gemeinsamen Projekten von Aleph Alpha mit führenden OEMs und Zulieferern zeigen: Selbst große Konzerne stehen bei der Modellierung der Systemarchitektur vor der Herausforderung, alle Whitespots rund um fehlende Funktionsbeschreibungen oder falsche Verlinkungen von Anforderungen, Funktionen und Logik zu erkennen. Systems Engineering wird somit zum Schlüssel, um Anforderungen präzise mit Tests zu verknüpfen – eine Aufgabe, die wegen der zunehmenden Komplexität der Systeme immer anspruchsvoller wird.

→ Versäumnisse in frühen Phasen, wie übersehene, falsch bewertete oder redundant entwickelte Anforderungen, führen zu technischer Schuld. Je später Fehler im Entwicklungsprozess auffallen, desto teurer und riskanter sind sie zu korrigieren – sei es in Form von Nacharbeiten, inkonsistenter Testlogik oder kostspieligen Iterationen.

## Domänen-spezifische generative KI als Gamechanger

Herkömmliche Ansätze zur Produktentwicklung in der fertigenden Industrie sind angesichts der Komplexität des Managements zahlreicher, verflochtener Anforderungen überfordert. Einzelne Optimierungen genügen nicht, gefragt ist ein durchgängiger End-to-End-Ansatz: von der frühen Risikoerkennung in der RFQ-Phase bis hin zum Zugriff auf alle relevanten Engineering-Daten und Erkenntnisse aus früheren Projekten sowie ein Verständnis für den branchenspezifischen Jargon.

Generative KI, die die Fachsprache des Herstellers versteht, bietet hier entscheidende Vorteile: Sie analysiert große Datenmengen, nutzt domänen spezifisches Wissen und zieht logische Schlussfolgerungen (Reasoning). Dadurch ist sie besonders wirkungsvoll in frühen Entwicklungsphasen, in denen Anforderungen definiert, Risiken bewertet und Architekturen entworfen werden.

Entscheidend dabei: Die KI-Lösung muss souverän und domänen spezifisch sein. In einem Umfeld wachsender Anforderungen wird Kontrolle zum Wettbewerbsvorteil. Systemarchitekten, Requirements Engineers und Testverantwortliche brauchen Lösungen, die nicht nur leistungsfähig sind, sondern auch hohe Anforderungen an Transparenz, Nachvollziehbarkeit und Datenschutz erfüllen, um Human-in-the-Loop-Kontrolle und Qualitätssicherung zu gewährleisten.

## Die Antwort auf komplexe Entwicklungsherausforderungen

Die Pharia Engineering Suite von Aleph Alpha setzt genau dort an, wo konventionelle Methoden als auch Modelle an ihre Grenzen stoßen. In enger Zusammenarbeit mit Zulieferern und Chipherstellern aus diversen Branchen entwickelt, bietet sie eine umfassende,

Die Analyse umfangreicher Ausschreibungspakete bindet wertvolle Engineering-Ressourcen. Details werden leicht übersehen.

Bild: ©phimphra/stock.adobe.com



DSGVO- und EU AI Act-konforme KI-Lösung speziell für die fertigende Industrie, die entlang des V-Modells die Produktentwicklung vom RFQ an beschleunigt.

Die Suite basiert auf PhariaAI, dem KI-Betriebssystem von Aleph Alpha - einem flexiblen, skalierbaren und hocheffizienten KI-Technologie-Stack zur Entwicklung und zum Betrieb von maßgeschneiderten generativen KI-Lösungen in Unternehmen und öffentlicher Verwaltung.

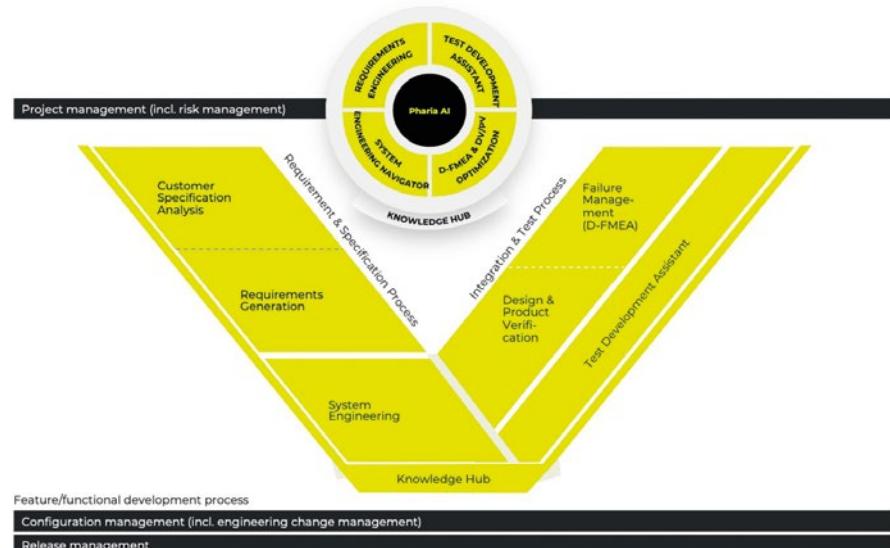
PhariaAI als technologische Basis gewährleistet vier zentrale Dimensionen der Souveränität:

- volle Kontrolle über eigene Daten und deren Verarbeitung
- freie Wahl zwischen proprietären und Open Source-Komponenten sowie Kontrolle über Modellverhalten und Erklärbarkeit
- flexible Deployment-Optionen
- integriertes Management von Kosten und LLM-Betrieb (FinOps und LLMOps) für Kostenkontrolle und regulatorische Compliance.

## Anwendungsfall Requirements Management

**Herausforderung:** Die Analyse komplexer RFQs ist zeitaufwendig, bindet hochqualifizierte Ressourcen und birgt das Risiko überschener Anforderungen – mit teuren Folgen im weiteren Projektverlauf. Klassische Tools scheitern oft an der Komplexität verflochtnen Anforderungen, was zu Lücken, Redundanzen und Inkonsistenzen führt.

**Lösungsansatz:** Die Requirements-Komponente der Pharia Engineering Suite extrahiert technische Anforderungen automatisch mittels Semantik- und OCR-Technologie, ordnet diese bestehenden Attributen aus früheren Projekten zu und erstellt eine umfassende ALM-Dokumentation. Mithilfe natürlicher Sprachverarbeitung werden Vollständigkeit, Konsistenz und Abweichungen systematisch geprüft. Anforderungen können aus unter-



Mit der Pharia Engineering Suite lassen sich Risiken frühzeitig erkennen und Engineering-Wissen effizient nutzen und dokumentieren.

schiedlichen Quellen generiert und in bestehende ALM-Systeme überführt werden – inklusive Versionsverlauf und Stakeholder-Zuweisung. Der Kunde profitiert von folgenden Vorteilen:

- Bis zu 40 Prozent Zeitersparnis bei der RFQ-Verarbeitung
- Frühzeitige Risikoerkennung durch Lückenanalyse und Compliance-Matrix
- Konsolidierte Anforderungsbewertung mit nachvollziehbarer Dokumentation
- Verbesserte Abstimmung zwischen Stakeholdern durch Versionshistorie und Strukturtransparenz

## Anwendungsfall Test Development Assistant

Auf Basis der im Requirements Management extrahierten Anforderungen unterstützt der Test Development Assistant die nachgelagerte Testentwicklung.

**Herausforderung:** Testaktivitäten beanspruchen bis zu 50 Prozent des gesamten Entwicklungsaufwands, bei zunehmender regulatorischer Komplexität. Unterschiedliche Qualitätsniveaus zwischen Teams, fehlende Standardisierung und eine hohe Änderungsdynamik erschweren eine konsistente Test-

strategie. Zudem gibt es häufig Lücken zwischen Anforderungen und abgeleiteten Tests.

**Lösungsansatz:** Der in Zusammenarbeit mit führenden Automobilherstellern entwickelte Test Development Assistant generiert mithilfe fortschrittlicher LLMs, ergänzt durch domänen spezifisches Wissen, präzise Tests. Bestehende Tests werden durch semantische Suche wiederverwendbar gemacht, neue Tests werden standardisiert erstellt. Über 60 Prozent der erwarteten Inhalte entstehen ohne Nachbearbeitung. Die Lösung integriert sich nahtlos in bestehende Toolchains (z. B. Polarion, Jira, ALM/PLM, HIL/SIL) und liefert automatisch direkt ausführbare Testskripte.

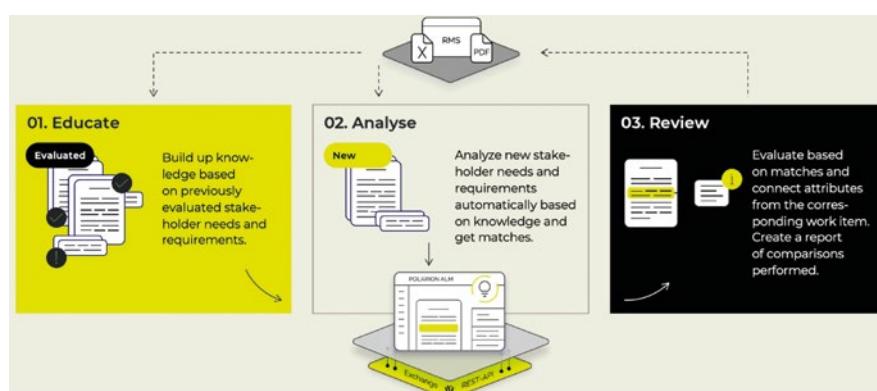
Der Kunde profitiert von folgenden Vorteilen:

- Über 30 Prozent Zeitersparnis pro Testfall
- 60 Prozent der Tests entstehen automatisch – mit über 90 Prozent semantischer Übereinstimmung zu manuellen Entwürfen
- Standardisierung fördert Wissensaustausch und Qualitätssicherung teamübergreifend

- Millioneneinsparungen durch Automatisierung und Wiederverwendung
- Strukturierte Testdokumentation für bessere Nachverfolgbarkeit und Audit-Fähigkeit

Die präzise Anforderungsanalyse und automatisierte Test erstellung der Pharia Engineering Suite wird durch die kürzlich erfolgte Übernahme des Karlsruher KI-Spezialisten thingsTHINKING durch Aleph Alpha und die Integration dessen fortschrittlicher semantischer Textanalyse weiter gestärkt. Von dieser Erweiterung profitiert auch die etablierte Kundenbasis aus der Zuliefererindustrie, die thingsTHINKING in die Partnerschaft einbringt.

« KF



Requirements Engineering mit der Pharia Engineering Suite.

Bilder: Aleph Alpha

Andreas Geiss (Lead-Autor) ist VP Automotive & Manufacturing, Jan Stratmann ist Solutions Principal und Mario Mamodaly Naber ist AI Solutions Expert bei Aleph Alpha.

# OHNE CYBERSICHERHEIT KEINE MARKTZULASSUNG

Der am 10. Dezember 2024 verabschiedete Cyber Resilience Act (CRA) der Europäischen Kommission stellt die umfassendste Regelung zur Cybersicherheit vernetzter Produkte in Europa dar. Er wird entscheidend für die Vergabe des „CE“-Zeichens und schließt Geräte mit Cyber-Schwachstellen vom Verkauf in der EU aus. » **VON JAN WENDENBURG**



Dialog über digitale Produktionsprozesse und Cybersicherheit in der industriellen Automatisierung.

Bild: © Gorodenkoff/stock.adobe.com

**A**b September 2026 müssen Hersteller von Embedded Systems sowie IoT- und IIoT-Geräten die neuen Sicherheitsanforderungen bereits bei der Entwicklung berücksichtigen (Security by Design). Ab Dezember 2027 müssen alle vernetzten Produkte die CRA-Anforderungen vollständig erfüllen, um in der EU verkauft werden zu dürfen. Die Meldepflicht für Sicherheitslücken gilt bereits ab September 2026.

Zu den wichtigsten Anforderungen des CRA gehören das Prinzip „Security by Design“, kontinuierliche Risikobewertungen und Schwachstellenbehebung, sowie die Einführung einer Software Bill of Materials (SBOM). Letztere soll Softwarekomponenten rückverfolgbar machen, um Risiken in der Lieferkette frühzeitig zu erkennen. Der CRA unterteilt Produkte in drei Sicherheitsklassen und legt verbindliche Anforderungen für Consumer IoT, Industrial IoT und Embedded Systems fest. Besonders wichtig ist auch die Sicherheit der Lieferkette, da

Schwachstellen in Drittanbieter- und Open-Source-Komponenten das Gesamtsystem gefährden können.

## Herausforderungen der Umsetzungsfrist

Die Umsetzung der CRA-Anforderungen stellt Hersteller vor enorme Herausforderungen, insbesondere aufgrund der langen Produktentwicklungszyklen in vielen Branchen. Die Fristen für die Einhaltung der

## ■ SOFTWARE BILL OF MATERIALS (SBOM) SOLL SOFTWAREKOMPONENTEN RÜCKVERFOLGBAR MACHEN. ■

neuen Vorschriften erfordern eine schnelle Reaktion. Produktentwicklungen in der Hardware- und Softwareindustrie dauern oft mehrere Jahre, weshalb Unternehmen dringend mit der Einführung von Best Prac-

tices für Cybersicherheit beginnen sollten. Neben dem CRA müssen Hersteller auch andere Regelwerke wie RED II und IEC 62443 berücksichtigen. Hier können spezialisierte Compliance-Tools wie der Compliance Wizard von Onekey helfen, die Einhaltung der komplexen Anforderungen effizient und automatisiert sicherzustellen.

## Anforderungen für CE-Zertifizierung und Cybersicherheit

Das CE-Zeichen (Conformité Européenne) ist ein entscheidendes Kennzeichen, das bestätigt, dass ein Produkt die europäischen regulatorischen Anforderungen erfüllt. Es ist unverzichtbar für den Zugang zum europäischen Markt. Der Cyber Resilience Act erweitert diese Anforderungen, indem er verbindliche Sicherheitsvorgaben für alle vernetzten Produkte festlegt. Geräte, die digitale Technologien nutzen oder mit anderen Geräten oder Netzwerken verbunden sind, müssen regelmäßig auf ihre Cybersicherheit überprüft werden. Sicherheitslücken müssen

schnell identifiziert und bewertet werden, um potenzielle Risiken für Nutzer und Betreiber zu minimieren. Um das CE-Zeichen zu erhalten und die Marktverfügbarkeit in der EU zu gewährleisten, müssen Hersteller, Importeure und Händler sicherstellen, dass ihre Produkte vollständig den Anforderungen des CRA entsprechen.

### Lifecycle Security: Cybersicherheit über den gesamten Produktlebenszyklus

Die Vorgaben des CRA betreffen nicht nur die Entwicklungsphase, sondern erstrecken sich über den gesamten Produktlebenszyklus. Hersteller sind verpflichtet, für einen Zeitraum von mindestens fünf Jahren

## DIE CRA-VORGABEN BETREFFEN DEN GESAMTEN PRODUKTLEBENSZYKLUS.

Sicherheitsupdates bereitzustellen. In Industrien mit langen Produktlaufzeiten, wie etwa in der Fertigung, ist eine fortlaufende Wartung und Schwachstellenbehebung erforderlich. Ein weiterer wichtiger Aspekt sind die verschiedenen Betriebssysteme, die in vernetzten Geräten eingesetzt werden. Echtzeitbetriebssysteme (Real-Time Operating Systems; RTOS) sind beispielsweise aufgrund ihrer Fähigkeit, auf zeitkritische Anforderungen schnell zu reagieren, besonders für sicherheitskritische Anwendungen geeignet. Sie zeichnen sich durch eine geringe Angriffsfläche aus, was sie in sicherheitsrelevanten Szenarien vorteilhaft macht. Open-Source-Betriebssysteme wie Linux bieten eine hohe Flexibilität und Stabilität und sind in der Entwicklung von komplexen IoT- und IIoT-Produkten weit verbreitet.

### Die Rolle der Software Bill of Materials (SBOM)

Ein zentraler Bestandteil des CRA ist die Pflicht zur Führung einer SBOM, einer digitalen Stückliste, die alle in einem Produkt verwendeten Softwarekomponenten auflistet. Diese Liste muss kontinuierlich aktualisiert werden, insbesondere bei Softwareupdates und Sicherheitskorrekturen. Hersteller müssen ihre Lieferketten auf Sicherheitsrisiken überprüfen, um Manipulationen zu verhindern und regulatorische Anforderungen zu erfüllen. Mit automatischen Compliance Tools lässt sich die SBOM erstellen, überwachen und fortlaufend aktualisieren, um über eine präzise und konforme Dokumentation zu verfügen.



### Herausforderungen in der Praxis und Supply Chain Security

Die Umsetzung des CRA stellt Hersteller, insbesondere in der industriellen Fertigung und IoT-Industrie, vor große Herausforderungen. In der Fertigung sind regelmäßige Sicherheitsupdates und eine kontinuierliche Überprüfung der Cybersicherheit erforderlich, da Anlagen oft jahrzehntelang genutzt werden. In der IoT-Industrie, etwa bei smarten Haushaltsgeräten, ist die Pflege der SBOM entscheidend. Unternehmen müssen eng mit ihren Zulieferern zusammenarbeiten, um Transparenz in der Lieferkette zu gewährleisten und Sicherheitsstandards einzuhalten. Automatisierte Prozesse zur Schwachstellenanalyse und -behebung sind unerlässlich, um die Sicherheitsanforderungen des CRA über den gesamten Produktlebenszyklus hinweg zu erfüllen.

### Compliance & Wettbewerbsvorteil durch CRA-Umsetzung

Die frühzeitige Umsetzung der CRA-Anforderungen bietet Unternehmen einen Wettbewerbsvorteil. Durch die proaktive Integration von Cybersicherheitsmaßnahmen können Unternehmen nicht nur rechtliche und finanzielle Risiken minimieren, sondern sich auch als vertrauenswürdige Partner positionieren. Die Einhaltung des CRA stärkt die Markenreputation und verschafft Unternehmen, die

Der Product Security Lifecycle: Sicherheitsaspekte über den gesamten Produktlebenszyklus hinweg, von der Konzeptphase bis zum Support  
Bild: Onekey

Sicherheitslösungen frühzeitig integrieren, einen strategischen Vorteil.

### Best Practices zur erfolgreichen CRA-Umsetzung

Hersteller sollten Sicherheitsanforderungen frühzeitig in den Produktentwicklungsprozess integrieren und regelmäßige Sicherheitsbewertungen durchführen. Zudem sollten sie ihre Lieferketten überprüfen und sicherstellen, dass Zulieferer die geforderten Sicherheitsstandards einhalten. Compliance-Tools zur automatisierten Schwachstellenerkennung und CVE-Priorisierung erleichtern die Umsetzung der CRA-Vorgaben.

Fazit: Der Cyber Resilience Act stellt Unternehmen vor neue Herausforderungen, bietet jedoch auch Chancen. Durch proaktive Cybersicherheitsmaßnahmen können Unternehmen nicht nur regulatorische Anforderungen erfüllen, sondern auch ihre Position als vertrauenswürdiger Marktakteur stärken. Die frühzeitige Anpassung an die neuen Vorschriften fördert den Marktzugang in der EU und verbessert die langfristige Wettbewerbsfähigkeit.

« KIS

Jan Wendenburg ist CEO von Onekey.



CPQ und wertbasiertes Pricing –  
der Schlüssel für ein profitables  
Wachstum.

Bild: © insta\_photos / stock.adobe.com

# ERFOLGSDUO AUS CPQ & WERTBASIERTEM PRICING

Im Maschinen- und Anlagenbau ist Configure-Price-Quote-Software (CPQ) ein strategischer Erfolgsfaktor.

In einem wettbewerbsintensiven Umfeld ermöglicht CPQ eine effiziente, fehlerfreie Angebotserstellung für komplexe Produkte. Laut einer VDMA-Umfrage zählt CPQ zu den Top-Investitionen in die digitale Zukunft der Branche.

» VON MARTIN STEINMEYER UND DANIEL KAISER

**D**as CPQ bündelt vertriebsrelevantes Wissen und automatisiert den gesamten Angebotsprozess – von der Produktkonfiguration über die Preisermittlung bis zur Angebotserstellung. Guided Selling unterstützt durch gezielte Fragen bei der Auswahl geeigneter Varianten, während Plausibilitätsprüfungen technisch machbare Konfigurationen sicherstellen. Das Pricing ist dabei eine zentrale Komponente der CPQ-Lösung, das die konsequente Umsetzung differenzierter Preisstrategien erlaubt.

## Auf Erfolgskurs: die richtige Pricing-Strategie

Zentrale Stärke erfolgreicher Maschinen- und Anlagenbauer ist die Fähigkeit, unter-

schiedliche Märkte und Kundenbedürfnisse zu verstehen. Besonders stark variieren dabei neben den Produktanforderungen auch Zahlungsbereitschaften. Um diese optimal zu treffen und Erträge zu maximieren, ist eine

### GUIDED SELLING UND 3D-VISUALISIERUNGEN FÜHREN INTUITIV ZUR PASSENDEN PRODUKTVARIANTE.

differenzierte Preisstrategie entscheidend. Cross- und Up-Selling sind dabei wichtige Wachstumstreiber: Sie generieren zusätzlichen Umsatz bei minimalem Vertriebsaufwand und steigern gezielt die Profitabilität.

Teilweise entstehen durch Up-Selling nicht einmal zusätzliche Herstellkosten – ein nachhaltiger Ertragshebel. CPQ-Software unterstützt dabei, Zusatzverkäufe strategisch zu platzieren. Vertriebsmitarbeitenden oder Kunden werden passende Optionen angeboten, sofern sie relevant sind. Die Basis dafür ist die Analyse von Kaufhistorie und Parametern wie die Kundenregion. So lassen sich Kombinationen identifizieren, die besonders oft zusammen gekauft werden. Mit ausreichend Daten bewirken hier Machine-Learning-Methoden (ML) enorme Effizienzgewinne.

Voraussetzung für erfolgreiche Zusatzverkäufe sind wertbasierte Preise – also Preise, die Wertempfinden und Zahlungsbereitschaft der Kunden widerspiegeln. Diese müssen

mit dem globalen Pricing-System ausbalanciert werden, um konstante Preise und eine hohe Marktakzeptanz zu sichern.

CPQ-Lösungen helfen nicht nur beim Cross- und Up-Selling, sondern auch dabei, Produkte so zu konfigurieren, dass die Gesamtrentabilität über den gesamten Lebenszyklus hinweg steigt. So können nachhaltig Umsätze gesteigert und die Kundenbindung erhöht werden. Dafür braucht es eine fundierte Aftermarket-Strategie und die Simulation strategischer Änderungen.

Nachhaltiges Wachstum erfordert zudem konsequentes Preiscontrolling. CPQ-Software unterstützt dies durch Dokumentation von Preisverläufen, Rabattbegrenzung und transparente Margenkontrollen. Grundlage sind klar definierte KPIs und eine präzise Preisstrategie mit Zielen zur Ertragsoptimierung.

#### Vier Hebel für erfolgreichere Angebote

Rund die Hälfte der Maschinen- und Anlagenbauer nutzt bereits CPQ, um die Effizienz im Angebotsprozess zu steigern und Preisstrategien umzusetzen. Diese Unternehmen profitieren vor allem in vier Bereichen:

**1. Schnellere Angebotserstellung:** Dank regelbasierter Produktkonfiguration, integrierter Plausibilitäts- und Vollständigkeitsprüfung und automatisierter Preiskalkulation verkürzt CPQ-Software die fehlerfreie Angebotserstellung im Schnitt um 30 Prozent. Bei 500 Angeboten im Jahr und acht Stunden Bearbeitungszeit je Angebot lassen sich so rund 1.200 Stunden sparen – Zeit, die für den aktiven Vertrieb genutzt werden kann.

**2. Wachstumschancen durch CPQ:** CPQ senkt den Schulungsaufwand für neue Mitarbeitende, da Produkt- und Preiswissen systematisch verfügbar ist. Die Integration in Webshops und Portale ermöglicht außerdem den digitalen Vertrieb komplexer Produkte. Guided Selling und 3D-Visualisierungen führen intuitiv zur passenden Produktvariante – so lassen sich selbst technisch komplexe Produkte online konfigurieren.

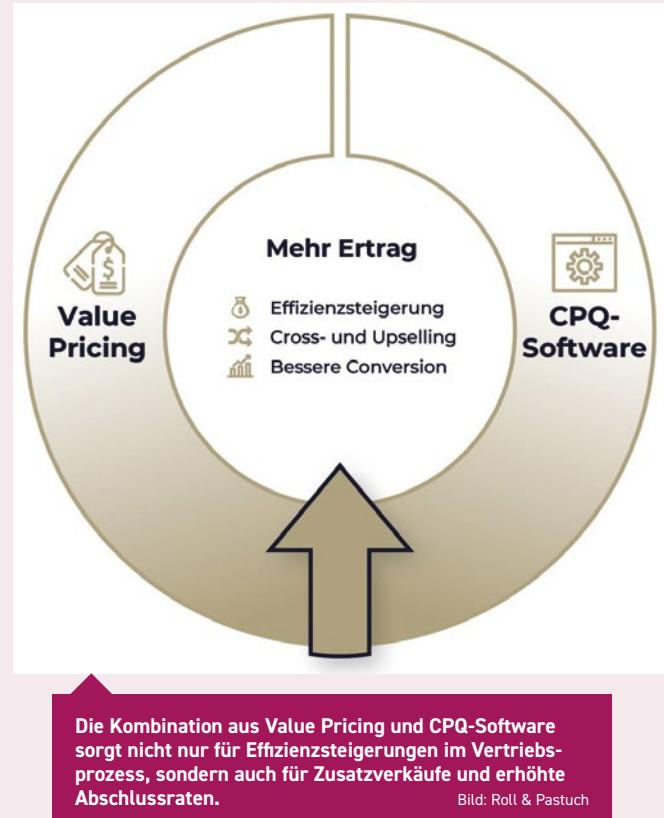
**3. Erhöhung des Auftragswerts:** Moderne CPQ-Lösungen wie die von Camos nutzen KI, um anhand von Branchen, Unternehmensgrößen oder Erfolgsquoten optimale Preise und Rabatte zu empfehlen. Ein Beispiel: Bei 500 Angeboten im Jahr mit einem durchschnittlichen Auftragswert von 25.000 Euro führt eine Reduzierung des durchschnittlichen Rabatts von zehn Prozent auf acht Prozent zu einem Mehrertrag von über 250.000 Euro jährlich.

**4. Gesteigerte Abschlussquoten:** CPQ verhindert Konfigurations- und Preisfehler und verbessert das Kundenerlebnis durch Funktionen wie Guided Selling und 3D-Visualisierung. Studien zeigen: Unternehmen steigern ihre Abschlussraten damit um bis zu 17 Prozent.

#### Erfolgsfaktoren bei der CPQ-Implementierung

Wertbasiertes Pricing erfordert maßgeschneiderte Preislogiken, die Differenzierungen nach Produkt, Kunde und Auftrag erlauben. Der Ansatz des Unternehmens Roll & Pastuch stellt sicher, dass CPQ-Lösungen ihr volles Potenzial entfalten: Nur mit individueller Konfiguration auf Basis einer klaren Preisstrategie lassen sich alle Gewinnpotenziale nutzen.

Für eine erfolgreiche Umsetzung sollten Vertriebsteams frühzeitig eingebunden werden, da CPQ viele bisherigen manuelle Prozesse automatisiert. Entsprechend wichtig sind gezielte Schulungen –



Die Kombination aus Value Pricing und CPQ-Software sorgt nicht nur für Effizienzsteigerungen im Vertriebsprozess, sondern auch für Zusatzverkäufe und erhöhte Abschlussraten.

Bild: Roll & Pastuch

auch mit Blick auf neue Denk- und Arbeitsweisen im Vertrieb, etwa durch den Einsatz von Guided Selling. Zudem ist die frühzeitige Definition von Prozessen zur kontinuierlichen Pflege der Stammdaten essenziell. So wird die Akzeptanz der neuen CPQ-Lösung im Vertrieb nachhaltig gestärkt.

#### NEBEN DEN PRODUKTANFORDERUNGEN VARIIEREN AUCH DIE ZAHLUNGSBEREITSCHAFTEN STARK.

**Die Doppelpower für profitables Wachstum**  
Wertbasiertes Pricing bietet im Maschinen- und Anlagenbau große Chancen – und entfaltet sein Potenzial am besten mit einer leistungsstarken CPQ-Software. Diese sorgt für technische Plausibilität, schnelle, fehlerfreie Angebote und ermöglicht Cross- und Up-Selling. Besonders Unternehmen mit internationalen Vertriebsstrukturen profitieren: Preise und Margen werden zentral festgelegt und weltweit einheitlich umgesetzt.

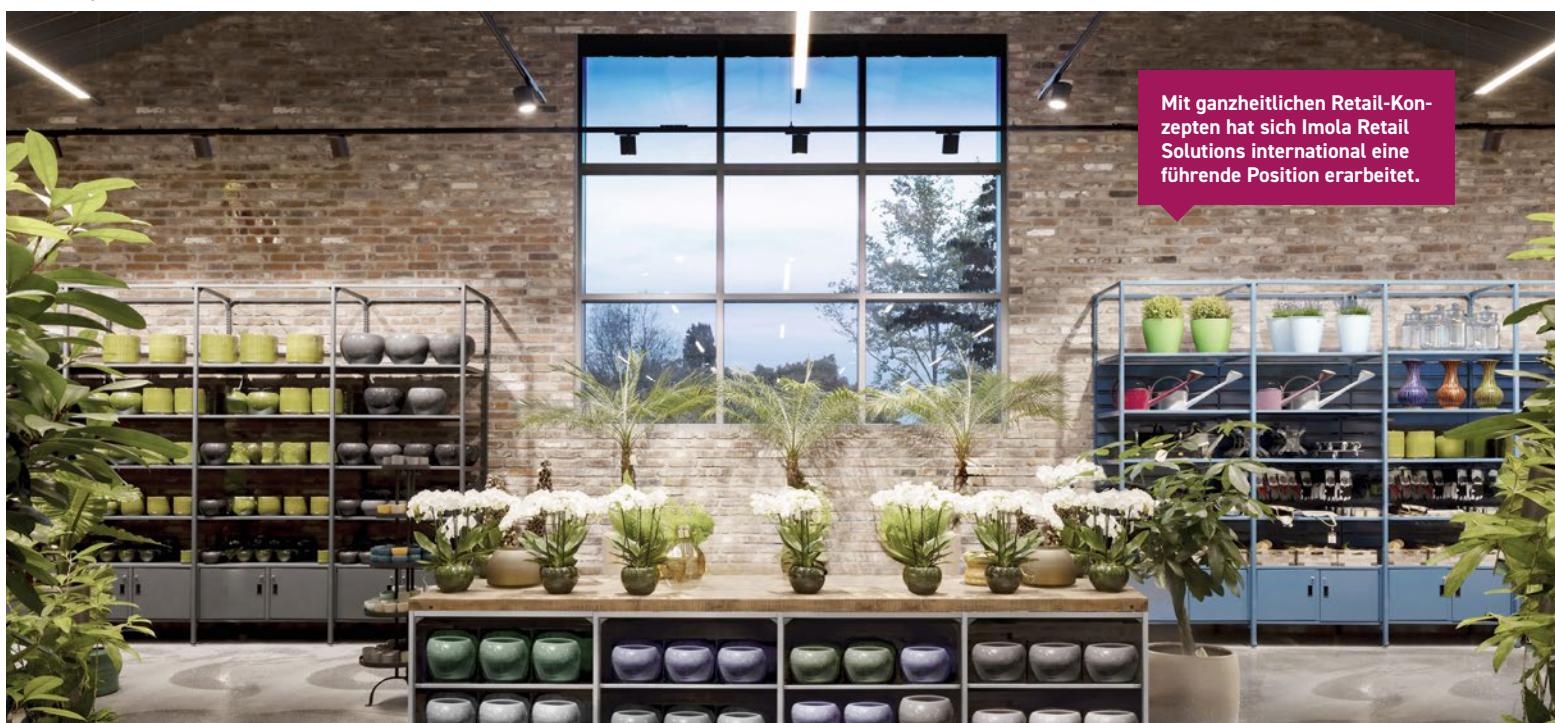
#### Erfolgsfaktoren für eine nachhaltige Ertragssteigerung mit CPQ:

- Implementierung von Pricing, das den Kundenmehrwert und die Zahlungsbereitschaft berücksichtigt.
- Identifikation von Cross- und Up-Selling-Potenzialen.
- Aufbau eines effektiven Preiscontrollings für Transparenz bei Margen und Rabatten.
- Gezielte Schulung des Vertriebs in der Anwendung der CPQ-Software und Preisstrategie.

In Zeiten schwachen Wachstums sind CPQ und ertragssicherndes Pricing entscheidende Hebel für profitables Wachstum und langfristige Wettbewerbsvorteile.

« KIS

Martin Steinmeyer ist Associate Partner bei Roll & Pastuch.  
Daniel Kaiser ist Teamleiter Marketing bei Camos.



Mit ganzheitlichen Retail-Konzepten hat sich Imola Retail Solutions international eine führende Position erarbeitet.

# DIGITALISIERUNG IM TECHNISCHEN VERTRIEB

Imola Retail Solutions, Lösungsanbieter für den Einzelhandel, hat mit der CPQ-Lösung (Configure-Price-Quote) P'X Industry Solution frühzeitig die Vertriebsprozesse digitalisiert. Das Unternehmen hat damit strategische Unternehmensziele erreicht und nachhaltig profitiert. Alle Vorteile und Erfahrungen stehen nun der Itab Group zur Verfügung.

» VON DR. THOMAS TOSSE

**D**er Lösungsanbieter Imola Retail Solutions ist ein internationaler Partner für das Retail Design von Handelsketten und Fachhändlern in Food- und Nonfood-Bereichen, der seit 2021 zur schwedischen Itab Group gehört, unter deren Dach auch die Marken HMY und La Fortezza agieren.

## Frühzeitige Digitalisierung im Vertrieb

Die P'X Industry Solution von Perspectix digitalisiert als umfassende CPQ-Lösung alle technischen und kaufmännischen Aspekte im Vertrieb eines Einrichtungsherstellers und Ladenbauers durchgehend. Ein leistungsfähiger Produktkonfigurator umfasst 3D-Modelle, technische Berechnungen und Regelwerke sowie Preisinformationen. Noch in der Implementierungsphase im Jahr 2018 zeigte sich die verbindende Wirkung der Lösung: „Mitarbeiter aus IT, Kalkulation und Produktmarketing arbeiten in der P'X Industry Solution zusammen und schaffen die Voraussetzungen für erfolgreiche Präsentationen und Abschlüsse“, sagt Matheus Tudela de Sá, Sales Engineering Manager bei Imola Retail Solutions. „Dadurch entsteht eine Wissensbasis, mit der Vertriebsmitarbeiter und Händler vor Ort eigenständig agieren und alle Fragen beantworten können.“

### ■ PRODUKTKONFIGURATOR UMFASST 3D-MODELLE, BERECHNUNGEN, REGELWERKE UND PREISE. ■

## Erfolgreich Retail-Konzepte ausarbeiten

Seit 2019 werden alle Einrichtungskonzepte in der P'X Industry Solution effizient und fehlerfrei ausgearbeitet. Zunächst wurden die Regalsysteme aus Bibliotheken mit 3D-Dateien und Bildern konfiguriert und auf originalen Grundrissen platziert. Nach und nach folgten weitere Produktlinien. Zusammen mit individuellen Einrichtungsobjekten wird dem Kunden vor Ort ein komplettes 3D-Szenario einschließlich Merchandising und Kapazität in Regalmetern präsentiert. Entspricht das Ergebnis den Anforderungen, werden auf

Knopfdruck umfassende Angebote mit 2D/3D-Layouts, Preislisten, Produktdatenblättern und Stücklisten des gesamten Projekts ausgegeben.

„Mit der Software von Perspectix gelingt es uns, die Wünsche unserer Kunden sehr genau zu erfüllen, während wir alle technischen Vorgaben und das Budget im Blick behalten“, erklärt Matheus Tudela de Sá. „So erstellen unsere Vertriebsmitarbeiter und Partner schnell erfolgreiche Angebote. Diese können wir später flexibel an neue Gegebenheiten anpassen und auf weitere Filialen übertragen.“

Das gesamte Produktprogramm lässt sich nicht nur vertikal in aller Tiefe abbilden, sondern auch horizontal nach Marktsektoren strukturieren: „Mit unserem Ausstattungskatalog für Bäckereien etwa kann

jeder Vertriebsmitarbeiter per Drag&Drop neue Einrichtungspläne erstellen, nur noch die großen, komplexen Projekte bearbeiten wir zentral.“ Anfangs hatten Techniker den Vertrieb mit dem Produktkonfigurator unterstützt. „Inzwischen kann jeder die P’X Industry Solution bedienen und ein Projekt vor Kunden präsentieren“, berichtet Matheus Tudela de Sá. Bis Ende 2025 werden in Südeuropa rund 160 Anwender die Software benutzen.

## Ein Produktprogramm für einen nachhaltigen Lebenszyklus

Das Produktmanagement nutzt die Software für das Product Lifecycle Management (PLM). „Wir haben eine Produktionalisierung begonnen, um nur die Artikel aktiv zu halten, die wir wirklich auf dem Markt anbieten wollten“, erklärt Elisa Patuelli, Produktmanagerin bei Imola Retail Solutions. „Die Kategorisierung der Produkte auf mehreren Ebenen war die Lösung, die wir gefunden haben, um die Suche zu erleichtern und eine Queranalyse des Produktumsatzes zu ermöglichen.“ Das Tool vereinfache nicht

nur die Produktsuche, sondern auch die Erstellung von Lösungen.

„Während unser Umsatz kontinuierlich gestiegen ist, haben wir im Verhältnis dazu die Zahl der aktiven Produkte halbiert“, berichtet Matheus Tudela de Sá. „Unsere Produkte lassen sich wiederverwenden und leben länger. Unsere Art der Filialrationalisierung ist nachhaltiger geworden und unsere Kunden profitieren davon.“

## IT, KALKULATION UND PRODUKTMARKETING KOOPERIEREN ÜBER DIE SOFTWARE.

Die Produktmanager sollen auch neuen Bedarf entdecken, Ideen entwickeln und proaktiv an die Kunden bringen. „PX ist das ideale Instrument, um die Arbeit des Produktmanagements und der Organisation auf den Markt zu bringen, denn es wurde genau so strukturiert, dass es unser Konzept des ‘Produktlebenszyklus’ unterstützt“, so Elisa Patuelli.

## Schnelle Vermarktung neuer Produktlinien

Dies gilt ebenso für ganze Produktlinien. Angefangen mit Regalsystemen wurden zunächst die eigenen Produktreihen integriert. Doch besondere Bedeutung erhielt diese Möglichkeit ab 2021 durch die Verbindung mit Itab. Innerhalb kürzester Zeit konnten weitere Linien wie Kassentische, Schwerlastregale, Absperrungen und Leitsysteme dieser Marke in die Solution integriert über die Vertriebsorganisation auf den internationalen Markt gebracht werden. „Mit inzwischen acht Produktlinien können wir unseren Kunden ein umfassenderes Produktportfolio anbieten, um die beste Lösung für den jeweiligen Markt zu finden“, sagt Matheus Tudela de Sá.

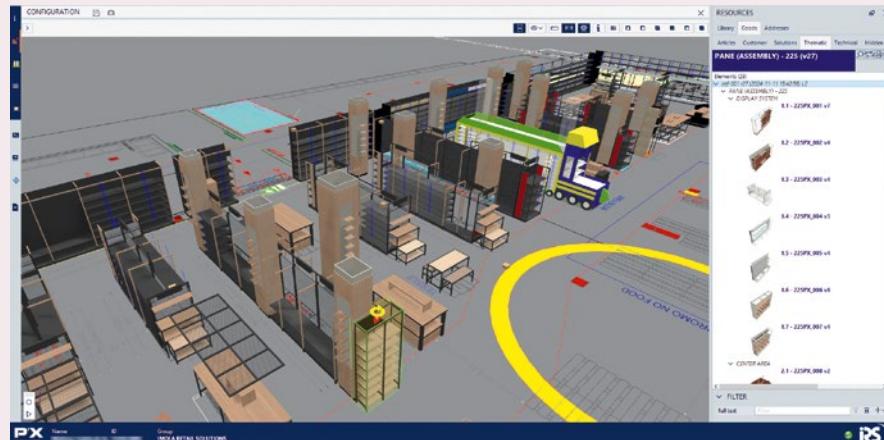
## Kurzfristig neue Absatzwege erschließen

Die Zusammenarbeit innerhalb der Gruppe eröffnet die Chance, die eigenen Produktlinien sehr schnell anderen Vertriebsorganisationen innerhalb der Gruppe zu übergeben und für regionale Märkte aufzubereiten. Diese profitieren dann sehr schnell von der Vorarbeit und Erfahrung, die Imola investiert hat. Dies eröffnet ungeheures Wachstumspotenzial für beide Seiten. Das Unternehmen konnte seine Produktlinien bereits an Itab und die kürzlich assoziierte HMY übergeben. Die angestrebten Synergieeffekte innerhalb der Gruppe werden damit real: „Wir bieten das umfassendste Portfolio an, aus dem heraus wir jede Anfrage sofort mit einer perfekten Lösung beantworten können“, freut sich Matheus Tudela de Sá.

## Strategische Ziele erreichen

In Zukunft wird der Manager die Implementierung weiter vorantreiben. In Malta, Griechenland, Spanien, Marokko, Tunesien und der Dominikanischen Republik stehen die nächsten Implementierungen an. Die Vertriebsorganisationen innerhalb der Gruppe werden geschult und unterstützt, um den Erfolg der vor zehn Jahren eingeleiteten Verbesserung des Produktmanagements in die Breite zu tragen. Den Software-Partner braucht er dazu (fast) nicht: „Perspectix gibt uns das gesamte Wissen, um eigenständig mit der Lösung zu arbeiten“, sagt Matheus Tudela de Sá. „Wir sind autonom im Ausbau und dem Support unserer Installationen. Das ist ein sehr gutes Modell.“

« KIS  
Dr. Thomas Tosse ist Inhaber der Agentur Hightech Marketing.



Die P’X Industry Solution ist zur Informationsdrehscheibe von Entwicklung, Produktmarketing, Vertriebsorganisation und Partnernetzwerk geworden.



3D-Visualisierungen, optimale technische Auslegung und Kosteninformationen garantieren erfolgreiche Kundenpräsentationen.

Bilder: Imola Retail Group

# OFFEN FÜR DIE INDUSTRIE DER ZUKUNFT

Was im Jahr 2000 als Start-up aus der Universität Bremen begann, feiert in diesen Tagen sein 25-jähriges Bestehen: Der CPQ-Spezialist Encoway ist mittlerweile auf über 300 Mitarbeiter gewachsen und zählt heute zu den europaweit führenden Anbietern für CPQ und Produktkonfiguration. Drei spannende Projekte beschreiben, wie der Softwarehersteller mit Kunden und Partnern zusammenarbeitet. » **VON LARS SCHADE**

**D**ieses Wachstum kommt zum einen aus einem stetig wachsenden Markt, aber auch aus der Tatsache, dass sich das Software-Unternehmen seit jeher mit dem Thema Innovationen auseinandersetzt. So wurde bereits im Jahr 2018 das hauseigene Innovationslabor „Dock One“ zusammen mit dem Mutterkonzern Lenze, dem Hamelner Antriebsautomatisierungsspezialisten, gegründet. Das „Dock One“ beschäftigt sieben Mitarbeiter, die sich ausschließlich mit dem Thema Innovation auseinandersetzen. So werden neben neuartigen Ideen für die Software von Encoway auch Innovationen im Bereich der Antriebstechnik für Lenze (Stichwort Predictive Maintenance) vorangetrieben.

Durch die enge Zusammenarbeit und die Nähe zur Bremer Universität hat sich das Innovationslabor weiterentwickelt und man hat erkannt, wie wichtig und erfolgreich die Kooperation mit Partnern ist. So entstand der Gedanke der „Open Innovation“ bei Encoway, welcher nun seit einiger Zeit bei dem Bremer Softwarehaus praktiziert wird.

„Open Innovation“ – die kollaborative Arbeit an intelligenten Lösungen für die stetig neuen Herausforderungen der Kunden, hat sich somit zum elementaren Pfeiler der Erfolgsgeschichte entwickelt. Im neuen Hauptsitz hat Encoway gemeinsam mit Partnern den „Digital Hub Industry Bremen“ (DHI) geschaffen. In diesem Ökosystem wird das Konzept von „Open Innovation“ lebendig und anfassbar und die Digitale Transformation weiter gestaltet. Im Gebäude von Encoway befinden sich weitere Wirtschaftsgrößen wie der Satellitenhersteller OHB, zahlreiche Institute der Universität Bremen wie das KI-Transferzentrum, und viele Startups, die mittlerweile ebenso zum großen Teil zum Netzwerk des DHI gehören.

Der Leiter des Innovationslabors, Florian Hartke, formuliert es so: „Encoway weiß: Der entscheidende Erfolgsfaktor sind die eigenen Kunden. Somit ist es unser Ziel, sie noch erfolgreicher zu machen und das gelingt, indem wir gemeinsam mit ihnen „Open Innovation“ betreiben. Wir glauben, dass wir nur gemeinsam mit unseren Kunden – dem deutschen Mittelstand – relevante Ergebnisse liefern können. Die Welt wird immer komplexer und unser gemeinsames Ziel ist es, die Industrie von morgen zu bauen.“

Doch was genau versteht Encoway unter dem Begriff „Open Innovation“? Drei Beispiele zeigen, wie der Softwarehersteller dabei mit Kunden und Partnern zusammenarbeitet:

## 1. Explainable Guided Selling: KI-basierter Produktfinder

Guided Selling, der Ansatz im Vertrieb einem potenziellen Kunden mit Fragen durch den Kaufprozess zu führen, ist bereits ein sehr erfolgreiches Tool, um Kunden die Komplexität bei der Suche nach einem bestimmten Produkt zu erleichtern.

Mit dem neuen KI-basierten Produktfinder – Explainable Guided Selling – kann in Zukunft eine Guided-Selling-Anwendung

Workshop für den Start eines Open Innovation Projektes mit Kunden.

schneller und effizienter erstellt werden. Statt aufwendiger manueller Modellierung von Datenmodellen, wird dank des durchgängigen Einsatzes von KI ein benutzerfreundlicher Produktfinder erstellt. Das Tool wird mit bestehenden Produktdatenblättern und Broschüren gefüllt, extrahiert allein alle relevanten Informationen aus den gegebenen Daten, reichert diese Daten an und strukturiert das Datenmodell vollständig eigenständig. Im Nachgang gibt es noch die Möglichkeit der manuellen Nachbearbeitung, falls nötig. Der KI-basierte Produktfinder ergänzt technische Produkteigenschaften mit hilfreichen Erklärungen, um die richtige Produktauswahl zu erleichtern. Dies ist besonders bei technischen Produkten essentiell. Potenzielle Kunden erkennen klar, welche Informationen in den Entscheidungsprozess einfließen und wie diese zur finalen Produktauswahl beitragen. Die neue Software ist somit eine moderne, leicht integrierbare Web-Anwendung für Guided Selling Lösungen – speziell entwickelt für erklärungsbedürftige Produkte.



Das NEOS-Gebäude in Bremen: Firmensitz von Encoway.



## 2. LV Importer: Leistungsverzeichnisse mit KI-Unterstützung bearbeiten

Unternehmen aus dem Bereich der Technischen Gebäudeausstattung kennen es aus ihrer täglichen Praxis: wie erstelle ich aus einem Leistungsverzeichnis das richtige Angebot für meinen Kunden. Ein Leistungsverzeichnis (LV) ist das zentrale Dokument beispielsweise in der Baubranche. Es dient als Vertragsgrundlage des Bau- oder Dienstleistungsvertrags oder bei öffentlichen Ausschreibungen. Hier werden alle detaillierten Produkte und Leistungen erfasst, die von einem Auftragnehmer erbracht werden sollen. Als Beispiel: In einem neuen Bürokomplex sollen eine bestimmte Anzahl an Fenster und Türen mit besonderen Produkteigenschaften verbaut werden, die in einem Leistungsverzeichnis detailliert abgebildet werden.

Diese Leistungsverzeichnisse sind oft bis zu 100 Seiten und mehr lange PDF-Dokumente, die in der Regel von Mitarbeitern manuell erfasst werden müssen. Eine zeitintensive Arbeit. So braucht man im Durchschnitt für 100 Seiten eines Leistungsverzeichnisses bis zu 16 Stunden mit der Bearbeitung des Dokumentes.

Encoway entwickelt nun mit seinen Kunden zusammen eine KI-basierte Importfunktion für seine CPQ-Anwendung. Dieser LV-Importer ermittelt automatisch die relevanten Seiten für die Angebotserstellung, filtert die entscheidenden Informationen aus den Anforderungspositionen, übersetzt die LV-Bezeichnungen in die eigene Unternehmenswelt und automatisiert den Prozess vom Ausschreibungsdokument bis zum Angebot.

Beispiel für einen Dialog im KI-basierten Produktfinder Explainable Guided Selling. Bilder: Encoway

**ENCOWAY WEISS:  
DER ENTSCHEIDENDE  
ERFOLGSFAKTOREN SIND  
DIE EIGENEN KUNDEN.«**

FLORIAN HARTKE

Durch diese KI-basierte Importfunktion sind die Anwender in der Lage, diesen manuellen Prozess zu automatisieren und verkürzen so den Prozess um ein Vielfaches.

Die eingesetzte KI im LV-Importer ist nicht auf ein bestimmtes Produkt oder auf eine bestimmte Firma „trainiert“, sondern funktioniert produktunabhängig und kann somit bei weiteren Encoway-Kunden eingesetzt werden.

## 3. Knowledge Pilot: Chatbot mit firmeneigener Wissensbasis

In jeder Firma gibt es eine Fülle von Quellen, wenn es um Produktdaten geht. Neben dem ERP- oder PLM-System gibt es Datenblätter, Powerpoint-Präsentationen, Kataloge und

viele weitere Informationsquellen. Und so verbringen täglich viele Menschen ihre Arbeitszeit damit, die richtigen Informationen zu finden. Eine mühevolle und zeitintensive Arbeit. Gerade bei Unternehmen aus Forschung und Entwicklung ist das ein erheblicher Kostenfaktor. Beim Encoway-Innovationspartner Lenze hat man errechnet, dass zirka zwei Stunden pro Tag und Mitarbeiter für die Suche nach Informationen „verloren“ gehen.

In der Auseinandersetzung mit genau dieser Herausforderung, hat Encoway mit seinem Mutterkonzern die Lösung Knowledge Pilot entwickelt. Hierfür wurde ein eigener KI-gestützter Chatbot entwickelt,

der die Wissensdatenbank durchsucht, die ebenfalls mit KI erstellt wurde. In dieser Datenbank sind über 20.000 Dokumente unterschiedlicher Art enthalten. Der Knowledge Pilot kann innerhalb von Sekunden auch komplexere Fragen interpretieren und liefert hierfür die richtigen Antworten. In der Erprobungsphase konnte bereits eine 92-prozentige Trefferquote erreicht werden, die jetzt weiter ausgebaut wird. Das Ergebnis kann sich jetzt schon sehen lassen. So gelangt man bereits heute rund 70 Prozent schneller zur Problemlösung, und gewinnt dadurch 40 Prozent mehr „echte“ Ingenieurszeit, die für die Entwicklung statt für die Suche genutzt werden kann.

Die vorgestellten Projekte zeigen eindrucksvoll, wie technologische Exzellenz und praxisnahe Lösungen Hand in Hand gehen. Dabei steht stets der Mensch im Mittelpunkt – sei es als Kunde, Partner oder Mitarbeitender. **«KF**

**Lars Schade** ist Team Leader Marketing bei Encoway.

# WORKSTATIONS FÜR KI: MEHR LEISTUNG, MEHR PRÄZISION

Der deutsche KI-Markt wuchs von etwa 4,8 im Jahr 2022 auf geschätzte zehn Milliarden Euro im Jahr 2025. Bis 2030 wird ein weiteres Wachstum auf rund 32 Milliarden Euro prognostiziert. Auch die Bundesregierung investiert: Im Jahr 2025 sollen die Investitionen über 1,6 Milliarden Euro zur Förderung von KI-Technologien betragen. Darüber hinaus gibt es steuerliche Anreize, wie etwa Sonderabschreibungen von 30 Prozent für Investitionen bis 2027. ➤ VON TANJA PFEFFER



Bereits ab Werk auf dem Rechner integrierte robuste Sicherheitsmaßnahmen sind die Lösung, um sensible Daten und Mitarbeiter besser vor Angriffen zu schützen.

**D**och auch Unternehmen investieren weiterhin in KI-Technologien. Laut einer Studie von KPMG planen 72 Prozent der deutschen Unternehmen, ihre Investitionen in generative KI-Technologien zu erhöhen. Im internationalen Vergleich sind sie allerdings zurückhaltender: Nur 65 Prozent beabsichtigen, ihre KI-Ausgaben zu steigern, verglichen mit 73 Prozent weltweit. Hemmnisse sind insbesondere regulatorische Anforderungen und Datenschutzbedenken. Im Vordergrund der Investitionen stehen vor allem branchenspezifische Lösungen sowie Infrastruktur- und Plattform-Lösungen. Darüber hinaus entscheiden sich immer mehr Unternehmen

dafür, AI-PCs als Teil ihrer IT-Infrastruktur zu implementieren. Vor allem Workstations mit integrierten KI-Chips bieten die notwendige Rechenleistung, um zum einen KI für die Automatisierung von Prozessen und Aufgaben voranzutreiben, zum anderen die Entwicklung von Large Language Models voranzutreiben.

## Leistungsstarke Rechner für KI-Entwicklung

Large Language Models (LLMs) bilden die Basis von KI-Modellen. Sie müssen mit einer Vielzahl unterschiedlicher Daten gefüttert werden, um eine entsprechend leistungsstarke KI-Applikation aufzubauen. Die meisten Unternehmen verfügen zwar über eine

wachsende Menge gespeicherter Daten – allerdings sind diese in unterschiedlichen Silos abgelegt. Daher wird ihr Potenzial nur selten ausgeschöpft. Der Grund ist einfach: Die Datensätze zu clustern und zu analysieren, kostet Zeit und Ressourcen. Beides steht oftmals nicht ausreichend zur Verfügung. KI-Workstations lösen diese Herausforderung. Und das lokal und nicht in der Cloud. Das heißt, die Daten werden nicht über die Cloud hin und her transferiert, sondern verbleiben auf den Rechnern. Damit sind spezialisierte Teams nicht nur in der Lage, KI-Modelle zu designen, zu entwickeln und zu trainieren, sondern es entfallen damit auch mögliche Bandbreiten-Probleme.

## Entwicklung von LLMs ist immer Teamarbeit

Workstations bieten nicht nur die benötigte Kapazität, sondern führen Analysen und Berechnungen sehr schnell durch. Dies ist die Basis, um eigene LLMs flexibel zu erstellen. Unternehmen erhalten damit KI-Modelle, die auf ihre Anforderungen abgestimmt sind. Die Modelle lassen Prozesse dann automatisiert ablaufen und optimieren sie kontinuierlich. Auch spezielle, auf die jeweilige Firma abgestimmte Anwendungsszenarien sind so abbildbar und erleichtern den Arbeitsalltag. Die notwendige lokale Rechenleistung ist der technische Teil der Herausforderungen. Die Entwicklung von LLMs ist aber immer Teamarbeit – entsprechend gilt es eventuell bestehende kulturelle Hürden innerhalb der Unternehmen zu überwinden. Eine nicht immer einfache Herausforderung für Führungskräfte. Daher müssen Organisationen nicht nur die technische Seite der Medaille in Betracht ziehen, sondern auch die kulturelle, denn KI bedeutet für Unternehmen auch immer einen grundlegenden Wandel.

Nachdem in den meisten Unternehmen hybride Arbeitsmodelle etabliert sind, muss

die erforderliche Rechenleistung ortsunabhängig bereitgestellt werden. Modernste Softwarelösungen wie HP Anyware ermöglichen dabei den mobilen und gleichzeitig sicheren Zugriff auf die notwendigen IT-Ressourcen – egal, wo der Nutzer sich gerade befindet. Das Ergebnis ist eine höhere Produktivität. Es entspricht außerdem den Anforderungen an moderne digitale Arbeitsplatzkonzepte.

**DIE MEISTEN UNTERNEHMEN VERFÜGEN ZWAR ÜBER EINE WACHSENDEN MENGE GESPEICHERTER DATEN – ALLERDINGS SIND DIESE IN UNTERSCHIEDLICHEN SILOS ABGELEGT.**

**Integrierte Security schützt sensible Daten**

Doch die KI-Entwicklung hat auch ihre Schattenseiten. Künstliche Intelligenz ermöglicht auch immer ausgefeilte Phishing-E-Mails und Malware-Angriffe. Sie sind damit selbst für sensibilisierte Nutzer kaum zu erkennen. Entsprechend ist es essentiell, dass auch die eingesetzten Sicherheitstechnologien mit den neusten Entwicklungen Schritt halten. Sicherheitsmaßnahmen wie Anti-Viren-Software helfen nur begrenzt, ebenso Firewalls, wenn ein Teil des Teams im Home-Office arbeitet.

Bereits ab Werk auf dem Rechner integrierte robuste Sicherheitsmaßnahmen sind die Lösung, um sensible Daten und Mitarbeiter besser vor Angriffen zu schützen. Dazu gehört beispielsweise, dass E-Mails und Anhänge nur in virtuellen Maschinen (VM) geöffnet werden. Sollte ein Anhang Malware enthalten, infiziert dieser nicht das Note-

book und das Netzwerk, sondern wird beim Schließen der Anwendung automatisch gelöscht. Ein anderes Beispiel: BIOS Angriffe können erfolgreich abgewehrt werden, indem bei einem auffälligen Verhalten der Neustart des Rechners über eine Kopie des ursprünglichen BIOS erfolgt. Anwender sind so in der Lage, sicher weiterzuarbeiten und merken im besten Fall nichts von den Maßnahmen, die im Hintergrund ihre Daten und Zugriffe schützen. Auch beim Transport sind die Rechner bereits geschützt und Lieferketten-Angriffe können ihnen nichts anhaben.

**Workstations unterstützen Entwicklung und Nutzung von KI**

Die Vorteile von KI-PCs liegen auf der Hand: Eine lokale KI-Anwendung ermöglicht kürzere Latenzen, unternehmenskritische Daten müssen nicht erst in die Cloud geladen werden, sondern bleiben lokal. Das führt insgesamt zu schlankeren Prozessen und einer Hardware, die kontinuierlich über das Nutzungsverhalten seines Anwenders lernt und so in der Lage ist, sich an Arbeitsweisen anzupassen. Workstations mit integrierter KI bieten ihren Nutzern aber mehr: Sie unterstützen die komplexen Berechnungen und Entwicklungen – ganz gleich ob im KI-Umfeld oder bei klassischen Anwendungen. Ganz gleich ob es sich um LLMs handelt oder um 3D animierte Pläne für die Konstruktionen neuer Bauteile oder Gebäude. Dank der hohen Leistungsfähigkeit und Schnelligkeit der Maschinen sind Workstation-Nutzer in der Lage, effizienter und produktiver als jemals zuvor zu arbeiten. Dabei ist es egal, wo sie sich befinden, ob im Home-Office, im Büro oder der Produktionsanlage. « TB

---

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



Dank der hohen Leistungsfähigkeit und Schnelligkeit der Maschinen sind Workstation-Nutzer in der Lage, effizienter und produktiver als jemals zuvor zu arbeiten.

Bilder: HP



**Be  
innovative**

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

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

**DIGITAL ENGINEERING**  
MAGAZIN

**WIN**  
VERLAG

Bild: 1exey / Shutterstock.com, YAKOBCHUK VASYL / Shutterstock.com

# WIE KI DAS DIGITALE ENGINEERING VERÄNDERT

Ob komplexe 3D-Simulationen, Echtzeit-Kollaboration oder KI-gestützte Designprozesse – die Anforderungen an Workstations im digitalen Engineering wachsen rasant. Gleichzeitig steigen Erwartungen an Energieeffizienz, Mobilität und Zukunftssicherheit. Die Auswahl der passenden Hardware wird damit zur strategischen Entscheidung – und ist so individuell wie die Anforderungen im Entwicklungsalltag. ➤ **VON MICHAEL HAUSNER**

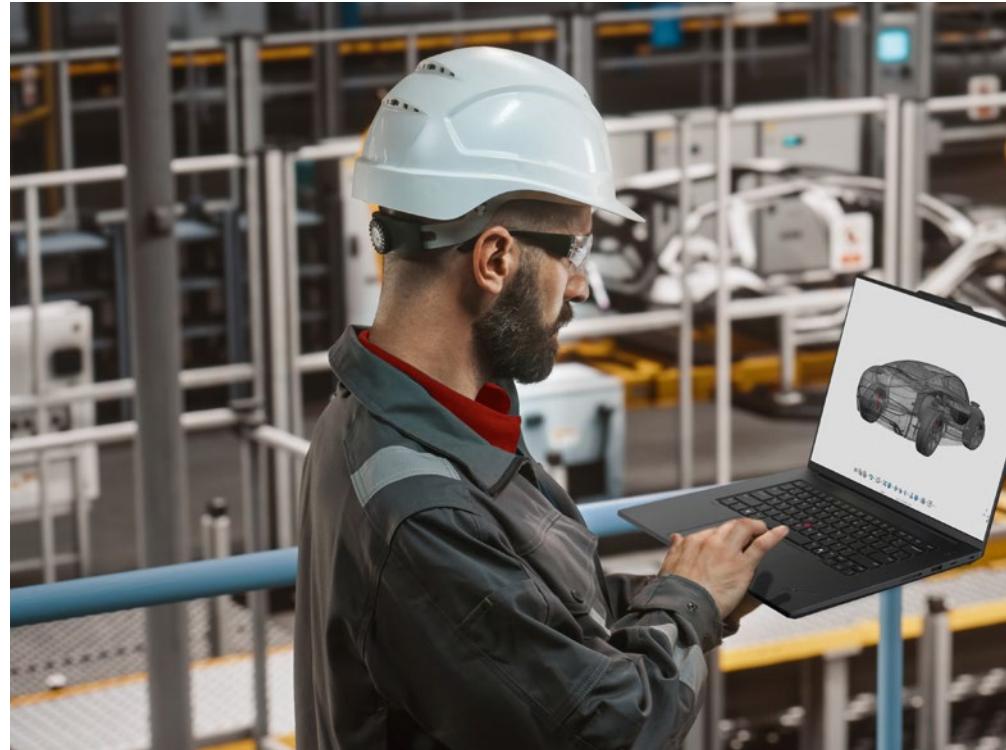
**D**ie digitale Produktentwicklung befindet sich in einer Phase fundamentaler Veränderungen. Während Cloud-Services, Remote-Zugriffe und mobile Workflows den Arbeitsort flexibilisieren, transformieren KI-Technologien und automatisierte Prozesse die Inhalte der Arbeit selbst. Rechenintensive Aufgaben, die früher auf dedizierte Cluster beschränkt waren, können heute durch spezialisierte Workstations mobil und dezentral abgebildet werden. Gleichzeitig müssen diese Systeme höchste Anforderungen an Grafikperformance, Systemstabilität und Kompatibilität erfüllen – etwa mit CAD-, CAE- oder BIM-Anwendungen.

Die passende Workstation auszuwählen, wird dabei zunehmend zur Herausforderung, denn im Maschinen- und Anlagenbau ist es oft nicht einfach, typische oder normale Aufgaben zu definieren. Daher sollte an erster Stelle immer eine gründliche Bedarfsanalyse stehen.

## Leistungsstark, skalierbar und KI-ready

Was eine Workstation heute leisten muss, hängt stark vom konkreten Einsatzzweck ab. Für klassische Konstruktions- und Visualisierungsaufgaben sind vor allem die GPU-Leistung, hohe Taktfrequenzen und ISV-Zertifizierungen entscheidend. Aber auch der Arbeitsspeicher – etwa bei Multibody-Simulationen oder bei großen BIM-Datenmodellen – spielt eine zunehmend zentrale Rolle. Systeme mit 64 oder 96 GByte RAM sind in komplexen Engineering-Setups längst kein Luxus mehr, sondern Voraussetzung für reibungslose Workflows.

Ein Beispiel aus der Praxis: In einem mittelständischen Ingenieurbüro wird regelmäßig mit ANSYS und SolidWorks gearbeitet – meist parallel zu Excel-Auswertungen, FEM-Simulationen und CAD-Visualisierung.



Ob komplexe 3D-Simulationen, Echtzeit-Kollaboration oder KI-gestützte Designprozesse – die Anforderungen an Workstations im digitalen Engineering wachsen rasant.

Eine mobile Workstation mit leistungsfähiger GPU wie RTX Ada-Serie, 64 GByte RAM und einem performanten NVMe-Speicher ist hier unverzichtbar. Und: Die Software verlangt nach ISV-Zertifizierungen, um garantiert mit maximaler Stabilität zu funktionieren.

Ein zunehmend zukunftsweisender Faktor ist die KI-Fähigkeit der Geräte. Soll KI lokal genutzt werden, etwa durch generative Modelle oder Assistenzsysteme, kommt es auf die richtige Hardware an. In mobilen Szena-

rien übernehmen NPUs leichte KI-Aufgaben direkt auf dem Gerät – etwa für Dokumentanalyse, Sprachverarbeitung oder visuelle Unterstützung bei Designaufgaben. Wer hingegen mit eigenen KI-Modellen arbeitet – etwa im Bereich Predictive Maintenance oder Datenklassifikation – setzt auf dedizierte GPUs mit hoher TOPS-Leistung.

## Mobilität auf neuer Stufe

Die klassische Trennung zwischen Hochleistung und Mobilität beginnt sich aufzulösen. Mobile Workstations sind heute leistungsfähig genug für anspruchsvolle 3D-Modelle, Simulationen oder Echtzeitanalysen – sofern die Technik stimmt. Geräte wie das ThinkPad P1 Gen 7 kombinieren modernste Intel Core

■ **WAS EINE WORKSTATION HEUTE LEISTEN MUSS, HÄNGT STARK VOM KONKREten EINSATZZWECK AB.** ■

## EIN BLICK AUF AKTUELLE ENTWICKLUNGEN ZEIGT, WOHIN DIE REISE GEHT: INNOVATIVE KÜHL-LÖSUNGEN BEI HOCHLEISTUNGS-MODELLEN, RECYCLETE MATERIALIEN FÜR GEHÄUSETEILE, STROMSPA-RENDE DISPLAYS – ALL DAS SIND SCHRITTE IN RICHTUNG NACH-HALTIGER IT-STRATEGIEN.



Ultra Prozessoren mit integrierten NPUs und optionalen Nvidia GPUs, um KI-Anwendungen, Rendering und Konstruktionssoftware parallel auszuführen – und das bei nur rund 1,8 Kilogramm Gewicht.

Auch das Umfeld verändert sich: Hybrid arbeitende Teams benötigen Geräte, die sich nahtlos in Videokonferenzen, lokale Simulationen und Cloud-gestützte Projektarbeit einfügen. Hinzu kommen neue Technologien wie der Arbeitsspeicher-Standard LPCAMM2, der hohe Bandbreite bei geringerem Stromverbrauch bietet und sich dennoch modular austauschen lässt – ein Novum in mobilen Geräten. Gerade bei langfristiger Geräteplanung zahlt sich das aus: höhere Flexibilität, bessere Reparierbarkeit, weniger Elektroschrott.

### Nachhaltigkeit nicht nur Ziel, sondern Voraussetzung

Energieeffizienz ist längst kein optionales Kriterium mehr. In Unternehmen mit ESG-Strategien oder CO<sub>2</sub>-Zielwerten müssen auch Endgeräte ihren Beitrag leisten. Moderne Workstations berücksichtigen dies auf mehreren Ebenen: energieoptimierte Komponenten, adaptive Leistungsprofile, längere Lebenszyklen durch modulare Reparierbarkeit – und intelligente Kühlung, die auch unter Vollast für stabile Temperaturen sorgt und gleichzeitig Energie spart.

Ein Blick auf aktuelle Entwicklungen zeigt, wohin die Reise geht: Innovative Kühl-Lösungen bei Hochleistungsmodellen, recycelte Materialien für Gehäuseteile, stromsparende Displays – all das sind Schritte in Richtung nachhaltiger IT-Strategien. Geräte wie die ThinkPad-P-Serie bieten heute bereits EPEAT-



Für klassische Konstruktions- und Visualisierungsaufgaben sind vor allem die GPU-Leistung, hohe Taktfrequenzen und ISV-Zertifizierungen entscheidend.

Bilder: Lenovo

## WORAUF ES BEI DER WORKSTATION-AUSWAHL ANKOMMT

- Anwendungsspezifische Anforderungen prüfen: CAD, Simulation, Rendering und KI?
- Mobil oder stationär: Wie viel Flexibilität braucht der Arbeitsplatz?
- CPU, GPU, NPU: Wird spezielle Grafikleistung oder KI-Verarbeitung benötigt – oder beides?
- Speicherbedarf realistisch kalkulieren: RAM, SSD und Erweiterungsmöglichkeiten?
- ISV-Zertifizierung: Für branchenspezifische Anwendungen essenziell
- Nachhaltigkeit berücksichtigen: Energieeffizienz, Reparierbarkeit und Materialien
- Zukunftsfähigkeit einplanen: Modularität, Standards und Software-Support

Gold-Zertifizierungen (Electronic Product Environmental Assessment Tool), plastikfreie Verpackungen und modulare Bauweisen.

In größeren Organisationen wird Nachhaltigkeit auch über die Lebensdauer der Hardware gedacht: CRU-fähige Komponenten (Customer Replaceable Units) wie Akkus, Lüfter oder Tastaturen verlängern die Einsatzdauer und reduzieren die TCO (Total Cost of Ownership). Besonders im Engineering-Kontext, wo Geräte oft über mehrere Projektzyklen hinweg genutzt werden, ein entscheidender Vorteil.

### Die richtige Wahl ist individuell

Ob mobil oder stationär, mit GPU oder NPU, für Simulation oder KI: Die „richtige“ Workstation gibt es nicht – nur die passende. Gerade in technischen Fachbereichen mit hohem Innovationsdruck lohnt sich eine genaue Analyse der Anforderungen und Workflows. Auch ein späteres Upgrade-Potenzial kann kaufentscheidend sein.

Wer auf zukunfts-fähige Systeme setzt, die sowohl Leistung als auch Nachhaltigkeit und Flexibilität vereinen, legt die Basis für effizientes, modernes Engineering. Und wer dabei auf kompetente Beratung setzt, spart nicht nur Zeit – sondern oft auch teure Fehlentscheidungen.

« TB

**Michael Hausner** ist Senior Business/Product Manager (DACH) & Business Development Manager (CH) Workstation bei Lenovo.

# 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](http://www.abjoedden.de)



Altair spricht beide Sprachen - Engineering und Kl.

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 verschiedenen Industriezweigen, in einer vernetzten Welt konkurrenzfähiger zu werden und dabei gleichzeitig eine nachhaltige Zukunft zu gestalten.

Weitere Informationen erhalten Sie unter: [www.altair.de](http://www.altair.de)

## Altair Engineering GmbH

Calwer Straße 7  
71034 Böblingen, Germany  
+49 (7031) 3095 6990-0  
information@altair.de  
[www.altair.de](http://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](mailto:info@althen.de)  
Internet: [www.althen.de](http://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 Zwillingss 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](http://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](mailto:info@Camtek.de)  
Internet: [www.Camtek.de](http://www.Camtek.de)



COMSOL ist ein weltweiter Anbieter von Simulationssystemen 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](mailto:info@comsol.de)  
[www.comsol.de](http://www.comsol.de)



Seit 1996 realisieren wir anspruchsvolle PLM-Projekte in über 11 Branchen der Fertigungsin- dustrie - 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](mailto:marketing@ecs-gmbh.de)  
Internet: [www.ecs-gmbh.de](http://www.ecs-gmbh.de)

# ELATEC

RFID Systems

ELATEC ist Ihr weltweit führender Anbieter von Lösungen rund um Lese- / Schreibmo- dule 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, Technologie- führerschaft 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](mailto:info-rfid@elatec.com)  
[www.elatec.com](http://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](mailto:info@esteco.com)  
[www.esteco.com](http://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](mailto:info@heidrive.de)  
Internet: [www.heidrive.com](http://www.heidrive.com)

# heinrichs

drehteile

Mit über 90 Jahren Erfahrung in der Ent- wicklung und Produktion von Verschluss- schrauben und Präzisionsdrehteilen sind wir einer der führenden Hersteller der Branche.

Zu unseren Kunden gehören renommierte Firmen der Automotive-, Hydraulik- und Pneumatikindustrie. Auch den Getriebe- und Maschinenbau beliefern wir weltweit.

Präzision steckt bei uns in jedem Detail.  
Heinrichs - It's our turn.

#### Heinrichs & Co. KG

Wilhelm-Heinrichs-Str. 1  
56290 Dommershausen-Dorweiler  
Tel. +49 (0) 6762 93 00 0  
E-Mail: [info@heinrichs.de](mailto:info@heinrichs.de)  
Internet: [www.heinrichs.de](http://www.heinrichs.de)

# invenio

VIRTUAL TECHNOLOGIES

#### Die Experten für Ihre 3D-Daten

Die invenio Virtual Technologies GmbH ist der führende Anbieter für digitale Produktentwick- lung und Digital Mock-Up. Mit über 25 Jahren Erfahrung, unserem Expertenteam und dem führenden Softwarebaukasten VT-DMU reali- sieren wir individuelle Lösungen. Wie auch mit unseren Best-in-Class Softwareprodukten auto- matisieren wir dadurch DMU-, Geometrie- und 3D-Prozesse, erzeugen Transparenz in riesigen Datenmengen und sichern 3D-Prototypen digi- tal 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](mailto:vt@invenio.net)  
[www.virtualtechnologies.de](http://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 Produktpotfolio: 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-Stereomonitor 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 (8025) 9930-0  
Mail: [info@schneider-digital.com](mailto:info@schneider-digital.com)  
Web: [www.schneider-digital.com](http://www.schneider-digital.com)

# SCHOTT SYSTEME

Hersteller für CAD/CAM + IT Software

SCHOTT SYSTEME GmbH ist ein auf CAD/CAM, Computergraphik und Produktions-IT spezi- alisiertes Unternehmen, das seit mehr als 40 Jahren modulare, kostengerechte Softwarelösungen für Design, Konstruktion und Fertigung entwickelt.

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

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

#### SCHOTT SYSTEME GmbH

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



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](mailto:michael.nerke@win-verlag.de)

## IM NÄCHSTEN HEFT

### BRANCHE: AUTOMOTIVE

Trotz der derzeitigen Turbulenzen gehört die Automobilindustrie nach wie vor in Deutschland und Europa zu den wichtigsten Industrien. In der nächsten Ausgabe blicken wir auf die Trends in dieser Branche. Beispiele dafür sind der starke Fokus auf die Elektrifizierung von Fahrzeugen, Entwicklungen im Bereich des autonomen Fahrens, vernetzte Mobilität und Leichtbau. In Praxisbeispielen beleuchten wir den Einsatz von Engineering- und Simulationslösungen und stellen innovative Automotive-Komponenten vor.

Bild: © IM Imagery/stock.adobe.com



### SCHALTSCHRANKBAU

Moderne Softwarelösungen und intelligente Komponenten treiben die Digitalisierung im Schaltschrankbau voran. Automatisierte Planung und digitale Zwillinge verkürzen Entwicklungszeiten und erhöhen die Prozesssicherheit. Die Grundlage für den Einstieg in die papierlose Fertigung ist die Erstellung des digitalen 3D-Schaltschrankmodells. Das Modell liefert automatisch alle Daten für die Fertigungsschritte wie die mechanische Bearbeitung, Aufbau, Bestückung und Verdrahtung. Lesen Sie in der nächsten Ausgabe, wie Konstrukteure mit durchgängigen Systemen Qualität steigern und Kosten senken.

Bild: © industrieblick/stock.adobe.com



### VR, AR UND MR IN DER PRODUKTENTWICKLUNG

Virtual Reality und Augmented Reality ermöglicht Ingenieuren, komplexe Produkte, Bauteile und Prototypen in einer virtuellen Umgebung zu visualisieren. Dadurch können sie das Design überprüfen, potenzielle Probleme erkennen und Änderungen vornehmen, noch bevor physische Prototypen gebaut werden. Dies spart Zeit und Kosten in der Entwicklungsphase. VR und AR tragen dazu bei, die Effizienz, Genauigkeit und Kreativität im Engineering zu steigern, die Produktentwicklung zu beschleunigen und die Zusammenarbeit zu verbessern.

Bild: © Gorodenkoff/stock.adobe.com

### WEITERE THEMEN IN DIESER AUSGABE:

- Variantenmanagement
- Professionelle Grafiklösungen
- Plattformen für IoT
- Multiphysik-Simulation
- 3D-Visualisierung

## IMPRESSUM

### Herausgeber und Geschäftsführer:

Matthias Bauer, Günter Schürger

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

### So erreichen Sie die Redaktion:

Chefredaktion: Rainer Trummer (v.i.S.d.P.), (089-3866617-10, rainer.trummer@win-verlag.de)

Redaktion: Karin Faulstroh (karin.faulstroh@win-verlag.de),

Tino M. Böhler (tino.boehler@win-verlag.de),

Kirsten Seegmüller (externe Mitarbeiterin, kirsten.seegmueller@extern.win-verlag.de)

### Mitarbeiter dieser Ausgabe:

Birgit Anacker, Armin Brüger, Chantal Campos Chavero, Andreas Dangl, Axel Diederichs, Andreas Geiss, Birgit Hagelschuer, Michael Hauser, Günter W. Heinl, Christian Hohnen, Daniel Kaiser, Tim Kindermann, Mario Mamodaly Naber, Alexander Mühlens, Verena Neuhaus, Tanja Pfeffer, Matthias Reiser, Jens Rollenmüller, Lars Schade, Friederike Schmidt, Laura Schmidt, Michael Schroer, Martin Steinmeyer, Jan Stratmann, Dr. Thomas Tosse, Jan Wendenburg, Matthias Wilhelm

### 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),

Matthias Hofmann (Tel.: 089-3866617-21, michael.hofmann@win-verlag.de)

#### Anzeigendisposition:

Auftragsmanagement@win-verlag.de

Chris Kerler (089/3866617-32, chris.kerler@win-verlag.de)

### Abonnementservice und Vertrieb

Tel: +49 89 3866617 46

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

oder eMail an

abovertrieb@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: igus GmbH

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 03/2025

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, DIGITAL PROCESS INDUSTRY, e-commerce Magazin, PlastXnow, Plastverarbeiter, KGK, r.energy



# Die DNA von Metrofunk

## für Systemerhalt hinter der Kulisse

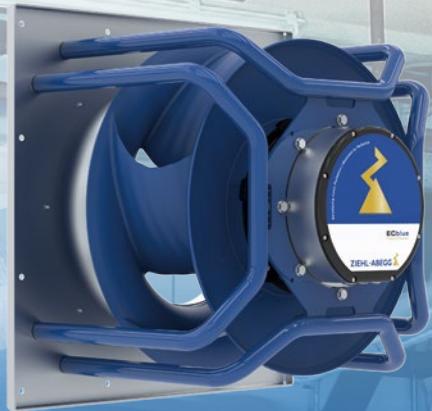


**Metrofunk Kabel-Union GmbH**

Lepsiusstraße 89,  
D-12165 Berlin,  
Tel. 030 79 01 86 0  
[info@metrofunk.de](mailto:info@metrofunk.de) – [www.metrofunk.de](http://www.metrofunk.de)



# Steigern Sie die Performance Ihres bestehenden Systems!



## ZApilotXL mit ZAbluefin

Optimiertes Montage-Design, gleiche Montagepunkte und Plattenabmaße wie bei der GR-Spinne.

- 1:1 Tausch mit GR-Spinne möglich
- Strömungsoptimierte Aufhängung
- bis zu 5% höherer Systemwirkungsgrad
- Leichtbauweise – Ressourcenoptimiert
- Verfügbar in den Baugrößen 250-560



Hier finden Sie mehr  
zu unserem ZApilotXL

**ZIEHL-ABEGG**