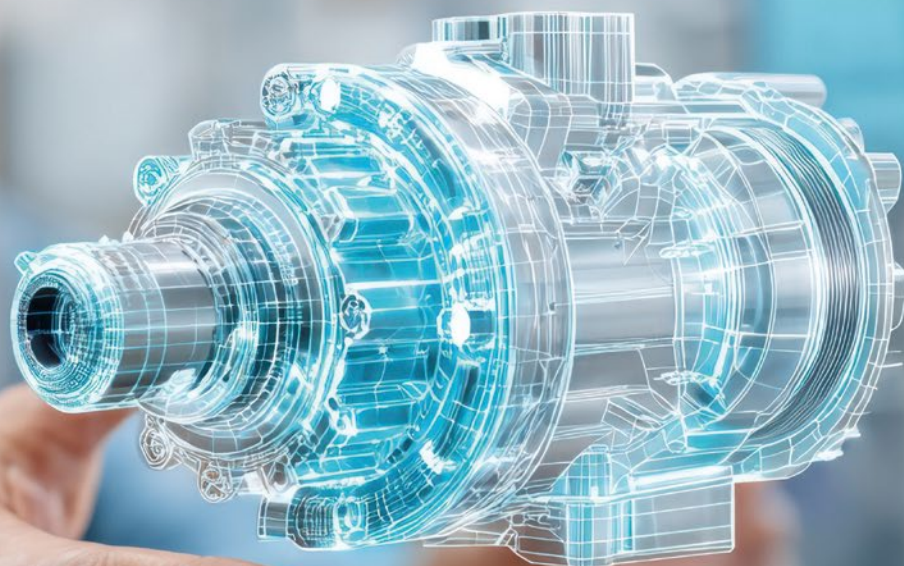


DIGITAL ENGINEERING MAGAZIN

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



MASCHINENBAU NEU GEDACHT:

Mit digitalem Zwilling und KI in die Zukunft

VIRTUALISIERUNG TRIFFT KI

Hardwareunabhängige Steuerungsplattform

ANGEBOTSMOTOR STATT KONFIGURATOR

So lassen sich mit CPQ-Lösungen Angebotsprozesse präzise steuern

Mit Special:
KI IM ENGINEERING



Bild: Zapp2Photo/shutterstock.com



Hier geht's zur aktuellen Ausgabe



Die nächste Ausgabe

Sonderheft Antriebstechnik

erscheint am 27. Oktober 2026

Das Sonderheft „Antriebstechnik – Systeme und Komponenten“ zeigt aktuelle Innovationen und Trends rund um moderne Antriebslösungen

PLATTFORMEN FÜR INDUSTRIE-INNOVATIONEN

Liebe Leserinnen und Leser,

diese Zeilen sind einen Tag nach meinem Messebesuch auf der LogiMAT entstanden. Die Intralogistik-Leitmesse war bereits am ersten Tag gut besucht, und es war in manchen Hallen gar nicht so einfach, schnell zum nächsten Termin zu kommen – so voll waren die Gänge. Die Messe kann sich jedenfalls als jährlicher Fixpunkt für die Intralogistik-Branche betrachten. Ein Highlight waren sicherlich die neuesten Entwicklungen bei den fahrerlosen Transportsystemen (FTS) und autonomen mobilen Robotern (AMR), inklusive der gezeigten Antriebs- und Steuerungslösungen.

Nach der Messe ist vor der nächsten Messe: Am 20. April 2026 öffnet mit der Hannover Messe eine weitere Leitmesse für die Fertigungsindustrie.

Mit einer neuen Themenstruktur, einer optimierten Besucherführung, neuen Networking-Formaten und einem stärkeren KI-Fokus soll auf der Industriemesse deutlich werden, wie durch die Herausforderungen unserer Zeit konkrete Wettbewerbsvorteile entstehen. Die Hannover Messe will nun zeigen, wie KI, Automatisierung, Digitalisierung, Energiesysteme sowie Forschung ineinandergreifen, um nachhaltige Wettbewerbsfähigkeit zu sichern.

In Hannover wird erstmals auch das Thema Physical AI eine zentrale Rolle spielen. Gemeint sind KI-Systeme, die unmittelbar mit der physischen Welt interagieren – etwa in Maschinen, Anlagen oder Robotern.

Eine wichtige Neuerung ist sicherlich die überarbeitete Themenstruktur, die sich in einem neuen Hallenlayout (Hallen 11-17, 23, 25-27) zeigt. Besucherinnen und Besucher sollen sich damit einfacher orientieren können und die Aussteller eine stärkere Sichtbarkeit im relevanten Umfeld bekommen. Neben der räumlichen Neuausrichtung setzt die diesjährige Hannover Messe auch auf neue Wissens- und Networking-Formate. Experten und Anwender können sich dadurch praxisnah über konkrete Herausforderungen und passende Lösungen austauschen.

Ich bin jedenfalls gespannt, wie die neue Themen- und Hallenstruktur bei Ausstellern und Besuchern ankommt.



RAINER TRUMMER
Chefredakteur



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

30

AUTOMATISIERUNG NEU GEDACHT: VIRTUALISIERUNG TRIFFT KI

Als virtualisierte, hardwareunabhängige Steuerungsplattform ermöglicht Virtual PLCnext Control eine flexible und skalierbare Automatisierung, die sich nahtlos in moderne IT-Architekturen einbinden lässt. In Kombination mit der Machine-Learning-Lösung MLnext entstehen neue Optionen für KI-Analysen auf derselben Plattform – ohne Einschränkungen bei der Echtzeitfähigkeit.

Bild: deteringdesign, Bielefeld

24

3D-SCHALTSCHRANK- PLANUNG IN DER PRAXIS

Bei Elektroanlagen Röring ist der Schaltschrankbau konsequent digitalisiert: Laserbearbeitung mit Perforex LC, 3D-Planung und Routing mit Eplan Pro Panel sowie Werkerführung per Eplan Smart Mounting. Alle Beteiligten arbeiten mit einem Cloud-basierten digitalen Zwilling – für komplexe Steuerungen in hoch automatisierten Produktionslinien.

Bild: Eplan & Röring

38

KI ALS TREIBER FÜR DIE AUTOMOBILENTWICKLUNG

Die Kombination von GenAI und Model-Based Design revolutioniert die Automobilsoftware-Entwicklung, indem sie effiziente Prozesse ermöglicht und gleichzeitig Vertrauen, Sicherheit und technische Präzision gewährleistet.

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

REDAKTIONELL ERWÄHNT INSTITUTE, ANBIETER UND VERANSTALTER

ACE Stoßdämpfer S. 12, AMKmotion S. 54, ams.Solution S. 46, Andreas Renk Vertriebsautomatisierung S. 40, Bonfiglioli S. 58, Bosch Rexroth S. 44, Deutsche Messe S. 6, EAS S. 42, Eplan S. 7, 24, Hema S. 14, Keba S. 28, Kollmorgen S. 18, Lenze S. 16, MathWorks S. 38, Mitsubishi Electric S. 26, Phoenix Contact S. 30, PNY Technologies S. 33, PTC S. 50, Rittal S. 7, Rockwell Automation S. 10, Sensor+Test S. 7, Sieb & Meyer S. 52, Siemens Digital Industries Software S. 36, Siemens S. 8, Synopsys S. 7, Visual Components S. 21, Wibu-Systems S. 48, Wittenstein S. 56

AKTUELL

- 6 **Zukunftsweisende Technologien live erleben**
Vorschau auf die Hannover Messe 2026
- 7 **Märkte & Trends**
Neue Produkte und News aus den Unternehmen

BRANCHE
MASCHINENBAU

- 8 **CNC-Drehen: Die Brückenbauer der Energiewende**
Geminis-Horizontaldrehmaschine mit Siemens-Steuerung Sinumerik One bei Zeck
- 10 **KI und Robotik: Schlüsseltechnologien für Fabriken**
Industrie im digitalen Wandel
- 12 **Versuch macht klug**
Schwingungstechnik – ACE präsentiert neues Demonstrationsgerät für Schulungen
- 14 **Schützen mit System**
Worauf es beim Maschinenschutz ankommt
- 16 **Dezentraler Umrichter nimmt Black Friday den Schrecken**
Wie Sait Engineering und Lenze die Logistik der Zukunft gestalten
- 18 **Funktionale Sicherheit in der Fabrikautomation**
Effizienz durch intelligente Sicherheit
- 21 **Simulationen erstellen per Drag&Drop**
Bosch Rexroth treibt mit Visual Components sein Digital Engineering voran

CAD & DESIGN

- 24 **Automation mit Augenmaß in Planung und Fertigung**
Schaltschrankbau bei Röring

ELEKTROTECHNIK & AUTOMATION

- 26 **Rauschert transformiert das Energiemanagement**
Von Excel zu Echtzeit
- 28 **Integrierte Sicherheit in der Industrieautomation**
Sicherheit in der Maschinenarchitektur
- 30 **Automatisierung neu gedacht: Virtualisierung trifft KI**
Mit Virtual PLCnext Control und MLnext zur zukunftssicheren Steuerungsarchitektur

SPECIAL: KI IM ENGINEERING

- 34 **KI am Arbeitsplatz – der neue Standard**
KI-Infrastrukturen für Engineering-Umgebungen
- 36 **Schritt für Schritt zur digitalen Fabrik**
Automatisierungslösungen machen digitale Transformation auch für KMU zugänglich
- 38 **KI als Treiber für die Automobilentwicklung**
Zukunft der Automobiltechnik

PRODUKTKONFIGURATION & CPQ

- 40 **CPQ: Angebotsmotor statt Konfigurator**
Mit CPQ lassen sich Angebotsprozesse präzise steuern
- 42 **Datendurchgängigkeit als Erfolgsfaktor im CPQ-Prozess**
Configure-Price-Quote im Einsatz bei der Atlas Copco GAP Division (Gas and Process)
- 44 **Wie Selektoren das Engineering revolutionieren**
Mit dem Lineartechnik Selector von Bosch Rexroth intuitiv konfigurieren
- 46 **Afflerbach optimiert Prozesse mit AMS.ERP**
Effizienz durch Digitalisierung

MANAGEMENT

- 48 **Kontinuierlicher Schutz bis zum Mikrocontroller**
IT-Security-Lösungen für Embedded-Systeme
- 50 **Fünf Trends in der Fahrzeugentwicklung**
KI-Agenten übernehmen zunehmend auch operative Aufgaben

ANTRIEBSTECHNIK

- 52 **Was kann und ermöglicht die Multi-Level-Technologie?**
SD4M-Frequenzumrichter-Serie für Hochgeschwindigkeitsanwendungen
- 54 **Viele Typen auf einer Straße**
Wie dezentrale Antriebstechnik Karosserien bewegt und Platz spart
- 56 **Performance im Blick**
Modulare Linearmotoren mit hoher Dynamik und Kraftdichte
- 58 **Motion Control neu definiert**
Frequenzumrichter für allgemeine und komplexe Anwendungen

- 3 EDITORIAL
- 60 MARKTPLATZ
- 62 IMPRESSUM

ZUKUNFTSWEISENDE TECHNOLOGIEN LIVE ERLEBEN

Die Hannover Messe möchte dieses Jahr Unternehmen und Besuchern noch mehr Orientierung und Nutzen bieten: Mit neuen Ausstellern, einer neuen Themenstruktur, einer optimierten Besucherführung, neuen Networking-Formaten und einem konsequenten KI-Fokus soll auf der Weltleitmesse der produzierenden Industrie deutlich werden, wie aus den Herausforderungen unserer Zeit konkrete Wettbewerbsvorteile entstehen.

Globaler Wettbewerb, steigender Kostendruck und die rasante Dynamik technologischer Innovationen stellen die produzierende Industrie vor die größte Transformationsaufgabe ihrer Geschichte. In dieser Phase des Umbruchs brauchen Unternehmen eine Plattform, die technologische Innovationen präsentiert und in konkrete Anwendungsbeispiele übersetzt. Die Hannover Messe 2026 (20. bis 24. April) will diese Rolle übernehmen und zeigen, wie KI, Automatisierung, Digitalisierung, Energiesysteme sowie Forschung ineinandergreifen, um nachhaltige Wettbewerbsfähigkeit zu sichern.

Industrielle KI wird dabei zum zentralen Innovations- und Wachstumstreiber. Sie analysiert Produktionsdaten in Echtzeit, optimiert Prozesse und ermöglicht eine intelligente, adaptive Steuerung von Produktionsabläufen. So entstehen messbare Effizienzgewinne, höhere Produktivität und ein bewussterer Einsatz von Ressourcen – zugleich eröffnet sie Unternehmen neue datengetriebene Geschäftsmodelle und zusätzliche Wertschöpfungspotenziale.

Grundlage für Effizienzsprünge und Resilienz

„Jetzt ist die Zeit zu handeln und konsequent in neue Technologien zu investieren. Wer heute mutig in künstliche Intelligenz, Automatisierung und digitale Systeme investiert, schafft die Grundlage für Effizienzsprünge, Resilienz und nachhaltige Wettbewerbsfähigkeit“, sagt Dr. Jochen Köckler, Vorstandsvorsitzender der Deutschen Messe AG. „Die Hannover Messe ist die Plattform, auf der Besucherinnen und Besucher konkrete KI-Anwendungen erleben und im direkten Austausch mit den ausstellenden Unternehmen erfahren, wie sie ihre Produktivität durch den Einsatz von KI steigern können.“

Auf der Weltleitmesse wird erstmals auch das Thema Physical AI eine zentrale Rolle



Das Thema Industrielle KI spielt auf der Hannover Messe 2026 eine wichtige Rolle.
Bild: Deutsche Messe AG/Rainer Jensen

spielen. Gemeint sind KI-Systeme, die unmittelbar mit der physischen Welt interagieren – etwa in Maschinen, Anlagen oder Robotern. „KI wird damit zur produktiven Kraft in der Fabrik – insbesondere bei industriellen und humanoiden Robotern. Das werden wir auf den Ständen der Robotikaussteller eindrucksvoll erleben“, sagt Köckler.

Rund 3.500 Unternehmen aus den Bereichen Maschinenbau, Elektro- und Digitalindustrie sowie Energiewirtschaft präsentieren Lösungen für die Produktion und Energieversorgung von heute und morgen. Dabei spielt KI eine zentrale Rolle.

Zu den Ausstellern zählen globale Tech-Unternehmen wie AWS, Microsoft, SAP, Schneider Electric oder Siemens sowie Technologieführer wie Beckhoff, Festo, Harting, ifm, Lapp, Phoenix Contact, Rittal, Schaeffler oder SEW-Eurodrive. Namhafte Forschungsinstitute wie Fraunhofer oder das KIT (Karlsruher Institut für Technologie) skizzieren die Industrielösungen für morgen und mehr als 200 Start-ups aus unterschiedlichen Technologiefeldern zeigen ihre Lösungen.

Neue Themenstruktur und optimierte Besucherführung

Eine zentrale Neuerung ist die überarbeitete Themenstruktur, die in ein neues Hallenlayout (Hallen 11-17, 23, 25-27) mündet. Für Besucherinnen und Besucher bedeutet das eine direktere Orientierung, für die ausstellenden Unternehmen eine stärkere Sichtbarkeit im relevanten Umfeld.

Neben der räumlichen Neuausrichtung setzt die Hannover Messe 2026 mit neuen Wissens- und Networking-Formaten noch stärker auf inhaltliche Tiefe. So können sich Experten und Anwender praxisnah über konkrete Herausforderungen und deren Lösungen austauschen. Ob Masterclasses, Roundtables, Expert Stages oder Matchmaking: Die neuen Angebote machen die Messe zum zentralen Ort für Business, Innovation und Networking.

Auch dieses Jahr werden auf der Hannover Messe hochrangige politische Delegationen aus Europa und der ganzen Welt erwartet. Im Mittelpunkt steht dabei das diesjährige Partnerland Brasilien.

« RT

Sensor+Test in Nürnberg

KOMPAKTE FACHMESSE

Vom 9. bis 11. Juni öffnet die Sensor+Test 2026 in Nürnberg ihre Pforten. Gerade in wirtschaftlich herausfordernden Zeiten bietet die Messe einen zentralen Ort für den Innovationsdialog, an dem Hersteller, Anwender und Wissenschaftler zusammenkommen, um gemeinsam Lösungen voranzubringen und Trends zu setzen. Die Sensor+Test zeigt damit, dass die Branche trotz aller Herausforderungen investiert, vernetzt und den Weg in die Zukunft aktiv gestaltet. Erstmals findet dabei die parallel stattfindende

ETTC European Test and Telemetry Conference in den Kongressräumen im NCC Mitte statt und die Ausstellung in Halle 1.

Die Fachmesse setzt gezielt auf Spezialisierung. Sensorik, Mess- und Prüftechnik stehen im Mittelpunkt, Besucher finden gebündelt alle relevanten Innovationen – von Automotive und Maschinenbau über Rail bis hin zur Luft- und Raumfahrt. Die Sensor+Test ermöglicht insbesondere kleineren und jungen Unternehmen, sich mit begrenztem Budget effektiv zu präsentieren. Thematisch gebündelte Gemeinschaftsstände erlauben eine große Reichweite bei gleichzeitig reduzierten Kosten.

Rittal und Eplan auf der Hannover Messe

MEHR TEMPO UND SKALIERUNG IN DER INDUSTRIE

Die Industrie steht unter massivem Druck. Damit Unternehmen wettbewerbsfähig bleiben, müssen Produkte schneller entwickelt, sowie kostengünstiger produziert werden und deutliche Mehrwerte bringen. Dies gelingt Maschinen- und Anlagenbauern durch einem intelligenten Zusammenspiel von Software, Hardware und Automatisierung. Wie aus diesem Dreiklang auch für kleinere Unternehmen große Tempo- und Skalierungseffekte entstehen, zeigen Rittal und Eplan auf der Hannover Messe (Halle 27, Stand D50).

Präsentiert werden Lösungen von Engineering und Sourcing über Systemtechnik und Automatisierung bis zum Service. Highlights



Mehr Tempo, mehr Skalierung: Rittal und Eplan zeigen auf der Hannover Messe unter dem Motto „Automation – Do it“, wie die Industrie ihre Wettbewerbsfähigkeit sichern kann.

Bild: Rittal GmbH & Co. KG

sind die Weiterentwicklung des Eplan-Produktportfolios, die Vorstellung von Eplan Smart Sourcing und Product Change Notification (PCN), neue Plattformen für Stromversorgung und Cooling sowie AI-fähiger IT-Infrastruktur, ein neuer, kompakter Drahtkonfektionier-Vollautomat und ein zukunftssicheres Portfolio an Kühlgeräten und Chillern für die neuen EU-Anforderungen bei Kältemitteln.

Synopsys

ELEKTRONISCHE SYSTEME SCHNELLER VALIDIEREN

Mit der offenen Electronics Digital Twin-Plattform (eDT) von Synopsys lassen sich komplexe elektronische Systeme bereits vor der Hardwareverfügbarkeit virtuell entwickeln und validieren. Die Plattform von Synopsys ist eine offene Lösung, mit der sich Electronics Digital Twins als Schlüsseltechnologie für softwaredefinierte Entwicklungsprozesse und physische KI-Systeme schneller erstellen, verwalten, bereitstellen und nutzen lassen. Die eDT-Plattform richtet sich zunächst auf hochwertige Automotive-Anwendungsfälle aus, sodass OEMs bis zu 90 Prozent der Software bereits vor der verfügbaren Hardware validieren können. Grundlage dafür ist ein konsequentes Shift-Left-Vorgehen mit früher Softwareentwicklung und Systemintegration. Das senkt Entwicklungskosten und verkürzt die Time-to-Market.

Mit der Plattform lassen sich cloud-basierte eDT Labs konfigurieren. Sie bestehen aus vorintegrierten Umgebungen mit Synopsys-Technologien, Tools aus dem offenen Ökosystem, Modellen, Software und skalierbarer Rechenkapazität und sind gezielt auf hochwertige Automotive-Anwendungsfälle ausgelegt. Beispiele dafür sind die frühe Kunden-evaluation neuer Systems-on-Chip oder Mikro-Controller sowie der frühzeitige Softwareentwicklungsstart.

**WIBU
SYSTEMS****Lizenzierung als Steuerungsebene**

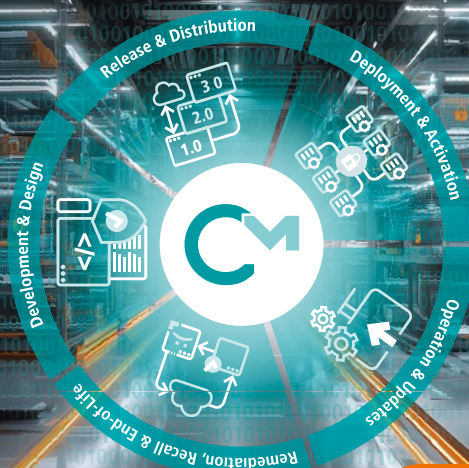
Die Konformität mit dem Cyber Resilience Act muss auch nach der Bereitstellung durchsetzbar bleiben.

Die CodeMeter-basierte Lizenzierung bietet eine kontinuierliche Kontrolle über den gesamten Lebenszyklus digitaler Produkte – von der Aktivierung und Updates bis hin zur Fehlerbehebung und dem Lebensende (End-of-Life).

CodeMeter

Lizenzierung. Schutz. Lifecycle-Steuerung.

Erfahren Sie, wie CodeMeter-basierte Lizenzierung die CRA-Compliance ermöglicht.



Treffen Sie uns!



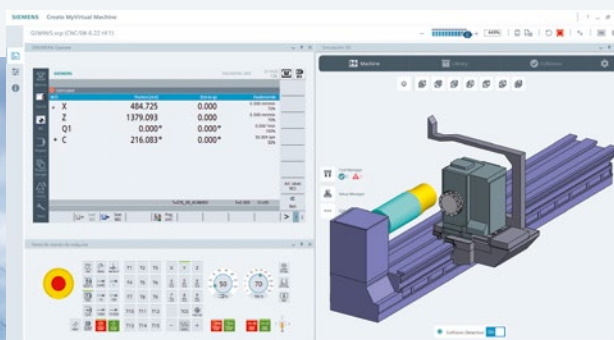
sales@wibu.com
www.wibu.com

Halle 26
Stand C75



CNC-DREHEN: DIE BRÜCKENBAUER DER ENERGIEWENDE

Mit einer Geminis-Horizontaldrehmaschine mit einer Siemens-Steuerung Sinumerik One hat Zeck den Grundstein gelegt für den weiteren Ausbau der Produktion ihrer Seilverlegemaschinen, die für den Bau oder die Modernisierung von Stromtrassen, Bahnüberleitungen oder Seilbahnen benötigt werden. Damit trägt das Unternehmen zur Erreichung der Klimaschutzziele bei. » VON JOBST LICHT



Mit dem vollfunktionfähigen digitalen Zwilling der Maschine können Teileprogramme komplett virtuell erstellt und getestet werden – inklusive Kollisionserkennung.

Bild: Siemens

Seilverlegemaschinen von Zeck sind weltweit unverzichtbar beim Bau neuer Freileitungen und bei der Verlegung neuer, leistungsstärkerer Leitungen auf vorhandenen Trassen.

Bild: Zeck

Bearbeitung der geschweißten Rillenräder und Spills zu investieren.

Rillenräder bis 2,9 Meter Durchmesser

„Bis dato hatten wir für die Bearbeitung der größeren Rillenräder ab 1800 Millimetern Durchmesser nur eine manuelle Drehmaschine“, erklärt Christian Friedrich, Leiter Arbeitsvorbereitung bei Zeck. „Da wir gerade in diesem Bereich mehr Performance brauchen und zudem ein Backup für unsere zweite, kleinere Drehmaschine nebenan benötigten, haben wir eine leistungsfähige und flexible CNC-Drehmaschine gesucht, mit der wir Rillenräder bis zu einem Durchmesser von 2900 Millimetern bearbeiten können.“ Eine weitere Anforderung war, dass die neue Maschine in der Z-Achse mit 3000 Millimetern relativ kurz ausfallen sollte, da auf ihr ausschließlich Rillenräder und Spills unterschiedlicher Dimensionen gedreht werden.

Da der Markt für entsprechende Maschinen überschaubar ist, blieben schnell nur zwei Anbieter übrig, deren Maschinenkonzepte von den beteiligten Zeck-Mitarbeitern intensiv geprüft und persönlich vor Ort in Augenschein genommen wurden. „Wir haben uns am Ende für eine Horizontaldrehmaschine von Geminis aus Spanien entschieden“, berichtet Friedrich. „Das lag nicht nur am guten Preis-Leistungsverhältnis, sondern auch an der Ergonomie und der Zugänglichkeit zum Werkstück.“ Die Geminis GT9i verfügt über eine mitfahrende Bedienbühne, die gut

Ob skandinavische Fjorde, amerikanische Weiten oder arabische Wüsten – wenn es um die materialschonende Verlegung von Trag- und Leitungsseilen für Seilbahnen, Freileitungen oder Oberleitungen geht, kommt man weltweit kaum an Zeck aus Oberfranken vorbei. Das Unternehmen aus Scheßlitz bei Bamberg hat sich seit langem darauf spezialisiert, Lösungen zu entwickeln, mit denen diese immer komplexer werdenden Seile so verlegt werden können, dass sie weder zu starker Torsion oder Biegung noch dem Kontakt mit dem Boden ausgesetzt sind. „Das klingt leicht, ist es aber nicht“, sagt Geschäftsführer Michael Zeck, Enkel des Firmengründers. „In der Theorie ist das Zusammenspiel von Bremse, Winde und Seil ganz einfach. Einer zieht, einer bremst und hält die Spannung. So geht es hin und her, bis das endgültige Seil eingezogen wird.“ In der Praxis heißt das aber, dass etwa beim Fjord-Crossing einer 380-Kilovolt-Freileitung mit 4,2 Kilometern Spannweite auf beiden Seiten des Fjords

in unzugänglichem Gelände jeweils eine Spillwinde mit 65 Tonnen Zugkraft und eine Winde-Bremse mit 35 Tonnen Zugkraft positioniert und verankert werden muss. „Und weil man die nur mit dem Hubschrauber dorthin bringen kann, haben wir für diesen Zweck einen Maschinentyp konstruiert, den man in Einzelteile von maximal 750 Kilogramm Gewicht zerlegen kann“, so Zeck.

Zu den größten Einzelteilen der Seilverlegemaschinen gehören die Rillenräder, auf die bis zu vier Leitungsseile parallel gewickelt werden und mit denen die benötigte Spannung erzeugt und gehalten wird. Dabei bestimmt der Durchmesser der Rillenräder die maximale Biegung der Seile. Weil moderne hochtemperaturbeständige Freileitungsseile aus Aluminium, Spezialstahl oder Verbundwerkstoffen und LWL-Datenkabeln bestehen können, geht der Trend zu immer größeren Rillenrädern. Da zudem die Energiewende nicht nur in Deutschland die Nachfrage nach Seilverlegemaschinen insgesamt erhöht, hat Zeck Ende 2022 beschlossen, in eine hochmoderne CNC-Drehmaschine zur



Auf der Geminis GT9i können Rillenräder mit einem Durchmesser von bis zu 2900 Millimetern hocheffizient bearbeitet werden. Bild: Siemens



Auf der mitfahrenden Bühne hat der Maschinenbediener den gesamten Drehprozess im Blick und ist dabei gut vor Spänen geschützt. Bild: Siemens

vor Spänen geschützt ist. Zudem erleichtert sie das Messen und bietet dem Bediener immer einen guten Blick auf den Prozess. „Wie es sich beim Drehen gehört, von oben schräg auf das Werkzeug“, ergänzt Peter Köhn, Inhaber der Firma Kess&Köhn, die in Bayern seit 20 Jahren Iberimex, den Generalimporteur von Geminis in Deutschland, vertritt.

Digitaler Zwilling und Safety Integrated

Herzstück der Horizontaldrehmaschine, die Werkstücke mit einem Gewicht von 25 Tonnen bearbeiten kann, ist eine leistungsfähige Sinumerik-One-Werkzeugmaschinensteuerung von Siemens, die für die Oberfranken von Anfang an gesetzt war, wie Michael Zeck betont: „Zum einen, weil wir hier im Haus beim Drehen schon seit Jahren erfolgreich mit Siemens-Steuerungen arbeiten und damit hochzufrieden sind. Zum anderen, weil wir die neue Maschine die nächsten 20 bis 30 Jahre nutzen wollen und uns deshalb im Hinblick auf die langfristige Ersatzteilverfügbarkeit bewusst für die neueste Generation der Sinumerik entschieden haben.“

Für den Hersteller Geminis, der auch in der Antriebstechnik mit Safety Integrated auf Siemens setzt, markiert die Wahl der Sinumerik One ebenso einen Schritt in die Zukunft.

Mit Hilfe der neuen Steuerung konnte Geminis einen kompletten Digitalen Zwilling der Maschinen erstellen, der sowohl für das Engineering als auch für den Service enorme Vorteile bietet. „So können wir im Falle eines Falles im Werk die nötigen Hardwareerweiterungen einfach engineeren oder Fehler 1:1 reproduzieren“, berichtet Andreas Stratmann, Gesellschafter von Iberimex.

30 Prozent mehr Effizienz

Seit Anfang 2024 ist die Maschine in Scheßlitz und arbeitet zur vollen Zufriedenheit des Teams von Christian Friedrich. Alle relevanten im Haus vorhandenen Sinumerik-840D-Programme konnten reibungslos übernommen werden. Die vertraute Benutzeroberfläche erfreut die Sinumerik-erfahrenen Bediener, und zugleich erleichtert die CNC-Steuerung

die Sicherstellung einer einheitlichen, wiederholbaren Produktqualität. Maschinenbediener Bastian Halbhuber: „Über die ShopTurn-Benutzeroberfläche haben wir auf dem großen 22-Zoll-Touchscreen alles im Blick. Dabei ermög-

licht uns die Steuerung per Dialog nicht nur das einfache Erstellen, Editieren und Einfahren der Teileprogramme, bei Bedarf können wir einzelne Bearbeitungspositionen mit

dem Joystick auch manuell teachen.“ Der damit verbundene Fortschritt in puncto Ergonomie und Effizienz wirkt sich direkt auf den Durchsatz aus: „Natürlich hinkt der Vergleich mit der manuellen Vorgängermaschine“, erklärt Friedrich, „aber wir sind schon jetzt in der Bearbeitung etwa 30 Prozent schneller. Und da wir dank der angetriebenen Werkzeuge jetzt auch die weiteren axialen und radialen Bearbeitungsschritte wie das Bohren der Getriebeaufnahme, der Passungen und der Befestigungslöcher auf der GT9i erledigen können, werden wir in Zukunft noch deutlich mehr Zeit einsparen und den Durchsatz an der Maschine bei gleichem Personalstand wesentlich steigern können.“

Und das muss das Unternehmen auch. Schließlich steigt der Bedarf an Seilverlegemaschinen weltweit immer weiter an – durch den Bau neuer Stromtrassen und die Verlegung leistungsfähigerer Leitungen auf vorhandenen Trassen. Hinzu kommt die weiter voranschreitende Elektrifizierung von Bahnstrecken. „Wir sind stolz darauf, dass wir mit unseren langlebigen Produkten zum Erfolg der Energiewende beitragen können“, sagt Michael Zeck. „Und das nicht nur in Deutschland, sondern in mittlerweile über 110 Ländern.“

« KIS

Jobst Lichte ist Regional Manager Business Development bei Siemens Erlangen.

**GEMINIS GT9i
VERFÜGT ÜBER
EINE MITFAHRENDE
BEDIENBÜHNE.**

XR EXPO 2026

> 28–29 April 2026, Messe Stuttgart



Messe Stuttgart
Key to Markets



VIRTUAL DIMENSION CENTER



Immersive technology. Empowering business

XR EXPO – the B2B event for eXtended Reality (XR). Discover virtual reality (VR), mixed reality (MR) and augmented reality (AR) with a focus on specific business applications, solutions and use cases.

xrexpo.com



KI UND ROBOTIK: SCHLÜSSEL-TECHNOLOGIEN FÜR FABRIKEN

Eine Fabrik, die lernt. Roboter, die Entscheidungen treffen. Software, die sich schneller anpasst als Hardware-Zyklen. Künstliche Intelligenz, autonome Robotik und softwarebasierte Ansätze sind keine fernen Konzepte mehr. Sie verändern, wie Fabriken aufgebaut sind, wie Maschinen agieren und wie Menschen mit automatisierten Systemen interagieren. Der Weg von Wahrnehmung zur Umsetzung ist jedoch oft nicht geradlinig. Unternehmen müssen weiterhin die Spreu vom Weizen trennen. » VON GUNTHER SÄTZLER

Im Kern liegt die Frage, welche Technologien, Architekturen und Partner in den nächsten fünf Jahren echten Mehrwert liefern werden und welche kaum mehr als modische Komplexität darstellen.

Nicht jede Innovation, die vor einem halben Jahrzehnt für Aufsehen sorgte, hat sich bewährt. Andere, die inkremental wirkten, sind seither zum unverzichtbaren Fundament moderner Industriebetriebe geworden.

Ein entscheidender Moment für den Industriebetrieb

Das rasante Aufkommen von Robotik und KI definiert neu, was Automatisierung bedeuten kann. Das traditionelle Modell, bei dem Produktionssysteme vorgegebene Anweisungen mit hoher Konsistenz, aber begrenzter Anpassungsfähigkeit ausführen, weicht etwas Dynamischerem. Anlagen sind zunehmend in der Lage, eigenständige Entscheidungen zu treffen und ihre Effizienz im Laufe der Zeit selbst zu verbessern.

Dieser Wandel birgt Chancen und Risiken gleichermaßen. KI und fortschrittliche Robotik ermöglichen es Herstellern, seit langem etablierte Arbeitsabläufe neu zu erfinden und ein Maß an betrieblicher Flexibilität zu erreichen, das zuvor unerreichbar war. Gleich-

FÜR UNTERNEHMEN, DIE SICH IN DIESEM UMFELD ZURECHTFINDEN, BESTEHT DIE PRAKTISCHE HERAUSFORDERUNG DARIN, EINEN KLAREN BLICK DAFÜR ZU ENTWICKELN, WELCHE INVESTITIONEN IN IHREM SPEZIFISCHEN KONTEXT FRÜCHTE TRAGEN WERDEN.

zeitig besteht das Risiko, in Technologien zu investieren, die schlecht zur Architektur und dem betrieblichen Kontext einer Organisation passen. Automatisierungspraktiker müssen deshalb aktiv ihren eigenen

Kurs bestimmen und Technologien nicht deshalb auswählen, weil eine Lösung ausgefeilt wirkt, sondern weil sie nachweislich ein reales Problem löst.

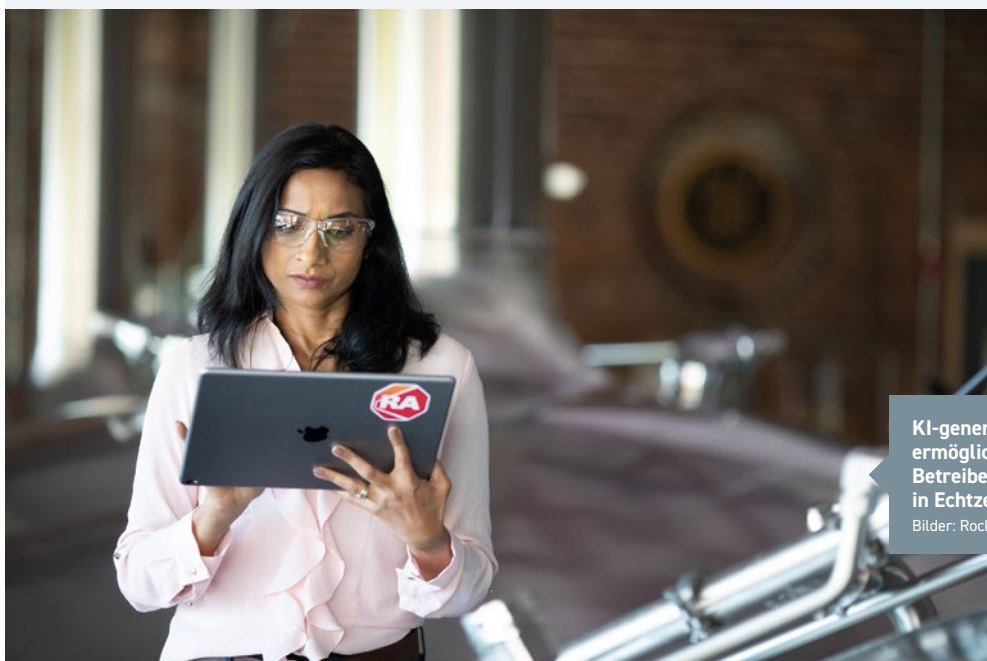
Softwaredefinierte Automatisierung als Fundament

Eine der folgenreichsten Entwicklungen ist der Aufstieg der softwaredefinierten Automatisierung, häufig als SDA bezeichnet. Im Kern entkoppelt SDA die Softwarefunktionalität von der Hardware, auf der sie läuft, und reduziert damit die engen Abhängigkeiten, die historisch gesehen eingeschränkt haben, wie schnell Automatisierungssysteme aktualisiert, skaliert oder angepasst werden können. Anstatt bei jeder funktionalen Änderung neue Hardware einsetzen zu müssen, entsteht eine flexiblere Beziehung zwischen der physischen und der digitalen Schicht eines Automatisierungssystems.

Was sich ändert, ist die Verteilung der Rechenfunktionen. Mehr Intelligenz wird in Softwareschichten verlagert, die unabhängig aktualisiert werden können. Entwicklungsumgebungen, die auf SDA-Prinzipien aufbauen, ermöglichen es Ingenieuren, von selbstorganisierenden und selbstoptimierenden Funktionen zu profitieren, die früher erhebliche kundenspezifische Entwicklungsarbeit erfordert hätten. SDA wirkt damit weniger wie ein Bruch mit der etablierten Automatisierungspraxis als vielmehr wie eine konsequente Weiterentwicklung davon.

KI-generierte Erkenntnisse ermöglichen es den Betreibern, in der Fertigung in Echtzeit zu handeln.

Bilder: Rockwell Automation

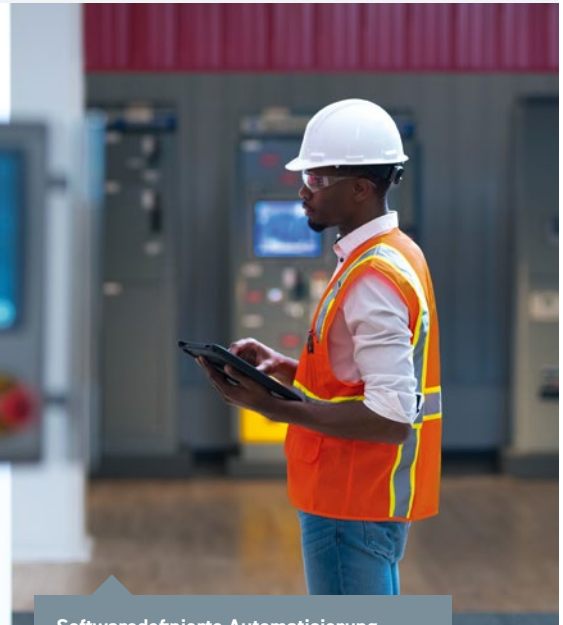


KI bewegt sich vom Konzept auf den Shopfloor

Künstliche Intelligenz ist in Diskussionen über Industrietechnologie nahezu allgegenwärtig geworden und hat dabei berechtigte Skepsis erzeugt. Die produktivere Betrachtungsweise besteht darin, KI als eine Klasse von Werkzeugen zu behandeln. Entscheidend ist nicht, ob KI in einem System vorhanden ist, sondern ob die eingesetzten Fähigkeiten echte betriebliche Probleme auf messbare Weise lösen. Die Anwendung von maschinellem Lernen im Energiemanagement hat ein bedeutendes Potenzial gezeigt, Optimierungsmöglichkeiten zu identifizieren, die regelbasierte Steuerung nicht ohne Weiteres erfassen kann.

IM KERN LIEGT DIE FRAGE, WELCHE TECHNOLOGIEN, ARCHITEKTUREN UND PARTNER IN DEN NÄCHSTEN FÜNF JAHREN ECHTEN MEHRWERT LIEFERN WERDEN UND WELCHE KAUM MEHR ALS MODISCHE KOMPLEXITÄT DARSTELLEN.

Auf Geräteebene stellt die Integration von KI-Fähigkeiten in speicherprogrammierbare Steuerungen eine bedeutende Entwicklung dar. Durch die Erweiterung bestehender SPS-Plattformen um KI-fähige Software können Hersteller Selbstoptimierungsfunktionen erschließen, ohne bewährte Hardware ersetzen zu müssen. Das senkt die Einstiegshürde für die KI-Einführung erheblich. Darüber hinaus reduzieren KI-generierte Empfehlungen in



Softwaredefinierte Automatisierung verlagert Intelligenz auf flexible Softwareebenen, sodass Ingenieure Systeme von überall aus optimieren können.

zu geben, sondern auch zu handeln. Innerhalb vom Bediener festgelegter Grenzen können solche Systeme autonom definierte Maßnahmen ergreifen. Auf dem Shopfloor bedeutet dies, dass Agenten die Geräteleistung überwachen, Wartungsabläufe auslösen oder die Bewegung autonomer mobiler Roboter koordinieren, ohne dass an jedem Entscheidungspunkt ein menschlicher Eingriff erforderlich ist.

Autonome mobile Roboter haben sich zunehmend im Mainstream-Einsatz etabliert. Mit wachsender Roboterpopulation wird die Fähigkeit, sie in koordinierten Flotten statt als Einzeleinheiten zu verwalten, betrieblich unverzichtbar. Roboter beginnen zudem, nicht nur als Aktuatoren zu fungieren, sondern als Sensoren und Datensammler. Ausgestattet

ihrem spezifischen Kontext Früchte tragen werden. Ein nachhaltiger Ansatz beginnt mit der Frage nach dem angestrebten betrieblichen Ergebnis. Wer konsequent prüft, welche Technologien am besten geeignet sind, definierte Ergebnisse innerhalb der bestehenden Umgebung, des Kompetenzprofils und des Investitionszyklus zu liefern, filtert einen Großteil des Rauschens heraus.

Die Auswahl der richtigen Partner ist ebenso wichtig. Co-Innovations-Beziehungen, bei denen Technologieanbieter eng mit Endanwendern zusammenarbeiten, um Lösungen an reale Anforderungen anzupassen, werden zunehmend zum differenzierenden Faktor. Unternehmen, die Technologieeinführung als fortlaufenden kollaborativen Prozess betrachten, navigieren Phasen des raschen Wandels erfolgreicher als jene, die sie als eine Reihe diskreter Einkäufe behandeln.

Die Konvergenz von softwaredefinierter Automatisierung, fortschrittlicher Robotik und künstlicher Intelligenz verändert grundlegend, was Industriebetriebe leisten können. Die Technologie ist aber nur ein Teil der Gleichung. Der eigentliche Unterschied liegt in der Umsetzung. Unternehmen, die strategische Klarheit, die richtigen Partnerschaften und einen disziplinierten Ansatz bei der Einführung miteinander verbinden, werden mit dieser Transformation nicht nur Schritt halten. Sie werden definieren, wie sie aussieht.

« TB



» DIE KONVERGENZ VON SOFTWAREDEFINierter AUTOMATISIERUNG, FORTSCHRITTLICHER ROBOTIK UND KÜNSTLICHER INTELLIGENZ VERÄNDERT GRUNDLEGEND, WAS INDUSTRIEBETRIEBE LEISTEN KÖNNEN. «

GUNTHER SÄLZLER

Echtzeit die Zeit, die Bediener mit der Suche nach Daten und Dokumentationen verbringen, erheblich und verbessern so Effizienz und Reaktionszeiten.

Agentische KI und das aufkommende Flotten-Modell

Eine weitere Entwicklung nimmt in Form der agentischen KI Gestalt an. Softwareagenten werden hier nicht nur befähigt, Ratschläge

mit Kameras, Umgebungssensoren und eingebetteter KI überwachen sie kontinuierlich ihre Umgebung, identifizieren Risiken und verfolgen den Zustand von Anlagen.

Den richtigen Weg nach vorn wählen

Für Unternehmen, die sich in diesem Umfeld zurechtfinden, besteht die praktische Herausforderung darin, einen klaren Blick dafür zu entwickeln, welche Investitionen in

Gunther Sälzler ist Director Software & Control EMEA bei Rockwell Automation.



Niklas Backhausen aus der Abteilung Entwicklung und Innovation von ACE konzipierte das neue Gerät zur Demonstration von Schwingungen und deren Behebung im Maschinenbau.

Bilder: ACE Stoßdämpfer

Jörg Brinkmann, seit fast 20 Jahren als ACE-Schulungsleiter tätig, hatte einen Plan: Neben den Themen Dämpfungstechnik und Geschwindigkeitsregulierung wollte er den Bereich der Schwingungen in seine Vortragsreihe integrieren. Nach einer Veranstaltung an der Technischen Hochschule Ostwestfalen-Lippe unterhielt er sich darüber mit Prof. Dr.-Ing. Theo Kiesel vom Fachbereich Maschinenbau und Mechatronik. Dieser war aufgeschlossen, im Rahmen einer Bachelorarbeit einen Anforderungskatalog zu erstellen, wie ein Demonstrationsgerät aussehen könnte und was gezeigt werden sollte, um Auswirkungen von Vibrationen auf das Verhalten von Maschinen didaktisch zu veranschaulichen. Das Umsetzungsergebnis eines der Studierenden der Hochschule für angewandte Wissenschaften mit Promotionsmöglichkeit in Ostwestfalen-Lippe mit Sitz in Lemgo und weiteren Standorten in Detmold und Höxter war von der Konzeption her und mittels zahlreicher 3D-gedruckter Bauteile beachtlich. Da ACE und Jörg Brinkmann planten, eigene Standardkomponenten zu integrieren, nahm das Schulungsteam einige Modifikationen vor und realisierte in der Folge ein Demonstrationsgerät für die Schwingungstechnik.

— ELEKTRISCHE, HYDRAULISCHE UND PNEUMATISCHE BREMSEN SIND IN EINEM GERÄT VEREINT. —

VERSUCH MACHT KLUG

Wie veranschaulicht man plastisch die Auswirkungen von schädlichen Schwingungen an Maschinen? ACE Stoßdämpfer antwortet darauf mit einem neuen Demonstrationsgerät für Schulungen. » VON ROBERT TIMMERBERG

ACE-Gerätepark für Schulungen erhält Zuwachs

Bei den von ACE gratis für verschiedenste technische Lehrinstitute angebotenen Schulungen setzt das zur Stabilus-Gruppe gehörende Unternehmen bereits unterschiedliche Demonstrationsobjekte ein. Dazu gehört neben einem Federbaum, der aus diversen Industrie-Gasdruck- und -Gaszugfedern besteht und der Veranschaulichung der Geschwindigkeitsregulierung dient, auch ein Falltester. An diesem werden sowohl Schwerkraft und kinetische Energie als auch Verzögerungskräfte von Massen vorgeführt. Dies geschieht eindrucksvoll, wenn auch schwere Lasten anhand von Klein- und Industriestoßdämpfern auf den Punkt genau und ohne Zerstörung von empfindlichen Objekten wie etwa aus Glas oder Porzellan abgebaut werden. Zur Verdeutlichung weiterer Vorteile dieser hydraulisch und stromlos funktionierenden Komponenten nutzt das Schulungsteam zudem eine Konstruktion, mit deren Hilfe sich gängige Methoden der Endlagendämpfung miteinander vergleichen lassen. Hier sind in einem Gerät elektrische, hydraulische und pneumatische Bremsen vereint, die in einem Versuch jeweils dieselbe Masse zu verzögern haben. Dabei schneiden die Industriestoßdämpfer zum einen dank linearer Kennlinien und gleichmäßiger Verzögerung über den gesamten Bremsweg sowie aufgrund der zum Abbremsen nicht erforderlichen Versorgung mit Druckluft und Strom am vorteilhaftesten und nachhaltigsten ab.

Die Latte für das neu zu realisierende Demonstrationsgerät für den Bereich der Schwingungstechnik lag also hoch. Aus diesem Grund holte Jörg Brinkmann seinen Kollegen Niklas Backhausen aus der Abteilung Entwicklung und Innovation für die neue Konstruktion mit ins Boot. Während Niklas Backhausen sich um das Didaktikkonzept, die Integration von entscheidenden Komponenten zum Abbau von Vibrationen und Schwingungen sowie um die Endabnahme kümmerte, wurde noch ein Spezialist aus dem Bereich Sondermaschinenbau hinzugezogen. Dieser steuerte Auslegung, Antrieb, Steuerung und Schaltschrank bei.

Neues Demonstrationsgerät für die Schwingungstechnik

Als Resultat dieser Kooperation ist nun ein vollkommen neues, leicht zu transportierendes Demonstrationsgerät für die Schwingungstechnik entstanden. Es besteht aus Aluminiumprofilen als Grundkorpus und einer blauen Platte mit zwei Griffen, die als Gewicht fungieren. Unterhalb der Platte befindet sich ein elektrischer Vibrationsmotor. Die blaue Platte kann im Korpus wahlweise in der

rechten Position oder links montiert werden. Auf der rechten Seite ist die Platte samt Motor fest mit dem Grundgestell verschraubt. Wird dieser eingeschaltet, lässt sich sehr anschaulich darstellen, was passiert, wenn in einer Maschine Vibrationen auftreten und diese nicht isoliert werden. Die ganze Einheit vibriert dann und fängt an, auf dem Boden zu „wandern“.

DAS BELASTUNGSSPEKTRUM REICHT VON 300 GRAMM BIS 2.000 KILOGRAMM.

Zur Erzielung von Aha- und von Lerneffekten ist es möglich, die blaue Platte von der rechten Seite abzuschrauben. Sie lässt sich dann leicht auf der linken Seite neu befestigen, wo sie für Schulungszwecke auf Schwingungsisolatoren von ACE vom Typ AAM gelagert wird. Dabei handelt es sich um ein Akronym für All Attitude Mounts und um Schwingungen isolierende Verbindungselemente, die in jeder gewünschten Raumachse montierbar und für Belastungen in Schub-, Druck- und Zugrichtung einsetzbar sind, wobei sie Belastungen zwischen 0,5 und 22,7 Kilogramm aufnehmen. Mit einer Eigenfrequenz von 16 bis 46 Hertz kommen die standardmäßig aus verzinktem Metall und mit Gummibauteilen aus Neopren gefertigten AAM in vielen industriellen Applikationen zum Einsatz, wenn empfindliche Maschinenelemente vor schädlichen Vibrationen geschützt werden sollen.

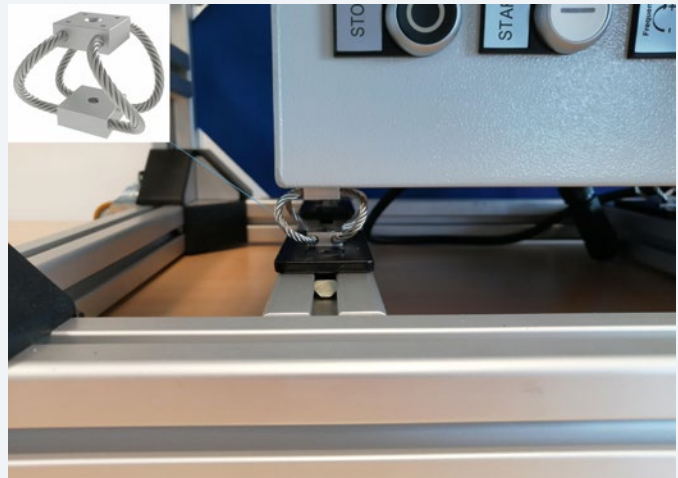
KOSTENLOSE SCHULUNGEN UND VORFÜHRUNGEN

Kostenlose Produktvorführungen und Schulungen lassen sich mit dem Schulungsteam des Unternehmens aus Langenfeld im Rheinland vereinbaren. Kleingruppen bis zu acht Personen erhalten eine persönliche Beratung im Rahmen eines Besuchs. Dabei stellt ein Repräsentant von ACE den Teilnehmenden beispielhafte Lösungen aus dem Produktspektrum der vier Unternehmensbereiche vor. Andererseits können auch je nach Kundenwunsch bestimmte Facetten der Dämpfungs- oder Schwingungstechnik beleuchtet oder Komponenten zur Geschwindigkeitsregulierung oder zur Sicherheit von Konstruktionen demonstriert werden.



Exemplarischer Einsatz: All Attitude Mounts, die Schwingungen isolierenden Verbindungselemente von ACE, sind in jeder gewünschten Raumachse montierbar und für Belastungen in Schub-, Druck- und Zugrichtung einsetzbar.

Mustergültige Montage an neuem Demonstrationsgerät: Drahtseilfedern von ACE sind selbst unter Extrembedingungen die Lösung für die professionelle Lagerung und Vibrationsisolierung von leichten oder schweren Geräten und Maschinen.



Veranschaulichung guter und schlechter Schwingungsisolierung

Im Schulungsfall ist das Gerät so ausgelegt, dass zwei Betriebszustände dargestellt werden können. Auf diese Weise erleben die Studierenden, was passiert, wenn zum einen eine gute Isolierung und zum anderen eine schlechte nahe am Resonanzbereich gewählt worden ist. Diese Lektion gelingt dem ACE-Schulungsteam, weil die Erregerfrequenz des Vibrationsmotors einstellbar ist. Zusammenfassend kann die Einheit diese drei möglichen Szenarien darstellen:

- 1. Fest verschraubt:** Keine Schwingungsisolierung der Maschine, die Konstruktion vibriert, schaukelt sich auf und beginnt, deutlich zu wackeln, was absolut unerwünscht ist.
- 2. Gut isoliert:** Die Maschine ist auf Schwingungsisolatoren mit einer Erregerfrequenz für gute Isolierung montiert, sodass ihr Gewicht exakt gelagert und die Schwingungsamplitude sehr klein ist, was zu einem ruhigen Betrieb führt.
- 3. Schlecht isoliert:** Die Maschine ist ebenfalls durch Schwingungsisolatoren gelagert, allerdings mit einer Erregerfrequenz für schlechte Isolierung montiert, wobei die Schwingungsamplitude sehr hoch

ist, sodass das Gewicht beginnt, sich aufzuschaukeln.

Zu guter Letzt haben die Experten in ihrem neuen Demonstrationsgerät für die Schwingungstechnik auch den Schaltschrank abgesichert und die empfindliche Elektronik vor Schwingungen geschützt. Dies gelang durch die Integration von Drahtseilfedern. Auch diese Produkte mit der Typbezeichnung WR, dem Akronym für Wire Ropes, dämpfen, isolieren und entkoppeln Vibrationen wirksam. Dafür sind die Drahtseile aus Edelstahl und die Riegel, welche die Seile klemmen, auf Wunsch aus Edelstahl oder Aluminiumlegierungen gefertigt, wodurch sie sich durch hohe Widerstandskräfte und lange Standzeiten auszeichnen. Die Drahtseilfedern isolieren eine breite Palette unterschiedlicher Vibrationen und decken ein Belastungsspektrum von 300 Gramm bis 2.000 Kilogramm ab. Damit sind sie neben der Lagerung der Schaltschrank-Elektronik ebenso geeignet für die Isolierung empfindlicher Festplatten und Messapparaturen wie für die von Containern und Schwermaschinen.

« KIS

Robert Timmerberg M. A. ist Fachjournalist (DFJV) und Geschäftsführer von plus2 in Düsseldorf.

SCHÜTZEN MIT SYSTEM

Was muss eine Produktionsmaschine in der Bearbeitung einstecken? Wenn es nach Hema geht, nichts. Das Unternehmen entwickelt und fertigt Schutzsysteme rund um die Werkzeugmaschine. In einer Übersicht nennt es die entscheidenden Kriterien, mit denen sich die Standzeiten von Maschinen verlängern und ihre Performance verbessern lassen. » VON ANJA SCHÜTRUMPF

In der Teilefertigung ändert sich einiges: Die zu fertigenden Komponenten werden komplexer. Um nicht an Produktivität zu verlieren, werden verschiedene Zerspanungsverfahren auf Kombinationsmaschinen vereint. Das ändert auch die Anforderungen an den Maschinenschutz: Waren vor einigen Jahren eher einzelne Faltenbälge oder Abdeckungen zum Schutz empfindlicher Maschinenteile gefragt, erfordert das zunehmende Zerspanungsvolumen heute passgenaue Schutzsysteme, damit Anlagen die komplexeren, schnelleren Prozesse über lange Standzeiten leisten können. Jürgen Heberer vom Technischen Vertrieb bei Hema Maschinen- und Apparateschutz, einem Unternehmen mit langjähriger Erfahrung in der Entwicklung und Herstellung verschiedener Schutzsysteme rund um die Werkzeugmaschine, schildert, worauf es bei einem zuverlässigen Maschinenschutz ankommt:

1. Entwicklungskompetenz

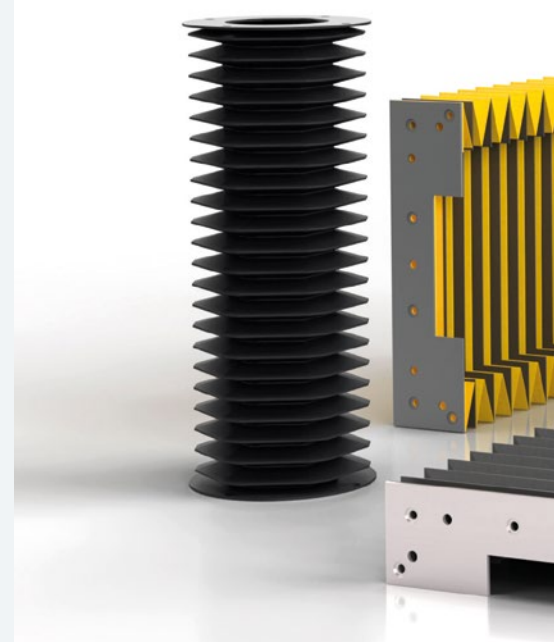
Die wichtigste Eigenschaft: Eine Schutzabdeckung ist ein Maßanzug, der jede Bewegung

schadlos mitmacht. Ob klassischer Faltenbalg als Schutz oder verfahrbare Rückenwandsysteme und Dachabdeckungen: „Eine Schutzabdeckung für eine Produktionsmaschine ist so komplex wie die Maschine selbst“, sagt Heberer. Bis sie richtig sitzt, braucht es Konstruktions- und Prozess-Know-how. „Es gilt, im vorgegebenen Bauraum das richtige Verhältnis aus Bewegungswiderstand, Dichtheit und Haltbarkeit zu finden, damit Schutzkomponenten hohe Prozessgeschwindigkeiten und spezifische Spindelbewegung

» EINE SCHUTZABDECKUNG FÜR EINE PRODUKTIONSMASCHINE IST SO KOMPLEX WIE DIE MASCHINE SELBST.«

JÜRGEN HEBERER

gen mitmachen.“ Entscheidend dafür ist eine genaue Aufgabenstellung: Welche Teile der Maschine sind vor welchen Einflüssen zu schützen? Wie viel Bauraum steht zur Ver-



fügung? Wo ist die Spindeldurchführung zu berücksichtigen? „Im Idealfall entsteht das Schutzkonzept schon während der Entwicklung der Maschine“, sagt Heberer. „Im gemeinsamen Austausch können wir den Schutzbedarf der Maschine genau dimensionieren, spezifische Anforderungen an die Bedienung frühzeitig berücksichtigen und just-in-time zur Inbetriebnahme ausliefern.“

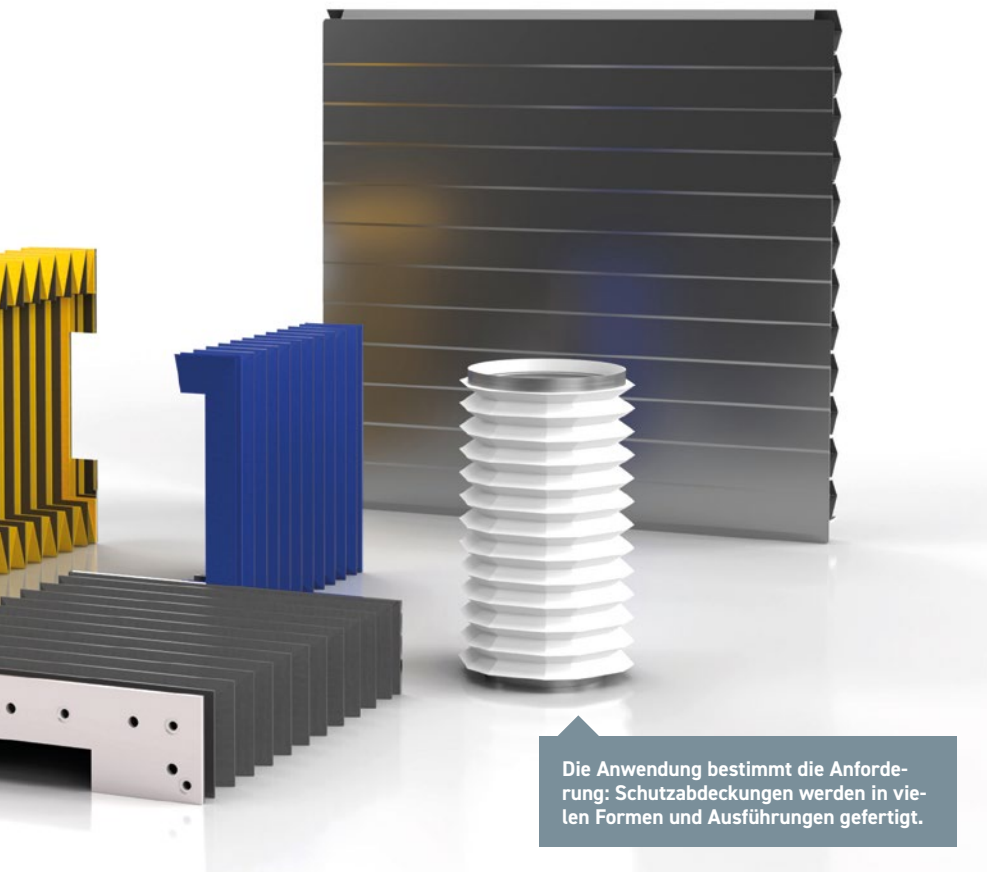
2. Individuelle Konzeption

Schutzabdeckungen sind dabei konstruktiv-technisch nahezu keine Grenzen gesetzt. Abmessungen von wenigen Zentimetern sind genauso realisierbar wie XXL-Formate mit einer Größe von acht mal fünf Metern oder 32 Metern Länge. Maschinenarchitekturen, die einen gebogenen Verlauf der Abdeckung erfordern, sind ebenso machbar wie Schutzsysteme, die mehrere Achsen zugleich ummanteln. Als Basis der Entwicklungsarbeit nutzt Hema seine Baukastensysteme: Die Faltenbälge der Reihe Elastic bestehen aus einem Faltenmaterial und einem stabilisierenden PVC-Rahmen. Samurai ergänzt diese um Federstahllamellen, die das Faltenmaterial zum Beispiel in HSC-Anwendungen vor heißen Spänen schützen. Rollbandabdeckungen und Gliederschürzen, Teleskopabdeckungen und Spiralfedern runden das Portfolio ab.

Neben der Konstruktion ist es das Faltenmaterial, das über die Leistungsfähigkeit des Schutzsystems entscheidet. „Auch hier bestimmt die Anwendung die Anforderung“, so Heberer. In CNC-Anlagen muss das Gewe-

Hema führt zur Qualitätssicherung seiner Produkte Lebensdauertests durch, für die das Unternehmen eigene Prüfstände betreibt.





Die Anwendung bestimmt die Anforderung: Schutzabdeckungen werden in vielen Formen und Ausführungen gefertigt.



Dachabdeckungen schützen den Maschineninnenraum und ermöglichen zugleich eine Beladung oder Revision von oben.
Bilder: Hema Maschinen- und Apparateschutz.

be unempfindlich gegen scharfkantige, glühende Späne sowie gegen Kühlschmierstoffe sein. In Laser-, Plasma- und Schweißanwendungen sowie im 3D-Druck sind selbstverlöschende und Hochtemperaturmaterialien die richtige Wahl. Aber auch Eigenschaften wie ein leichtes Gewicht oder Transluzenz können mithilfe des passenden Faltenmaterials für das Schutzsystem realisiert werden. Hema nutzt dafür ein breites Portfolio an Geweben, das von Polypropylen und Polyurethan bis hin zu Teflon, PVC oder Para-Aramid reicht.

➤ DA ES KEINEN MASCHINENSCHUTZ VON DER STANGE GIBT, ENTSTEHT ZWANGSLÄUFIG VIELES IN HANDARBEIT. UND AUF DIE MUSS MAN SICH VERLASSEN KÖNNEN.«

JÜRGEN HEBERER

3. Qualitätssicherung

„Die Materialauswahl muss belastbar sein“, betont Heberer. „Dafür ist es als Maschinenbauer oder -betreiber entscheidend, sich auf eine durchgängige Qualität verlassen zu können.“ Hema führt dafür regelmäßig stichprobenhafte Lebensdauertests durch, für die das Unternehmen eigene Prüfstände betreibt. Dort erfassen Ingenieurinnen und Ingenieure unter anderem das Knickverhalten der Materialien, die Rückstellkräfte

der Abdeckungen beim Ausfahren und Zusammendrücken sowie das Verhalten der Andruckkräfte an Lamellen. In den Versuchen werden Faltenbälge auf langen Verfahrenswegen mit in der Praxis erreichbaren Maximalbeschleunigungen beaufschlagt; einzelne Produkte absolvieren dabei mehr als 1,5 Millionen Lastwechsel.

Auch die Fertigung selbst muss verlässlichen Qualitätsstandards folgen. „Da es keinen Maschinenschutz von der Stange gibt, entsteht zwangsläufig vieles in Handarbeit“, so Heberer. „Und auf die muss man sich verlassen können.“ Hema plissiert die Falten maßgenau und schneidet sie zu. Der dauerhafte Verbund mit Stütz- beziehungsweise Führungsrahmen erfolgt mit Verbindungstechniken wie unter anderem HF-Schweißen, thermischem Verkleben oder Laminieren. Das Unternehmen wird regelmäßig nach den Vorgaben der DIN EN ISO 9001 zertifiziert. Das erfolgt nicht nur an seinem Hauptsitz im hessischen Seligenstadt. Alle europäischen Standorte des internationalen Herstellers sind nach der internationalen Qualitätsnorm zertifiziert. Darüber hinaus sorgen eigene kontinuierliche Fertigungs- und Produktschulungen, dass an allen Hema-Standorten in Europa und Asien eine durchgängige Qualität der Produkte gewährleistet ist.

4. Maschinenpartner

„Der passende Maschinenschutz hat einen maßgeblichen Anteil an der Produktivität einer Anlage“, so Heberer. „Es ist daher sinn-

voll, auch Anknüpfungspunkte zu weiteren Prozessen zu betrachten und dort einen nahtlosen Übergang zu gewährleisten.“ Zum Beispiel das Thema Handling: Hema konzipiert seine Schutzsysteme für die einfache Vor-Ort-Montage durch den Kunden. Montagefertig angeliefert, sind sie dann schnell einsatzbereit. Oder das Beispiel Retrofit: Auch für maßgeschneiderte Schutzsysteme gilt, dass sie bei Beschädigung problemlos ausgetauscht werden können. Hema verfügt über eine Datenbank an Konstruktionsunterlagen seiner Bauteile. Eine lückenlose Dokumentation und Prüfung gemäß ISO 9001:2015 stellt sicher, dass bei Verschleiß alle Bauteile jederzeit reproduziert und ersetzt werden können. Machen geänderte Anforderungen und Vorgaben in der Arbeitssicherheit zusätzliche Schutzvorkehrungen erforderlich, lassen sich viele Hema-Schutzsysteme wie Faltenbälge, komplexe Dachabdeckungen oder auch einfachere Lamellenschürzen als Nachrüstteile installieren.

Und schließlich das Thema Lösungskompetenz: Das sieht Heberer nicht allein im Prozessverständnis begründet. „Hersteller mit breitem Produktportfolio können Maschinenperformance weiterdenken“, so der Techniker. „Und indem sie ganzheitliche Lösungen aus einer Hand bieten, ersparen sie zudem Kunden eine Vielzahl an Lieferantenqualifizierungen.“ So verfügt Hema neben den Schutzabdeckungen auch über ein breites Angebot an Sichtsystemen, das Maschinensicherheitsscheiben und Drehfenster seiner Spinvista-Reihe umfasst. Mit pneumatischen Klemm- und Bremssystemen erhöht es auch die Sicherheit, wenn es um das Klemmen von Achsen oder bewegten Massen geht, Fail-Safe-Funktion inklusive.

« KF

Anja Schütrumpf arbeitet im Marketing bei Hema Maschinen- und Apparateschutz.

HIGH-PERFORMANCE FÜR DIE KEP-BRANCHE

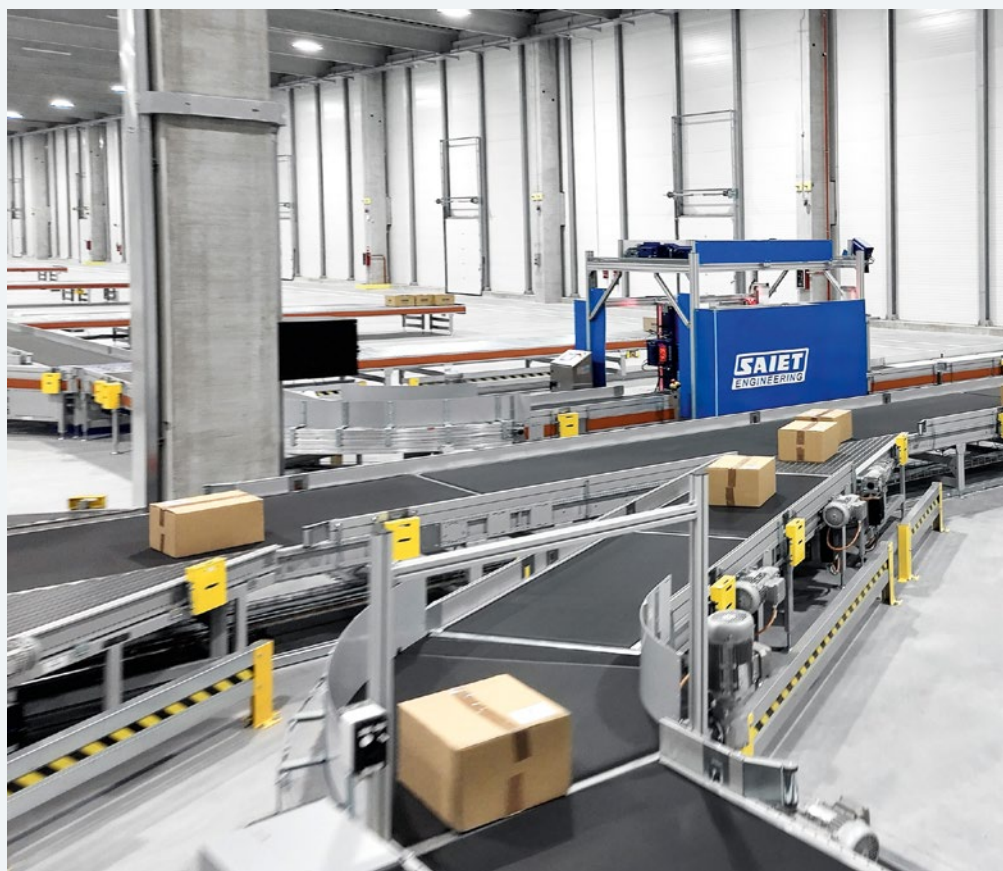
Die Paketlogistik gehört weltweit zu den dynamischsten Branchen überhaupt. Kurier-, Express- und Paketdienste (KEP) müssen täglich Millionen Sendungen zuverlässig zustellen – und das unter zunehmend komplexen Rahmenbedingungen. Denn während das Sendungsvolumen stetig wächst, nimmt die Verfügbarkeit von qualifiziertem Personal ab.

» VON LISA STERNER

Die Entwicklungen in der Paketlogistik zwingt Maschinen- und Anlagenbauer wie Saiset Engineering dazu, Logistiksysteme zu entwickeln, die bei minimalem Personaleinsatz maximale Durchsatzleistung und höchste Anlagenverfügbarkeit gewährleisten. Somit ist der Druck auf OEMs enorm, und moderne Verteilzentren erwarten neben Geschwindigkeit und Energieeffizienz auch Lösungen, die sich schnell integrieren lassen. Denn: Marktteilnehmer konkurrieren um immer kürzere Lieferzeiten für komplette Anlagen – oftmals nur zwei bis drei Monate bis zur Endinstallation. Für Unternehmen bedeutet dies, dass technologische Präzision, Standardisierung und Innovation zu wesentlichen Faktoren der Wettbewerbsfähigkeit werden.

Partnerschaft trifft auf Branchen-Know-how

Vor diesem Hintergrund setzt Saiset Engineering seit Jahren auf die enge Zusammenarbeit mit dem Antriebsspezialisten Lenze. Der italienische Maschinenbauer mit Sitz in Galliate, zirka 50 Kilometer westlich von Mailand, agiert international und statet Paketverteilzentren mit hochautomatisierten Logistiklösungen aus. Dabei verlässt sich das Unternehmen auf Antriebstechnik und System-Know-how, die optimal auf die Anforderungen der KEP-Industrie zugeschnitten sind. Bei einem aktuellen Projekt – der Entwicklung und Installation einer neuen Paketverteilanlage – wurde Lenze bereits in der frühesten Planungsphase eingebunden. Das gemeinsame Ziel war klar: Die Anlage sollte dynamisch arbeiten, den Materialfluss optimieren, energieeffizient sein und sich gleichzeitig einfach installieren und in Betrieb nehmen lassen. Gerade an Hochlasttagen wie Black Friday oder Cyber Monday müssen solche Systeme zuverlässig Spitzenlasten bewältigen. Das Ergebnis spricht für



Gemeinsam mit Lenze hat der italienische Maschinenbauer Saiset Engineering das erste Paket-sortiersystem entwickelt. In der neuesten Anlage ist unter anderem der dezentrale Frequenzumrichter i550 motec von Lenze im Einsatz.

Bilder: Lenze

sich: Bis zu 6.000 Pakete pro Stunde kann die Anlage verarbeiten und erfüllt damit die hohen Erwartungen der Branche.

Weniger Komplexität durch dezentrale Frequenzumrichter

Eine wesentliche Rolle in dieser Lösung spielt der dezentrale Frequenzumrichter i550 motec von Lenze. Er verkörpert jene Kombination aus Leistungsfähigkeit, Effizienz und Robustheit, die für moderne Logistiksysteme unerlässlich ist. Besonders die flexible und präzise Dimensionierung erweist sich als entscheidender Vorteil. Mit

hilfe des Lenze System Designers konnte die Antriebsauslegung exakt nach den realen Anforderungen der jeweiligen Applikation konzipiert werden. So ist sichergestellt,

AM BLACK FRIDAY ODER CYBER MONDAY MÜSSEN DIE SYSTEME SPITZENLASTEN BEWÄLTIGEN.

dass kein Antrieb überdimensioniert ist und keine unnötige Energie verbraucht wird – ein zentraler Aspekt für Unterneh-

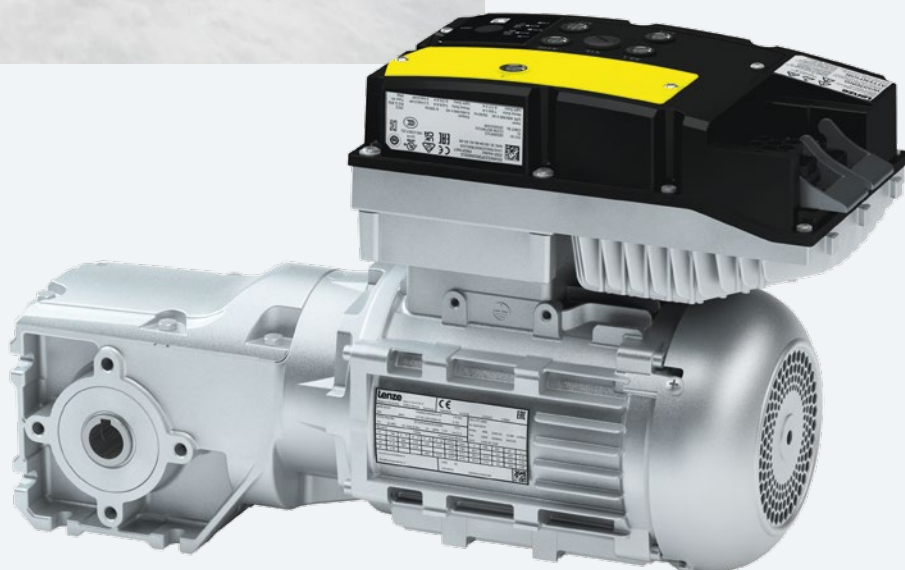


Ab Beginn der Planung der neuen Paketverteilanlage hat Lenze Saiset mit Know-how und Technologie unterstützt. Ziel war es, den Materialfluss und die Verfügbarkeit der Anlage zu optimieren sowie den Durchsatz zu erhöhen.

men, die steigende Energiekosten im Blick behalten müssen.

Ein weiterer wichtiger Baustein bei Anlagen wie dieser ist die Variantenreduzierung. Durch einen hohen Grad an Standardisierung, den der Frequenzumrichter i550 motec maßgeblich unterstützt, sinkt die Komplexität von Installation, Betrieb und Wartung deutlich. Weniger Varianten bedeuten geringere Ersatzteilbestände, niedrigere Lagerkosten und eine minimierte Fehleranfälligkeit beim Einbau. Im Umfeld großer Verteilzentren, in denen tausende Komponenten zuverlässig zusammenspielen müssen, ist dieser Effizienzgewinn nicht zu unterschätzen. Standardisierung wird

STANDARDISIERUNG WIRD ZU EINEM STRATEGISCHEN VORTEIL.



Durch seinen hohen Grad an Standardisierung und seine integrierte Rückspeiseeinheit reduziert der dezentrale Frequenzumrichter i550 motec von Lenze Kosten und Energie.

so zu einem strategischen Vorteil – nicht nur in der Planung, sondern über den gesamten Lebenszyklus der Anlage hinweg.

Energieeffizienz ohne zusätzliche Hardwarekosten

Besonders innovativ ist die integrierte Rückspeisefunktion: In Logistikanlagen entstehen durch beschleunigte und abbremsende Bewegungen regelmäßig generatorische Energien. Während klassische Systeme diese Energie ungenutzt in Wärme umwandeln und über Bremswiderstände abführen, speist dieser Umrichter sie direkt ins Netz zurück. Damit reduziert sich nicht nur der Energieverbrauch, sondern es entfallen auch zusätzliche Komponenten. Der CO₂-Fußabdruck einer Anlage kann so abhängig von der Anwendung um bis zu sieben Prozent verringert werden – ein deutliches Signal in einer Branche, die zunehmend unter Druck steht, ökologische Verantwortung zu übernehmen und Nachhaltigkeitsziele zu erfüllen.

Partnerschaft mit Weitsicht

Lenze steht Saiset auch in Sachen Service zur Seite. Als strategischer Partner begleitet das Unternehmen seine Kunden ganzheitlich, also von der ersten Planung über die Auswahl und Konfiguration der Komponenten, den Bau und die Inbetriebnahme bis hin zu Betrieb und Wartung. Dadurch erhalten sie einen

verlässlichen Partner an ihrer Seite, der technische Herausforderungen und strukturelle Marktveränderungen im Blick behält. In einer Branche, die stark von kurzen Innovationszyklen geprägt ist, entsteht so ein strategischer Vorteil, der über die rein technische Zusammenarbeit hinausgeht. „Durch die Partnerschaft mit Lenze sind wir schneller als unser Wettbewerb und dadurch näher am Endkunden“, fasst Alberto Sarto, CEO und Eigentümer von Saiset Engineering, die Kollaboration zusammen.

Die beiden Unternehmen zeigen, wie moderne Antriebstechnik, intelligente Systemplanung und langfristige Kooperation zusammenwirken können, um die Logistik der Zukunft zu gestalten. Während die Anforderungen der KEP-Industrie weiter steigen, liefern beide Unternehmen gemeinsam Lösungen, die leistungsstark, effizient und zukunftssicher sind.

« KIS

Lisa Sterner arbeitet im Bereich Corporate Communications & Change bei Lenze.



FUNKTIONALE SICHERHEIT IN DER FABRIKAUTOMATION

Starre Sicherheitskonzepte bremsen in der Automatisierung oft die Produktivität. Oft gilt noch immer das Alles-oder-Nichts-Prinzip: Betritt eine Person den Arbeitsbereich, wird die komplette Anlage abgeschaltet. Das kostet wertvolle Zeit und unterbricht den Produktionsfluss bis zum vollständigen Neustart. » VON ARNE LINDER

Diese Funktionsweise erfüllt zwar ihren Zweck, ist aber ein echter Hemmschuh für die Effizienz. Besonders in Anwendungen mit regelmäßigen Eingriffen zum Reinigen, Be- und Entladen, Kontrollieren oder Justieren mindern ständige Totalstopps den Durchsatz und erhöhen den mechanischen Verschleiß.

Da moderne Automatisierung heute immer leistungsfähiger wird und enger mit dem Menschen interagiert, wächst das Interesse an „Funktionaler Sicherheit“, das heißt kontrolliertem Weiterbetrieb statt vollständiger Abschaltung. Funktionale Sicherheit definiert präzise, wie sich die Maschine in Anwesenheit von Personen oder bei Fehlern verhalten soll und geht dabei weit über die beiden Optionen „an“ oder „aus“ hinaus.

Von starren Schutzzonen zu flexibler maschineller Sicherheit

Konventionelle Schutzkonzepte sind leicht nachzuvollziehen und ohne großen Aufwand zu validieren. Absperrungen, mechanische

Verriegelungen und Not-Aus-Schaltungen eliminieren Gefahren schlichtweg durch kompletten Stillstand. Bei modernen Anlagen ist es jedoch wirtschaftlich nicht mehr tragbar, bei jeder Annäherung von Menschen komplett auf die Produktivität zu verzichten.

— DIE TECHNISCHE HERAUSFORDERUNG BESTEHT NICHT DARIN, DIE ANZAHL DER SICHERHEITSMERKMALE ZU MAXIMIEREN, SONDERN DIE RICHTIGEN FUNKTIONEN IM ANGEMESSENEN VERHÄLTNIS ZUM REALEN RISIKO ZU IMPLEMENTIEREN. —

Funktionale Sicherheit betrachtet die Herausforderung differenzierter: Statt nur zwischen den beiden Extremzuständen zu entscheiden, definiert sie das Verhalten der Maschine bei veränderten Bedingungen. Kann eine Achse auf eine sichere Geschwindigkeit abbremsen? Lässt sich die Bewegung auf einen

bestimmten Bereich begrenzen? Oder kann ein Motor sicher im Stillstand gehalten werden, aber bestromt und steuerbar bleiben?

Normen und Risikobeurteilung: Grundlagen der funktionalen Sicherheit

Normen wie die IEC 61508 regulieren diese Überlegungen. Im Rahmen einer strukturierten Risikobeurteilung werden Gefahren identifiziert und nach Schweregrad sowie Eintrittswahrscheinlichkeit bewertet. Daraus leitet sich die Sicherheitsanforderungsstufe (Safety Integrity Level, SIL) ab. Die Sicherheitsfunktionen der Maschine müssen diese Anforderungsstufe durch ein kalkulierbares und verifizierbares Verhalten erfüllen.

Konkret bedeutet das: Anstatt alle Bewegungen zu stoppen, reduzieren Maschinen ihre Geschwindigkeit, begrenzen ihren Aktionsradius oder halten Achsen sicher im Stillstand, während die Steuerung aktiv bleibt. Entscheidend dabei ist, dass dieses Verhalten nicht aus dem Moment heraus geschieht oder auf bloßen Annahmen beruht. Vielmehr sind die entsprechenden Abläufe

als fester Bestandteil des Sicherheitskonzepts explizit definiert, getestet und validiert.

Effizienz durch funktionale Sicherheit im kontinuierlichen Betrieb

Funktionale Sicherheit hat den entscheidenden Vorteil, dass Maschinen sicher weiterarbeiten können, anstatt beim kleinsten Anlass außer Betrieb zu gehen. Funktionen wie die „sicher begrenzte Geschwindigkeit“ (Safe Limited Speed, SLS), der „sichere Betriebs-halt“ (Safe Operating Stop, SOS) oder die „sicher begrenzte Position“ (Safely Limited Position, SLP) ermöglichen manuelle Tätigkeiten ohne kompletten Systemstopp. So kann ein Bediener beispielsweise ohne Gefährdung Material zuführen, während sich eine Achse kontrolliert langsam weiterbewegt, oder Wartungsarbeiten durchführen, während die Antriebe aktiviert und steuerbar bleiben.

Mit der Zeit machen diese Feinheiten einen enormen Unterschied. Reduzierte Ausfallzeiten, flüssigere Arbeitsabläufe und weniger vollständige Neustarts summieren sich zu messbaren Leistungssteigerungen. Sicherheit ist und bleibt oberstes Gebot – doch mit der richtigen Planung, Hardware und Software muss sie nicht länger zu Lasten des Durchsatzes gehen.

Das Feedback – und warum es heute wichtiger ist denn je

Der Idealzustand hängt maßgeblich davon ab, wie zuverlässig das System Bewegungen überwachen und steuern kann. Viele Safe-Motion-Funktionen basieren darauf, dass genau bekannt ist, in welcher Position sich eine Achse befindet und wie schnell sie sich bewegt. Sind diese Daten falsch, wird die Sicherheitsfunktion selbst unwirksam – mit potenziell verheerenden Folgen.

Aus diesem Grund spielen sicherheitsbewertete Feedbackgeräte in modernen Systemen eine zentrale Rolle. Im Gegensatz zu Standard-Encodern verfügen sie über interne Diagnosefunktionen, die kontinuierlich auf Fehler prüfen. Wird ein Problem erkannt, kann das System in einen definierten sicheren Zustand wechseln, anstatt mit unzuverlässigen Daten weiterzuarbeiten.

Diese Abhängigkeit von der Feedback-Genauigkeit ist umso ausgeprägter, je leistungsfähiger die Maschinen werden. Linear-motoren, Präzisionsdrucksysteme und Anwendungen mit Direktantrieb müssen hochpräzise steuerbar sein, gerade auch, wenn sie mit Sicherheitsfunktionen betrieben werden.

Diesem Umstand tragen die jüngsten Aktualisierungen der Softwareplattform Safe Motion Monitor (SMM) von Kollmorgen Rechnung. Sie unterstützen nun zusätzliche sicherheitsbewertete Encoder-Protokolle, darunter hochgenaue und lineare Feedback-Systeme. Dadurch lassen sich Prinzipien der Funktionalen Sicherheit in Anwendungen integrieren, in denen dies zuvor nur schwer möglich war.

Angemessenes Sicherheitsrating: SIL 2 für gängige Anwendungen

Ein wesentlicher Grundsatz der Funktionalen Sicherheit ist die Einsicht, dass nicht jede Maschine das höchstmögliche Sicherheitsrating verlangt. In vielen gängigen Industrieanwendungen ist SIL 2 völlig ausreichend. Diese Lösung bietet ein ausgewogenes Verhältnis der notwendigen Risikominderung und der technischen Komplexität des Systems.

Höhere Integritätslevel wie SIL 3 bleiben Situationen vorbehalten, in denen die potenziellen Folgen eines Fehlers schwerwiegend sind bzw. eine kontinuierliche Gefährdung besteht. Bühnentechnische



Funktionale Sicherheit hat den entscheidenden Vorteil, dass Maschinen sicher weiterarbeiten können, anstatt beim kleinsten Anlass außer Betrieb zu gehen. Bild: © istockphoto.com

**DIE EFFEKTIVSTEN LÖSUNGEN
FÜR FUNKTIONALE SICHERHEIT SIND
VON ANFANG AN TIEF IM SYSTEM
VERANKERT.**



BERATUNG, SCHULUNG, SOFTWARE FÜR DIE ADDITIVE FERTIGUNG

- + Praxisnahe Trainings für Einsteiger und Profis
- + Über 30 Jahre Erfahrung in High-End-Industrien
- + Siemens NX AM Expert Partner und Reseller

Besuchen
Sie uns auf der
Rapid.Tech 3D
Stand 2-233

**Highlight: VR-Training und Digitalisierung
Ihrer Anlagen/Prozesse**

Mehr erfahren und
Beratung sichern!
www.AM-bitious.de

AMbitious
POWERED BY toolcraft



Antriebe mit integrierten Safe-Motion-Funktionen reduzieren den Bedarf an externer Hardware, vereinfachen die Validierung und machen das Systemverhalten transparenter. Bild: © istockphoto.com

Hebesysteme sind hierfür ein anschauliches Beispiel: Schwere Lasten bewegen sich über Personen, die sich über längere Zeit darunter aufhalten. Hier muss jedes Glied der Sicherheitskette – vom Antrieb bis zum Feedbackgerät – dasselbe hohe Integritätslevel erfüllen.

Flexibles Safety-Design für globale Standards

Aus konstruktiver Sicht kommt es dabei auf Flexibilität an. Es muss möglich sein, das richtige Sicherheitslevel für die Anwendung zu implementieren, ohne das gesamte System „überzudimensionieren“. Kontinuierliche Weiterentwicklungen im Bereich der Safe-Motion-Funktionen, wie etwa die Absicherung der Antriebe mit höher zertifizierten Feedback-Optionen, unterstützen die anwendungsgerechte Auslegung.

Die Nachfrage nach einem verhältnismäßigen, normenbasierten Safety-Design hat die Funktionale Sicherheit längst über ihren regulatorischen Ursprung hinauswachsen lassen. Während bei der frühen Akzeptanz noch die EU-Gesetzgebung maßgeblich war, so hat sich Funktionale Sicherheit in den vergangenen Jahren von einer regional begrenzten Notwendigkeit zu einem weltweiten Standard entwickelt.

Getrieben wird dieser Trend durch die Erwartungen der Kunden. Arbeitsunfälle fordern nicht nur einen hohen humanitären Preis, sondern bedeuten auch schwerwiegende rechtliche und finanzielle Konsequenzen sowie einen möglichen Reputationsverlust. Daher wächst auch in Regionen mit weniger strengen Vorschriften die Nachfrage nach dokumentierten, normenbasierten Safety-

Lösungen, die für alle Märkte einheitlich einsetzbar sind.

Sicherheit muss systematisch integriert werden

Die effektivsten Lösungen für Funktionale Sicherheit sind von Anfang an tief im System verankert. Antriebe mit integrierten Safe-Motion-Funktionen reduzieren den Bedarf an externer Hardware, vereinfachen die Validierung und machen das Systemverhalten transparenter. Plattformen wie die SMM-Software von Kollmorgen folgen diesem Integrationsprinzip, indem Safety-Funktionen direkt auf der Antriebsebene implementiert werden, anstatt sie nachträglich aufzusetzen.

EIN WESENTLICHER GRUNDSATZ DER FUNKTIONALEN SICHERHEIT IST DIE EINSICHT, DASS NICHT JEDE MASCHINE DAS HÖCHSTMÖGLICHE SICHERHEITSRATING VERLANGT. IN VIELEN GÄNGIGEN INDUSTRIEANWENDUNGEN IST SIL 2 VÖLLIG AUSREICHEND.

Moderne Konfigurationstools spielen hierbei eine zentrale Rolle. In grafischen Setup-Umgebungen lassen sich Sicherheitsfunktionen als fester Bestandteil des Maschinendesigns konfigurieren, testen und dokumentieren. So lässt sich das korrekte Verhalten bereits früh im Prozess verifizieren. Werden Anpassungen erforderlich – etwa die Unterstützung neuer Feedback-Technologien oder höherer SIL-Anforderungen – lassen sich diese oft über

Software-Updates realisieren, statt mit aufwendigen Hardware-Redesigns.

Genau hier liegt der größte Vorteil aktueller Entwicklungen in der Safe-Motion-Software: Anstatt radikale Veränderungen zu erzwingen, erfüllen sie die praktischen Anforderungen des modernen Maschinendesigns. Sie erweitern die Konzepte der Funktionalen Sicherheit auf ein breiteres Anwendungsspektrum, ohne bewährte Arbeitsabläufe zu ändern.

Sicherheit als Produktivitätssteigerer

Sicherheit gilt oft als Hemmschuh der Produktivität und als notwendiges Übel. In der Praxis ist jedoch häufig das Gegenteil der Fall. Denn indem Funktionale Sicherheit Maschinen ein sicheres Betriebsverhalten ermöglicht, statt sie einfach zu stoppen, unterstützt sie die engere Zusammenarbeit von Mensch und Automatisierung – ohne Kompromisse bei Compliance oder Arbeitsschutz. Da Automatisierungssysteme immer leistungsfähiger werden und sich zunehmend durchsetzen, ist die Fähigkeit, Risiken durch kontrolliertes Betriebsverhalten zu minimieren, mittlerweile unverzichtbar.

Die technische Herausforderung besteht nicht darin, die Anzahl der Sicherheitsmerkmale zu maximieren, sondern die richtigen Funktionen im angemessenen Verhältnis zum realen Risiko zu implementieren. Hierfür gilt es, die Anwendung genau zu verstehen, die entsprechenden Safety-Funktionen auszuwählen und sauber in die Antriebssysteme zu integrieren. Softwarebasierte Safe-Motion-Lösungen wie diejenigen der Automatisierungsplattformen von Kollmorgen unterstützen diese anwendungsorientierte Herangehensweise, indem sie Funktionale Sicherheit direkt in die Antriebs- und Steuerungsarchitektur einbetten.

Die jüngsten Updates der SMM-Software von Kollmorgen berücksichtigen den weitreichenden Fortschritt in der Branche. Anstatt gänzlich neue Konzepte einzuführen, erweitert die neueste Version die vorhandenen Safe-Motion-Funktionen. Dadurch können die Anforderungen moderner Maschinen an Leistung, Präzision und Integrität noch besser erfüllt werden. Kollmorgen reagiert damit auf den wachsenden Bedarf an Lösungen für Funktionale Sicherheit, die sich parallel zur Automatisierungstechnik weiterentwickeln, ohne den Komplexitätsgrad unnötig zu steigern.

« TB

Arne Linder ist Product Manager Drives bei Kollmorgen Europe.

PER DRAG & DROP SIMULATIONEN ERSTELLEN

Bosch Rexroth unterstützt das Engineering von Materialflusssystemen mit realitätsnahen Simulationen in Visual Components. Das Unternehmen begleitet Projektierungen digital – von der Layoutvalidierung über technische Optimierung bis hin zur virtuellen Inbetriebnahme. In der Batteriefertigung und im Batterierecycling hat sich dieser Ansatz bereits bewährt.

» VON MATTHIAS WILHELM

Bosch Rexroth zählt zu den führenden Herstellern von Materialflusssystemen. Die Transfer- und Fördertechnik des Unternehmens wird von Maschinenbauern, Systemintegratoren und Unternehmen für Automatisierungslösungen in den unterschiedlichsten Branchen und Bereichen genutzt. Dazu zählen die Verpackungs-, Lebensmittel- und Elektronikindustrie als auch die Automotive- und Batteriebranche. Um seine Kunden und Partner bei der Planung und Inbetriebnahme ihrer Lösungen optimal zu unterstützen, hat Bosch Rexroth Softwarebausteine für die digitale Simulation von Materialflusssystemen erstellt.

„Die Komplexität von produktionslogistischen Systemen wächst, und der Wettbewerbsdruck für die Optimierung von Prozessen und Ressourcen steigt“, sagt Dominik Groicher, Senior Business Development Manager Consumer Packaged Goods bei Bosch Rexroth. „Die Simulation von Fördertechnik ist ein bewährter Ansatz, um den Herausforderungen bei der Auslegung komplexer Systeme zu begegnen. Planungsfehler können in einer kontrollierten Umgebung frühzeitig erkannt und behoben werden,



um späteren Mehraufwand, Kosten und die Verzögerung von Projekten zu vermeiden.“

Bosch Rexroth erstellt Simulationsbibliothek für Visual Components

Als digitale Plattform für Materialflusssimulationen nutzt Bosch Rexroth die 3D-Simulationssoftware Visual Components. Diese kann

Mit der 3D-Simulationssoftware Visual Components optimiert Bosch Rexroth seine Materialflüsse digital.

Bild: Visual Components



Schnelle Multi-CAD Visualisierung für Desktop, Web, Mobile und VR.

- » Ultra-schnelle Ladezeiten
- » Mehr als 180 Funktionen
- » Intuitive Bedienung
- » Viele Datenformate – Plus Multi-CAD
- » Visualisierung großer 3D-CAD-Modelle
- » Unternehmenslösung für alle Prozesse
- » Integrationsfähigkeit

Software
kostenlos testen:
viewer.kisters.de



Hannover Messe | Halle 17 – Stand F32

KISTERS



Das Vorgehen unterstützte das Projektteam bei der Konzeption und Umsetzung einer der weltweit ersten automatisierten Batteriemodulentladeanlagen der BLC – The Battery Lifecycle Company am Standort Magdeburg.

Bild: Bosch Rexroth

das gesamte Engineering durchgängig unterstützen: von der ersten Visualisierung der Layouts über die Optimierung technischer Parameter und Ressourcen bis hin zur virtuellen Inbetriebnahme der Steuerung. Die Software bietet dabei eine intuitive Benutzeroberfläche und kann dadurch auch von Anwendern ohne tiefgreifende Kenntnisse für ihre jeweilige fachliche Domäne eingesetzt werden.

Visual Components stellt in seiner Online-Bibliothek (eCatalog) einen umfangreichen Katalog mit 3D-Modellen von Fabrikkomponenten führender Hersteller bereit, die durch integrierte Bewegungsachsen, Materialflusslogiken und technische Parameter bereits voll simulationsfähig sind. Gemeinsam mit Visual Components brachte Bosch Rexroth Simulationsmodelle seiner Produkte in diese Bibliothek. Die meisten Transfer- und Fördersysteme sowie die kollaborativen Roboter von Kassow Robots wurden bereits integriert, die übrigen Systeme, wie das High-speed Motion-System ctrlX Flow^{HS}, sollen alsbald folgen.

Durch eine spezielle Schnittstelle unterstützt Visual Components den Industriestandard OPC UA. Sie ermöglicht es, 3D-Modelle direkt mit einer realen Steuerung zu koppeln, um sie vor der Inbetriebnahme in einer virtuellen Umgebung zu evaluieren. In einem übersichtlichen Editor können reale Steuerungssignale per Drag & Drop mit den Simu-

3D-MODELLE LASSEN SICH DIREKT MIT EINER REALEN STEUERUNG KOPPELN.

lationsmodellen verbunden werden. Diese Funktion explorierte Bosch Rexroth für die virtuelle Inbetriebnahme einer Steuerung von Fördersystemen, die auf seiner Automatisierungsplattform ctrlX Automation basiert. „Unsere Simulationsmodelle im eCatalog sind aktuell primär auf Materialfluss- und Prozesssimulation ausgelegt“, erklärt Richard Verbeet, Systemarchitekt bei Bosch Rexroth. „Zukünftig wollen wir sie mit I/O-Signalen erweitern, um sie ohne aufwändige Anpassungen auch für eine virtuelle Inbetriebnahme einsetzen zu können.“

Durchgängige Unterstützung des Systemengineerings in drei Anwendungsstufen

Visual Components ermöglicht es Bosch Rexroth, Simulationen gemeinsam mit seinen Partnern und Kunden in drei Anwendungsstufen im Systemengineering zu nutzen. Um in einer frühen Konzeptphase eine Automatisierungslösung mit ihren Abläufen zu visualisieren und einen Eindruck vom Layout zu erhalten, können die erforderlichen Komponenten aus dem eCatalog per Drag & Drop in der virtuellen Umgebung platziert und miteinander verknüpft werden. Dadurch ist bereits eine erste Evaluierung der Prozesse und des Materialflusses möglich.

Danach lässt sich die Systemleistung validieren und optimieren. Simulation erlaubt die Analyse von Systemen über die Zeit: Die dynamische Bewegung von Material und Pro-

dukten durch das System kann beobachtet und mit statistischen Methoden ausgewertet werden, um Engpässe oder ineffizienten Ressourceneinsatz zu erkennen. Durchsatz-, Taktzeit- und Auslastungsmessungen ermöglichen die Bewertung einer Automatisierungslösung in einem Layout. Anhand der Analysen lassen sich unterschiedliche Entwürfe und Planungsstände vergleichen, um eine optimale Lösung zu ermitteln.

In einem letzten Schritt unterstützt die Simulation eine virtuelle Inbetriebnahme, um die reale Hardwaresteuerung für die Steuerung der Komponenten in Visual Components zu verwenden. Der Programmcode kann dabei schon in einer frühen Implementierungsphase ohne physische Hardware validiert werden. Fehler in der Steuerung oder Anlagenlogik können dadurch vor der technischen Inbetriebnahme vor Ort entdeckt und behoben werden, was zeitaufwändige Baustelleneinsätze und Beschädigungen an der Anlage vermeidet.

Einsatz im Digital Engineering der Batteriefertigung und im -recycling

In Projekten der Batteriefertigung und im Batterierecycling wird die durchgängige simulative Unterstützung für Automatisierungslösungen bereits eingesetzt. Insbesondere technologisch anspruchsvolle Innovationsprojekte werden von der ersten Konzeption bis zur Implementierung der Transportsteuerung durchgängig mit Simulationen unterstützt. In einer frühen Planungsphase visualisiert

das Unternehmen die Systemkomponenten in verschiedenen Layoutvarianten, um den Materialfluss für die Umgebung und gegebenenfalls weitere Prozesse, etwa Notfall- und Montageprozesse, zu evaluieren. Dadurch können sie die notwendigen Ressourcen und die Abläufe der Lösung diskutiert und abgestimmt werden.

Basierend auf dieser Evaluation werden eine Layoutvariante und die optimale Anzahl Werkstückträger für die Transportsysteme ermittelt. Simulativ wird dann für die spezialisierte Planungsvariante die Auslastung und Leistung der Systemkomponenten evaluiert, um die Einhaltung von Durchlaufzeiten und den Durchsatz zu validieren und optimieren.

Das Simulationsmodell wird danach von Bosch Rexroth für eine virtuelle Inbetriebnahme um die Signalmodelle der Transportsysteme und Komponenten erweitert. Die Visualisierung von Auswirkungen der Steuerung und die frühzeitige Identifikation von Fehlern ermöglichen den Programmierern dadurch eine wesentlich schnellere Implementierung. So kann die Installation einer Anlage mit einer virtuellen Umgebung unterstützt und die Einsatzzeit vor Ort signifikant reduziert

werden. Dieses Vorgehen unterstützte auch das Projektteam bei der Konzeption und Umsetzung einer der weltweit ersten automatisierten Batteriemodulentladeanlagen der BLC – The Battery Lifecycle Company am Standort Magdeburg.

Ziel ist eine vollständig digitalisierte Customer Journey

„Die Funktionen der Simulationssoftware und die Unterstützung beim Design unserer Digital Customer Journey entlang des System-Engineerings haben uns überzeugt“, resümiert Systemarchitekt Verbeet. „Die ersten Komponenten für den eCatalog wurden noch von Visual Components implementiert, aber mittlerweile haben wir das notwendige Know-how aufgebaut, um die Bausteine selbst zu erstellen.“ Neue Komponenten für den eCatalog werden vor dem Upload nur noch abschließend von dem Dienstleister geprüft. Bei technischen Fragen arbeiten die Entwickler aber auch weiterhin eng mit Visual Components zusammen, um sowohl die

Software als auch die Customer Journey für kommende Herausforderungen umzusetzen.

Die Integration der Simulationen in seine Toolchain ist für Bosch Rexroth ein wichtiger Schritt zur Realisierung einer vollständig digitalisierten Customer Journey. „Wir wollen das gesamte Engineering vom ersten Konzept bis zur Abnahme durch eine konsistente Werkzeug- und Datenkette digital begleiten“, erklärt Senior Business Development Manager Groicher. „Simulationsmodelle spielen dabei eine zentrale Rolle, um als digitale Zwillinge die Durchgängigkeit der Planung zu verbessern und Informationsverluste bei Systembrüchen zu reduzieren.“ Die Einbindung in das Ökosystem von ctrlX Automation ist dabei von großer Bedeutung: Sie ermöglicht es, die Auslegung von Materialflüssen und Prozessen mit der Implementierung von Steuerungen und der Installation von Automatisierungssystemen zu synchronisieren.

« KIS

Matthias Wilhelm ist Country Manager DACH bei Visual Components.

PROGRAMM-CODE KANN OHNE PHYSISCHE HARDWARE VALIDIERT WERDEN.

ANZEIGE

VERTRIEBSPROZESSE DIGITALISIEREN UND MEHR UMSATZ GENERIEREN

Mit einer nahtlosen Digitalisierung der Vertriebsprozesse erfüllen Hersteller individuelle Kundenbedürfnisse genauer, schneller und effizienter. Dies gelingt mit der P'X Industry Solution von Perspectix. Die 3D-Konfiguration, Projektierung und Kalkulation variantenreicher Produkte integriert sich nahtlos in vorhandene Systeme. Mit dem Webkonfigurator erschließen Unternehmen neue Käuferschichten im Internet.

DIE DIGITALISIERUNG sollte dort beginnen, wo Umsatz generiert wird. Die P'X Industry Solution optimiert Vertriebsprozesse und

sorgt für wichtige Vorteile im Wettbewerb. Die CPQ-Lösung von Perspectix dient als wichtige Schnittstelle zwischen technischem Vertrieb und potenziellen Interessenten. Hersteller modularer Produktsysteme in der Industrie erfüllen damit die Anforderungen ihrer Kunden fehlerlos und effizient. Vertriebsmitarbeiter konfigurieren schnell und sicher Produkte und komplexe Anlagen. Aussagekräftige Angebote mit Aufstellungsskizzen überzeugen die Kunden ebenso wie animierte, dreidimensionale Konfigurationen im Einbauräum. Ein Webportal ermöglicht einen projektbezogenen Dialog mit allen Projektpartnern.



Die CPQ-Lösung P'X Industry Solution digitalisiert Vertriebsprozesse und ebnet den Weg zur Online-Konfiguration. Bild: Perspectix



Anbieter: **Perspectix AG**
 Anschrift: Hardturmstraße 253
 8005 Zürich, Schweiz
 Telefon: +41 44 445 95 95
 E-Mail: Info@perspectix.com
 Internet: www.perspectix.com

Schnell zum Online-Angebot auf gleicher Datenbasis

Der Webkonfigurator generiert neue Aufträge im Internet: Kunden konfigurieren ihre Lösung selbst in ansprechenden 3D-Ansichten und leiten die Anfrage an die Vertriebsorganisation – ideal für vorkonfigurierte Produktvarianten oder das Ersatzteilgeschäft.

Digitize It: P'X Industry Solution von Perspectix

AUTOMATION MIT AUGENMASS IN PLANUNG UND FERTIGUNG

Bei Elektroanlagen Röring in Vreden ist der Schaltschrankbau konsequent digitalisiert: Laserbearbeitung mit Perforex LC, 3D-Planung und Routing mit Eplan Pro Panel sowie Werkerführung per Eplan Smart Mounting. Alle Beteiligten arbeiten mit einem Cloud-basierten digitalen Zwilling – für komplexe Steuerungen, unter anderem in Biogas-Anlagen und hoch automatisierten Produktionslinien. » VON GERALD SCHEFFELS



Für die 3D-Schaltschrankplanung nutzen die Röring Elektrokonstrukteure Eplan Pro Panel.

Was hat eine Event-Arena für Musicals mit einer Biogas-Anlage und einer roboterassistierten Produktionsstraße für Automobilkomponenten gemeinsam? Für alle drei Aufgabenfelder plant und baut die Elektroanlagen Röring GmbH in Vreden Schaltschränke – und übernimmt auch, wenn gewünscht, die komplette Elektroplanung einschließlich Automatisierung und SPS-Programmierung. So unterschiedlich diese Anwendungen sind: Es handelt sich immer um anspruchsvolle Projekte mit großem Steuerungsaufwand, entsprechend komplex sind die Schaltschränke und natürlich die Automatisierungstechnik sowie die SPS-Programmierung.

Kernkompetenz:
Steuerungstechnik für Biogas-Anlagen
Ein typisches Projekt ist „live“ in der Schaltschrankfertigung zu sehen und passt auch

» **WIR PRÜFEN SEHR GENAU, WAS UND WO WIR AUTOMATISIEREN, UND HABEN IMMER AUCH ARBEITERLEICHTERUNGEN DURCH ERGONOMIE UND VISUALISIERUNG IM BLICK.** «

MARKUS AAGTEN

deshalb gut, weil es für den aktuell größten Branchenschwerpunkt von Röring bestimmt ist. Geschäftsführer Markus Aagten: „Über Deutschland und sogar über Europa hinaus sind wir als Experten für den Schaltschrankbau von Biogas-Anlagen bekannt. Hier haben wir eine sehr gute Marktposition, auch bei Sonderanlagen, etwa für den „Gas-to-grid-Betrieb“.

Zu den „Leuchtturmprojekten“ von Röring in diesem Bereich gehört die größte Biomethan-Anlage Europas in Friesoythe.

Aber auch die Schaltanlage, die sich aktuell im Prüffeld befindet, ist komplex. Markus Aagten: „Die Biogas-Erzeugung ist ja kein diskreter Prozess mit vielen aufeinanderfolgenden Schritten, sondern quasi ein einziger großer Prozess mit vielen Variablen, die sich gegenseitig beeinflussen.“ Deshalb hängt bei den bis zu 63 Schaltschrankfeldern buchstäblich alles mit allem zusammen, wie man an den zahlreichen Verbindungsleitungen sieht. Entsprechend herausfordernd sind die Prüfung und die Endabnahme.

Elektro-Engineering: „Mit wenig viel schaffen“

Beim Elektro-Engineering arbeitet Röring mittlerweile im zehnten Jahr mit der Eplan Plattform. Markus Aagten: „Unser Ziel: Mit smarten Lösungen große Wirkung erzielen, und das gelingt uns auch.“ Mit Eplan Electric P8 erstellen die Elektrokonstrukteure – meist auf der Basis von STEP-Daten, die der Kunde bereitstellt – allpolige und auch einpolige Schaltpläne. Dabei nutzen sie intensiv das Data Portal und auch im eigenen Hause entwickelte Standards und Makros. Die 3D-Schaltschrankplanung erfolgt ebenso auf der Basis von Eplan Pro Panel wie das Routing, die Bündelung und die Konfektionierung der Leitungen. Und wenn das Engineering abgeschlossen wird, werden die Eplan Daten intensiv weiter genutzt. Elektrokonstrukteur Kevin Korte: „Den fertigen Schaltplan laden wir über eView in die Eplan Cloud. Die Kollegen in der Werkstatt arbeiten auf dieser Basis, und dank Red- und Greenlining können alle Beteiligten immer auf den jeweils aktuellen Datenstand zugreifen.“

Automation von Anfang an Perforex und Laserbearbeitung

Die Schaltschrankfertigung von Röring ist automatisiert vom ersten Schritt und von Anfang an. Zeitgleich mit Eplan, also in 2014/15,

wurde eine Perforex-Anlage für die mechanische Bearbeitung angeschafft. Sie ist noch im Einsatz, inzwischen steht mit der Perforex LC aber auch eine Laserbearbeitung zur Verfügung. Markus Aagten: „Das ist ein deutlicher Fortschritt, angefangen bei der Beschickung der Anlage mit Rollwagen, ohne Spannen. Der Laser findet selbst den Nullpunkt und kann die Schränke fast allseitig bearbeiten – ohne Entgraten, in hoher Qualität.“ Bei Bedarf übernimmt Röring auch die mechanische Bearbeitung von Schaltkästen. Und: Fast täglich liefert ein Lkw von Rittal Schaltschränke und -komponenten an. Ebenfalls automatisiert ist das Ablängen von Hutschiene – mit einem Secarex-Zuschnittszentrum von Rittal Automation Systems.

Smarte Montage, manuelle Verdrahtung

Die Automatisierung in der Montage ist jüngerer Datums: Seit rund anderthalb Jahren kommt hier Eplan Smart Mounting zum Einsatz. Das bedeutet: Der Werker sieht auf seinem Laptop (mit Touch-Funktion) den jeweils nächsten Montageschritt. Sobald er dessen Ausführung quittiert, wird ihm der nächste angezeigt. Das beschleunigt den Prozess und standardisiert ihn zugleich – aber das ist nur einer von mehreren Vorteilen. Markus Aagten: „Die Fertigung hat alle Daten zur Hand, die wir in der Planung generieren. Und die Kollegen – beispielsweise in der Auftragsplanung – können immer den aktuellen Stand der Montage einsehen. Das bewährt sich in der Praxis.“ Diese Vorteile hat Röring früh erkannt und gehörte deshalb zu den ersten Nutzern von Eplan Smart Mounting.

Auf eine automatisierte Verdrahtung verzichtet Röring bislang bewusst: die Kabel werden von einem Dienstleister konfektionierte. Bei der Verdrahtung hingegen wird zwar keine Automatisierung, aber doch eine Arbeitserleichterung genutzt: „Wir verdrahten seit etwa zwei Jahren mit Eplan eView. Der Mitarbeiter sieht auf dem Laptop den Schaltplan und kann so den nächsten Verdrahtungsschritt planen.“

DIE SCHALTSCHRANKFERTIGUNG VON RÖRING IST AUTOMATISIERT VOM ERSTEN SCHRITT UND VON ANFANG AN. ZEITGLEICH MIT EPLAN, ALSO IN 2014/15, WURDE EINE PERFOREX-ANLAGE FÜR DIE MECHANISCHE BEARBEITUNG ANGESCHAFFT.

Die Wertschöpfung verlagert sich in die Planung

Mit der schrittweisen Nutzung der Eplan-Plattform wurde, so Markus Aagten, die Fertigung schlanker: „Die Wertschöpfung verlagert sich ins Büro und in die Planung – auch deshalb, weil die Qualität der Pläne entscheidend ist für die effiziente Fertigung. Diesen Weg werden wir weiter gehen.“ Einer der nächsten Schritte wird gerade vorbereitet: Die

Kommissionierwagen werden künftig mit einem Scanner ausgerüstet. Dann kann der Mitarbeiter in der Fertigung jedes beliebige Bauteil scannen und auf dem Laptop dessen Platz im Schaltschrank sehen. Das spart nochmals Zeit bei der Montage.

Fazit: Digitalisiert – und gezielt automatisiert

Im Rückblick hat Röring in den vergangenen Jahren wesentliche Schritte der Schaltschrankplanung und -fertigung intensiv digitalisiert – auch mit Eplan Pro Panel, Eplan eView und Eplan Smart Mounting – und automatisiert (Laserbearbeitung mit Rittal Perforex LC). Bei anderen Arbeitsschritten, insbesondere bei der Verdrahtung, setzt man eher auf Werkerunterstützung als auf Automation. Markus Aagten: „Wir prüfen sehr genau, was und wo wir automatisieren, und haben immer auch Arbeitserleichterungen durch Ergonomie und Visualisierung im Blick.“ Das ist offenbar ein gutes Erfolgskonzept, wenn man die Entwicklung von Röring betrachtet.

« TB

Gerald Scheffels ist freier Fachjournalist.



Die Perforex-Anlage übernimmt bei Röring von Anfang an die automatisierte Laserbearbeitung von Schaltschrankkomponenten.



Der digitale Zwilling vor Ort: Eplan Smart Mounting zeigt den jeweils nächsten Arbeitsschritt bei der Schaltschrankmontage.

Bilder: Eplan & Röring

RAUSCHERT TRANSFORMIERT DAS ENERGIEMANAGEMENT

Die Paul Rauschert Steinbach GmbH hat die Genesis-Plattform von Mitsubishi Electric eingeführt und damit den Sprung von manuellen, zwanzigseitigen Excel-Tabellen zu Echtzeit-Energieanalysen geschafft. Verbrauchsspitzen, deren Auswertung früher Stunden dauerte, sind heute in wenigen Minuten sichtbar. So steigen Transparenz, Reaktionsgeschwindigkeit und Effizienz – eine solide Basis für nachhaltige Optimierung. » VON JONAS ROSKI



Tradition trifft Transformation: Im Werk der Paul Rauschert Steinbach GmbH in Steinbach am Wald macht die Genesis-Plattform Energieflüsse in Echtzeit transparent.

Die 120-jährige Erfolgsgeschichte der Paul Rauschert Steinbach GmbH als Hersteller technischer Keramik für Präzisionskomponenten, Zündsystemen, Heizelementen und Kunststoffformteilen basiert auf einem über Jahrzehnte gewachsenen Erfahrungsschatz und etablierten Fachkenntnissen. Aber im Bereich des Energiemanagementsystem gab es dringenden Handlungsbedarf. Denn es war veraltet, nicht mehr unterstützt und lieferte isolierte Daten aus mehreren Gebäuden ohne klare Visualisierung.

Veraltete Systeme und fehlende Transparenz

Energieverbrauchsspitzen im Winter traten ohne Erklärung auf, und die monatlichen

Energieberichte mussten aufwändig manuell zusammengestellt werden – ein zeitraubender Prozess, der die Informationen

» **WIR HABEN DIE ZEITAUFWÄNDIGEN MANUELLEN PROZESSE ELIMINIERT, DIE FRÜHER UNSER ENERGIE-REPORTING DOMINIERTEN.** «

FABIAN VÖLK

zu spät für ein effektives Eingreifen lieferte. Die von der EU vorgeschriebene Energieberichterstattung erhöhte den Verwaltungsaufwand noch weiter und erforderte einen erheblichen manuellen Aufwand durch engagiertes Personal.

„Wir hatten zwar Daten, aber kein Verständnis“, erklärt Fabian Völk aus dem Team Werksinstandhaltung & Vorrichtungsbau von Rauschert. „Wenn Energiespitzen auftraten, konnten wir nicht nachvollziehen, woher sie kamen. Unsere monatlichen Berichte mussten aufwändig manuell zusammengestellt werden. Ein zeitraubender Prozess, der die Informationen zu spät lieferte, um noch nützlich zu sein.“

Offene Plattform für transparente Energieüberwachung

Die Genesis-Plattform von Mitsubishi Electric ist eine skalierbare, offene und sichere Lösung für Digitalisierung und Automatisierung unterschiedlichster Anwendungen. Bei Rauschert schließt sie Transparenzlücken und hebt die Energieüberwachung auf ein neues Niveau. Die integrierten Energiemanagement-Tools verbinden sich direkt mit den vorhandenen Energiezählern, erfassen und speichern Energiedaten zentral und ermöglichen so fundierte Analysen und Berichte.

Diese Tools bieten eine offene, universelle Datenkonnektivität und eine unternehmensweite Integration mit bestehenden Kontrollsystemen. Zu den integrierten Funktionen gehören Berechnungen, KPIs, Analysen, Datenhistoriker und Berichte. Die Kompatibilität mit verschiedenen Zählertypen ermöglicht einen schnellen Einsatz und eine schnellere Investitionsrendite durch geringere Entwicklungszeiten.

Verbrauchsspitzen bis zum Gerät nachvollziehen

Das System ermöglicht die Echtzeit-Energieüberwachung in allen Gebäuden der Anlage mit sofortiger Erkennung von Verbrauchsspitzen. Wenn im Winter Energiespitzen auftreten, können die Bediener deren Ursache anhand von intuitiven Stromverteilungsdiagrammen



Das implementierte Energie-Monitoring-Tool zeigt den Energieverbrauch der Fabrik und der einzelnen Gebäude im Überblick. Bilder: Paul Rauschert Steinbach GmbH

grammen nachvollziehen - von der Anlageebene bis hin zu bestimmten Geräten oder Gebäudeabschnitten. Die anlagenbasierte Verwaltung ermöglicht es den Benutzern, bestimmte Quellen von Energieineffizienzen aufzuspüren und mutmaßliche Verbrauchssünder zu lokalisieren.

Eine automatisierte Berichterstellung ersetzt manuelle Kompilierungsprozesse. Berichten zur Einhaltung von EU-Vorschriften sind jetzt per Mausklick möglich. Diese enthalten Verbrauchs-, Kosten- und Kohlenstoffdaten für Strom, Gas, Wasser und andere Versorgungseinrichtungen sowie Betriebsbedingungen. Die skalierbare Architektur

■ DIE SCHNELLEN EINSATZMÖGLICHKEITEN ERMÖGLICHEN EINEN SCHNELLEREN ROI DURCH GERINGERE ENTWICKLUNGSZEIT UND INTEGRATION IN DIE BESTEHENDE INFRASTRUKTUR. ■

unterstützt zukünftige Erweiterungen und bietet Visualisierungen, die exakt auf die Anforderungen von Rauschert zugeschnitten sind.

Schneller ROI: Von manueller Analyse zum Reporting per Klick

Die Transformation ist deutlich: Energiespitzen, deren Analyse früher stundenlange manuelle Arbeit erforderte, lassen sich heute in Minuten identifizieren. „Der Unterschied liegt auf der Hand“, betont Fabian Völk. „Wir haben die zeitaufwändigen manuellen Prozesse eliminiert, die früher unser Energie-Reporting dominierten. Was früher einen speziellen Mitarbeiter erforderte, der die Daten über mehrere Systeme hinweg zusammenstellte, liefert jetzt sofortige Analysen und nützliche Erkenntnisse für die Energieoptimierung. Die Berichterstattung zur Einhaltung der EU-Vorschriften, die früher viel manuelle Arbeit erforderte, ist jetzt mit einem einzigen Klick erledigt.“

„Was bei Rauschert den Unterschied ausmachte, war, dass die Mitarbeiter der Anlage einen klaren Einblick in ihre Energiedaten erhielten. Diese Transparenz ermöglichte es ihnen, schnell Optimierungsbereiche zu identifizieren und Wege zu finden, die Produktionseffizienz aufrechtzuerhalten und gleichzeitig den Verbrauch der gesamten Infrastruktur zu senken“, erklärt Christian



» **DIE BERICHTERSTATTUNG ZUR EINHALTUNG DER EU-VORSCHRIFTEN, DIE FRÜHER VIEL MANUELLE ARBEIT ERFORDERTE, IST JETZT MIT EINEM EINZIGEN KLIICK ERLEDIGT.** <<

FABIAN VÖLK

ENERGIEEFFIZIENZ ALS GLOBALER HEBEL

Die Herausforderung reicht über einzelne Werke hinaus: Laut dem aktuellen Bericht der International Energy Agency (IEA) entfallen rund 39 Prozent des weltweiten Endenergieverbrauchs auf die Industrie. In energieintensiven Branchen können die Energiekosten bis zu 30 Prozent der Betriebsausgaben ausmachen.

Betriebliche Verbesserungen durch systematisches Energiemanagement führen typischerweise zu Energieeinsparungen von mehr als 10 Prozent innerhalb der ersten drei Jahre. Viele Unternehmen erreichen sogar Einsparungen von 30 Prozent oder mehr, insbesondere wenn zusätzlich energieeffiziente Technologien eingesetzt werden. In Einzelfällen sind mit langfristigem Engagement auch Reduktionen von bis zu 60 Prozent möglich.

Das globale Einsparpotenzial ist enorm: Allein in den IEA-Mitgliedsländern könnten durch die Angleichung an die energieeffizientesten Unternehmen bis zu 600 Milliarden US-Dollar pro Jahr eingespart werden. Die Investitionen in Energiemanagement und Effizienzmaßnahmen amortisieren sich dabei laut IEA in der Regel innerhalb von drei Jahren oder schneller.

■ DIE GENESIS-PLATTFORM VON MITSUBISHI ELECTRIC IST EINE SKALIERBARE, OFFENE UND SICHERE LÖSUNG FÜR DIGITALISIERUNG UND AUTOMATISIERUNG UNTERSCHIEDLICHSTER ANWENDUNGEN. ■

Nomine, European Strategic Product Manager Visualisation & Analytics bei Mitsubishi Electric Europe.

Die Implementierung zeigt, wie etablierte Einrichtungen erfolgreich moderne Energieüberwachungslösungen einführen können, ohne bewährte Produktionsprozesse zu unterbrechen. Die schnellen Einsatzmöglichkeiten ermöglichten einen schnelleren ROI durch geringere Entwicklungszeit und Integration in die bestehende Infrastruktur. << TB

Jonas Roski ist Produkt Manager Visualisierung bei Mitsubishi Electric.



Integrierte Sicherheitslösungen für Maschinen, Anlagen und Roboter gewährleisten maximale Betriebssicherheit und fördern eine effiziente Interaktion zwischen Mensch und Maschine.

INTEGRIERTE SICHERHEIT IN DER INDUSTRIEAUTOMATION

In der Industrieautomation sind Anlagen hochvernetzt, schnell und leistungsstark. Doch je komplexer Produktionsprozesse werden, desto wichtiger wird eine integrierte Sicherheitstechnik, die Risiken frühzeitig erkennt, Menschen schützt und den Produktionsfluss stabil hält. Eine reine Nachrüst- oder Insellösung reicht heute nicht mehr aus – Sicherheit muss bereits in der Maschinenkonstruktion und im Steuerungssystem verankert sein. » VON MARKUS WINTER

Sicherheit in einer modernen Maschinenarchitektur entfaltet ihren vollen Nutzen nur dann, wenn sie nahtlos in die Automatisierungsplattform eingebettet ist. Eine einheitliche Systembasis reduziert Schnittstellenaufwand, vereinfacht Diagnoseprozesse und sorgt dafür, dass sicherheitsrelevante Informationen ohne Medienbrüche verarbeitet werden. Dadurch sinken Variantenvielfalt und Verkabelungskomplexität bereits im Grunddesign.

Eine eng verzahnte Safety und Automatisierungstechnik steigert zudem die Anlagenverfügbarkeit: Integrierte Systeme überwachen Bewegungen und Zustände kontinuierlich, erkennen potenzielle Störungen frühzeitig und können sie intelligent kompensieren, ohne komplette Prozesse zu unterbrechen. Das führt zu kürzeren Still-

ständen und schnellerer Fehlerdiagnose, da alle relevanten Daten zentral verfügbar sind.

Herausforderungen der integrierten Sicherheitstechnik

Die Implementierung integrierter Sicherheitstechnik ist komplex, weil moderne Industrieanlagen zahlreiche normative, technische und organisatorische Anforderungen erfüllen müssen. In Industrieanlagen sind

— DIE IMPLEMENTIERUNG INTEGRIERTER SICHERHEITSTECHNIK IST KOMPLEX, WEIL MODERNE INDUSTRIEANLAGEN ZAHLEICHE NORMATIVE, TECHNISCHE UND ORGANISATORISCHE ANFORDERUNGEN ERFÜLLEN MÜSSEN. —

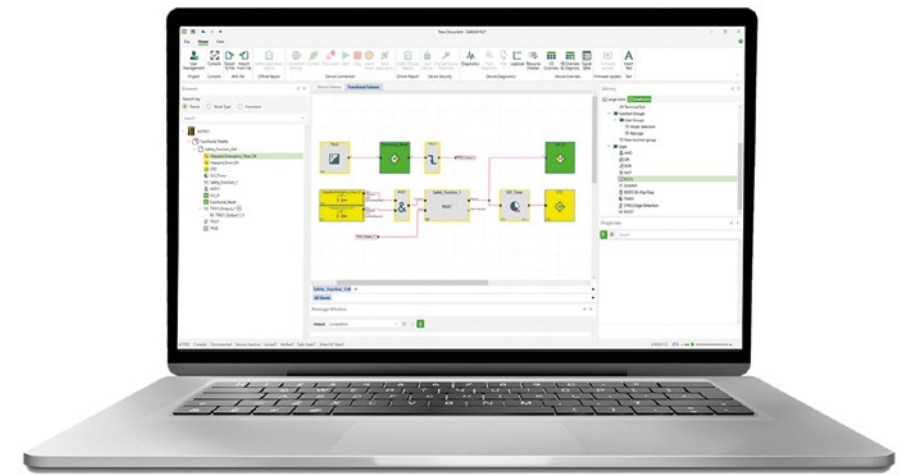
IT- und OT-Systeme zunehmend vernetzt. Dadurch entstehen größere Angriffsflächen und Schnittstellen, die korrekt abgesichert werden müssen. Ohne fachkundige Unterstützung drohen Sicherheitslücken – insbesondere, wenn Unternehmen einzelne Tools oder isolierte Sicherheitsmaßnahmen einsetzen, die nicht durchgängig integriert sind. Normen wie IEC 62443, ISO 27001, NIS 2 oder der Cyber Resilience Act setzen hohe Anforderungen an Dokumentation, Risikobewertung und Umsetzung. Safety-Experten können dabei helfen, diese Vorgaben korrekt und effizient zu erfüllen und typische Umsetzungsfehler zu vermeiden.

Integrierte Sicherheitstechnik eignet sich ideal für eine Vielzahl industrieller Anwendungen, in denen höchste Sicherheitsstandards und flexible Konfigurationsmöglichkeiten gefordert sind. Besonders modular

aufgebaute Sicherheitslösungen können dank ihrer Skalierbarkeit leichter an verschiedene Maschinenoptionen und Varianten angepasst werden. Dies bietet zuverlässigen Schutz für zum Beispiel Roboteranlagen, Maschinen mit gefährlichen Bewegungen sowie Verpackungs-, Montage- und Produktionsanlagen. Auch im Sondermaschinenbau und bei Serienmaschinen, die häufig sehr individuelle Sicherheitskonzepte benötigen, sind anpassbare Safety Konfiguration von großem Vorteil. Schnelle Anpassbarkeit und normkonforme Sicherheit - für ein breites Spektrum von Maschinen über Roboter bis zu kompletten Anlagen - sind damit besonders wertvoll in einer Industrie, in der Variantenvielfalt, Time-to-Market und Sicherheit immer wichtiger werden.

KeSafe: Integrierte Sicherheitstechnik für Maschinen, Anlagen und Roboter

In der Industrieautomatisierung spielt funktionale Sicherheit eine entscheidende Rolle. Die KeSafe-Sicherheitstechnik von Keba beinhaltet Lösungen, um Maschinen, Roboter und Mensch zuverlässig miteinander interagieren zu lassen. Das System ist skalierbar, flexibel - ideal für moderne Industrieanlagen. KeSafe kombiniert eine leistungsfähige Sicherheitslösung mit zertifizierten Funktionsbausteinen und ermöglicht damit die schnelle, flexible und normgerechte Umsetzung moderner Sicherheitsanforderungen in Industrie und Robotik. Das System ist modular aufgebaut und bietet Unternehmen maximale Skalierbarkeit sowie eine einfache Integration in unterschiedlichste Anwendungen. KeSafe von Keba umfasst drei klar definierte Funktionsstufen, die optimal auf unterschiedliche Sicherheitsanforderungen abgestimmt sind: KeSafe PLC für sichere



Mit KeStudio SafeEdit stellt Keba ein leistungsstarkes Engineering Tool zur Verfügung, das Anwender beim Erstellen, Programmieren, Validieren und Diagnostizieren von Sicherheitsanwendungen unterstützt.

Bilder: Keba Industrial Automation

Logikfunktionen. KeSafe Motion für sichere Achsanwendungen und KeSafe Robotics für sichere Roboterfunktionen.

Die KeSafe Sicherheitstechnik von Keba folgt dem Safety by Design Prinzip: vollständig integriert, skalierbar und ausgelegt für höchste Anforderungen bis Kategorie 4 / PL e und SIL 3 – ideal für anspruchsvolle Anwendungen wie Robotik und komplexe Maschinen.

DIE KESAFE-SICHERHEITSTECHNIK VON KEBA BEINHÄLTET LÖSUNGEN, UM MASCHINEN, ROBOTER UND MENSCH ZUVERLÄSSIG MITEINANDER INTERAGIEREN ZU LASSEN.

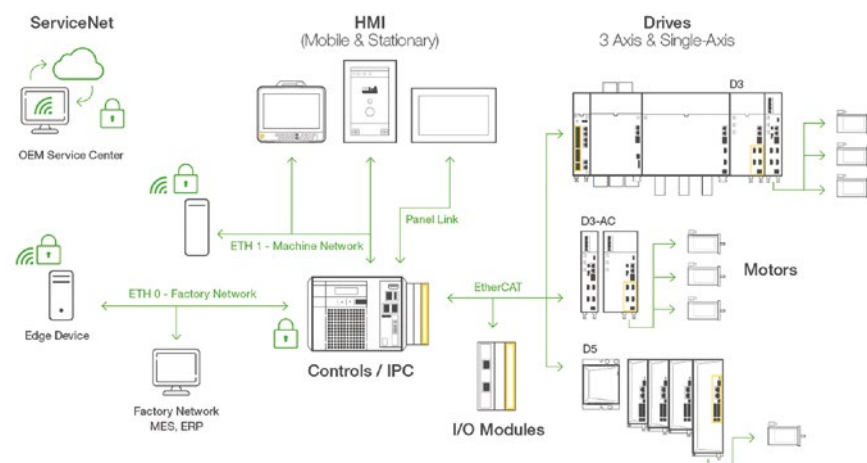
In der Industrieautomation steigen die Anforderungen an flexible, effiziente und normgerechte Sicherheitslösungen kontinuierlich. Frei programmierbare Software für integrierte Sicherheitstechnik spielt hierbei eine

zentrale Rolle – denn sie ermöglicht es Unternehmen, Sicherheitsfunktionen individuell an ihre Maschinen, Anlagen und Produktionsprozesse anzupassen. Frei programmierbare Sicherheitssysteme erlauben es, Sicherheitslogiken individuell zu definieren und an verschiedenste Maschinenoptionen, Anlagentypen und Varianten anzupassen. Damit lassen sich sowohl einfache Logikfunktionen als auch komplexe Bewegungs- und Robotersicherheitsanwendungen flexibel konfigurieren. Mit KeStudio SafeEdit stellt Keba ein leistungsstarkes Engineering Tool zur Verfügung, das Anwender beim Erstellen, Programmieren, Validieren und Diagnostizieren von Sicherheitsanwendungen unterstützt. Die Software ermöglicht eine intuitive, grafische Bearbeitung der Safety Logik und vereinfacht die Fehlersuche deutlich.

Nahtlose Integration für höchste Anlagen- & Maschinensicherheit

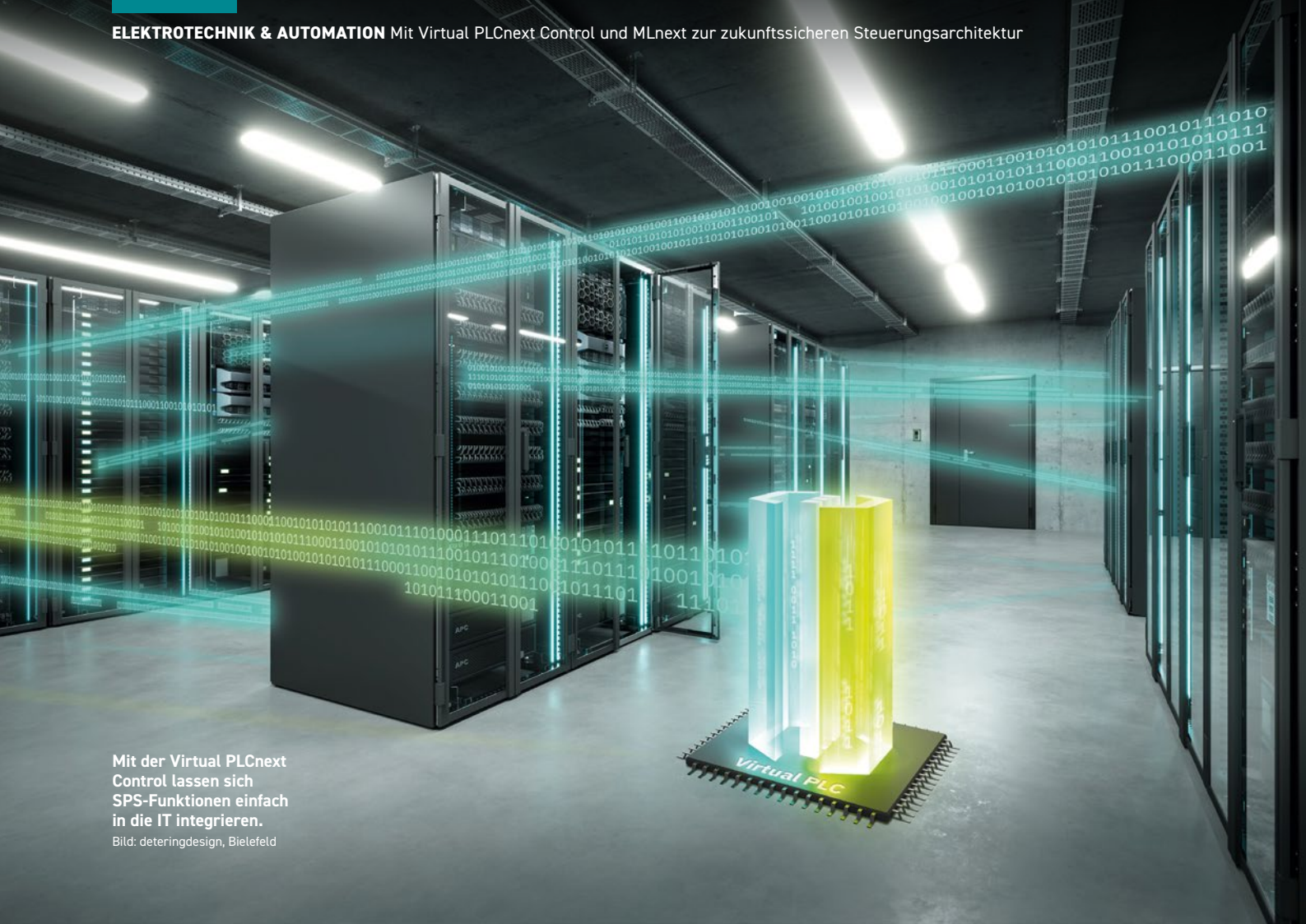
KeSafe sorgt für maximale Betriebssicherheit, steigert die Anlagenflexibilität und ermöglicht neue Formen der Mensch Maschinen Interaktion. Für Unternehmen, die Effizienz, Skalierbarkeit und höchste Sicherheitsstandards vereinen wollen, ist KeSafe die richtige Wahl. Keba begleitet Unternehmen bereits in frühen Projektphasen. Das Unternehmen bietet umfassenden Support bei der Entwicklung von Sicherheitsapplikationen sowie bei der Inbetriebnahme von Maschinen und Robotern. Dadurch können Anwender sicherstellen, dass alle Sicherheitsfunktionen korrekt implementiert, getestet und nach aktuellen Normen ausgeführt werden.

« TB



Die Grafik zeigt ein Beispiel einer Maschinenbau-Automationslösung mit integrierter Sicherheitstechnik, die eine nahtlose Kommunikation zwischen Steuerungen, Antrieben und Netzwerken ermöglicht.

Markus Winter ist strategischer Produktmanager „Funktionale Sicherheit“ bei Keba Industrial Automation.



Mit der Virtual PLCnext Control lassen sich SPS-Funktionen einfach in die IT integrieren.

Bild: deteringdesign, Bielefeld

AUTOMATISIERUNG NEU GEDACHT: VIRTUALISIERUNG TRIFFT KI

Als virtualisierte, hardwareunabhängige Steuerungsplattform ermöglicht die Virtual PLCnext Control eine flexible und skalierbare Automatisierung, die sich nahtlos in moderne IT-Architekturen einbinden lässt. In Kombination mit der Machine-Learning-Lösung MLnext entstehen neue Optionen für KI-Analysen auf derselben Plattform – ohne Einschränkungen bei der Echtzeitfähigkeit. » VON RUDOLF BRAUN, TOM HAMMERBACHER UND MICHAEL ROLF

Die gemeinsame Nutzung von OPC UA, MQTT sowie offenen Programmiersprachen bietet eine hohe Integrationsfähigkeit. Sie schafft die Basis für eine zustandsorientierte Instandhaltung, automatisierte Qualitätskontrollen und weitere datengetriebene Anwendungen. Mit abgestimmten Lizenzmodellen und Multiinstanz-Fähigkeiten stellt die Lösung ein zukunfts-sicheres, wirtschaftliches Gesamtpaket für Maschinenbauer und Anlagenbetreiber zur Verfügung.

Schnellere Entwicklung und flexible Technologieauswahl

Mit der Virtual PLCnext Control umfasst das Portfolio von Phoenix Contact eine hardwareunabhängige, softwarebasierte Steuerungslösung in Form eines OCI-Containers. Die virtuelle Steuerung läuft sowohl auf Industrie-PCs und Edge-Systemen als auch auf Server-Hardware, ist echtzeitfähig sowie komplett in das Ökosystem PLCnext Technology eingebunden. Sie kann als vollwertiger Profinet-Controller fungieren und dezentrale IO-Stationen, Antriebe und Feldgeräte direkt

ankoppeln. Für die übergeordnete Kommunikation stellt diese Lösung beispielsweise einen integrierten OPC-UA-Server, eine gRPC-Schnittstelle sowie MQTT-Unterstützung bereit. Auf Steuerungsdaten, Zustände und Prozesswerte lässt sich strukturiert zum Beispiel im OPC-UA-Adressraum zugreifen.

Neben der Programmierung in IEC 61131-3 können Entwickler ihre Applikationen ebenfalls in Hochsprachen wie C++, C# oder Python umsetzen. Ob Datenanalyse, KI-Algorithmen oder individuelle Logik: Die Steuerungsplattform wächst mit ihren

Anforderungen. Das führt zu einer schnelleren Entwicklung, mehr Flexibilität bei der Auswahl der Technologien sowie einer einfachen Einbeziehung von IT- und Digitalisierungsprojekten. Die Automatisierung wird dadurch nicht nur leistungsfähiger, sondern auch deutlich zukunftssicherer.

Einfache und skalierbare Erweiterung um KI-Funktionen

Eine Virtualisierung der Automationsplattform bringt für die Automatisierer von Maschinen und Anlagen eine höhere Flexibilität. Denn die Performance und das Ausführungsgerät lassen sich flexibler passend zum Anwendungsfall skalieren. Auf diese Weise ergeben sich neue Möglichkeiten für die Auswertung der Prozessdaten durch KI, die in der Regel erheblich performantere Hardware benötigt, als für die Automatisierung im Feld notwendig ist. Durch das Auslagern der Steuerung auf einen Industrie-PC oder einen Server entstehen Kapazitäten für eine schnelle Datenspeicherung und Analyse, um beispielsweise eine zustandsorientierte Instandhaltung oder automatisierte Qualitätskontrolle durchzuführen.

Der Anbieter kombiniert den Einsatz von KI und Automation mit der Verknüpfung der Steuerungsplattform mit den Produkten MLnext Creation zur Erzeugung von Machine-Learning-Modellen und MLnext Execution für deren Ausführung. Somit können die von der SPS verarbeiteten Daten direkt für die Datenauswertung auf der gleichen Hardware verwendet werden. Daher lässt sich die ML-Lösung als Add-on für die Anwendung von



Digitale und KI-gestützte Produktion durch Technologien von Phoenix Contact.

Bild: metamorworks/shutterstock.com

NEBEN IEC 61131-3 KÖNNEN ENTWICKLER AUCH C++, C# ODER PYTHON VERWENDEN.

KI für die PLCnext Technology beschreiben. Dies erlaubt eine einfache und skalierbare Erweiterung der Automatisierungslösung um KI-Funktionen. Prozessdaten können zum Beispiel für eine Anomalieerkennung ausgewählt und per OPC UA an MLnext Execution zur Analyse übergeben werden. Das Auswer-

tungsergebnis lässt sich anschließend als Variable weiterverarbeiten, um eine manuelle oder automatische Reaktion auszulösen. Dabei kann es sich um eine Warnmeldung für die Instandhaltung oder die automatische Adaption von Prozessparametern handeln.

Automatisierte Qualitätskontrolle und vorausschauende Wartung

Durch die Kombination der Steuerungsplattform mit der KI-Lösung lassen sich viele Applikationen um eine intelligente Datenverarbeitung ergänzen. Die Automatisierung einer Maschine in der diskreten Fertigung kann beispielsweise um eine automatisierte Qualitätskontrolle erweitert werden, die durch den OPC-UA-Austausch Reaktionszeiten unter 100 Millisekunden ermöglicht. Dadurch wird die Taktzeit der Maschine nicht aufgrund der KI-Integration verlangsamt, weil SPS und KI auf dem gleichen Industrie-PC eingesetzt werden.

PROZESSDATEN KÖNNEN FÜR EINE ANOMALIEERKENNUNG AUSGEWÄHLT WERDEN.

Die Steuerung einiger Roboter als prozessgebende SPS lässt sich auf einen Server auslagern. Die Analyse der KI kann dann direkt in mehreren Instanzen aufgerufen werden: eine Auswertungsinstanz pro Roboter zur Über-



Die Virtual PLCnext Control steht für eine zukunftsfähige Programmierung.

Bild: Louiza Houache/shutterstock.com

wachung der gesamten Anlage und Feststellung von Ähnlichkeiten im Verschleiß für eine vorausschauende Wartung. Dazu eröffnet die Nutzung der Plattform zahlreiche Vorteile. Wegen der Multiinstanz-Funktionalitäten lassen sich Container schnell vervielfältigen, aber auch individuell anpassen. Ressourcen wie RAM oder CPU-Kerne können speziell auf das Projekt adaptiert werden – und das alles in einem System. Der Anwender muss keine klassische Hardware-Steuerung mehr installieren und updaten. Applikation und KI befinden sich in einer Systemlandschaft und weisen keinen Nachteil zu den ansonsten verwendeten Hardware-Steuerungen und den mit ihnen verbundenen KI-Systemen auf.

Komplette IT-/OT-Konvergenz

Bei der Virtual PLCnext Control handelt es sich um eine vollumfängliche PLCnext-Steuerung inklusive aller Security-Features. Sie ermöglicht eine komplette IT-/OT-Konvergenz in den Projekten. Die OT-Steuerungsebene wird so in die IT-Ebene verlagert. Durch die Einbindung von zukunftsweisenden Kommunikationsprotokollen direkt in das Ökosystem PLCnext Technology lassen sich Sensor- und Aktorsysteme aus der OT-Ebene problemlos und standardisiert implementieren. Die Weitergabe von Daten an andere Cloud- oder Scada-Systeme abseits der KI-Anwendung ist durch das MQTT- oder OPC-UA-Protokoll einfach umsetzbar.

Die Kombination der Steuerungsplattform und der ML-Lösung als Add-on-Lösung bietet vielfältige Vorteile: ein System für die gesamte Applikation, effizientes Engineering, die genaue Anpassung von Ressourcen für jede einzelne Anwendung sowie die Option zur schnellen Adaption zwecks Verbesserung und Erweiterung der Applikationen. Zudem können verschiedene Programmierer in unterschiedlichen Programmiersprachen an einer Applikation arbeiten.

Gleiche, flexibel umstellbare Lizenzmechanismen

Zur optimalen Kombination wurden die Lizenzmodelle einander angeglichen. Beide Lösungen lassen sich über den gleichen Lizenzmechanismus mit den gleichen Rahmenbedingungen ausführen. Sie können einmalig erworben werden. Das macht es für Maschinenbauer und Gerätehersteller einfach, die Lösung in eine Anlage zu integrieren und als Mehrwert weiterzuverkaufen, ohne komplexe Lizenzmodelle wie Abonnements an den Endkunden weitergeben zu müssen. Die Prüfung der Lizenz lässt sich zum Beispiel über einen zentralen Lizenz-Server oder eine lokale Lizenz-Server-Instanz abbilden. Die Lizenzen sind sowohl online als auch offline installierbar. Auf diese Wei-

se können sie den Komfort einer automatischen Aktivierung bieten und gleichzeitig in isolierten Bereichen mit wenig Aufwand integriert werden. Reicht der Lizenzumfang nicht mehr aus, lässt sich leicht auf höhere Lizenzmodelle umstellen. Der Umzug auf andere Systeme ist ebenfalls problemlos umsetzbar.

Grundlage für eine neue Generation intelligenter Maschinen und Anlagen

Die Kombination zeigt, wie moderne Automatisierungsplattformen durch Virtualisierung, flexible Skalierung und nahtlose KI-Einbindung auf ein neues Leistungsniveau gehoben werden können. Die Virtualisierung der Steuerung erlaubt eine effiziente IT-/OT-Konvergenz, bei der klassische

SPS-Funktionalitäten, datenintensive KI-Analysen und aktuelle Kommunikationsschnittstellen in einer gemeinsamen Systemumgebung verschmelzen. Dadurch entstehen neue Freiräume für eine performante Datenverarbeitung, vorausschauende Wartung und

automatisierte Qualitätsprozesse ohne Einschränkungen bei der Echtzeitfähigkeit oder Skalierbarkeit.

Mit MLnext Creation und MLnext Execution erweitert der Anbieter sein Ökosystem um eine praxisnahe, einfach integrierbare KI-Lösung, die Maschinenbauern und Anlagenbetreibern einen direkten Mehrwert bietet. Von der modellgestützten Anomalieerkennung bis zur automatisierten Prozessoptimierung lassen sich neue Funktionen schnell realisieren und bedarfsgerecht anpassen. Aufgrund abgestimmter Lizenzmodelle, Container-basierter Deployments und Multiinstanz-Fähigkeiten ergibt sich ein wirtschaftliches, zukunftsicheres Gesamtpaket, das die Erarbeitung, den Betrieb und die Weiterentwicklung moderner Automatisierungslösungen deutlich vereinfacht. Die Steuerungsplattform bildet damit den zentralen Baustein für eine skalierbare, offene und erweiterbare Automatisierungsarchitektur und schafft die Grundlage für eine neue Generation intelligenter Maschinen und Anlagen. « KIS

Rudolf Braun ist Product Manager Control Systems bei Phoenix Contact, Bad Pyrmont.

Tom Hammerbacher ist Manager Digital Factory, Vertical Market Management Factory Automation bei Phoenix Contact, Bad Pyrmont.

Michael Rolf ist Business Development Manager Controls bei Phoenix Contact, Bad Pyrmont.



Produktionsoptimierung auf der Grundlage einer integrierten Digitalisierung.

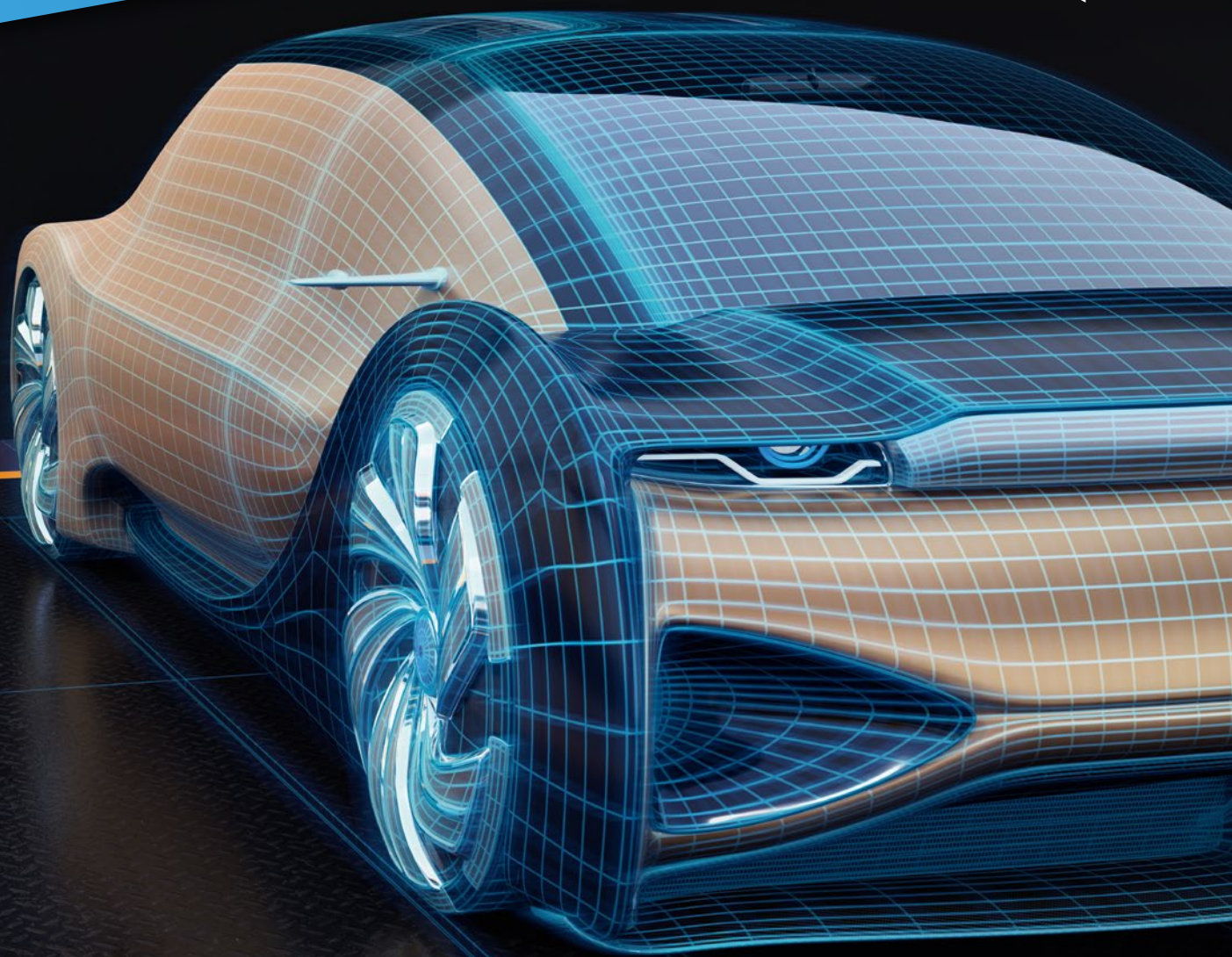
Bild: Phoenix Contact

DIGITAL ENGINEERING MAGAZIN

SPECIAL

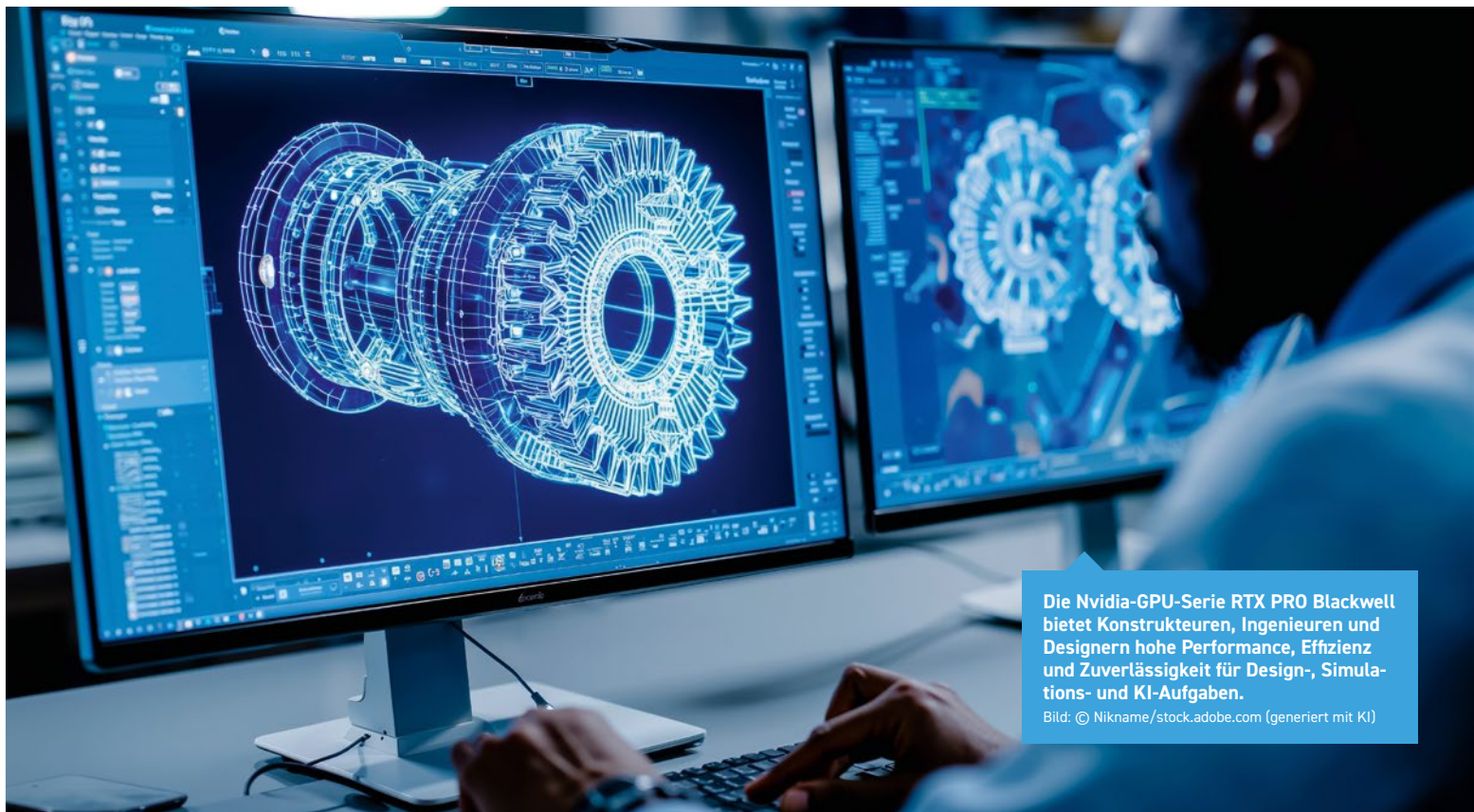
KI IM ENGINEERING

PNY®



KÜNSTLICHE INTELLIGENZ AM ARBEITSPLATZ

Fein abgestimmte KI-Infrastrukturen für Engineering-Umgebungen



Die Nvidia-GPU-Serie RTX PRO Blackwell bietet Konstrukteuren, Ingenieuren und Designern hohe Performance, Effizienz und Zuverlässigkeit für Design-, Simulations- und KI-Aufgaben.

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

KI AM ARBEITSPLATZ – DER NEUE STANDARD

Künstliche Intelligenz am Arbeitsplatz war vor Kurzem noch exotisch. Dies hat sich jedoch grundlegend gewandelt, und KI ist heute zum unverzichtbaren Werkzeug geworden. PNY Technologies spielt bei diesem Wandel eine entscheidende Rolle. Als langjähriger Nvidia-Partner liefert PNY nicht nur professionelle Grafikkarten, sondern komplette, fein abgestimmte KI-Infrastrukturen für moderne Engineering-Umgebungen. » **VON FRANK SCHEUFENS**

Künstliche Intelligenz verändert die Art und Weise, wie Ingenieur-, Design- und Content-Teams arbeiten. Workflows, die früher streng sequenziell aufgebaut waren, verschmelzen zunehmend zu einem kontinuierlichen Prozess. Ergebnisse liegen somit schneller vor, Varianten lassen sich nahezu ohne Zusatzaufwand erzeugen, und interdisziplinäre Teams erhalten frühzeitig verwertbare Daten. Dies führt nicht nur zu besseren Produkten, sondern auch zu deutlich kürzeren Entwicklungszyklen. PNY Technologies unterstützt Unternehmen dabei, diese Transformation nicht nur technisch, sondern auch organisatorisch erfolgreich umzusetzen.

Gleichzeitig wächst die Erwartungshaltung der Anwender: KI soll nicht mehr nur

einzelne Schritte beschleunigen, sondern als integraler Bestandteil die tägliche Arbeit unterstützen – ob bei der Generierung technischer Dokumentationen, dem automatischen Aufbereiten von Meeting-Notizen oder dem Finden relevanter Konstruktions-

KI SOLL NICHT MEHR NUR EINZELNE SCHRITTE BESCHLEUNIGEN, SONDERN ALS INTEGRALER BESTANDTEIL DIE TÄGLICHE ARBEIT UNTERSTÜTZEN.

daten im PLM-System. Lokale Modelle, die direkt auf leistungsstarken RTX PRO GPUs aus dem PNY-Produktportfolio ausgeführt werden, ermöglichen genau das: schnelle

Antworten, sichere Datenverarbeitung und Echtzeit-Interaktionen ohne Abhängigkeit von externen Cloud-Diensten.

Auch immer mehr unabhängige Softwareanbieter (ISV) integrieren KI-Funktionen direkt in ihre Anwendungen, mit großen Auswirkungen auf Produktivität und Qualität. Gleichzeitig werden GPU-Workstations immer wichtiger, um die benötigte Rechenleistung für generatives Design, Simulationen, Visualisierung und lokale LLMs bereitzustellen, bevor in große KI-Cluster oder Cloud-Kontingente investiert wird.

„AI-Factory“ für ganze Teams

Zwischen klassischer Workstation und Rechenzentrum entsteht eine neue Klasse von kompakten AI-Appliances wie Nvidia DGX Spark (über PNY Technologies vertrieben), die

als zentrale und lokale „AI-Factory“ für ganze Teams dienen können. Dabei lassen sich LLMs bis zirka 200 Milliarden Parameter dank des 128 GByte großen Speichers verarbeiten. Ausgestattet mit dem gleichen Software-Stack wie die großen DGX-Modelle, ist DGX Spark auch ideal für das Prototyping, bevor ein Projekt ins Rechenzentrum oder in die Cloud skaliert wird. Ebenso können Workloads wie LLM-Training, Finetuning, Inferencing, RAG-Pipelines, KI-Agenten usw. direkt vor Ort ausgeführt werden, wenn man sensible Daten nicht in die Public Cloud übertragen möchte.

Ein weiteres System ist die ebenfalls bei PNY erhältliche Nvidia IGX Thor – eine Industrie-Edge-Plattform für „Physical AI“, zum Einsatz direkt an der Maschine, am Roboter oder Medizingerät, mit sehr hoher Rechenleistung und integrierten „Halos“-Sicherheitsfunktionen. Halos steht hier für Nvidia Halos Outside-In Safety Agents – KI-basierte Sicherheits-Agenten, die Roboter und autonome Systeme von außen mit Kameras oder LiDAR überwachen und bei Gefahr eingreifen und Systeme verlangsamen, stoppen oder umleiten.

KI für klassische Workloads

Für klassische Workloads sind KI und damit leistungsstarke GPUs auch nicht mehr wegzudenken. Viele der integrierten KI-Funktionen skalieren direkt mit der GPU-Leistung und beschleunigen die Arbeit von Content-Teams deutlich.

Beispielsweise bietet die Bild- und Video-Bearbeitung direkt in der Applikation Features wie Generative Fill, intelligente Masken, Deep-Learning-Rauschunterdrückung, Auto-Reframing und Upscaling.

Für Digital Content Creation sind Funktionen wie Denoising beim Rendern und Raytracing, physikalische Simulationen, in-

telligente Layout-Vorschläge oder die Generierung ganzer Szenen enthalten.

High-End-CAD/CAE-Anwendungen profitieren von Topologie-Optimierung, automatischer Fehlererkennung, Strukturanalysen oder Strömungssimulation.

Media- und Broadcast-Tools bieten KI-gestützte Schnittvorschläge, Sprach-zu-Text-Transkription, intelligente Rauschunterdrückung und Upscaling. Dies macht die Postproduktionen schneller und konsistenter, vorausgesetzt eine GPU-Workstation kann die Modelle in Echtzeit verarbeiten.

DIE GPU-SERIE RTX PRO BLACKWELL WURDE SPEZIELL FÜR MODERNE WORKLOADS ENTWICKELT UND SETZT NEUE MASSSTÄBE IM BEREICH GRAFIK- UND KI-LEISTUNG.

Unübertroffene Leistung für moderne Workloads

Die Nvidia-GPU-Serie RTX PRO Blackwell wurde speziell für diese Anforderungen entwickelt. Sie setzt neue Maßstäbe im Bereich Grafik- und KI-Leistung und bietet Fachkräften aus Ingenieurwesen, Design, Content Creation und Datenanalyse eine hohe Leistung, Effizienz und Zuverlässigkeit für anspruchsvolle Workflows in Design, Simulation und KI.

Die RTX-PRO-Serie basiert auf der hochmodernen Nvidia-Blackwell-Architektur und kombiniert CUDA-Kerne der nächsten Generation, fortschrittliche RT-Kerne und KI-Tensor-Kerne, um Rendering, Echtzeit-Raytracing und KI-gestützte Aufgaben zu beschleunigen. Mit bis zu 96 GByte ultraschnellem GDDR7-Speicher verarbeiten diese GPUs mühelos riesige Datensätze und komplexe

Modelle und gewährleisten so eine hohe Performance für CAD-, DCC- und KI-Inferenzanwendungen.

Präzision trifft Leistung

Von der kompakten GPU RTX PRO 2000 für Workstations mit begrenztem Platzangebot bis hin zur leistungsstarken GPU RTX PRO 6000 bietet die Serie skalierbare Lösungen, die auf unterschiedlichste Bedürfnisse zugeschnitten sind. Jedes Modell unterstützt PCIe Gen 5 und ermöglicht so einen schnellen Datendurchsatz. Fortschrittliche Kühlkonzepte gewährleisten optimale Wärmeableitung auch unter Volllast.

Ausgestattet mit DisplayPort 2.1-Ausgängen ermöglichen RTX-PRO-GPUs immersive visuelle Erlebnisse. Multi-GPU-Setups bieten nahtlose Skalierbarkeit und ermöglichen es professionellen Anwendern, die Grenzen von Simulation und KI zu erweitern.

Optional erhältlich ist die Nvidia RTX PRO SYNC, die speziell dafür entwickelt wurde, mehrere hochauflösende Displays oder Projektoren perfekt zu synchronisieren. Sie lässt sich in Verbindung mit Nvidia RTX PRO-GPUs ab der 4000-Serie oder höher einsetzen.

Zuverlässigkeit auf Enterprise-Niveau

Die RTX PRO Blackwell-Serie ist von führenden Softwareherstellern zertifiziert und wird durch Nvidia-Enterprise-Treiber unterstützt. Die GPU-Serie garantiert Stabilität und Kompatibilität für unternehmenskritische Umgebungen. Die Einhaltung wichtiger Standards wie RoHS, REACH und CE gewährleistet Umweltverantwortung und weltweite Einsatzbereitschaft.

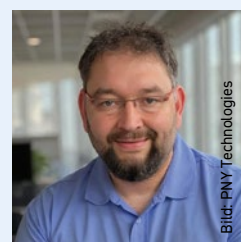
Warum jetzt upgraden?

Egal, ob man von Turing oder Ampere umsteigt: Die RTX PRO Blackwell-GPUs bieten bis zu dreifache KI-Leistung und deutlich höhere Rendering-Geschwindigkeiten. PNY Technologies ermöglicht einen einfachen Umstieg – mit Beratung, Konfigurationshilfen, Support, umfassender Produktpalette und langfristiger Verfügbarkeit dank professioneller PNY-Logistik. Mehr Informationen zur gesamten Produktpalette erhält man im Web unter www.pny.eu.

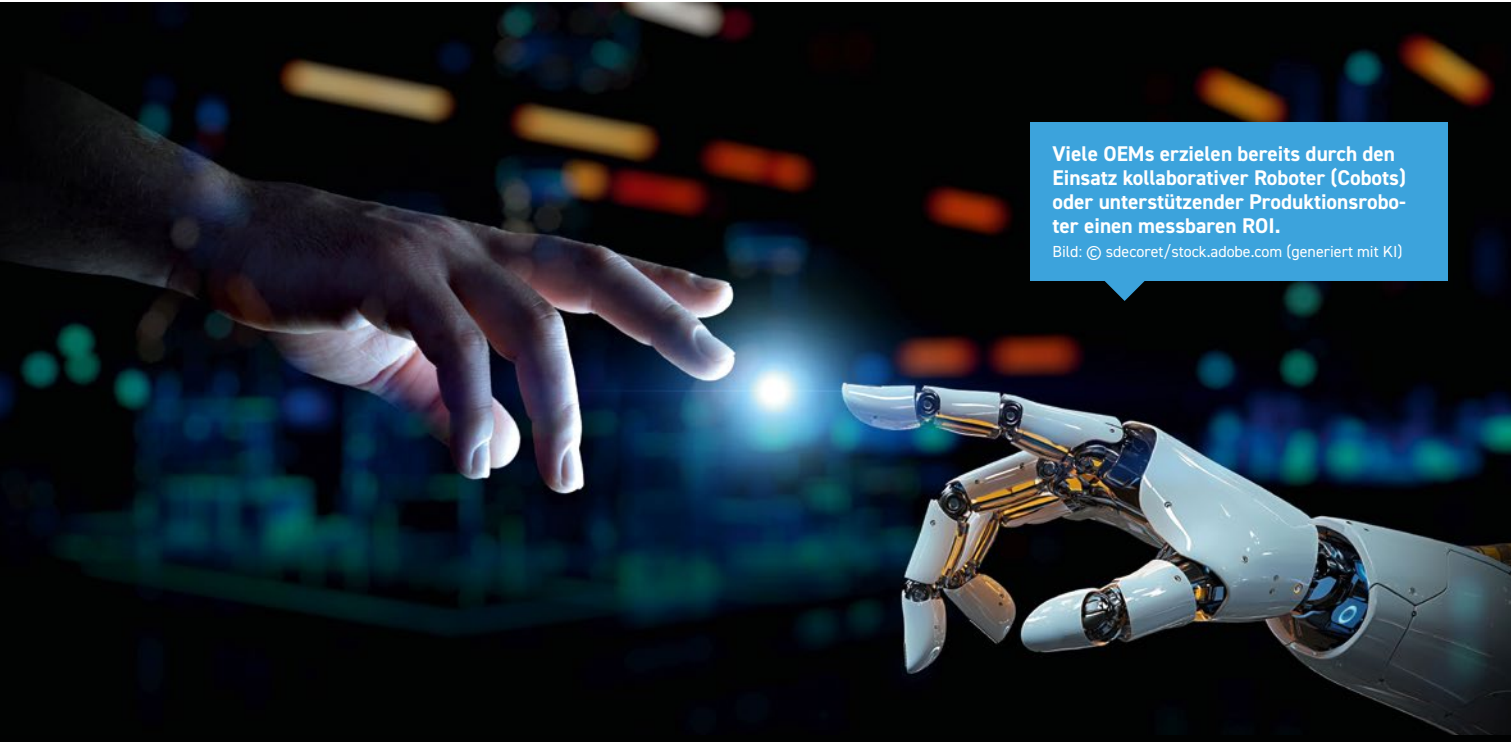
« RT

KI-Workstation mit Nvidia-GPU RTX PRO 6000 Blackwell.

Bild: PNY Technologies



Frank Scheufens
ist Product Manager
Professional
Visualisierung bei
PNY Technologies.



Viele OEMs erzielen bereits durch den Einsatz kollaborativer Roboter (Cobots) oder unterstützender Produktionsroboter einen messbaren ROI.

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

SCHRITT FÜR SCHRITT ZUR DIGITALEN FABRIK

Technologien wie Digital Twin, KI und Cobots machen die digitale Transformation auch für KMU zugänglich. Schrittweise integrierte Lösungen senken Einstiegshürden, schließen Wissenslücken und ermöglichen es Unternehmen jeder Größe, ihre Produktion effizienter und widerstandsfähiger zu gestalten. So wird die Modernisierung der Fertigung planbar und praxisnah. » VON RAHUL GARG

Digitalisierung ist für Unternehmen heute unverzichtbar. Arbeitskräftemangel und sinkende Margen zwingen insbesondere Maschinenbauer in der industriellen Fertigung dazu, ihre Prozesse grundlegend zu modernisieren. Technologien wie der Digital Twin und verschiedene Formen künstlicher Intelligenz – von klassischer über generative bis hin zu agentenbasierter KI – helfen dabei, Produktion flexibler, widerstandsfähiger und effizienter zu gestalten und gleichzeitig die Grundlage für eine weitergehende Automatisierung zu schaffen.

Ein zentraler Baustein ist der umfassende digitale Zwilling in Verbindung mit dem digitalen Faden. Gemeinsam verknüpfen sie alle Phasen des Produktlebenszyklus vom Konzept bis zur Fertigung zu einer konsistenten „Single Source of Truth“. Dadurch werden Prozesse und Systeme stärker integriert,

die Zusammenarbeit zwischen Abteilungen erleichtert und die Einführung neuer Technologien beschleunigt.

— GERADE FÜR KMU KANN DIE TRANSFORMATION BESTEHENDER GESCHÄFTSPROZESSE ZUNÄCHST KOMPLEX ERSCHEINEN. NEUE LÖSUNGEN SENKEN JEDOCH ZUNEHMEND DIE EINSTIEGSHÜRDEN UND ERLEICHTERN DEN ZUGANG ZU AUTOMATISIERUNGS- UND KI-ANWENDUNGEN. —

Demokratisierung der digitalen Transformation

Der dynamische Wandel in der Industriemaschinenbranche, angetrieben durch die Integration von KI in Design, Betrieb und Lieferketten, wird den Sektor auch in den

kommenden Jahren prägen. Entscheidend ist dabei die Zugänglichkeit der Technologie: Da KI-Fähigkeiten sich rasant weiterentwickeln, wollen Unternehmen jeder Größe ihre Systeme und Prozesse modernisieren. Gerade für KMU kann die Transformation bestehender Geschäftsprozesse zunächst komplex erscheinen. Neue Lösungen senken jedoch zunehmend die Einstiegshürden und erleichtern den Zugang zu Automatisierungs- und KI-Anwendungen – ein wichtiger Faktor angesichts der wachsenden Fachkräftelücke.

Ein zentraler Einstiegspunkt sind große Sprachmodelle (LLMs). Viele Hersteller nutzen sie inzwischen, um Wissenslücken zu schließen und die Interaktion zwischen Mensch und Maschine zu vereinfachen. Solche niedrigschwelligen Anwendungen ermöglichen es Konstrukteuren und Entwicklern, erste Erfahrungen mit KI zu sammeln. Gleichzeitig können Unternehmen so ihre konkreten Anforderungen identifizieren

und darauf aufbauend weitere Einsatzfelder entwickeln.

Die schrittweise Einführung KI-gestützter Lösungen im Engineering und in der Fertigung schafft die Grundlage für komplexere Anwendungen. Sobald Unternehmen relevante Anwendungsfälle identifiziert haben, können sie beginnen, eigene Modelle zu trainieren und KI tiefer in ihre Prozesse zu integrieren. Generative KI und agentenbasierte Systeme eröffnen dabei neue Möglichkeiten – etwa bei der automatisierten Erstellung von Konstruktionsinhalten oder der Orchestrierung komplexer Arbeitsabläufe.

— DIE SCHRITTWEISE EINFÜHRUNG KI-GESTÜTZTER LÖSUNGEN IM ENGINEERING UND IN DER FERTIGUNG SCHAFFT DIE GRUNDLAGE FÜR KOMPLEXERE ANWENDUNGEN. —

Der Weg zu einer stärker automatisierten und resilienten Fabrik beginnt jedoch mit einer klaren Strategie. Ein wichtiger Baustein ist dabei der Einsatz des Digital Twin für die virtuelle Inbetriebnahme. Bevor neue Maschinen oder Prozesse in bestehende Produktionsabläufe integriert werden, lassen sich ihre Auswirkungen im virtuellen Modell testen. Der digitale Zwilling der Fabrik bildet die Produktionsumgebung in Echtzeit ab und stellt Teams aus unterschiedlichen Disziplinen eine gemeinsame, konsistente Entscheidungsgrundlage zur Verfügung.



Es ist von entscheidender Bedeutung, zu testen, wie und wo bestimmte Prozesse funktionieren, bevor neue Maschinen oder Prozesse in traditionellere Arbeitsabläufe integriert werden.

Bild: Siemens

Schrittweise zur hochmodernen Anlage

Digitalisierung bedeutet nicht zwangsläufig, alte, zuverlässige Maschinen zu verschrotten. Viele OEMs erzielen bereits durch den Einsatz kollaborativer Roboter (Cobots) oder unterstützender Produktionsroboter einen messbaren ROI. Cobots lassen sich in bestehende Fertigungsprozesse integrieren, wo sie benötigt werden, ohne bewährte Abläufe zu stören. So können Unternehmen schnell evaluieren, wie sich ihre Produktion modernisieren und schrittweise in eine hochmoderne Anlage umwandeln lässt.

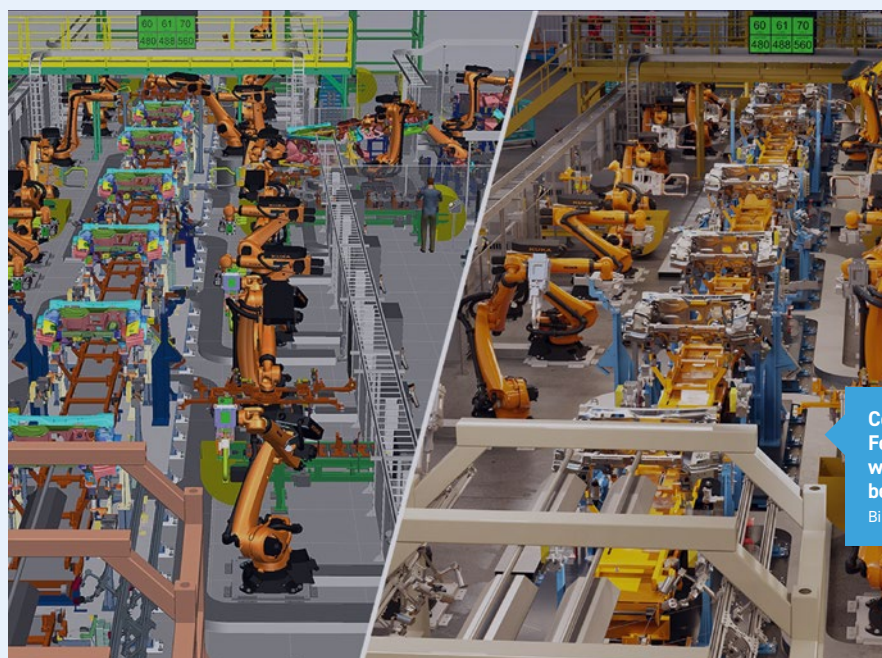
In Fabriken mit vollständig integriertem Digital Twin kann KI parallel eingesetzt werden, um Abläufe zu optimieren. Maschinenbauer schaffen immersive Umgebungen, die

physische Produktionslinien präzise nachbilden, wodurch Training und Programmierung von Robotern deutlich schneller erfolgen. In diesem „virtuellen Klassenzimmer“ üben Roboter Aufgaben, bewältigen typische Herausforderungen und entwickeln Problemlösungsfähigkeiten. Und das in nur wenigen Stunden statt in Monaten oder sogar Jahren.

Digital Twin und KI bilden zudem die Grundlage für neue Technologien wie humanoide Roboter, die voraussichtlich in den kommenden Jahren in der industriellen Fertigung Einzug halten werden. Die virtuelle Inbetriebnahme wird dabei zum zentralen Instrument, um das Zusammenspiel von Menschen, Cobots, intelligenten Robotern und Humanoiden zu planen und vorherzusagen, sodass Interaktionen zwischen Mensch und Maschine effizient und sicher gestaltet werden können.

« KF

Rahul Garg ist VP für Industrial Machinery Vertical Software Strategy bei Siemens Digital Industries Software.



Cobots lassen sich in bestehende Fertigungsprozesse integrieren, wo sie benötigt werden, ohne bewährte Abläufe zu stören.

Bild: Siemens



Die Kombination von GenAI und Model-Based Design revolutioniert die Automobilsoftware-Entwicklung, indem sie effiziente Prozesse ermöglicht und gleichzeitig Vertrauen, Sicherheit und technische Präzision gewährleistet.

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

KI ALS TREIBER FÜR DIE AUTOMOBILENTWICKLUNG

Die Automobilentwicklung befindet sich im Wandel: Programme für Software-definierte Fahrzeuge beschleunigen Funktionszyklen und erhöhen die Komplexität von Systeminteraktionen. Gleichzeitig müssen strenge Anforderungen an Sicherheit, Zuverlässigkeit und langfristige Wartbarkeit erfüllt werden. In diesem Kontext ist Generative KI (GenAI) inzwischen zu einem wichtigen Bestandteil der technischen Arbeitsprozesse geworden. » **VON ROBERT TER WAARBEEK**

So bietet GenAI Potenziale zur Beschleunigung von Entwicklungsabläufen. Gleichzeitig erschweren das nicht-deterministische Verhalten, das fehlende physikalische Systemverständnis sowie die eingeschränkte Rückverfolgbarkeit eine unmittelbare Anwendung in sicherheitskritischen Systemen. Diese Eigenschaften stellen im Hinblick auf die Verifizierung, Zertifizierung und Rückverfolgbarkeit erhebliche Herausforderungen dar, wenn GenAI-generierte Ergebnisse ohne geeignete Einschränkungen eingeführt werden.

Genau hier setzt Model-Based Design an: Es adressiert die oben genannten Herausforderungen durch deterministische Ausführung, ausführbare Spezifikationen sowie physikbasierte Simulationen. MathWorks kombiniert diese Stärken, indem GenAI-Unterstützung gezielt in Model-Based Design-Tools integ-

riert wird. Dadurch können Entwicklungs-Workflows beschleunigt werden, ohne die Genauigkeit und Sorgfalt zu beeinträchtigen, die für die langfristige Zuverlässigkeit und Zertifizierung von Automobilsoftware erforderlich ist.

Simulation als Grundlage für Vertrauen

Simulation ist die Grundlage für Vertrauen in GenAI-gestützten Engineering-Workflows. Sie stellt eine kontrollierte Umgebung bereit, in der das Systemverhalten frühzeitig und iterativ verifiziert werden kann. Model-Based Design ermöglicht dabei Closed-Loop-Simulationen innerhalb kontinuierlicher Entwicklungs-Pipelines. So können GenAI-gestützte Artefakte kontinuierlich in virtuellen Umgebungen validiert werden, lange bevor die Software die Hardware erreicht.

Die Closed-Loop-Simulationen decken Fehler auf, die nur durch die Echtzeit-Inter-

aktion zwischen Software, Hardware und physikalischer Dynamik entstehen, so wie Instabilitäten, Timing-Probleme, Sättigungseffekte oder Integrationsfehler. Im Gegensatz zu klassischen Softwaretests, die primär die Code-Logik isoliert prüfen, validiert die Simulation das Systemverhalten ganzheitlich gegen definierte Anforderungen und unter realistischen Betriebsbedingungen. Sicherheits- und leistungskritische Abweichungen können so deutlich früher erkannt werden.

In führenden Unternehmen ist ein solcher Shift-Left-Ansatz daher kein einmaliger Schritt, sondern strukturell verankert: Die virtuelle Verifizierung ist unmittelbar in CI/CD-Pipelines integriert. Jede Änderung löst automatisierte Builds und Simulationsläufe aus, in denen Modelle anhand repräsentativer Szenarien und Akzeptanzkriterien geprüft werden. Auf diese Weise erfolgt die Verifizierung kontinuierlich statt episodisch.

Skalierbare Entwicklung für neue E/E-Architekturen

Eine weitere Herausforderung stellen Automotive-E/E-Architekturen dar, die sich von klassischen, ECU-zentrierten Netzwerken hin zu zonalen und zentralisierten Computing-Plattformen wandeln. Software ist dabei nicht mehr länger an spezifische Hardwarekonfigurationen gebunden. Stattdessen muss sie zuverlässig auf heterogenen Rechnerplattformen ausgeführt werden können und zugleich Portabilität und Skalierbarkeit leisten – von ressourcenbegrenzten Steuergeräten bis hin zu leistungsstarken Fahrzeugcomputern.

Model-Based Design unterstützt diese Anforderung, indem es Systemverhalten und Softwarestrategie von der Hardware-Implementierung entkoppelt. Ingenieure entwickeln ausführbare Modelle, die als stabile Source-of-Truth dienen. Aus diesen Modellen kann produktionsreifer Programmcode für eine Vielzahl unterschiedlicher Prozessoren und Betriebssysteme generiert werden, darunter Plattformen mit KI-Inferenz-Engines und Hardware-Beschleunigern wie GPUs, DSPs und NPUs. Dieser Ansatz ermöglicht die Entwicklung und Validierung von KI-fähigen Funktionen – etwa virtuelle Sensoren – auf Systemebene. Gleichzeitig reduziert er den Aufwand, Algorithmen für jedes Ziel neu implementieren zu müssen. Dadurch steigen Effizienz und Konsistenz über Plattformen hinweg.

Bessere Kooperation mit Model-Based Design

Engineering-Unternehmen stehen vor der Aufgabe, ihre Kooperationsmodelle umzugestalten, um mit der zunehmenden Komplexität Schritt zu halten. Die direkte Integration von Simulation, Virtualisierung

und automatisierter Verifizierung in CI/CD-Workflows unterstützt schnelle Iterationen über Software, KI-Modelle und Strategien zur Hardwarebeschleunigung hinweg. Ein modellzentrierter Ansatz hilft Unternehmen dabei, schneller zu arbeiten und gleichzeitig Robustheit, Sicherheit und langfristige Wartbarkeit im Zeitalter softwaredefinierter und KI-gesteuerter Fahrzeuge zu gewährleisten.



» **ENGINEERING-UNTERNEHMEN STEHEN VOR DER AUFGABE, IHRE KOOPERATIONSMODELLE UMZUGESTALTEN, UM MIT DER ZUNEHMENDEN KOMPLEXITÄT SCHRITT ZU HALTEN.«**

ROBERT TER WAARBEEK

Integration von KI in deterministische Engineering-Workflows

Am wirkungsvollsten entfaltet KI ihr Potenzial in der Automobilentwicklung, wenn sie in einen deterministischen Modellierungsrahmen eingebettet wird. In modellbasierten Design-Tools werden von GenAI generierte Inhalte automatisch mit etablierten Schnittstellen, Datendefinitionen und architektonischen Einschränkungen verknüpft. Mit den Funktionen des Model Context Protocol (MCP) können Ingenieure agentische KI-Workflows in bestehende Entwicklungsprozesse integrieren und gleichzeitig die hohen Anforderungen an Genauigkeit, Konsistenz und Zertifizierbarkeit erfüllen.

Langfristige Wartbarkeit und Zertifizierungsfähigkeit erfordern deterministisches

Verhalten, transparente Audit-Trails und Verifizierungsnachweise, die über den gesamten Lebenszyklus hinweg dokumentiert werden. Model-Based Design unterstützt diese Ziele unmittelbar, indem es Anforderungen, Modelle, Testsuiten und generierten Code miteinander verknüpft. Durch kontinuierliche Simulation werden Verifizierungsdaten fortlaufend erzeugt

und nicht erst am Ende eines Entwicklungsprogramms. Folgen GenAI generierte Artefakte denselben Workflows, übernehmen sie diese Struktur. Dadurch wird sichergestellt, dass Produktivitätssteigerungen nicht auf Kosten der Sicherheit, Qualität oder Compliance gehen und dass GenAI in großem Maßstab eingesetzt werden kann.

GenAI und Model-Based Design: Effiziente Automobilentwicklung

GenAI und Model-Based Design bilden in Kombination einen strukturierten Ansatz, um die Entwicklung von Automobilsoftware zu beschleunigen, ohne Kompromisse bei Vertrauen, Sicherheit und technischer Präzision einzugehen. Während Model-Based Design Determinismus, physikalisch basierte Validierung und Rückverfolgbarkeit gewährleistet, trägt GenAI innerhalb dieses Rahmens zur Effizienzsteigerung und zu verkürzten Iterationen bei.

Die Kombination beider Ansätze ermöglicht frühzeitige Einblicke in das Systemverhalten sowie eine flexible Implementierung auf unterschiedlichen Hardwarearchitekturen. Der modellzentrierte Ansatz gewährleistet eine konsistente Zusammenarbeit zwischen den Ingenieur-Teams und fördert die Wiederverwendbarkeit und Konsistenz in globalen Programmen. GenAI-unterstütztes Model-Based Design bildet damit eine skalierbare und zuverlässige Grundlage für die Entwicklung robuster, wartbarer und zertifizierbarer Automobilsysteme. » TB

Robert Ter Waarbeek ist Principal Automotive Industry Manager EMEA bei MathWorks.

Die integrierte Automobilsoftware-Entwicklung ermöglicht eine präzise Anpassung an moderne Fahrzeugarchitekturen und fördert innovative Lösungsansätze für zukünftige Herausforderungen der Automobilbranche.

Bild: MathWorks





CPQ: ANGEBOTSMOTOR STATT KONFIGURATOR

Klassische Konfiguratoren erleichtern Auswahlprozesse, schaffen aber keine Verbindlichkeit. CPQ-Systeme gehen weiter: Sie bündeln technische Regeln, Preislogiken und Freigaben zu einem durchgängigen Angebotsprozess. Entscheidend ist nicht die Oberfläche, sondern die Struktur dahinter. Sie bestimmt, wie belastbar und wie schnell ein Angebot entsteht.

» VON ANDREAS RENK

Der Anruf kommt zuverlässig im falschen Moment: „Wir brauchen ein Angebot. Heute noch.“ Dann zeigt sich, woran komplexe Vertriebsprozesse wirklich hängen. Nicht an Software, sondern an Menschen. An den zwei, drei Kolleginnen und Kollegen, die wissen, welche Varianten funktionieren, welche Kombinationen ausgeschlossen bleiben müssen und wo die Kosten kippen.

Nur sind diese Menschen oft nicht erreichbar: im Projekt verplant, im Flieger, im Urlaub oder seit kurzem in Rente. Ihr Wissen steckt in Köpfen, verteilten Excel-Dateien, alten Angebotskopien und E-Mails, die niemand findet. Skalierbar ist das nicht. Genau hier setzt CPQ an: Es macht Entscheidungen reproduzierbar und unabhängig von Einzelpersonen.

Das C in CPQ ist nicht der Konfigurator
Das „C“ steht für Configure – also für den Vorgang, technische und kaufmännische Optionen korrekt festzulegen. Ein Konfigurator ist nur die Oberfläche, die führt und prüft. CPQ dagegen ist das Regelwerk dahinter: Hier entsteht, was technisch zulässig, kauf-

CPQ WIRD ZUM KERNSYSTEM, WO REGELN, PREISE UND DOKUMENTE VERANKERT SIND.

männisch vertretbar und in der Fertigung realisierbar ist. Richtig eingesetzt wird CPQ zum Kernsystem, in dem Regeln, Preise und Dokumente verankert sind. Die UI ist nur das Einfallstor.

Konfigurator, CPQ, CRM, ERP: Jedes System hat klare Rollen

- **Konfigurator:** führt durch Optionen, prüft Plausibilität.
 - **CPQ:** setzt Regeln um, kalkuliert Preise, steuert Freigaben, erzeugt Dokumente, liefert eine Vertriebs-BOM.
 - **CRM:** Kunde, Branche, Opportunity, Vertriebsprozess.
 - **ERP/PLM/CAD:** Kosten, Materialien, technische Versionen, Fertigung.
- Die meisten Probleme entstehen, wenn diese Rollen verwischen. CPQ funktioniert nur, wenn die Grenzen klar und die Übergänge sauber sind.

Architektur-Basics: Was Projekte stabil macht

Ein CPQ sitzt nicht „im Vertrieb“, sondern im Zentrum der Systemlandschaft. Es verbindet:

- **CRM → CPQ:** Kunde, Region, Angebotskontext.
- **CPQ → ERP/PLM/CAD:** Variantenstruktur, Preise, Stücklisten, technische Merkmale.
- **CPQ → DMS:** Angebotsdokumente, technische Anhänge.
- **Stammdatenkreislauf:** Artikel, Merkmale, Preise, Versionen.

Gut funktioniert CPQ dort, wo diese Übergänge eindeutig definiert und technisch sauber umgesetzt sind. Erfahrungen aus dem Sondermaschinenbau zeigen: Veraltete Schnittstellen und unsaubere Stammdaten sind die größten Risiken, nicht das CPQ selbst.

Was CPQ abbilden muss: Drei Wissensschichten

- 1. Technische Kombinationslogik:** Zulässigkeiten, Abhängigkeiten, Normen – die Wahrheit über die Produktstruktur.
- 2. Preis- und Kalkulationslogik:** Materialkosten, Aufschläge, Risikopuffer, Rabattgrenzen – nachvollziehbar statt historisch gewachsen.
- 3. Angebotsoutput & Produktionsnähe:** Dokumente, Ausschlüsse, technische Werte und eine Vertriebs-BOM, die ERP und PLM ohne Interpretationsarbeit weiterverarbeiten können.

Fehlt eine dieser Schichten, bleibt CPQ ein Konfigurator. Mit ihnen wird es zum Angebotsmotor.

Wie CPQ zum Angebotsmotor wird

Ein CPQ wird nicht durch die UI zum Angebotsmotor, sondern durch fünf klare Bausteine:

- **Regeln**, die das implizite Expertenwissen vollständig abbilden.
- **Preise**, die aus der Modelllogik kommen statt aus Excel-Schattenlisten.
- **Dokumentenlogik**, die technische und kaufmännische Verbindlichkeit schafft.

- **Schnittstellen**, die CRM, ERP und PLM reibungslos verbinden.

- Eine **Vertriebs-BOM**, die fertigungstauglich ist.

Wenn diese Bausteine stimmen, trifft das CPQ die Entscheidungen, nicht das Bauchgefühl oder die Erreichbarkeit einzelner Personen.

MIT CPQ GIBT ES WENIGER RÜCKFRAGEN, WENIGER SCHLEIFEN UND KONSISTENTERE ANGEBOTE.

Praxisblick: Wenn der Prozess kippt

Sobald Regeln, Preislogik und Dokumente im CPQ verankert sind, verändert sich der Prozess spürbar: weniger Rückfragen, weniger Schleifen, konsistentere Angebote und ein Vertrieb, der ohne permanente Unterstützung des Engineering auskommt. Herstellerangaben aus der Praxis: etwa ein Maschinenbauer, der mit der Cloud-CPQ-Plattform Elfsquad laut Anbieter 50 Prozent schnellere Angebote erstellt. Das zeigt, welche Wirkung entsteht, wenn Wissen im System statt in Köpfen liegt.

Was Studien einordnen

Unabhängige Analysen bestätigen das Muster: Die Forrester-TEI-Studie zu Salesforce (inklusive CPQ-Modul) zeigt deutliche wirtschaftliche Effekte. Insbesondere dort, wo vorher viele manuelle Schritte nötig waren. MGI Research dokumentiert, dass Projekte vor allem dann ins Stocken geraten, wenn Unternehmen den Aufwand für Datenaufbereitung unterschätzen. Die Botschaft ist konsistent: Der Nutzen entsteht nicht durch das Tool, sondern durch die Struktur des Wissens dahinter.

Wie man im Mittelstand pragmatisch startet

Bewährt hat sich ein Ansatz, der Wirkung vor Perfektion stellt:

- **High-Runner zuerst:** Die häufigsten Produktkonfigurationen sind der beste Startpunkt, weil sie sich am schnellsten stabilisieren und am direktesten auf die Angebotszeit wirken.

- **Regeln strukturiert modellieren:** Technische Regeln sollten modular aufgebaut und fachlich dokumentiert sein. Sonst steigt der Pflegeaufwand exponentiell mit jeder Produktänderung.

- **Definition „vertriebsfertig“ gemeinsam fixieren:** Ohne klare Kriterien kommt es zu über- oder untermodellierten CPQ-Systemen. Der Vertriebsprozess bestimmt die logische Tiefe, nicht das Tool.

- **Schnittstellen früh festziehen:** CPQ hängt an CRM, ERP, PLM und DMS. Sobald ein System alte Merkmallisten oder unklare Statuslogik liefert, entstehen Fehlerketten, die schwer beherrschbar sind.

- **Freigaben im Workflow automatisieren:** Rabatt- und Margenentscheidungen lassen sich klar modellieren. Jeder Schritt, der manuell per E-Mail läuft, erhöht das Fehlriskio und verlangsamt den Angebotsprozess.

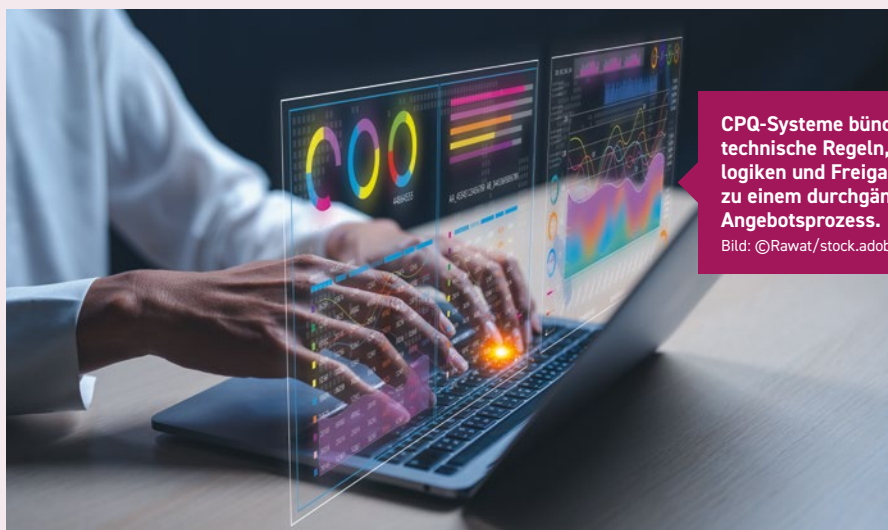
- **Dokumentenlogik zentral pflegen:** Standardtexte, Ausschlüsse, technische Hinweise und Normbezüge gehören in eine Quelle. Nur so bleiben Angebote konsistent.

CPQ ist damit weniger ein IT-Projekt als eine Form der Organisationsentwicklung. Man strukturiert, wie das Unternehmen denkt und macht dieses Denken ausführbar.

Fazit: Warum CPQ der Angebotsmotor ist

Ein Konfigurator zeigt Optionen. Ein CPQ-System bildet Entscheidungen ab, technisch, kaufmännisch, organisatorisch. Es macht

Regeln sichtbar, Preise nachvollziehbar und Dokumente konsistent. Und es löst die Engpässe auf, die entstehen, wenn Expertenwissen nicht verfügbar ist. Damit wird CPQ zum Angebotsmotor: Ein System, das Geschwindigkeit ermöglicht, ohne Verbindlichkeit zu verlieren – genau das, was beispielsweise der Sondermaschinenbau im Wettbewerbsdruck braucht. « KIS

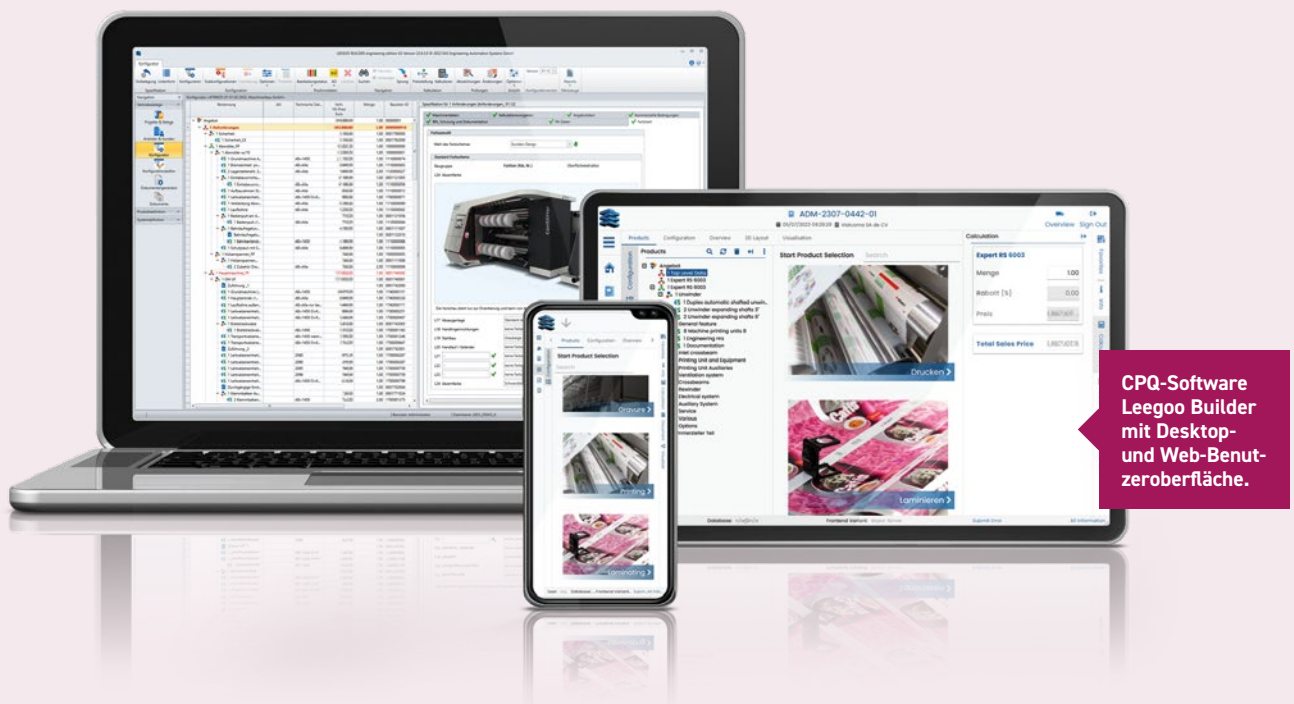


CPQ-Systeme bündeln technische Regeln, Preislogiken und Freigaben zu einem durchgängigen Angebotsprozess.

Bild: ©Rawat/stock.adobe.com

DATENDURCHGÄNGIGKEIT ALS ERFOLGSFAKTOR IM CPQ-PROZESS

Im frühen Projektstadium ist entscheidend, wie schnell und zuverlässig ein Unternehmen auf Kundenanfragen reagieren kann. Eine CPQ-Lösung verbindet Produktkonfiguration, Kosten- und Preiskalkulation sowie die automatisierte Erstellung von Angebotsdokumenten. Ein weiterer wichtiger Faktor ist die Datendurchgängigkeit entlang des gesamten Angebotsprozesses. ➤ **VON HAUKE WITTICH UND JANINE WARNEKE**



Die Atlas Copco GAP Division (Gas and Process) verfügt inzwischen über mehr als 15 Jahre Erfahrung mit dem Einsatz einer CPQ-Lösung (Configure-Price-Quote) im Vertrieb von Turboverdichtern und Expandern für industrielle Anwendungen. Was ursprünglich als kleine Initiative zur Unterstützung der Angebotskalkulation der sogenannten Core Unit begann, entwickelte sich im Laufe der Jahre zu einer umfassenden Plattform für die Angebotserstellung kompletter Anlagen. Heute umfasst der digitale Angebotsprozess nicht nur die zentrale Maschine, sondern auch sämtliche zugehörigen Subsysteme und Peripherien.

Komplexe Produkte erfordern strukturierte Daten

Turboverdichter und Expander werden typischerweise in der chemischen Industrie eingesetzt, beispielsweise beim Transport von

Gas durch Pipelines, in Kühlkreisläufen oder für Wärmepumpen. Neben der Core Unit gehören zahlreiche Subsysteme zur Gesamtanlage – etwa Kühl-, Schmier- oder Getriebesysteme. Jedes dieser Teilsysteme besitzt eigene technische Varianten, Parameter und Kostenstrukturen.

Um für eine konkrete Kundenanfrage eine technisch passende und wirtschaftlich optimierte Lösung zu entwickeln, müssen diese Informationen strukturiert, parametrisiert und miteinander verknüpft werden. Genau hier liegt der eigentliche Kern einer leistungsfähigen CPQ-Umgebung: die konsistente Modellierung der Produktdaten und ihrer logischen Zusammenhänge.

Die Erfahrung aus der Einführung der CPQ-Software Leegoo Builder zeigt deutlich, dass der größte Teil des Aufwands nicht in der technischen Implementierung der Software liegt, sondern in der Aufbereitung

und Strukturierung des Produktwissens. Bei Atlas Copco entfielen rund 85 Prozent der Gesamtarbeit auf dieses sogenannte Wissensengineering. Dazu gehören beispielsweise die Modularisierung der Produkte, die Definition von Baukastensystemen, die Parametrisierung technischer Varianten sowie die Hinterlegung von Kosten- und Kalkulationslogiken. Erst auf dieser strukturierten Datenbasis kann eine CPQ-Lösung ihre Stärke ausspielen.

DER CPQ-PROTOTYP HAT DEN ABSTRAKTIONSGRAD REDUZIERT.

Frühzeitige Prototypen schaffen Transparenz

Während der Einführung hat sich ein agiles Vorgehen bewährt. Parallel zur strukturellen Aufbereitung der Produktdaten wurde frühzeitig ein erster CPQ-Prototyp aufgebaut. Dieser reduzierte den Abstraktionsgrad und machte für alle Beteiligten sichtbar, wie die spätere Lösung funktionieren würde.

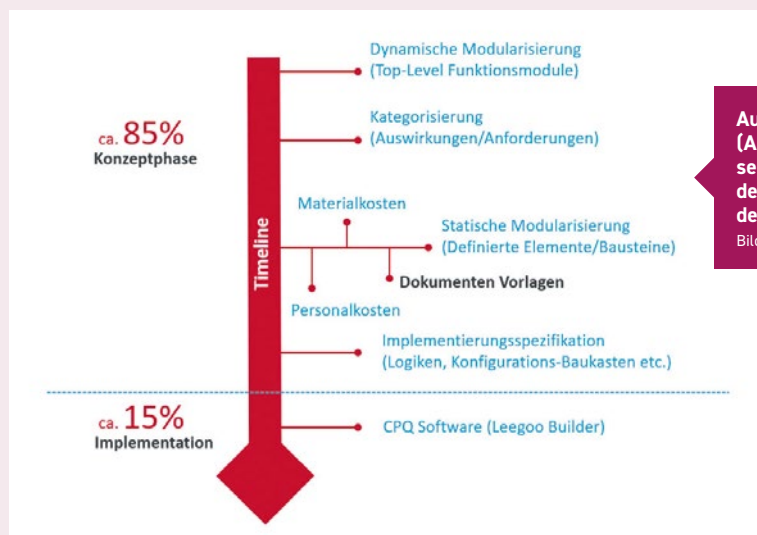
Die Transformation hin zu strukturierten Produktmodellen, parametrisierten Baukästen und automatisierten Kalkulationen erschien zunächst aufwendig. Erst mit zunehmender Nutzung wurde deutlich, dass sich dadurch nicht nur einzelne Arbeitsschritte beschleunigen lassen, sondern dass eine durchgängige digitale Prozesskette entsteht.

Datendurchgängigkeit als Schlüssel zum Erfolg

Ein zentrales Ziel der CPQ-Einführung war es daher unter anderem, Medienbrüche im Angebotsprozess zu vermeiden. Besonders deutlich wird dies durch die Integration eines internen Aerodesign-Programms zur Auslegung von Verdichtern und Expandern, das der Vorauslegung dieser Maschinen dient und somit relevante Dimensionen festlegt.

Bereits zu Beginn der Projektierung werden anhand erster Kundenanforderungen aerodynamische Berechnungen durchgeführt. Die Ergebnisse dieses Programms werden anschließend automatisch in das CPQ-System übernommen und können ggf. angepasst werden. Die entsprechenden Parameter sind dort bereits vorbelegt und können direkt für die weitere Konfiguration, Kalkulation und Dokumentenerstellung genutzt werden. Weitere Beispiele der Datendurchgängigkeit sind die Verwendung der Kundendaten aus dem CRM-System und die Weitergabe von produktionsrelevanten Daten an das ERP-System nach erfolgreicher Projektierung.

Für die Realisierung der genannten Schnittstellen stehen unterschiedliche Technologien, wie zum Beispiel die Web-API, zur Verfügung. Diese ermöglicht über die Schnittstellen hinaus auch die Anzeige der Angebotsdaten aus



Aufwandsverhältnis (Arbeitszeit) von Wissensengineering und der Implementation der Lösung.

Bild und Screenshots: EAS

dem CPQ-System auf kundenindividuellen Dashboards im Browser. So lassen sich unter anderem statistische Auswertungen oder spezielle Ansichten erstellen, die zum Beispiel relevante Zusammenfassungen für das Management zeigen.

Beschleunigte Prozesse und höhere Angebotskapazität

Durch die strukturierte Datenbasis und die integrierten Systeme verändert sich der zeitliche Ablauf des Angebots- und Auftragsprozesses. Früher liefen viele Schritte strikt nacheinander

ab – von der technischen Auslegung über die Kalkulation bis hin zur Dokumentenerstellung. Mit einer durchgängigen CPQ-Lösung können diese Aktivitäten teilweise parallel erfolgen. Informationen stehen sofort systemweit zur

Verfügung und müssen nicht mehrfach erfasst oder manuell übertragen werden.

Ein besonders sichtbarer Effekt zeigt sich in der Bearbeitung von Kundenanfragen. Trotz

gleichbleibender personeller Ressourcen konnte bei der Atlas Copco GAP Division die Zahl der bearbeiteten Anfragen innerhalb eines Jahrzehnts nahezu verdoppelt werden. Da sich gleichzeitig das Verhältnis von Anfragen zu gewonnenen Aufträgen kaum verändert hat, stieg auch die absolute Anzahl realisierter Projekte entsprechend. « KIS

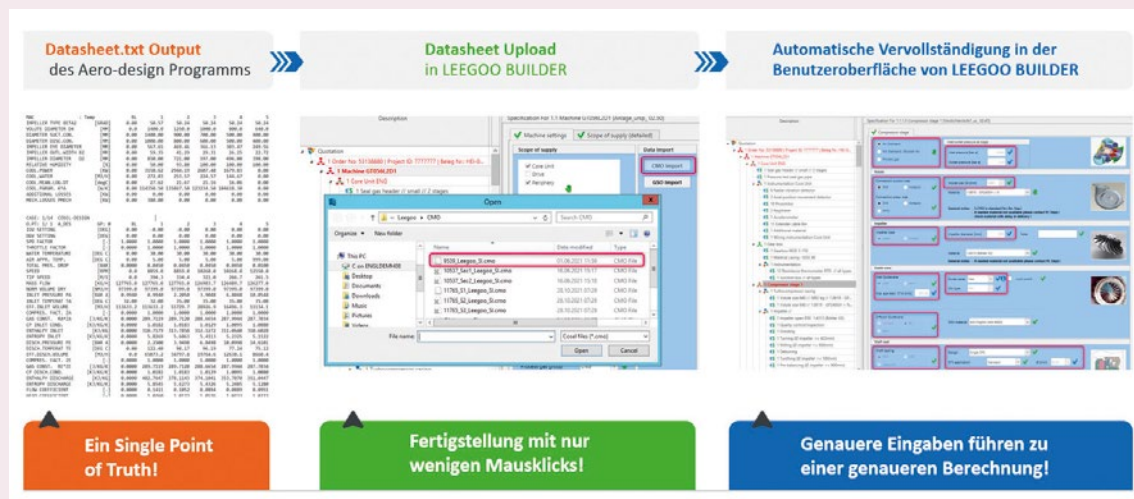
Dr. Hauke Wittich ist General Manager bei EAS Engineering Automation Systems.

Janine Warneke ist Head of Marketing and Sales bei EAS Engineering Automation Systems.

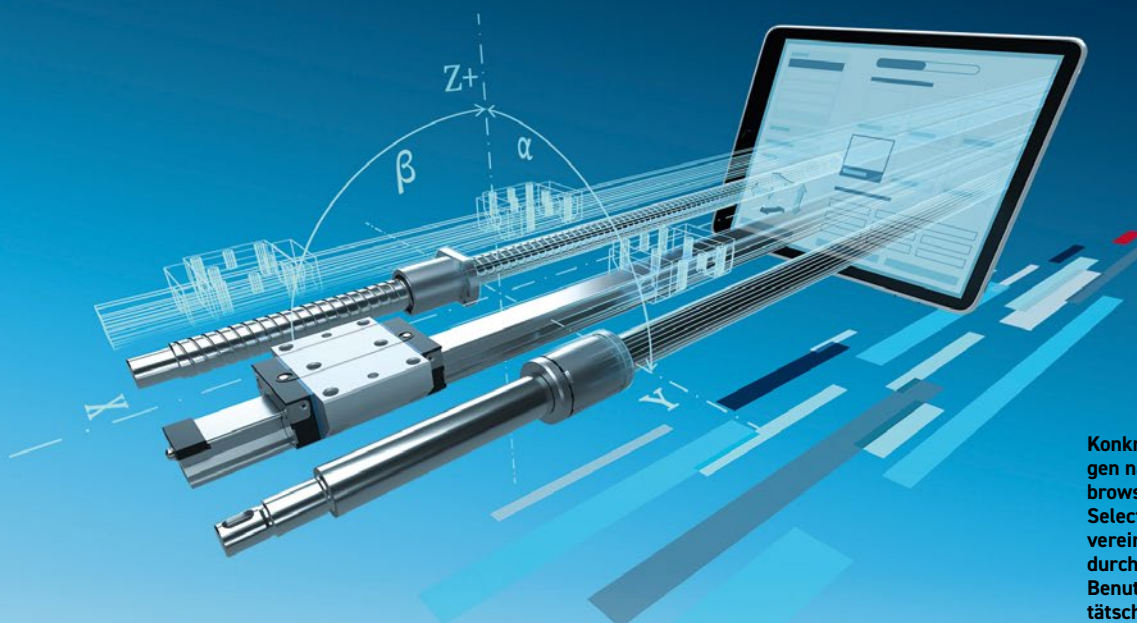
INFORMATIONEN STEHEN SOFORT SYSTEMWEIT ZUR VERFÜGUNG.

ATLAS COPCO ÜBERNIMMT EAS

Atlas Copco ist nicht nur seit mehr als 15 Jahren zufriedener Anwender der CPQ-Software Leegoo Builder, sondern hat EAS Engineering Automation Systems – das Unternehmen hinter der Software – im November 2025 übernommen.



Ein Beispiel für Durchgängigkeit im Angebotsprozess.



Konkrete Lösungsempfehlungen nach wenigen Eingaben: Der browserbasierte Lineartechnik Selector von Bosch Rexroth vereinfacht das Engineering durch eine schnelle und intuitive Benutzerführung, Plausibilitätschecks, 3D-Viewer und Projektmanagement.

WIE SELEKTOREN DAS ENGINEERING REVOLUTIONIEREN

Mit intuitiven Online-Selektoren lassen sich komplexe Industriegüter so einfach wie Autos oder Notebooks konfigurieren. Ein aktuelles Beispiel zeigt Bosch Rexroth mit seinem Lineartechnik Selector. » VON BERNHARD SCHMEE

Eine typische Situation in einer Konstruktionsabteilung oder einem Ingenieurbüro: Eine neue Anlage oder Maschine muss für die Serienfertigung kurzfristig projektiert, ausgearbeitet und optimiert werden. Der Zeitdruck wird umso größer, je aufwendiger die Auswahl- und Auslegungsprozesse der benötigten Komponenten sind und je mehr Produktwissen sie voraussetzen. Gleichzeitig ändert sich die Art und Weise, wie im Konstruktionsumfeld gearbeitet wird. Denn angesichts des intensiven internationalen Wettbewerbs und der zunehmenden Informationsflut denken Fachkräfte im Maschinenbau vermehrt in Funktionen und Anwendungen statt in Produkten. Sie erwarten einfach zu bedienende, webbasierte Engineering-Tools, die den gesamten Ablauf von Auswahl und Auslegung bis zur Konfiguration und Bestellung in einer Software abdecken und mit gezielten Hilfestellungen und intelligenten Algorithmen plausible Lösungsvorschläge generieren.

Komplexe Prozesse vereinfachen

Wie also kann das Engineering für den Maschinen- und Anlagenbau insgesamt einfacher, eingängiger und transparenter werden? Dieser Frage ging Bosch Rexroth während der Entwicklung des Lineartechnik Selectors nach, mit dem sich Lineartechnikkomponenten ganz einfach dimensionieren und konfigurieren lassen. Das Ziel des Projektes, das das Unternehmen nach der Lineartechnik auf weitere Geschäftsbereiche ausdehnen

SELEKTOREN BILDEN AUSWAHL UND AUSLEGUNG AUF EINER EINZIGEN WEBSEITE AB.

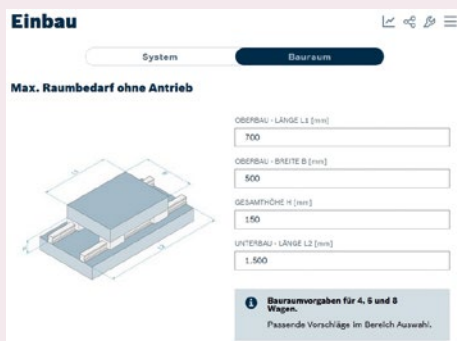
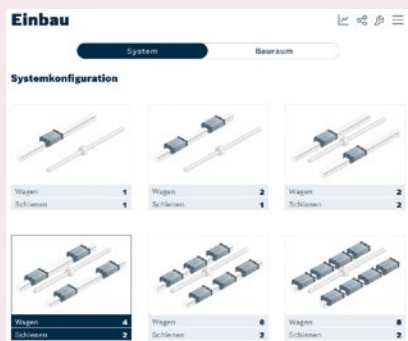
möchte: Komplexe Technikprodukte sollen sich trotz hoher Varianz so einfach und intuitiv online auswählen, auslegen, konfigurieren und bestellen lassen wie ein Auto oder Laptop. Für eine optimale Nutzerführung und Zeitersparnis sollen die neuen Selektoren den

komplexen Auswahl- und Auslegungsprozess auf einer einzigen Webseite abbilden – von Grob- und Feinauslegung über die Projektierung mit Preis- und Lieferinformation bis hin zur Bestellung einschließlich CAD-Download.

Single-Page-Selektor für Lineartechnik

In die erste Ausbaustufe des Selectors sind Jahrzehnte an Erfahrung bezüglich Technologie, Produkten, Branchen und Anwendungen eingeflossen. Ende 2024 wurde das neue Online-Tool weltweit ausgerollt. Aktuell können Nutzer mit dem Selektor das komplette Standardportfolio des Herstellers an Kugel- und Rollenschienenführungen, Kugelbüchsenführungen sowie Kugel- und Planetengewindetrieben auswählen.

Wegweisend ist dabei nicht nur die intuitive und einfache Bedienung, sondern auch die kontinuierliche Begleitung mit Plausibilitätsprüfungen und erklärenden Hinweisen sowie die automatische Generierung plausibler Lösungsempfehlungen. Bereits nach wenigen Eingaben generiert der Produkt-



Der Lineartechnik Selector bietet zwei Wege zur passenden Profilschieneinführung: User mit Rexroth-Produktwissen können direkt mit System-Vorlagen starten (links). Alternativ startet der Auswahlprozess mit der Angabe des Bauraums. Am Ende beider Wege stehen plausible Lösungsempfehlungen.

Bilder: Bosch Rexroth

selektor einen nach dem Bauraum optimierten Vorschlag sowie sinnvolle Alternativen. Dies kann etwa bei den Profilschieneinführungen eine kleinere Baugröße mit einer höheren Anzahl von Führungswagen sein. In Kürze soll der Selektor angemeldeten Usern zu jedem Vorschlag auch Preisinformationen und Lieferzeiten anzeigen, was einen weiteren großen Zeitgewinn bringt.

Mehr Nutzen, weniger Tools und Kosten

Mit vielen innovativen Zusatzfeatures wie einem 3D-Viewer zur kontinuierlichen Visualisierung der eingegebenen Applikation und des Produkts sowie wertvollen Tool-Tipps und realistischen Produktempfehlungen schafft der Selektor bereits in der ersten Ausbaustufe Mehrwerte, die viele Anwender in dieser Form und Detaillierung bislang vermissten. So stellen andere Auswahltools beispielsweise nur lange Ergebnislisten ohne klare Empfehlung bereit. Da es sich bei dem Lineartechnik Selector um ein vollintegriertes Online-Tool handelt, das unabhängig vom Endgerät über den Webbrowser erreichbar ist, kann via Tablet sogar ein spontaner Machbarkeitscheck an der Anlage durchgeführt werden. Außerdem ist der Selektor rund um die Uhr verfügbar, funktional stets auf dem aktuellen Stand und erfordert IT-seitig keinen Aufwand für Softwareinstallation, Rechtevergabe und Pflege.

Als weiteres zeitsparendes Feature beinhaltet der Selektor ein Projektmanagement zum einfachen Ablegen und Teilen von Projekten – im eigenen Umfeld, mit Partnern oder zur Beratung mit Bosch Rexroth. Darüber hinaus können sämtliche Dokumente sowie die CAD-Daten zur gewählten Lösung umgehend heruntergeladen werden.

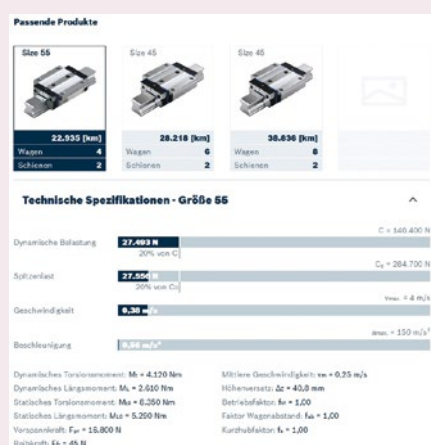
Beispiel: Auslegung einer Profilschiene

Um passend zur Ausgangssituation einfach zu einer Lösung zu finden, bietet der Linear-

technik Selector zum Beispiel bei den Profilschieneinführungen zwei Einstiegswege: Der erste führt über eine Vorgabe der Systemkonfiguration, der zweite über den Bauraum. Der System-Einstieg ist der schnellste Weg, wenn die Anforderungen klar und die Produkte bekannt sind. Anhand von Vorlagen mit ein oder zwei Schienen und bis zu acht

SELEKTOR SCHLÄGT PASSENDE GRÖSSEN UND ANZAHL DER FÜHRUNGSWAGEN VOR.

Führungswagen kann das System schnell definiert werden. Der alternative Einstieg über den Bauraum führt hingegen auch User, die mit den Produkten nicht vertraut sind, intuitiv zur passenden Lösung. Nach Auswahl des Geschwindigkeitsprofils sowie Angaben vom Massen und Kräften bietet der Selektor erneut zwei Wege: Eine individuel-



Integriertes Produkt-Know-how: In Abhängigkeit vom Bauraum zeigt der Lineartechnik Selector im Bereich Profilschieneinführungen passende Produktempfehlungen und plausible Alternativen mit anderer Baugröße und mehr Führungswagen. Zu überprüfende Grenzbereiche sind farblich markiert und mit Hinweisen versehen.

le Produktauswahl oder eine Ermittlung der passenden Produkte anhand typischer Branchen Anwendungen und Applikationsanforderungen. Jeder Schritt wird im 3D-Viewer visualisiert und mit technischen Informationen hinterlegt.

Am Ende jedes Lösungswegs zeigt der Selektor passende Lösungsvorschläge an, die auch Empfehlungen zur erforderlichen Größe, Wahlmöglichkeiten bei der Anzahl der Führungswagen sowie Angaben zur dynamischen Belastung, Spitzenlast und Dynamiken enthalten. Produkte im Grenzbereich sind farblich gelb unterlegt, Versionen außerhalb sind rot markiert – jeweils mit erklärenden Hilfestellungen zur Einschätzung der Eignung für das jeweilige Setting. Außerdem liefert das Online-Tool Hinweise zur Schmierauslegung, Maßbilder und einen Link zum Rexroth Store für Zubehör. In künftigen Versionen sollen die Lösungsvorschläge auch direkt mit einem Preis versehen sein. Abschließend kann die gewählte Lösung in den Warenkorb gelegt und über den Rexroth Store direkt angefragt oder bestellt sowie die umfangreiche Projektdokumentation inklusive Anleitung, 3D-CAD-Daten und Berechnungsinformationen heruntergeladen werden.

Einblick in Next-Level-Engineering

Mit dem vollintegrierten Lineartechnik Selector zeigt der Hersteller schon heute wesentliche Züge der digitalen Engineering-Praxis von morgen. Durch die intelligente Nutzerführung gelangen die User schnell und einfach zum passenden Bauteil – egal, ob sie bereits ein konkretes Produkt im Auge haben oder nur die Anwendungsdaten kennen. Nach wenigen Minuten steht so eine individuelle Lösung fest, die umgehend in bewährter Qualität produziert und zum vereinbarten Termin geliefert wird.

Je komplexer die Produkte und je aufwendiger die erforderlichen Berechnungen, desto mehr Zeit können Konstruktionsabteilungen durch vollintegrierte Selektoren sparen. Die intuitive Benutzerführung, die präventiven Algorithmen zur Vermeidung von Auslegungsfehlern und der transparente Prozess mit plausiblen Produktempfehlungen schaffen eine Grundlage dafür, dass Fachkräfte im Maschinen- und Anlagenbau ihre Arbeit selbst ohne tiefes Produktwissen noch effektiver, unabhängiger und sicherer erledigen können.

« KIS

Bernhard Schmee ist Software Manager, Business Unit Linear Motion Technology, bei Bosch Rexroth.

AFFLERBACH OPTIMIERT PROZESSE MIT AMS.ERP

Die Etablierung durchgängiger Prozesstransparenz war das Hauptargument für die Implementierung des Multiprojektmanagement-Systems AMS.ERP bei der Afflerbach Bödenpresserei. Eine zentrale Rolle spielt der integrierte Produktkonfigurator, der es ermöglicht, Angebote schnell und präzise zu erstellen. » VON GUIDO PIECH



200.000 bis 250.000 Böden presst das Westerwälder Unternehmen pro Jahr, von Kappen für Rohrschlangen in Fingerhutgröße bis hin zu den größten Durchmessern von 4,30 Meter in der Warm- und 5,40 Meter in der Kaltformung.

hinsichtlich eines Systemwechsels erzielt worden war, stand am Ende eines umfassenden Auswahlprozesses die Entscheidung für AMS.ERP mit seinem Zuschnitt auf die Einzel-, Auftrags- und Variantenfertigung.

Wechsel auf Standard-ERP-System

Oberste Prämisse war es, alle relevanten Prozesse im Softwarestandard abzubilden. Die schlechten Erfahrungen mit der Vorgänger-Software, die den unternehmensweiten Datenfluss infolge zu vieler Zusatzprogrammierungen und Medienbrüche nicht gewährleisten konnte, sollten sich nicht wiederholen. Um sich zu vergewissern, dass der ams-Standard die für einen Einzel- und Variantenfertiger erforderlichen Funktionalitäten tatsächlich bereithielt, schauten sich die Entscheidungsträger die Installation bei einem ihnen bekannten Behälterbauer in der Praxis an. Dieser Betrieb hatte sich im Zuge der Implementierung des ams-Standards prozessseitig rundum neu aufgestellt und dank der Durchgängigkeit der Daten über alle Abteilungen hinweg transparente und effiziente Abläufe etabliert. Dadurch, dass bei Afflerbach jedes Mitglied des Key-User-Teams für die Abbildung der Abläufe seiner jeweiligen Abteilung verantwortlich war, ging die anschließende Implementierung relativ schnell vonstatten, weil der Software-Standard wie geplant den Rahmen setzte und dennoch die notwendige Flexibilität bei der Prozessgestaltung bot.

Eine der speziell benötigten Standardfunktionalitäten für die Unikat- und Vari-

Die Afflerbach Bödenpresserei ist ein mittelständisches Familienunternehmen, das zu den weltweit führenden Herstellern von Behälterböden, Verschlüssen sowie Sonderpressteilen zählt. 230 Beschäftigte verarbeiten unterschiedlichste metallische Werkstoffe und Plattierungen aus Schwarzblechen und Edelstählen im Warm- und Kaltformverfahren. Die Kunden der Westerwälder stammen aus dem Kessel- und Behälterbau, dem Apparate- und Anlagen- sowie dem Rohrleitungs- und Kraftwerksbau.

Herausforderungen und Anforderungen in der Bauteilproduktion

Benötigen Anlagen- oder Kesselbauer Bodenelemente für ihre Behälter, schicken sie Afflerbach elektronische Anfragen, in denen sie die erforderliche Beschaffenheit der zu pressenden Bauteile übermitteln. Auf Basis der

zu bewältigenden Druck- und Temperaturverhältnisse geben sie Form, Durchmesser, Dicke und Festigkeit des Materials vor. Während reine Luftdruckbehälter bereits sehr hohe Anforderungen an die Materialqualität stellen, steigen diese noch einmal deutlich, wenn etwa komplexe chemische Verfahren die Verwendung von Medien wie Säuren erfordern. Aufgrund der Fülle an Kombinationsmöglichkeiten ergibt sich eine hohe Produktvarianz, die Afflerbach aufgrund des hochdiversifizierten Werkzeugparks und der speziellen Expertise auf dem Gebiet der Warmverformung erfüllen kann.

Gemessen an der hohen Produktqualität und -vielfalt zeigte sich allerdings irgendwann, dass sich die interne Prozessorganisation nicht auf demselben Niveau bewegte. Den Grund sahen die Verantwortlichen zu großen Teilen in der bisher genutzten ERP-Software, die den gestiegenen Ansprüchen nicht mehr genügte. Nachdem Einigkeit



Für das Wärmen zum Pressen sowie für die unterschiedlichen Wärmebehandlungen kommen Öfen mit programmgesteuerter Wärmeführung zum Einsatz, die teilweise auf bis zu 1.200 Grad hochgefahren werden können. Edelstahl wird bei ca. 1.100 Grad umgeformt, das sogenannte Schwarzmaterial (Blech) bei 950 Grad.



Afflerbach besitzt einen hochdiversifizierten Maschinenpark, um unterschiedlichste metallische Werkstoffe und Plattierungen aus Schwarzblechen und Edelstählen im Warm- und Kaltformverfahren zu verarbeiten.

Bilder: Afflerbach Bödenpresserei GmbH & Co KG

antenfertigung liefert das sogenannte O-Teile-Management. Dieses ermöglicht es, Artikel auch ohne Artikelnummern durch die Aufträge zu führen, was die in fast allen anderen ERP-Systemen obligatorische und arbeitsintensive Daueraufgabe der Artikelstammpflege erheblich reduziert. Aufgrund der geringen Stückzahlen mit hoher Teilevarianz agiert Afflerbach zumeist projektbezogen. Statt also Stammdaten wie Artikelnummern zu verwalten, kommt es vielmehr darauf an, neue Projekte mit einem minimalen Set an Daten anlegen zu können, um schnellstmöglich operativ zu werden. Dazu sagt ERP-Projektleiter Stefan Reuter: „Im alten System mussten wir jedes noch so kleine Teil, das wir irgendwo beschafft hatten, als Artikel anlegen, was den Artikelstamm immens aufblähte. Das O-Teile-Management entbindet uns glücklicherweise von dieser Aufgabe.“

Doch es sind nicht nur Kleinteile, die bei Afflerbach keine Artikelnummern erhalten, sondern vor allem die zu pressenden Bleche selbst. Für die wird stattdessen eine Bezeichnung generiert, die Aufschluss über ihre Form, das Material und die Maße gibt, zum Beispiel Klöpperboden, 1.000 x 10 aus P265GH. Das entsprechende Material wird einmal im Wareneingang gebucht. Weil es dabei automatisch der Auftragsposition zugeordnet wird, entfällt die spätere Entnahmebuchung, die im Altsystem stets notwendig war.

Produktkonfigurator beschleunigt Angebotserstellung

200.000 bis 250.000 Böden presst das Westerwälder Unternehmen pro Jahr, von Kapfen für Rohrschlangen in Fingerhutgröße bis hin zu den größten Durchmessern von 4,30 Meter in der Warm- und 5,40 Meter in der Kaltformung. Um die projektbezogenen Anfragen digital abbilden zu können und schnellstmöglich verbindliche Angebote unterbreiten zu können, kommt bei Aff-

lerbach der ams-Produktkonfigurator zum Einsatz, der ein absolutes Muss-Kriterium war. „Die Verkürzung der Angebotserstellung war eines unserer Hauptanliegen, denn je mehr Zeit wir dafür aufwenden, desto wahrscheinlicher ist der Auftrag bereits anderweitig vergeben“, skizziert Stefan Reuter die Ausgangslage.

OBERSTE PRÄMISSSE WAR ES, ALLE RELEVANTEN PROZESSE IM SOFTWARESTANDARD ABZUBILDEN. DIE SCHLECHTEN ERFAHRUNGEN MIT DER VORGÄNGER-SOFTWARE SOLLTEN SICH NICHT WIEDERHOLEN.

Bereits die Altsoftware besaß einen Konfigurator, der allerdings nicht mehr die erforderliche funktionale Tiefe lieferte. Aufgrund ihrer Erfahrungen mit dem Tool wussten die Afflerbach-Spezialisten jedoch sehr genau, welche Features sie benötigten und erkannten rasch, dass ams.erp im Vergleich zu den anderen evaluierten Systemen den besten Weg der Produktkonfiguration bereithielt. Dieser gestaltet sich heute wie folgt: Die Vertriebsmitarbeiter legen die Angebotspositionen an und gelangen über die sich daraus ergebende Stammsstückliste in eine Maske, in der sie das Produkt anhand sei-

ner Merkmale (Form, Dicke, Durchmesser, Material) beschreiben. Daraus generiert der Konfigurator automatisch sowohl die Produktbezeichnung als auch einen Produkttext, der als Angebots- und später auch als Auftragsbestätigungstext verwendet wird. Gleichzeitig werden die Angebots- und die Auftragsstücklisten erstellt, wobei sich aus den Angebotsstücklisten die Arbeitspläne mit sämtlichen Arbeitsgängen ergibt, die wiederum die prognostizierten Fertigungszeiten an den einzelnen Arbeitsplätzen enthalten.

Effizientere Dokumentenverwaltung

Somit sind auf Basis der Stücklistenpositionen aus der Angebotsstückliste die Fertigungs- und Materialkosten bekannt. Wird das Angebot dann in einen Auftrag überführt, wird die Angebotsstruktur auch für die Auftragsstücklisten verwendet, woraus sich dann das jeweilige Arbeitspapier ergibt. Die resultierende Struktur kann bei Bedarf durch die Techniker in der Arbeitsvorbereitung noch ergänzt werden, beispielsweise textlich oder auch durch einen weiteren Arbeitsgang.

« TB

Guido Piech ist PR-Fachredakteur bei AMS.Solution.



Schutz und Lizenzierung bis zum Mikrocontroller mit CodeMeter.

Bild: Wibu-Systems AG, erzeugt mit Midjourney

KONTINUIERLICHER SCHUTZ BIS ZUM MIKROCONTROLLER

In Zeiten wachsender Cyberbedrohungen und neuer Regulierungen wie dem Cyber Resilience Act (CRA) und NIS2 wird der Schutz sensibler Firmware in Embedded-Systemen immer wichtiger. CodeMeter Embedded von Wibu-Systems bietet dafür eine Sicherheitslösung bis hinunter auf die Mikrocontroller-Ebene, inklusive Post-Quantum-Kryptografie (PQC), PKCS#11-Zertifikatsmanagement und Kompatibilität zum CodeMeter-Ökosystem. » **VON MARCO BLUME**

Das wertvolle Fachwissen in der Firmware kleiner Geräte wie Steuerungen, Frequenzumrichtern oder Sensoren ist anfällig gegenüber Angriffen auf die Integrität. Dies betrifft ebenso die Softwareanwendungen selbst wie auch die Umsetzung von Lizenzierungsmechanismen. Wibu-Systems erweitert CodeMeter Embedded nun auf Mikrocontroller und Real-Time-Betriebssysteme (RTOS), um zukunftsorientierte, kryptoagile Lösungen anzubieten. Hersteller sichern dadurch ihr geistiges Eigentum ab, realisieren Lizenzierung und nutzen die durchgängige Kompatibilität im CodeMeter-Ökosystem. In diesem Artikel geht es ebenfalls um aktuelle Sicherheitsstandards, die mit CodeMeter umgesetzt

werden können, und wie X.509-Zertifikate über eine standardisierte PKCS#11-Schnittstelle an PKIs und bestehende Systeme angebunden werden können.

Anforderungen an den Schutz von Embedded-Systemen

Firmware in industriellen Sensoren, Steuerungen oder Umrüchtern enthält sensibles Know-how, das durch Reverse Engineering gefährdet ist. Cyberangriffe kompromittieren die Sicherheit einzelner Komponenten oder – falls diese als Einfallstor dienen – ganzer Maschinen oder Industrieanlagen. Während das Schadenpotenzial bei isolierten Maschinen überschaubar bleibt, steigt es spätestens bei der Integration in kritische Infrastrukturen (KRITIS) erheblich an.

Mikrocontroller mit reiner Anwendung oder RTOS fordern durch begrenzte Ressourcen (Speicher, Rechenleistung, Schnittstellen) besonderen Schutz und Lizenzierung. Krypto-Bibliotheken sind einfach integrierbar, doch Systemfragen wie sichere Schlüssellagerung, Updates, Lizenzübertragung, zentrale Verwaltung und Datentransfer (auch offline) machen es komplex. In Produktionsanlagen der Fertigung oder in KRITIS-Umgebungen sind Geräte häufig vom öffentlichen Internet isoliert. Dadurch scheiden online-basierte Lizenzmanagementsysteme oder Cloud-Verfahren aus. Diese Problematik trifft nicht nur mikrocontrollerbasierte Systeme, sondern alle Embedded-Plattformen in Industrieanlagen, Medizintechnik oder vergleichbaren Regel- und Steuerungsaufgaben.

CodeMeter Embedded: Integration in MCUs und RTOS

CodeMeter Embedded umfasst eine kompakte Bibliothek mit CodeMeter-API-Funktionen für Embedded-Operating-Systems wie Linux, VxWorks oder QNX. Für zahlreiche mikrocontrollerbasierte Geräte erweisen sich jedoch einige hundert Kilobyte als zu umfangreich. Zudem fehlt in solchen Szenarien der Bedarf an Funktionen wie Caching, Shared Memory oder Netzwerkzugriff. Hersteller profitieren daher von der Modularität des CodeMeter-Codes, die eine Konfiguration ermöglicht, sodass er auf Mikrocontrollern in Bare-Metal-Ausführung oder in Kooperation mit einem RTOS läuft. Die CodeMeter-API sowie die Lizenzformate bleiben identisch mit denen im PC-Umfeld. Somit entsteht ein Lizenzierungssystem auf Mikrocontroller-Ebene, das kompatibel ist mit Lösungen auf leistungsfähigeren Embedded-Systemen, PCs oder Servern. Auch CodeMeter License Central stellt Lizenzen einheitlich für umfangreiche PC-Systeme und Mikrocontroller bereit.

Kryptoagilität und Post-Quantum-Kryptografie (PQC)

Derzeit widerstehen asymmetrische Kryptografieverfahren Quantencomputer-Angriffen. Ein solcher Bruch könnte jedoch jederzeit ohne Ankündigung eintreten. Selbst bei akademisch anmutendem Durchbruch erfordert jede Entschlüsselung dedizierte Quantenressourcen, die verfügbar und wirtschaftlich sein müssen – etwa zum Kopieren von Software.

Bei taktisch motivierten Angriffen auf Systeme ändert sich die Lage grundlegend. Sobald der Wert der geschützten Daten die Kosten eines Quantenangriffs übersteigt, muss der Schutz angepasst werden. Deshalb integriert CodeMeter PQC bereits in alle Produkte, um zum entscheidenden Zeitpunkt voll funktionsfähige PQC-Software im Einsatz zu haben.

Die kommende Generation der CodeMeter-Dongles (CmDongles) bewältigt längere PQC-Schlüssel und aktuelle Verfahren wie ML-KEM oder ML-DSA. Kryptoagilität ist von Grund auf berücksichtigt, sodass Algorithmuswechsel mit existierender Hardware und Software machbar bleiben. CodeMeter-Kunden entlasten sich: Die Plattform übernimmt PQC-Vorbereitungen und implementiert sie in laufenden Produkten. In ressourcenbeschränkten Umgebungen wie Mikrocontrollern – wo PQC durch Schlüssellängen und Rechenaufwand limitiert ist – gewährleisten hybride Ansätze Schutz und Lizenzierung.

Zertifikatshandling und Standards

Viele Anwendungen nutzen X.509-Zertifikate für S/MIME, Netzwerksicherheit oder TLS – doch Standard-Speicherung auf Festplatten ist unzureichend für sichere Authentifizierung. Moderner Schutz lagert private Schlüssel in Secure Elements wie CmDongles.

CodeMeter Embedded und Runtime integrieren via Certificate Vault X.509-Zertifikate in CmDongles mit PKCS#11-Zugriff (z. B. OpenSSL), hardwaregeschützt und dongle-abhängig. Hersteller

Globale Compliance mit CodeMeter

The diagram illustrates global compliance with CodeMeter across various international standards and regions. It features three main columns representing different regulatory frameworks:

- European Union:** Includes the Cyber Resilience Act (CRA), NIS2 Directive, and the European Union flag.
- United States:** Includes the NIST Cybersecurity Framework (CSF 2.0), CISA Cybersecurity Performance Goals (CPGs), and the United States flag.
- China:** Includes Grading Protection 2.0 (MLPS 2.0), CCOP 2.0 (Cybersecurity Compliance for CII), and GB Safety Standards (2026).

Each column also features a CodeMeter Compliance seal. A purple callout box at the bottom states: "Lizenzen und Schlüssel werden in CmContainer (CmDongle, softwarebasierte CmActLicense, CmCloudContainer) gespeichert." (Licenses and keys are stored in CmContainer (CmDongle, software-based CmActLicense, CmCloudContainer)).

Bild: Wibu-Systems

erfüllen so IT-Sicherheitsnormen und nutzen CmDongles für PKI-Integration neben Lizenzierung.

Erfüllung gesetzlicher Vorgaben

Die Industrie unterliegt strengen Normen für sichere Software in Anlagen und Komponenten. Obwohl viele übereinstimmen, spezifiziert jeder globale Wirtschaftsraum eigene Regelwerke. CodeMeter assistiert Softwareherstellern und Anlagenbauern bei effizienter Umsetzung – mittels Tamper-Proofing, Kryptoagilität, und Lizenzkonformität bis hin zur Zertifikatsunterstützung. CodeMeter adressiert Kernaspekte wie Risikomanagement, Integrität und Updates, um Zertifizierungsprozesse zu optimieren.

Wesentliche Merkmale

CodeMeter Runtime fungiert als Dienst auf Desktop-PCs. CodeMeter Embedded als Software-Library, die direkt in die zu schützende Applikation eingebettet wird. Beide verwenden identische CodeMeter-API-Funktionen, Lizenzformate für Lizenzen und Schlüssel in CmContainern (CmDongle, softwarebasierte CmActLicense, CmCloudContainer) und sind nahtlos mit CodeMeter License Central kompatibel. Sie decken gängige Betriebssysteme und Hardware-Plattformen ab, bis hin zu Mikrocontrollern. Softwarehersteller und Firmware-Entwickler selektieren aus einem modularen Baukasten Komponenten und integrieren sie reibungslos ins Lizenzsystem. Die CodeMeter Protection Suite erweitert dies um direkten, hochauflösenden IP-Schutz in der Applikation.

« KF

Marco Blume ist Product/R&D Manager Embedded bei Wibu-Systems.

CodeMeter erfüllt unterschiedliche Richtlinien weltweit.

Bild: Wibu-Systems AG





FÜNF TRENDS IN DER FAHRZEUGENTWICKLUNG

Die technologische Transformation der Automobilindustrie ist unbestritten: Fahrzeuge werden zunehmend durch Software definiert. Auch neue Mobilitätskonzepte und digitale Services verändern Erwartungen an das Produkt und dessen Entwicklung. Doch viele OEMs kämpfen damit, Softwareänderungen effizient in bestehende Architekturen einzubinden.

» VON MICHELE DEL MONDO

In vielen Organisationen sind Prozesse und Systemarchitekturen nicht auf kontinuierliche Änderungen ausgelegt. Fünf Technologietrends zeigen, wohin sich die Fahrzeugentwicklung strukturell bewegt und an welchen Punkten OEMs und Zulieferer ansetzen müssen, um ihre Entwicklungsfähigkeit langfristig zu sichern.

1. Agentic AI automatisiert Engineering-Entscheidungen

Künstliche Intelligenz (KI) spielt in der Produktentwicklung längst eine Rolle, etwa in der Analyse von Testdaten oder bei Vorhersagemodellen. Doch während bisherige Systeme vor allem analysieren, übernehmen KI-Agenten zunehmend auch operative Aufgaben. In frühen Entwicklungsphasen identifizieren sie beispielsweise Zielkonflikte und leiten direkt konkrete Änderungsmaßnahmen im System ab.

Besonders relevant wird das in Variantenprojekten, in denen viele disziplinübergreifende Entscheidungen unter Zeitdruck getroffen werden müssen. Hier können

KI-Agenten helfen, Vorschläge für Designanpassungen zu bewerten oder Änderungsauswirkungen strukturiert vorzubereiten. Das entlastet Teams von wiederkehrenden Aufgaben, ohne sie aus dem Prozess zu nehmen. Der Einsatz von KI-Agenten ist durch eine durchgängige, vernetzte Systemlandschaft mit klaren Datenbeziehungen zwischen Anforderungen, Architekturentscheidungen und Softwareständen möglich.

2. Composable Software-Architekturen erhöhen Reaktionsgeschwindigkeit

Funktionen, die heute OTA-fähig und domänenübergreifend ausgeliefert werden, lassen sich mit klassischen Plattformmodellen kaum effizient managen. Statt fest verdrahteter Software-Stacks setzen immer mehr Hersteller auf Composable Systemarchitekturen: Funktionen werden als lose gekoppelte Module bereitgestellt und je nach Modellvariante flexibel konfiguriert.

Diese Modularisierung erfordert tiefgreifende Änderungen in der Softwareentwicklung und setzt voraus, dass ALM-, PLM- und

Architekturwerkzeuge durchgängig integriert sind. Anforderungen, Modellierungsstände und Softwarekomponenten müssen übergreifend nachvollziehbar sein. Zentral ist dabei eine technische Kopplung zwischen ALM (Application Lifecycle Management) und PLM (Product Lifecycle Management), idealerweise ergänzt um ein PLE-Modell (Product Line Engineering), das Wiederverwendung und Varianten strukturiert abbildet.

3. Der Intelligent Product Lifecycle schafft durchgängige Datenlogik

Ohne konsistente Datenstrukturen lässt sich technische Komplexität auf Dauer nicht kontrollieren. Der IPL (Intelligent Product Lifecycle) verbindet Anforderungen, Funktionsmodelle, Softwarestände, Testdokumentationen und Zulassungsinformationen in einer technischen Umgebung, die Daten kontextbezogen verknüpft und systematisch aktualisierbar hält. Änderungen lassen sich dadurch besser einordnen und gezielter umsetzen. Wenn eine Anforderung angepasst wird, sind die Auswirkungen auf Architektur, Testabdeckung sowie Nachweise für funktio-

nale Sicherheit und Typgenehmigung sofort ersichtlich und technisch nachvollziehbar. In der Praxis ersetzt der IPL manuelle Übergaben zwischen verschiedenen Disziplinen. Der Aufwand für Abstimmungen sinkt, Inkonsistenzen werden seltener, und die technische Absicherung im Produktlebenszyklus wird verlässlicher.

4. Neue EV-Architekturen erfordern domänenübergreifende Entwicklung

Die Entwicklung elektrifizierter Fahrzeuge bringt neue technische Anforderungen mit sich, die sich direkt auf die Systemarchitektur auswirken. Themen wie Hochvoltssysteme, striktere Sicherheitsvorgaben und komplexes Thermomanagement sind dadurch eng miteinander verbunden und lassen sich mit herkömmlichen Modularisierungsansätzen nur schwer koordinieren.

In vielen Projekten fehlt die durchgängige Verbindung zwischen Anforderungsmanagement, Simulation und Systemmodell. Wenn etwa ein Batteriepaket angepasst wird, wirkt sich das auf das Kühlsystem, das Packaging und die Validierung aus. Solche Zusammenhänge müssen frühzeitig erkannt und modellbasiert abgebildet werden, idealerweise in einer Umgebung, die Varianten, Architekturentscheidungen und Sicherheitsnachweise integriert verwaltet.

Dazu müssen Systems Engineering, Simulation und PLM technisch aufeinander abgestimmt sein. Gerade bei Hochvoltssystemen zeigt sich, wie wichtig eine saubere Kopplung technischer Domänen für belastbare Architekturentscheidungen geworden ist.

5. Offene PLM-Plattformen sichern Flexibilität im Ökosystem

Viele OEMs stehen vor der Aufgabe, ihre PLM-Landschaften technisch neu aufzustellen. Statt geschlossener Systeme braucht es Plattformstrukturen, die erweiterbar sind und unterschiedliche Anforderungen un-

terstützen. Dazu gehört die Einbindung von Zulieferern, Softwarepartnern oder Validierungsdiensten ebenso wie die Integration zusätzlicher Entwicklungsdisziplinen.

Ein offenes PLM-System schafft die Grundlage dafür. Neue Werkzeuge lassen sich gezielt anbinden, bestehende Prozesse weiterführen. Die Hoheit über Daten und Konfigurationen bleibt dabei erhalten. Besonders bei kurzen Entwicklungszyklen oder häufigen Anpassungen von Vorgaben etwa aus Cybersecurity-Regularien oder funktionalen Sicherheitsnormen ist das entscheidend. Voraussetzung dafür sind klar definierte Schnittstellen und eine Integrationsstrategie, die stabile Datenflüsse unterstützt. Ein API-orientierter Ansatz erleichtert die Anbindung neuer Systeme und erhöht die Zukunftssicherheit der gesamten Entwicklungsumgebung.

Zukunftsfähigkeit entsteht nicht reaktiv

Die aktuellen Technologietrends markieren mehr als nur einzelne Innovationen. Sie zeigen, wohin sich die Fahrzeugentwicklung strukturell bewegt: ALM, PLM und PLE müssen künftig als eng gekoppeltes System funktionieren, um Funktionen flexibel skalieren und Varianten effizient managen zu können. Auch die Integration von Agentic AI in frühe Entwicklungsphasen wird zum strukturellen Wettbewerbsvorteil, insbesondere durch kürzere Änderungszyklen und architekturelle Eingriffe. Der IPL sorgt dabei für die nötige Datenlogik, um Änderungen technisch sauber umzusetzen, und offene PLM-Strukturen sichern die Anbindung ans Ökosystem. Wer diesen Wandel heute strukturell vorbereitet, sichert sich die nötige Beweglichkeit, um Komplexität, Geschwindigkeit und Veränderungsdruck langfristig beherrschbar zu machen. « KIS

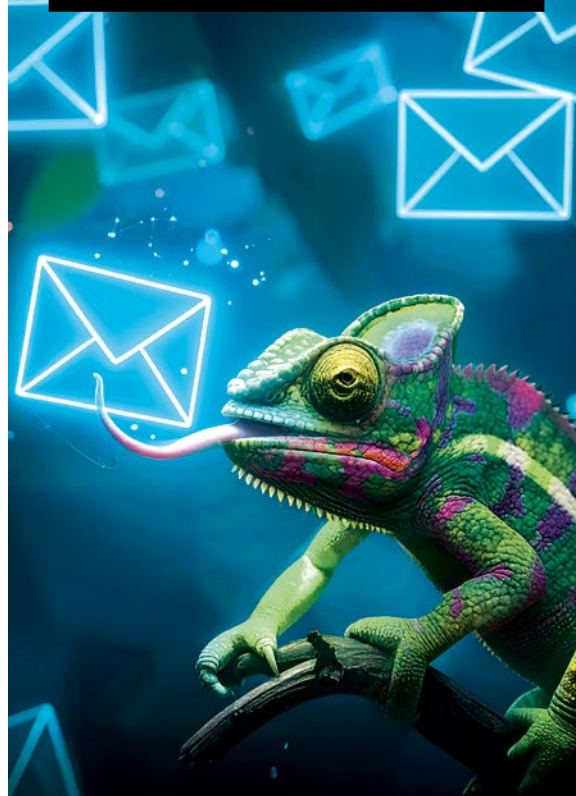
Michele Del Mondo verantwortet als Global Advisor Automotive das weltweite Automotive Business bei PTC.



Modularisierte Funktionen erfordern transparente Softwarestrukturen.
Bilder: PTC

AUS DEM
BRANCHENDICKICHT
GESCHNAPPT!

DER NEWSLETTER, DER ZU IHNEN PASST.



Wissen, das kleben bleibt – jetzt den
NEWSLETTER kostenfrei sichern.



www.digital-engineering-magazin.de/newsletter

DIGITALENGINEERING MAGAZIN

eine Marke vom

**WIN
VERLAG**

WAS KANN UND ERMÖGLICHT DIE MULTI-LEVEL-TECHNOLOGIE?

Motorische und generatorische Hochgeschwindigkeitsanwendungen mit hohen Ausgangsleistungen bringen die gängigen Umrichter-Technologien an ihre Grenzen. Vor allem im Kontext erneuerbarer Energien und einer effizienten Druckluftversorgung besteht ein wachsender Bedarf an Umrichtern, die hohe Drehfeldfrequenzen unterstützen können.

» VON MARKUS FINSELBERGER



Multi-Level-Frequenzumrichter unterstützen Applikationen, die hohe Drehfeldfrequenzen erfordern. Unter anderem ermöglichen sie eine deutliche Effizienzsteigerung von Turboverdichtern und -kompressoren, etwa in der Abwasser-aufbereitung.

Bild: ©Kletr/stock.adobe.com

von Strömungsmaschinen, etwa Turboverdichter und Kompressoren, sowie von rotierenden Energiespeichern und ORC-Anlagen zur Verstromung von Restenergie. Die Effizienz dieser Systeme steigt mit ihrer Drehzahl. Jedoch gab es bislang kaum Umrichter für Ausgangsleistungen >100 Kilowatt und Drehfeldfrequenzen bis 2000 Hertz – vor allem, wenn es um die sensorlose Regelung von Synchronmotoren ging. Diese Lücke schließt die Multi-Level-Technologie.

Welche Anforderungen stellen HG-Motoren an die Umrichter-Technologie?

In den oben beschriebenen Anwendungen kommen Hochgeschwindigkeitsmotoren (HG-Motoren) zum Einsatz, die ihre Leistung über die Drehzahl und nicht über das Drehmoment generieren. Überschlüssig gilt: Das Rotorvolumen verändert sich analog zum Kehrwert der Drehzahlerhöhung. Das heißt, bei zehnfacher Drehzahl verringert sich das Rotorvolumen auf ein Zehntel. Daraus wiederum resultiert eine eingeschränkte Wärmeabfuhr. Dieser Aspekt verstärkt sich, wenn die Motoren im Vakuum oder Gasen mit geringer Wärmeleitfähigkeit betrieben werden. Deshalb müssen die eingesetzten Frequenzumrichter Motorverluste und damit verbundene Wärmeentwicklung weitestgehend reduzieren.

Sieb & Meyer hat eine Lösung basierend auf der Drei-Level-Technologie entwickelt: Mit den SD2M/SD4M-Serien der Hochgeschwindigkeitsspezialisten lassen sich Motorverluste, elektromagnetische Störausstrahlung und Isolationsbeanspruchung deutlich reduzieren. Der folgende Artikel beantwortet die wichtigsten Fragen zur Funktionsweise und zum Einsatz der Technologie.

Wie funktioniert ein Multi-Level-Frequenzumrichter?

Ein Großteil der Frequenzumrichter, die heute in der Antriebstechnik zum Einsatz kommen, basieren auf der Zwei-Level-Technologie. Das bedeutet, dass die Umrichter eine vorab aus der Netzwechselspannung gleichgerichtete DC-Spannung in eine Wechselspannung mit variabler Frequenz und Amplitude umwandeln, die dann einen Motor mit regelbarer Drehzahl antreibt. Die Erzeugung der Wechselspannung erfolgt mit wechselnder Polarität – Plus und Minus – auf zwei Stufen (Level). Häufig wird dazu die Modulationsart PWM (Puls-Weiten-Modulation) eingesetzt. Multi-

Level-Umrichter verfügen über mindestens eine weitere Spannungs-Zwischenstufe. Dafür ist eine deutlich andere Endstufen-Topologie notwendig. Während ein dreiphasiger Zwei-Level-Umrichter sechs elektronische Leistungsschalter (Transistoren) benötigt, braucht ein Drei-Level-Umrichter bereits zwölf Schalter.

Wo kommen Multi-Level-Umrichter zum Einsatz?

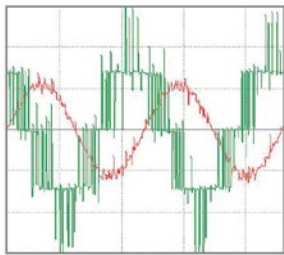
Multi-Level-Umrichter ermöglichen unter anderem eine deutliche Effizienzsteigerung



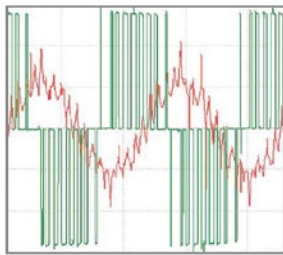
Die Drei-Level-Technologie der SD4M-Serie liefert, in Kombination mit geräteabhängigen Schaltfrequenzen bis 32 Kilohertz, eine sehr gute Stromqualität und sorgt so für geringste Motorverluste und einen hohen Wirkungsgrad.

Bild: Sieb & Meyer

3-Level PWM mit 16 kHz



Standard PWM mit 8 kHz



Motorstrom (■) und Motorspannung (■) bei 900 Hz Drehfeldfrequenz

Durch die Drei-Level-Technologie und die höhere Schaltfrequenz ergibt sich eine Reduzierung der harmonischen Stromanteile (Rippelstrom) auf zehn Prozent, sodass die umrichterbedingten Rotorverluste sinken.

Bild: Sieb & Meyer

VORTEILE DER MULTI-LEVEL-TECHNOLOGIE AUF EINEN BLICK

Betrieb von Hochgeschwindigkeitsmotoren mit:

- sehr guter Stromqualität
- geringer Verlustleistung
- geringer Rotorerwärmung
- hohem Systemwirkungsgrad
- geringer Isolationsbeanspruchung
- reduzierten CO₂-Emissionen

Wie beeinflussen hohe Drehzahlen das Motordesign?

Auch das Motordesign muss an das anwendungsseitig benötigte Leistungs/Drehzahl-Verhältnis angepasst werden. Dabei ist die zulässige Umfangsgeschwindigkeit des Rotors ebenso zu beachten wie die biegekritischen Frequenzen der zugehörigen Welle. Für einen Synchronmotor mit 100 Kilowatt bei 60.000 Umdrehungen pro Minute bedeutet das beispielsweise, dass die benötigte Leistungsdichte nur mit einem 4-poligen Motordesign realisiert werden kann. Ein 2-poliges Design würde aufgrund der schlechteren Verteilung des magnetischen Feldes und der damit verbundenen unsymmetrischen Magnetausnutzung ein um das 1,5-fach größeres Rotorvolumen erfordern. Jedoch wäre die daraus resultierende Wellenlänge aufgrund von biegekritischen Frequenzen nicht realisierbar. Folglich wird für den Betrieb mit 60.000 Umdrehungen pro Minute eine Drehfeldfrequenz von 2.000 anstatt von 1.000 Hertz benötigt, was die Nutzung eines Hochgeschwindigkeitsumrichters notwendig macht.

Welchen Einfluss haben hohe Drehzahlen auf die Motorverluste?

Bislang wurden hier Zwei-Level-Frequenzumrichter eingesetzt, die die benötigte Ausgangsspannung mittels PWM erzeugen. Hier ergibt sich jedoch in Abhängigkeit von der verwendeten Schaltfrequenz und der Induktivität des Motors eine schaltfrequente Welligkeit (Stromrippel) des Motorstroms: Die wirksame Motorinduktivität sinkt bei HG-Motoren mit zunehmender Drehzahl, und die Glättung der Stromrippel nimmt proportional ab. Die hochfrequenten Stromanteile verursachen Zusatzverluste im Motor, die wiederum zu einer vermehrten Wärmeentwicklung und Lagerbelastung führen. Diese müssen auf ein Maß reduziert werden, das einen sicheren Betrieb gewährleistet.

Warum sind die Schaltfrequenzen bei Zwei-Level-Frequenzumrichtern begrenzt?

Verfügbare Zwei-Level-Frequenzumrichter bieten im Leistungsbereich >100 Kilowatt

standardmäßig zulässige Schaltfrequenzen von vier bzw. sechs Kilohertz, da für eine Zwischenkreisspannung bis 600 Volt Halbleiterschalter (IGBTs) mit einer Sperrspannung von 1.200 Volt benötigt werden. Höhere Schaltfrequenzen sind aus technischen und wirtschaftlichen Gründen nicht sinnvoll, denn die daraus resultierenden höheren Schaltverluste verursachen eine überproportionale Erwärmung und reduzieren die Stromtragfähigkeit. Entsprechend ist eine effektive Drehfeldfrequenz von maximal 600 bis 800 Hertz möglich, da die PWM-Frequenz zur Realisierung eines näherungsweise sinusförmigen Ausgangsstroms das Acht- bis Zehnfache der Drehfeldfrequenz betragen soll.

Warum ermöglicht die Drei-Level-Technologie höhere Schaltfrequenzen?

Drei-Level-Frequenzumrichter ermöglichen höhere Schaltfrequenzen, da die einzelnen Halbleiterschalter nur noch die halbe Zwischenkreisspannung in Höhe von 300 Volt schalten. Entsprechend können Halbleiter mit einer Sperrspannung von 600 Volt zum Einsatz kommen. Diese Halbleitertypen haben signifikant bessere Schalteigenschaften, sodass die resultierende Verlustleistung – trotz Schaltfrequenzen von bis zu 32 Kilohertz – beherrschbar ist.

Wie weit lassen sich Motorverluste mittels Drei-Level-Technologie reduzieren?

Entscheidenden Einfluss auf die Motorverluste hat neben der PWM-Schaltfrequenz auch der Spannungshub, der mit dem PWM-Mus-



Innovative Anwendungen im Zuge der Energiewende profitieren von der Multi-Level-Technologie. So ermöglicht der SD4M zum Beispiel eine deutliche Effizienzsteigerung von rotierenden Energiespeichern (Flywheel). Bild: Sieb & Meyer

ter auf die Motorwicklungen beaufschlagt wird. Dieser halbiert sich mit dem Einsatz der Drei-Level-Technologie, was in erster Näherung auch den Stromrippel nochmals um die Hälfte verringert. Daraus resultieren wiederum wesentlich reduzierte Wärmeeinträge im Rotor. Bei gleicher PWM-Frequenz lassen sich durch den Einsatz von Drei-Level-Umrichtern die im Rotor entstehenden Verluste um bis zu 75 Prozent verringern. Entsprechend kann bei vielen Anwendungen auf Motorfilter oder Glättungsdröseln verzichtet werden. Darüber hinaus profitiert der Anwender von einem optimierten Gesamtwirkungsgrad.

Wie verringert die Drei-Level-Technologie die Isolationsbeanspruchung?

Die Drei-Level-Technologie löst auch das „Teilentladungsproblem“. Dieses steht für die schleichende Zerstörung der Stator-Isolation aufgrund von Spannungsspitzen am Motor – erzeugt durch die Schaltflanken der Leistungstransistoren. Relevant für diesen Effekt ist neben der Länge der Motorleitung in erster Linie die Amplitude der Spannungssprünge. Da der Drei-Level-Umrichter bei jedem Schaltvorgang nur 50 Prozent der Spannungsamplitude nutzt, wird das Teilentladungsproblem selbst bei längeren Motorleitungen deutlich verringert.

Was bietet die SD4M-Serie von Sieb & Meyer?

Bei der Entwicklung der SD4M-Serie hat Sieb & Meyer Erprobtes mit neuester Regelungs- und Kommunikationstechnik kombiniert. Die Drei-Level-Technologie des SD4M liefert in der Kombination mit geräteabhängigen Schaltfrequenzen bis zu 32 Kilohertz eine sehr gute Stromqualität und sorgt so für geringste Motorverluste und einen entsprechend hohen Wirkungsgrad. Die SD4M-Varianten stehen für einen Leistungsbereich von 70 bis 490 Kilowatt bzw. für 120 bis 800 Ampere Nennstrom zur Verfügung. **« KIS**

Markus Finselberger ist Leiter Vertrieb Antriebs-elektronik bei Sieb & Meyer.

VIELE TYPEN AUF EINER STRASSE

Steigende Variantenvielfalt und der Übergang zur Elektromobilität verlangen nach deutlich flexibleren Produktionskonzepten in der Automobilindustrie. Ein Praxisbeispiel zeigt, wie modulare Positioniersysteme und dezentrale Antriebstechnik helfen können, unterschiedliche Karosserievarianten effizient auf einer einzigen Linie zu produzieren.

» VON ANJA SCHABER

Die Modell- und Variantenvielfalt bei Fahrzeugen nimmt immer weiter zu und der Trend zur Elektromobilität wird diese Entwicklung nach Meinung von Experten noch beschleunigen.

Für die Automobilindustrie bringt die Fertigung unterschiedlicher Modelle große Herausforderungen mit sich: Sie muss einerseits den Kundenwünschen nach mehr Individualisierung entsprechen und andererseits eine wirtschaftliche Produktion sicherstellen.

Ein PKW-Hersteller wollte seine Fertigungsline flexibilisieren und kontaktierte auf der Suche nach einer Lösung die Leantechnik AG. Seit mehr als 30 Jahren entwickelt das Unternehmen in Oberhausen Zahnstangenhubgetriebe für die Automatisierungstechnik. Der Mittelständler löst Positionierungsaufgaben in unterschiedlichen Branchen. Neben Automobil- und Maschinenbau kommen

die Komponenten beispielsweise auch in Prozessindustrie und Verpackungstechnik zum Einsatz.

Flexible Positionierung von klein bis groß

Die Aufgabenstellung war anspruchsvoll: Der Kunde benötigte eine Anlage, die verschiedene Karosserie-Varianten aufnimmt und von der Fördertechnik aushebt. Bisher hatte der Hersteller jedes Fahrzeugmodell auf einer eigenen Linie produziert, was hohe Kosten verursachte. Die gewünschte Positionierlösung sollte deshalb die Produktion einer Vielzahl von Karosserie-Typen auf einer Fertigungsstraße ermöglichen – vom Kleinwagen mit Verbrennungsmotor bis hin zur elektrisch angetriebenen Limousine.

Das dreiachsige Positioniersystem (DAP) von Leantechnik erfüllt die Vorgaben des Kunden. Jeweils vier bis sechs der DAPs he-

86 DAPs sind in der Fertigungsline des PKW-Herstellers verbaut, der dort neben Fahrzeugen mit Verbrenner-Motor auch Elektroautos produziert.
Bild: LEANTECHNIK AG



ben, führen und positionieren eine Karosserie während des gesamten Durchgangs. Dabei spielen die Form und Größe des Wagenaufbaus keine Rolle. Die erste Generation des DAP kam viele Jahre lang erfolgreich in der Automobilindustrie zum Einsatz. Da der Antrieb mit einem Standard-Servomotor erfolgte, besaß allerdings jede Fertigungsline einen großen Schaltschrank für Steuerungstechnik und Umrichter – das kostete Platz.

Der PKW-Hersteller setzt auf bewährte Partner – dazu gehört AMKmotion. Der Spezialist für Antriebstechnik fertigt seit 1963 Servomotoren und -umrichter sowie Steuerungstechnik und Automatisierungs-

Das Leantechnik-Team ersetzte den bisherigen Standard-Servomotor des DAP durch den dezentralen Synchron-Servomotor mit integriertem Wechselrichter iDT5 von AMKmotion.

Bild: AMKmotion GmbH + Co KG



Die je nach Karosserietyp variierenden Abstände zwischen den Aufnahme Punkten des DAP sowie den Hub der Achsen regelt die dezentrale Einspeisung mit integriertem Motion Controller iSA. Sie regelt in der Applikation 18 Servoachsen und kann bis zu sechs Z-Achsen im Master-Slave-Betrieb gleichzeitig ausheben.

Bild: AMKmotion GmbH + Co KG





lösungen, unter anderem für die Automobilindustrie. Bereits in der Vergangenheit lieferte das Unternehmen Komponenten für die Schwenkeinheiten des PKW-Herstellers. Auf Initiative des Automobilbauers nahm AMKmotion Kontakt mit Leantechnik auf.

Dezentrale Antriebstechnik verringert den Platzbedarf

Leantechnik-Konstrukteur Mario Dobnik und seinen Kollegen war schon nach den ersten Gesprächen klar, dass sie in AMKmotion den idealen Partner gefunden hatten. „Die dezentralen Servoantriebe eignen sich sehr gut für unser DAP, denn sie bauen durch ihre besondere Bauweise extrem kompakt“, sagt Dobnik. Bei den iDT5 Synchron-Servomotor mit integriertem Wechselrichter von AMKmotion bilden Antrieb und Wechselrichter eine mechatronische Funktionseinheit, denn der Servoregler sitzt hier direkt auf dem Motor. Das reduziert den Platzbedarf für Schaltschränke und Verkabelung um bis zu 70 Prozent.

Das Leantechnik-Team ersetzte den bisherigen Standard-Servomotor des DAP durch den dezentralen Synchron-Servomotor mit integriertem Wechselrichter iDT5 von AMKmotion, der in drei Baugrößen mit Maximal-Drehmomenten zwischen 5,8 und 9,5 Newtonmetern gefertigt wird. Der iDT5 ist mit einem Absolut-Encoder und einer Haltebremse ausgestattet und treibt über eine drehsteife Kupplung die lifgo-Zahnstangengetriebe von Leantechnik an. An jeder der

drei Achsen des DAP ist jeweils ein iDT5 Servomotor und ein lifgo-Getriebe montiert.

„Es ist eine individuell zugeschnittene Lösung, aber wir verwenden hier nur drei Artikelnummern: Die dezentrale Einspeisung mit integriertem Motion Controller iSA in zwei Varianten und den Synchron-Servomotor mit integriertem Wechselrichter iDT5. Das vereinfacht den Service für den Endkunden – zumal der Anwender genau diese Komponenten bereits aus seinen Schwenkantrieben

» **IN EINER FERTIGUNGSLINIE KÖNNEN 15 BIS 20 DIESER MODULE HINTEREINANDERGESCHALTET SEIN. DAS SIND EINE MENGE ACHSEN.«**

JÜRGEN SCHNITZLER

kennt“, erklärt Jürgen Schnitzler, Global Key Account Manager bei AMKmotion. In den Schwenkeinheiten sind die gleichen Modelle des Antriebsspezialisten verbaut – nur die Software der dezentralen Einspeisung mit integriertem Motion Controller variiert aufgrund der anderen Aufgabenstellung.

Jedes Fertigungsmodul besteht aus sechs Aufnahmepunkten und damit sechs dezentralen Einspeisungen mit integriertem Motion Controller. Jeweils drei Synchron-Servomotoren erlauben die Bewegung um die insgesamt 18 Achsen. „In einer Fertigungslinie können 15

bis 20 dieser Module hintereinandergeschaltet sein“, sagt Schnitzler und ergänzt augenzwinkernd: „Das sind eine Menge Achsen.“

Um die Elektronik vor magnetischen Feldern zu schützen, die beim Schweißen entstehen, hat der Synchron-Servomotor iDT5 eine zusätzliche EMV-Schutzplatte bekommen. Dieser Deckel besteht aus einem Lochblech und kann die elektromagnetischen Felder abführen.

Automatische Anpassung an den Karosserietyp

Am oberen Ende der Z-Achse jedes DAPs befindet sich eine Spanneinheit. Diese nimmt die Karosserie auf und fördert sie in die Station. Die X- und die Y-Achse verstellen sich auf die benötigte Variante und die Z-Achse von vier bis sechs DAPs hebt die Karosserie in die Bearbeitungsposition.

Die je nach Karosserietyp variierenden Abstände zwischen den Aufnahmepunkten des DAP sowie den Hub der Achsen regelt die dezentrale Einspeisung mit integriertem Motion Controller iSA von AMKmotion: Sie kann bis zu sechs Z-Achsen im Master-Slave-Betrieb gleichzeitig ausheben. Da alle dezentralen iDT5 Synchron-Servomotoren zudem per Daisy-Chain-Verfahren miteinander verbunden sind, verringert sich der Verkabelungsaufwand im Vergleich zu herkömmlichen Antrieben deutlich.

Für die Kommunikation kommen EtherCAT und PROFINET zum Einsatz. Ausgeführt in IP65 eignet sich die iSA ideal für den modularen Maschinenbau. Dabei hat sie drei Funktionen: Sie kontrolliert die Bewegung, versorgt den Motor mit Leistung und dient als Gateway in die Leitungsebene.

Schnell, kompakt, flexibel und effizient

86 DAPs sind in der Fertigungslinie des PKW-Herstellers verbaut, der dort neben Fahrzeugen mit Verbrenner-Motor auch Elektroautos produziert. Durch den Einsatz des Drei-Achs-Positioniersystems mit dezentraler Antriebstechnik von AMKmotion profitiert das Unternehmen in vielerlei Hinsicht: Es kann kurze Taktzeiten realisieren, spart die zeitaufwändige manuelle Anpassung der Fördertechnik und reduziert den Platzbedarf auf ein Minimum. Wichtig ist außerdem die große Flexibilität und die damit verbundene hohe Effizienz: Diese Vorteile machen das DAP mit den smarten Antrieben von AMKmotion auch für andere Branchen attraktiv. » KF

Anja Schaber ist Marketing Managerin bei AMKmotion.

PERFORMANCE IM BLICK

Die eisenbehafteten Linearmotoren der Produktlinie cyber linear motor L3S/L3SK stehen als luftgekühlte Motorvarianten (L3S) und als flüssigkeitsgekühlte Versionen (L3SK) zur Verfügung. Sie eignen sich für hochdynamische Anwendungen und für Aufgabenstellungen, in denen extrem hohe Dynamik oder Kinematiken mit kurzen Hüben und hohen Zyklenzahlen zuverlässig beherrscht werden müssen. » VON PAVEL ROZPRYM UND ERIK STEPHAN



© 2025, dSPACE

Bei der Produktlinie cyber linear motor L3S/L3SK, welche Wittenstein cyber motor mit dem Erwerb eines traditionsreichen tschechischen Herstellers im Jahr 2024 in ihr Portfolio integriert hat, handelt es sich um technologisch performante Produkte für Value-for-Money-Applikationen in Hochpräzisions- und Hochleistungsanwendungen. Das hohe Maß an Modularität der Motoren bietet dabei besondere Möglichkeiten zur konstruktiv und wirtschaftlich effizienten Anpassung an individuelle Aufgabenstellungen. Eingesetzt wird die neue Produktlinie von Wittenstein cyber motor unter anderem in industriellen und forschungsnahen High-End-Test- und

Prüfstand von Automotive-Komponenten der Firma dSPACE: Wittenstein-Linearmotoren sind in den beiden mechanischen Einheiten verbaut und dienen der Lastsimulation. Bild: dSPACE

Simulationssystemen, in Maschinen zum Laserschneiden und -schweißen, in Wasserstahlschneideanlagen oder in der Verpackungstechnik.

Eisenbehaftete Linearmotoren: Aufbau, Funktion und Vorteile

Bei der Produktlinie cyber linear motor L3S/L3SK handelt es sich um Dreiphasen-Synchronlinearmotoren in Flachbauweise, die in Form von modularen Komponenten

geliefert werden. Ihr Primärteil besteht aus einem Blechpaket aus gestapelten Lamellen, in dessen Nuten eine dreiphasige Wicklung eingesetzt wird. Dieses Motorelement steht in verschiedenen Aktivteillängen zwischen 30 Millimetern und 250 Millimetern sowie Aktivteillängen von bis zu einem Meter zur Verfügung. Als Gegenstück dienen die mit Permanentmagneten bestückten Sekundärteile. Der Wechselstrom in den Wicklungen erzeugt ein wanderndes Magnetfeld, das mit den Magneten interagiert. Hierbei entsteht eine Linearkraft, die Bewegung erzeugt – ohne mechanische Umwandlung über Spindeln oder Zahnstangen. Dieses auch den L3S- und L3SK-Motoren von Wittenstein cyber motor zugrunde liegende Wirkprinzip bietet eine Reihe von Vorteilen, unter anderem eine hohe Kraftdichte, einen geringeren Stromverbrauch als eisenlose Linearmotoren bei gleicher Kraft sowie höhere Beschleunigungswerte – alles ideal für hochdynamische Fahrzeugsimulations-, Materialprüfungs-, Pick-and-Place- oder CNC-Anwendungen.

Varianten mit Konvektions- und Flüssigkeitskühlung

Die Serie cyber linear motor L3S/L3SK bietet vielfältige Möglichkeiten für den Forschungs- und Industrieinsatz. Bereits die konvektionsgekühlten L3S-Standardmodelle erreichen Dauernennkräfte von 150 N bis 7,5 kN. Sind höhere Kräfte oder – beispielsweise in messtechnischen Hochpräzisionsanwendungen – ein besonders leistungsfähiges Wärmema-

Die Linearmotoren stehen als luftgekühlte Varianten L3S (links) sowie als flüssigkeitsgekühlte Versionen L3SK zur Verfügung. Sie eignen sich für Aufgabenstellungen mit extrem hoher Dynamik oder Kinematiken mit kurzen Hübten und hohen Zyklenzahlen.

Bilder: WITTENSTEIN SE





Die eisenbehafteten Linearmotoren lassen sich individuell an die jeweilige Aufgabenstellung anpassen, beispielsweise durch eine doppelseitige Anordnung.

Bild: WITTENSTEIN SE

nagement erforderlich, steht mit dem cyber linear motor L3SK eine flüssigkeitsgekühlte Variante zur Verfügung. Hierbei ist im Primärteil ein passend geformtes Kupferrohr zur optimalen Wärmeabfuhr in der Nut eingebaut. Durch seine wirkungsvolle Wärmeableitung ist der L3SK sogar für Dauernennkräfte von 300 N bis 12 kN spezifiziert. Neben den genannten Dauernennkräften erreichen die Linearmotoren der Serie cyber linear motor Geschwindigkeiten von 0,01 mm/s bis 42 m/s sowie Bewegungsfrequenzen bis 60 Hz – und dies mit einer Positioniergenauigkeit bis in den µm-Bereich.

Auf individuelle Applikationsanforderungen anpassbar

Beide Motorvarianten L3S und L3SK sind modular aufgebaut und unterstützen so eine Vielzahl von Optionen – bis hin zur vollständig maßgeschneiderten Lösung. So können die Motoren auch invertiert oder doppelseitig angeordnet werden. In ihrer jeweiligen Kraftkonstanten lassen sie sich durch die verfügbaren Aktivbreiten und -längen in ihren Abmessungen so skalieren, dass sie optimal in das Gesamtdesign der Anwendung integriert werden können. Darüber hinaus sind kundenspezifische Wicklungssysteme für unterschiedliche Kraftkonstanten und Hochgeschwindigkeitsanwendungen realisierbar. Wicklungssysteme und spezielle Isolationsoptionen für verschiedene Zwischenkreisspannungen von 140 VDC bis 700 VDC können ebenso umgesetzt werden wie Ausführungen mit einer erhöhten IP-Schutzart. Auch die Position der Ausgangskabel kann an spezifische Anwendungsanforderungen angepasst werden. Integrationsseitig sind der cyber linear motor L3S wie auch der cyber linear motor L3SK mit individuellen Bohrbildern für die Montage erhältlich sowie mit allen industrieüblichen Steuerungen kompatibel.

In der EU hergestellt

Die eisenbehafteten Linearmotoren der Produktlinie cyber linear motor L3S/L3SK (iron

core) werden an Produktionsstandorten der Wittenstein-Gruppe in Tschechien und Deutschland gefertigt.

Ihre optimale Performance entfalten die Lösungen der Linearmotoren bereits in automotiven Forschungs-, Test- und Simulationssystemen, in der Materialprüfung, in automatisierten Produktions- und Montagelinien, in Druck-, Leiterplattenbohr- und CNC-Laserbearbeitungsmaschinen, in optischen Geräten sowie weiteren Bereichen der industriellen Automatisierung. In einer Reihe von Anwendungen kommen sie zunehmend als Ersatz von Hydraulikaktuatoren zum Einsatz, weil sie prinzipbedingt keine Leckage-Risiken aufweisen sowie über eine einfache Infrastruktur und reglungstechnische Eigenschaften verfügen.

Elektrische Linearaktuatoren der Produktlinie cyber force actuator MA/MG.

Sollten die Kräfte der Linearmotoren einmal nicht ausreichen, bietet Wittenstein cyber motor ebenfalls elektromechanische Linearaktuatoren der Produktlinie cyber force actuator MA/MG. Sie ermöglichen in einer Vielzahl unterschiedlichster Anwendungen – im Gegensatz zu Hydraulik- und Pneumatikzylindern – präzise und flexibel steuerbare Positioniervorgänge, ohne dass Umrüstarbeiten an der Maschine erforderlich sind. Ein besonderes Merkmal dieser Aktuatoren ist die vollständige Integration des Gewindetriebs in das Antriebsgehäuse. Servomotor, Spindeltrieb und Gebersystem bilden eine geschlossene, hoch integrierte und einbaufertige Einheit mit höchster Dynamik, Kompaktheit und Überlastfähigkeit bis zu 170 kN.

« KF

Pavel Rozprym ist Sales Manager bei der Wittenstein cyber motor s.r.o. in Brunn (CZ).

Erik Stephan ist Vertriebsingenieur bei der Wittenstein cyber motor GmbH in Igersheim.

HÄNG DICH AN DEN DIGITAL THREAD.

DER ROTE FADEN FÜR DEINE PROJEKTE.



Jetzt Magazin abonnieren und Projekte mit relevantem Wissen voranbringen:

www.digital-engineering-magazin.de/abonnement

DIGITAL ENGINEERING MAGAZIN

eine Marke vom

WIN
VERLAG

MOTION CONTROL NEU DEFINIERT

Mit dem wachsenden Automatisierungsgrad steigen die Anforderungen an leistungsfähige und zugleich flexible Antriebslösungen. Moderne Frequenzumrichter spielen dabei eine Schlüsselrolle, um Energieeffizienz, Dynamik und Prozesssicherheit in unterschiedlichen Anwendungen zu gewährleisten. Bonfiglioli bietet mit der Axia-Antriebsfamilie ein skalierbares Portfolio, das von kompakten Lösungen für Standardanwendungen bis hin zu hochentwickelten Systemen für komplexe Motion-Control-Aufgaben reicht. » VON FABRIZIO DI STASIO

Mit der fortschreitenden Transformation zu einer immer effizienteren Automatisierung wächst der Bedarf an präziser und flexibler Regelung von Maschinen. Antriebe stehen an vorderster Front dieses technologischen Fortschritts, weshalb Bonfiglioli fortschrittliche Lösungen wie die Antriebsfamilie Axia anbietet, die den Energieverbrauch optimieren und die betriebliche Effizienz steigern kann. Ihre Fähigkeit, die Motorparameter dynamisch zu regeln, bietet vielfältige Anwendungsmöglichkeiten in unterschiedlichsten Branchen, wie zum Beispiel Verpackungsmaschinen, in der Logistik und in vielen weiteren Bereichen.

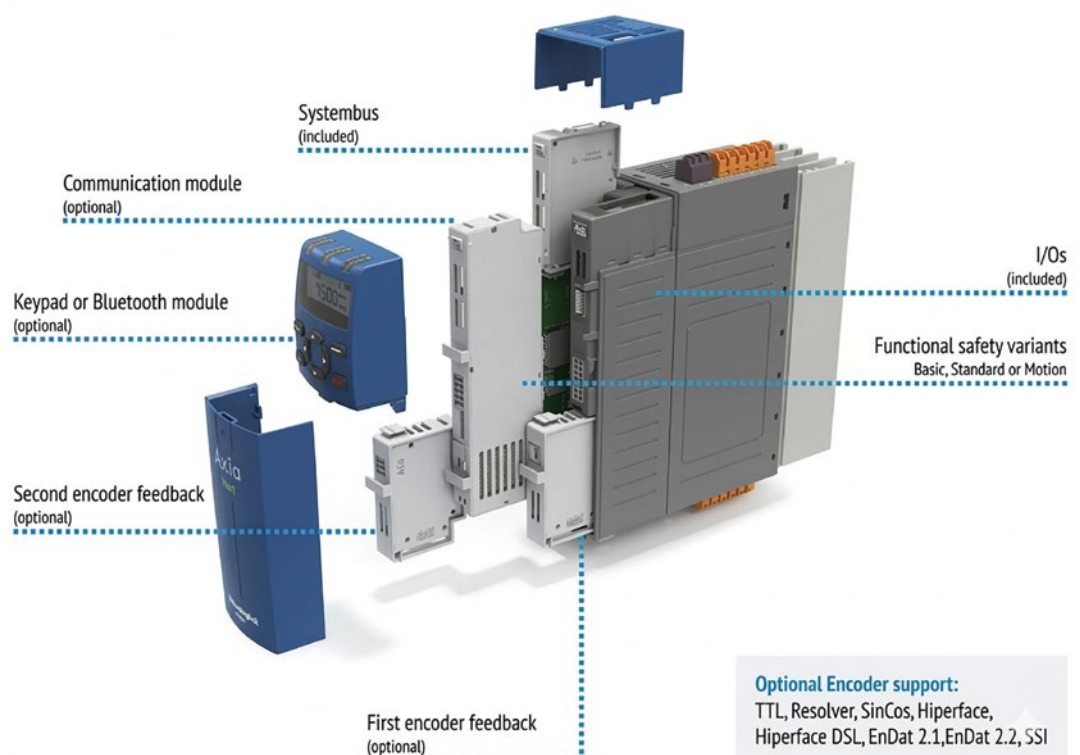
AxiaAgile für allgemeine Anwendungen bis 11 kW

Bonfiglioli erweitert die Axia-Antriebsfamilie mit der Einführung der neuen AxiaAgile-Serie. Zusammen mit der bereits etablierten AxiaVert-Serie vervollständigt AxiaAgile das Portfolio und bildet die ideale Lösung für einen breiten Einsatz in der Automatisierung und im Motion-Control. Während sich AxiaVert dank der modularen Architektur, der zahlreichen Optionen für funktionale Sicherheit und der fortschrittlichen Motion-Control-Funktionen an komplexe Hochleistungsanwendungen richtet, zeichnet sich AxiaAgile durch Kompaktheit und Kosteneffizienz aus und eignet sich perfekt für allgemeine Anwendungen mit Leistungen bis zu 11 kW.

Basierend auf einem Variantenkonzept wurde AxiaAgile entwickelt, um unterschiedlichen Anwendungsanforderungen gerecht zu werden. Sie bietet spezifische Konfigurationen, die die Produktauswahl vereinfachen und die Projektierungszeiten verkürzen. Die vier Varianten – Basic, Standard, Enhanced und Advanced – sind für sensorlose oder einfache Closed-Loop-Anwendungen ausgelegt und unterstützen verschiedene Feldbussysteme.

DIE INTUITIVE GRAFISCHE BENUTZEROBERFLÄCHE LÄSST SICH EINFACH EINRICHTEN UND BEDIENEN.

Der modulare Aufbau erlaubt es, das System mithilfe von Hardwaremodulen, Varianten und Zubehör an die unterschiedlichsten Anwendungsanforderungen anzupassen.



Beide Serien teilen sich dasselbe Industriedesign, dieselben Inbetriebnahme- und Diagnosetools sowie eine benutzerfreundliche Softwareumgebung (AxiaManager und AxiaManager Mobile) und gewährleisten damit eine intuitive Benutzererfahrung sowie eine nahtlose Integration. Die Verwendung gemeinsamer Zubehörteile und Software vereinfacht Konfiguration, Parametrierung und Wartung und bewahrt gleichzeitig das anwendungsspezifische Know-how des Kunden.

AxiaVert für komplexe Anwendungen bis 15 kW

Die AxiaVert-Serie (AXV) von Bonfiglioli eignet sich für komplexe Anwendungen. Sie deckt Leistungen von bis zu 15 kW ab und erfüllt durch ihre flexible Struktur die unterschiedlichsten Anforderungen, unterstützt durch Hardware-Module und Zubehör. Darüber hinaus können die integrierten Standard-Softwarefunktionen über die integrierte, benutzerprogrammierbare SPS individuell angepasst und erweitert werden. Zudem bietet sie eine hohe Vielseitigkeit dank der Kompatibilität mit einer breiten Palette von Motoren (Asynchron-, Permanentmagnet-Synchron- und Synchronreluktanzmotoren) sowie der Möglichkeit, Motion-Control-Funktionen zu implementieren. Zusätzlich ermöglicht die überarbeitete, benutzerfreundliche Oberfläche der Software AxiaManager die Durchführung von Start-up, Inbetriebnahme und Kalibrierung der Parameter des Frequenzumrichters, der Komponenten der Antriebskette und der Anwendung - online und offline. Es stehen verschiedene Verbindungsmöglichkeiten zur Verfügung, sowohl kabelgebunden als auch drahtlos. Abgerundet wird das Angebot durch die App AxiaManager Mobile, die für Android- und iOS-Geräte verfügbar ist.

Nahtlose Integration in jedes Automatisierungsnetzwerk

AxiaVert punktet mit einem vollständig modularen Design, das eine nahtlose Integration mit den unterschiedlichen Antriebstechnologien von Bonfiglioli sowie mit den gängigsten Automatisierungsarchitekturen ermöglicht. Um den unterschiedlichen Komplexitätsgraden von Anwendungen in zahlreichen Bereichen gerecht zu werden, verfügt die AxiaVert-Serie über folgende Eigenschaften:

- Dedizierte Kommunikations- und Überwachungsfunktionen über flexible Kommunikationsprotokolle, die den Standards



Die AxiaVert-Serie (AXV) eignet sich für komplexe Anwendungen.

Bild: Bonfiglioli

für Automatisierung und Industrie 4.0 entsprechen. AxiaVert lässt sich nahtlos in jedes Automatisierungsnetzwerk integrieren und gewährleistet maximale Kompatibilität mit den meistverwendeten Protokollen - PROFINET, EtherCAT, Ethernet/IP und Powerlink – über eine einzige Multi-Protokoll-Karte.

DIE INNOVATIVEN DIGITALEN KOMMUNIKATIONSPROTOKOLLE SIND OFFEN UND ENTSPRECHEN DEN STANDARDS FÜR AUTOMATISIERUNG UND INDUSTRIE 4.0.

- Integrierte fortschrittliche Funktionen der funktionalen Sicherheit. AxiaVert ist in drei Varianten der funktionalen Sicherheit – Basic, Standard und Motion – erhältlich und bietet die notwendige Flexibilität, um sich an unterschiedlichen Anwendungsszenarien anzupassen. Dieser Vorteil erlaubt es, die Sicherheitsarchitekturen zu optimieren, den Platzbedarf und den Einsatz externer Sicherheitskomponenten zu reduzieren, während gleichzeitig ein sicherer und kontrollierter Betrieb verschiedener Bewegungen garantiert ist. Bonfiglioli stellt alle gängigen und meistgenutzten Sicherheitsfunktionen bereit, darunter STO, SS1, SBC, SLS, SLP

und SOS. Die Sicherheitsfunktionen von AxiaVert ermöglichen eine höhere Betriebsverfügbarkeit durch kontinuierliche Überwachung, gemäß den Branchenstandards. Außerdem bietet AxiaVert die Integration in FsoE-Kommunikation, die die Arbeits- und Verkabelungskosten erheblich reduziert, indem die komplette Sicherheitskommunikation zwischen Frequenzumrichter und SPS über den Feldbus übertragen wird.

- Motion-Control-Funktion: Dank der hohen Leistungsfähigkeit bei der Regelung von Drehmoment, Geschwindigkeit und Position im Closed-Loop erfüllt AxiaVert die anspruchsvollsten Anforderungen in Bezug auf Effizienz und Produktivität. Die Unterstützung des DS402-Protokolls ermöglicht eine schnelle Integration in synchronisierte Motion-Control-Systeme von Drittanbietern. Alternativ können jederzeit die im Antrieb integrierten Punkt-zu-Punkt-Positionierungsfunktionen genutzt werden, für Architekturen, die auf nicht-deterministischen Feldbussen basieren. Die Funktionen zur Steuerung von Spindelmotoren, die Auswertung verschiedener Geberprotokolle für Drehzahl- und Lagerregler sowie die Multi-Motor-Parametrierung runden das Angebot ab und ermöglichen es, auch anspruchsvollste Anforderungen zu erfüllen.

« KF

Fabrizio Di Stasio ist Solutions Marketing Manager bei Bonfiglioli.

MARKET-PLACE

Anbieter & Dienstleister



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

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

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



Altair spricht beide Sprachen - Engineering und KI.

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

Weitere Informationen erhalten Sie unter: www.altair.de

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



Ihre Spezialisten für Messtechnik und Sensorik

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

Althen GmbH Mess- & Sensortechnik
Dieselstraße 2, 65779 Kelkheim
Tel.: +49 6195 7006 0
E-Mail: info@althen.de
Internet: www.althen.de



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

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

aPriori Technologies
Prielmayerstrasse 3
D-80335 München
Deutschland
+49 (0)89 262042580
dach@apriori.com
get.apriori.com/dach



CAD/CAM-SYSTEM PEPs

- Drahterodieren
- Drehen
- Fräsen
- Laser- und Wasserstrahlschneiden

CAD/CAM-SYSTEM OPTICAM

- Drahterodieren in SOLIDWORKS
- Drahterodieren in hyperMILL CAD
- Drahterodieren in Siemens NX
- Drahterodieren in SolidCut CAD
- Drahterodieren in GibbsCAM

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



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

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

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

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



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

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

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

ECS Engineering Consulting & Solutions GmbH

Ingolstädter Str. 47
92318 Neumarkt
Telefon: +49 9181 4764-0
E-Mail: marketing@ecs-gmbh.de
Internet: www.ecs-gmbh.de

ELATEC

RFID Systems

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

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

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

Wir sind und bleiben ganz nah dran. An Ihnen.

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



ESTECO - Ihr starker Partner für SPDM und Design Optimierung.

ESTECO ist unabhängiger Software Anbieter mit Fokus auf:

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

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

ESTECO Software GmbH

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



ANTRIEBSTECHNIK MADE IN KELHEIM

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

Heidrive GmbH

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

invenio

VIRTUAL
TECHNOLOGIES

Die Experten für Ihre 3D-Daten

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

invenio Virtual Technologies GmbH

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



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

Schneider Digital

Josef J. Schneider e.K.
Maxlainer Straße 10, D-83714 Miesbach
Tel.: +49 (8025) 9930-0
Mail: info@schneider-digital.com
Web: www.schneider-digital.com



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

Herr Michael Nerke,

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

IM NÄCHSTEN HEFT

SENSORIK UND MESSTECHNIK

Sensorik und Messtechnik sind zentrale Bausteine moderner Maschinenentwicklung. Sie liefern präzise Daten für effiziente Prozesse, hohe Produktqualität und zuverlässige Anlagen. In unserer kommenden Ausgabe zeigen wir neue Sensortechnologien, innovative Messverfahren und Praxisbeispiele aus dem Maschinenbau. Erfahren Sie, wie intelligente Sensorlösungen den Betrieb von Maschinen und Anlagen optimieren und welche Trends es in der Messtechnik gibt. Dazu haben wir auch namhafte Experten befragt.

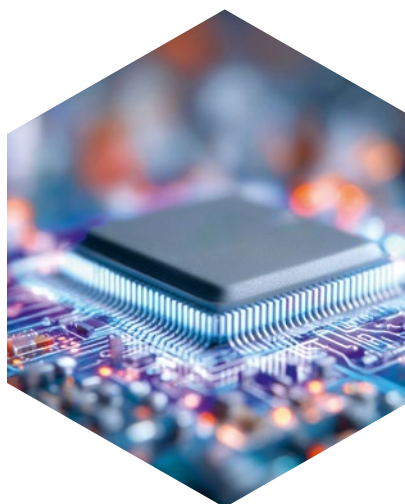
Bild: © xiaoliangge/stock.adobe.com



HPC UND QUANTENCOMPUTING

High Performance Computing (HPC) und Quantencomputing eröffnen neue Möglichkeiten für Entwicklung und Simulation. Komplexe Modelle, große Datenmengen und hochauflösende Simulationen lassen sich deutlich schneller berechnen. Im kommenden Heft zeigen wir, wie Unternehmen aus den Branchen Maschinenbau, Automobilindustrie und Aerospace HPC gezielt einsetzen, welche Potenziale Quantencomputing bietet und wie beide Technologien die virtuelle Produktentwicklung der Zukunft prägen können.

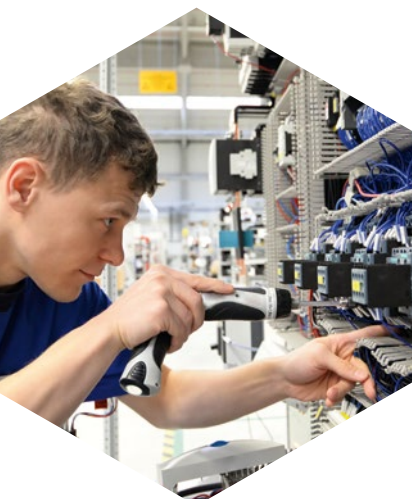
Bild: © Tanayut /stock.adobe.com (generiert mit KI)



SCHALTSCHRANKBAU

Der Schaltschrankbau entwickelt sich rasant weiter: Automatisierte Fertigung, durchgängige Digitalisierung und erste KI-gestützte Designwerkzeuge verändern Planung und Herstellung. In unserer kommenden Ausgabe zeigen wir, wie moderne Software, intelligente Konfiguration und automatisierte Bearbeitung Effizienz und Qualität steigern. Außerdem werfen wir einen Blick auf neue Ansätze im Engineering – vom digitalen Zwilling bis zu KI-basierten Layout- und Verdrahtungskonzepten.

Bild: © industrieblick/stock.adobe.com



WEITERE THEMEN IN DER KOMMENDEN AUSGABE:

- ECAD-Lösungen
- Digitaler Zwilling in der Produktentwicklung
- Simulation für Konstrukteure
- Systems Engineering
- Branche: Luft- und Raumfahrt

IMPRESSUM

Herausgeber und Geschäftsführer:

Matthias Bauer (Vorsitz), Dennis Hirthammer
DIGITAL ENGINEERING MAGAZIN im Internet:
<http://www.digital-engineering-magazin.de>

So erreichen Sie die Redaktion:

Chefredaktion: Rainer Trummer (v.i.S.d.P.),
 (089-3866617-10, rainer.trummer@win-verlag.de)
Redaktion: Karin Faulstich (karin.faulstich@win-verlag.de),
 Tino M. Böhrer (tino.boehrer@win-verlag.de), Frida Dumann (Werkstudentin)
 Kirsten Seegmüller (externe Mitarbeiterin),
kirsten.seegmueller@extern.win-verlag.de)

Mitarbeiter dieser Ausgabe:

Marco Blume, Rudolf Braun, Markus Finselberger, Rahul Garg, Tom Hammerbacher, Jobst Lichte, Arne Linder, Michele Del Mondo, Guido Piech, Andreas Renk, Michael Rolf, Jonas Roski, Pavel Rozprym, Gunther Sälzler, Anja Schaber, Gerald Scheffels, Frank Scheufens, Bernhard Schmee, Anja Schüttrumpf, Fabrizio Di Stasio, Erik Stephan, Lisa Sterner, Robert Timmerberg, Robert Ter Waarbeek, Janine Warneke, Matthias Wilhelm, Markus Winter, Dr. Hauke Wittich

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),
 Maximilian Schröck (Tel.: 089-3866617-34,
maximilian.schroeck@win-verlag.de)

Anzeigendisposition:

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

Abonnentenservice und Vertrieb

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

Artdirection und Titelgestaltung: Saskia Kölliker Grafik, München

Bildnachweis/Fotos: falls nicht gekennzeichnet: Werkfotos,
 AdobeStock, shutterstock.com

Titelbild: © Alina/stock.adobe.com (generiert mit KI)

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 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.

28. 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 © 2026 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 02/2026
 Unsere Papiere sind PEFC zertifiziert.
 Wir drucken mit mineralölfreien Druckfarben.

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

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



Die DNA von Metrofunk

für Systemerhalt
hinter der Kulisse



Metrofunkkabel-Union GmbH

Motzener Str. 12,

D-12277 Berlin,

Tel. 030 79 01 86 0

info@metrofunk.de – www.metrofunk.de



Unsere Medienpartner:



DeviceMed

konstruktions
praxis

LABOR
PRAXIS

PRO·CESS
Chemie · Pharma · Verfahrenstechnik

r.energy

**Best of
Industry
Award
2026**

Jetzt online
bis 28.06.2026
bewerben!

r.energy **sucht**

DIE BESTEN IM BEREICH ERNEUERBARE ENERGIE

Gehören Sie zu den Besten?

Zeigen Sie uns Ihre Innovationen und bewerben Sie sich in der Kategorie Erneuerbare Energien um den Best of Industry Award 2026. Die Bewerbung ist kostenfrei und kann direkt online eingereicht werden.

www.bestofindustry.de/bewerbung