

# DIGITAL ENGINEERING MAGAZIN

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

 **simus** systems



CLASSMATE PLAN IM EINSATZ BEI BSH HAUSGERÄTE

## Präzise Arbeitsplanung und Kalkulation für perfekte Produktionswerkzeuge

**CPQ-LÖSUNG  
IN DER PRAXIS**

Digitale Vertriebsprozesse für komplexe Maschinen

**IT-SECURITY  
IM FOKUS**

Ganzheitliche Sicherheit durch Secure by Design

**BRANCHE: WERKZEUG-  
MASCHINENBAU**

Warum der digitale Zwilling für Konstruktion und Service wichtig ist



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

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

## **Systeme und Komponenten**

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



# VON DER DIGITALEN ABSICHERUNG ZUR REALEN PRÄZISION

Liebe Leserinnen und Leser,

Digitalisierung und Vernetzung durchdringen längst alle Bereiche des Maschinen- und Anlagenbaus. Dabei rückt ein Thema zunehmend ins Zentrum der Produktentwicklung: IT-Security – nicht nur als Reaktion auf externe Bedrohungen, sondern als integraler Bestandteil des Designs. Security-by-Design bedeutet, Sicherheitsaspekte von Beginn an mitzudenken – vom digitalen Zwilling über die Steuerungssoftware bis hin zur Vernetzung im Feld. Das stellt nicht nur neue Anforderungen an Konstrukteure und Entwickler, sondern verändert auch den Produktentstehungsprozess grundlegend.

Mit unserem Schwerpunktthema zeigen wir, wie sich Security-by-Design in der Praxis umsetzen lässt, welche Normen, Standards und Regularien zu beachten sind – etwa IEC 62443 – und wie man funktionale Sicherheit mit Cybersecurity sinnvoll verzahnen kann. Denn wer Maschinen „smart“ macht, muss sie auch sicher machen. Worauf es dabei ankommt, lesen Sie in den Beiträgen auf den Seiten 16 bis 32. Im Mittelpunkt steht dabei unsere Expertenumfrage (ab Seite 28), bei der elf Fachleute für IT-Sicherheit unsere Fragen rund um das Thema „Security-by-Design“ beantwortet haben.

Gleichzeitig widmen wir uns in dieser Ausgabe einer Schlüsselbranche der Fertigungsindustrie: dem Werkzeugmaschinenbau. Kaum ein anderer Sektor vereint so viel Ingenieurskunst, Präzision und Innovationskraft – und steht doch unter immensem Wettbewerbsdruck. Ob energieeffiziente Antriebskonzepte, adaptive Steuerungssysteme oder neue Ansätze in der Zerspaltung: Unsere Beiträge zeigen, wie Hersteller mit technischen Innovationen dem Wettbewerbsdruck standhalten können und fit für die Zukunft werden. Mehr dazu lesen Sie auf den Seiten 33 bis 49.

Viel Spaß beim Lesen!



**RAINER TRUMMER**  
Chefredakteur

## Plötzlich international?



In der Produktentwicklung sind Sie mit immer komplexeren Anforderungen konfrontiert. Gleichzeitig sollen Sie schneller, kostensparender und nachhaltiger konstruieren.



Was es braucht, sind Lösungen, die CAD, PLM, ERP, IoT und IT zusammenbringen, damit Sie Effizienz und Effektivität steigern können. Sprich bessere Zusammenarbeit von Menschen und Systemen.



Auf diesem Weg unterstützen wir Sie mit unserem übergreifenden Verständnis für Digitalisierung und der Kompetenz, Lösungen für Sie individuell zusammenzuführen.

Starten Sie mit einer Beratung:

[inneo.de/pe](https://www.inneo.de/pe)



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



12

### DIGITALE VERTRIEBSPROZESSE FÜR KOMPLEXE MASCHINEN

Mayer & Cie. setzt auf die CPQ-Lösung von SAE, um die komplexe Konfiguration seiner Rundstrickmaschinen effizienter zu gestalten. Die Software bündelt alle relevanten Daten, sichert Fachwissen und ermöglicht tagesaktuelle Preis- und Angebotsprozesse für schnelle, fehlerfreie Angebote und einen transparenten, digital unterstützten Vertrieb.

Bild: Ralph Koch/Mayer & Cie.

18

### IT-SECURITY IM FOKUS

Mit dem Inkrafttreten des Cyber Resilience Act verändert sich die Welt der digitalen Produktentwicklung. Dabei stellt die neue EU-Verordnung allerdings nicht nur höhere Anforderungen an die Sicherheit von Hardware- und Softwareprodukten. Bei richtiger Umsetzung kann sie auch ein echter Booster für Innovation und zukunftsfähige Entwicklung sein.

Bild: © JUST PURE PHOTOS/  
stock.adobe.com (generiert mit KI)



### TITELSTORY: PRÄZISE ARBEITSPLANUNG UND KALKULATION

Der Hersteller BSH Hausgeräte, zu dem bekannte Hausgerätemarken wie Bosch, Siemens, Gaggenau und Neff gehören, plant und kalkuliert alle Bauteile und Baugruppen im Werkzeugbau Traunreut mit der Software Classmate PLAN von Simus Systems. Damit konnte BSH die Arbeitszeit pro Arbeitsplan halbieren, die Qualität optimieren und den Prozess nahtlos digitalisieren. **Seite 8**

33

### BRANCHE WERKZEUG- MASCHINENBAU

Bei der Investition in eine neue Großzer-spannungsmaschine blieb der Auftragsfertiger Kinkle dem bewährten Konzept treu: Die individuell zugeschnittene Fahrständerfräsmaschine FBF-S 8000 mit Siemens Sinumerik One baut auf dem Fundament der Vorgängerin auf und bietet auf gleicher Standfläche mehr Flexibilität, höhere Performance und eine erweiterte Basis für die Digitalisierung der Produktion.

Bild: Siemens



## AKTUELL

- 6 **Märkte & Trends**  
Neue Produkte und News aus den Unternehmen

## MANAGEMENT

- 8 **Titelstory: Präzise Arbeitsplanung und Kalkulation**  
BSH Hausgeräte setzt auf die Software Classmate PLAN
- 10 **Brücke zwischen ALM und PLM für bessere Integration**  
Systems Engineering als Integrationsmotor
- 12 **Digitale Vertriebsprozesse für komplexe Maschinen**  
Wie CPQ bei Mayer & Cie. für Durchblick sorgt
- 14 **In drei Schritten zur effektiven Dekarbonisierung**  
CO<sub>2</sub>-Fußabdruck reduzieren

## IT-SECURITY IM FOKUS

- 16 **CRA-konform in die Zukunft**  
Verschlüsselungs- und Lizenzierungstools für Softwarehersteller
- 18 **Booster für die Innovation**  
So treibt der Cyber Resilience Act die digitale Produktentwicklung voran
- 20 **Mit Pentesting zum nächsten Level der Cybersicherheit**  
Interview mit Dr. Jürgen Dürrwang, ITK Engineering
- 22 **Zertifizierte Sicherheit**  
Security-Router von Phoenix Contact erfüllt IEC 62443-4-2
- 24 **Wie Produktionssysteme resilient werden**  
Cybersicherheit im Engineering
- 26 **Warum IIoT-Sicherheit Teamarbeit ist**  
Security vom Sensor bis zur Cloud
- 28 **Security-by-Design im Praxistest: Wo steht die Industrie?**  
Expertenumfrage IT-Security

## BRANCHE WERKZEUGMASCHINENBAU

- 33 **Mehr Performance auf dem Bestandsfundament**  
Automatisierung einer Großzerspannungsmaschine bei Kinkle
- 35 **Präzision in der Laserbearbeitung von Mikrorohren**  
Hochdynamische Bewegungssysteme
- 38 **Eine Partnerschaft mit Zukunft**  
Industrie 5.0 in der Aluminiumbearbeitung
- 40 **Automatisch genau gefasst**  
Mit Ultraschall und Induktion zur digitalisierten Werkstückbearbeitung
- 42 **Individuelle Energieketten-systeme ab Stückzahl 1**  
Readychain-Service von Igus
- 44 **Präzise fräsen auf dem Weg zum Mars**  
NC-Simulation in der Cloud
- 46 **Simulationstechniken für die Autoindustrie**  
Tryout-Aufwände minimieren
- 48 **Klemmen mit System**  
Klemmsysteme für Werkzeug- und Produktionsmaschinen

## ELEKTROTECHNIK &amp; AUTOMATION

- 50 **Effizienzsteigerung und Fachkräfteentlastung**  
Automatisierung im Schaltschrankbau
- 52 **Viele Informationen – wenige Daten**  
Wie Event-basierte Bildgebung neue Anwendungsfelder eröffnet
- 54 **Radarsensoren werfen ein Auge auf die Roboterzelle**  
Rundum sichere Fertigungszellen
- 56 **Schutz von Mensch und Umwelt**  
Die Rolle funktionaler Sicherheit im Bereich HMI und Bedientechnik
- 58 **Vielseitiger 3D-Joystick für CAN-Bus-Anwendungen**  
SpaceMouse Module für die intuitive Steuerung komplexer Bewegungen

- 3 EDITORIAL  
60 MARKTPLATZ  
62 IMPRESSUM  
62 VORSCHAU

## REDAKTIONELL ERWÄHNT INSTITUTIONEN, ANBIETER UND VERANSTALTER

Aerotech S. 35, AutoForm S. 46, Claroty S. 28, Copa-Data S. 24, 28, Dassault Systèmes S. 44, EAO S. 56, Fraunhofer IEM S. 29, Genua S. 29, Hema S. 48, HTEC S. 18, IDS Imaging Development Systems S. 52, Igus S. 42, ITK Engineering S. 20, Lenze S. 7, 38, Megatron S. 58, MHP S. 14, Palo Alto Networks S. 29, PartSpace S. 6, Phoenix Contact S. 22, 30, Pilz S. 54, Rodriguez S. 7, SAE S. 12, Siemens S. 33, Simus Systems S. 8, SMW-Autoblok S. 40, Sonepar S. 7, TE Connectivity S. 26, Transition Technologies PSC S. 10, Trend Micro S. 30, TÜV Rheinland S. 31, TÜV Süd S. 31, VDMA S. 6, 32, Visometry S. 6, Wago S. 50, Wibu-Systems S. 16, 32

zenon.

Für eine sichere Zukunft  
Softwareplattform für  
Cyber-Resilienz



- ▶ NIS2 und CRA Konformität
- ▶ Detektion von Spionage-Tools
- ▶ Echtzeit Anomalie-Erkennung im Netzwerk
- ▶ Überwachung Zugriff- und Rechteverwaltung
- ▶ Security Gateway



[COPADATA.COM/DE/CYBERSECURITY](https://copadata.com/de/cybersecurity)



**zenon**  
by COPA-DATA

VDMA-Studie

## USABILITY IM FOKUS

Laut einer neuen VDMA-Studie setzen 90 Prozent der Unternehmen bereits auf Usability – doch es fehlt an Budgets, Fachwissen und Rückenwind aus dem Management.

Vom Smartphone über die Kaffeemaschine bis zur CNC-Fräsmaschine: Komplexe Technik muss sich auf einen einzigen Tastendruck hin intuitiv erschließen. User sollen nicht ratlos vor einem Display stehen, weil sich die Logik der Bedienung nicht greifen lässt. Dass durchdachte Usability nicht nur Komfort schafft, sondern längst ein entscheidender Wettbewerbsfaktor im Maschinen- und Anlagenbau ist, belegt eine aktuelle Kurzstudie des VDMA Software und Digitalisierung. Neun von zehn Unternehmen integrieren heute schon Usability und User Experience (UX) in ihre Produktentwicklung, doch 59 Prozent geben an, dass ihre Budgets nicht ausreichen, 48 Prozent berichten von fehlender fachlicher Expertise und 40 Prozent sehen eine unzureichende Unterstützung durch das Management.

Während 46 Prozent eigenes UX-Personal beschäftigen, kaufen ein Drittel der Unternehmen externes Know-how zu – ein klares Signal an Softwarehäuser und Design-Agenturen, die Branche zu unterstützen. Unternehmen, die das Thema in den Fokus rücken und konkrete Business-Cases präsentieren, reduzieren nicht nur Bedienfehler und Supportaufwand, sondern differenzieren sich deutlich im Wettbewerb.



Eine intuitive Bedienung soll ermöglichen, dass Nutzende ohne ausführliche Anleitung und ohne großer Suche mit dem System interagieren können.

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

Visometry

## AR-OBJEKT-TRACKING

Visometry hat seine Model-Tracking-Lösung VisionLib um fünf Funktionen erweitert. Dazu gehören das Feature „Stationäres Objekt“ und die Möglichkeit, individuelle Tracking-Referenzen wiederzuverwenden. Den Mitarbeitern über Mixed und Augmented Reality (AR) wertvolle Zusatzinformationen zu realen Objekten bereitstellen: Sobald dies unter anspruchsvollen industriellen Bedingungen gefragt ist, gilt VisionLib laut Hersteller als erste Wahl. Mit VisionLib 4.0 hat Visometry die neueste Version seiner plattformübergreifenden, professionellen Model-Tracking-Lösung ausgerollt. Schon bisher war sie nach eigenen Angaben die führende Tracking-Bibliothek für alle, die ihre Mitarbeiter über Mixed und Augmented Reality mit entscheidenden digitalen Informationen zu realen Objekten unterstützen wollen: Denn die Lösung performt auch bei schlechten Lichtverhältnissen, dynamischen Szenen sowie bei wenig strukturierten oder beweglichen Objekten. Bei der Model-Tracking-Lösung können sich industrielle Anwender, zum Beispiel Qualitätsprüfer, über fünf neue Features freuen.



Visometry erweitert seine Objekt-Tracking-Lösung VisionLib in der Version 4.0 um fünf innovative Funktionen. Diese ermöglichen eine noch schnellere und bessere Qualitätsprüfung.

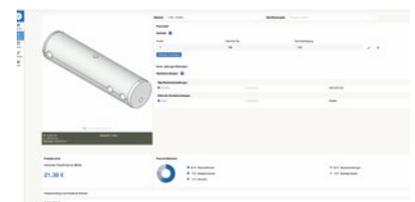
Bild: Visometry

PartSpace

## ZEICHNUNGEN MIT KI ANALYSIEREN

Mit PartSpace wird der industrielle Einkauf fit für das KI-Zeitalter. Die smarte Software PartSpace AI versteht technische Zeichnungen, analysiert Konstruktionsdaten vollautomatisiert und erkennt Einsparpotenziale, die bisher verborgen blieben. So können Industrieunternehmen ihre Beschaffungskosten senken, erzielen Zeitersparnisse und stärken ihre Position im globalen Markt. Möglich sind dabei Einsparungen von mehr als zehn Prozent in der technischen Beschaffung.

Das dabei eingesetzte KI-Modell Abella wurde speziell für den technischen Einkauf entwickelt. Während klassische KI-Systeme primär auf Text- oder ERP-Daten setzen, wurde Abella gezielt darauf trainiert, relevante Merkmale in CAD-Zeichnungen und 3D-Modellen zu erkennen – von Maßen und Toleranzen bis zu Materialien und Nachbearbeitungsverfahren. Diese Informationen analysiert, strukturiert und verknüpft die KI automatisch mit historischen Einkaufsdaten und externen Marktinformationen. Sie erkennt, wie ein Bauteil gefertigt werden kann, welche Produktionsverfahren geeignet sind und welcher Zielpreis realistisch ist. So entsteht ein digitaler Assistent, der technische Daten nicht nur automatisiert verarbeitet, sondern strategisch auswertet und nutzbar macht.



Von der Zeichnung zur Entscheidung: PartSpace AI analysiert technische Daten, kalkuliert Echtpreise und schlägt automatisch passende Lieferanten vor – inklusive Preisauflösung nach Material, Volumen und Nachbehandlung.

Bild: PartSpace



Titelanzeige: Simus Systems

### Aufwand halbiert

Die BSH Hausgeräte GmbH, zu der bekannte Hausgerätemarken wie Bosch, Siemens, Gaggenau und Neff gehören, plant und kalkuliert alle Bauteile und Baugruppen im Werkzeugbau Traunreut mit der Software Classmate PLAN von Simus Systems.

Diese Software ermöglicht – auf der Basis von CAD-Modellen und deren Product Manufacturing Information – eine automatische Erstellung von Arbeitsplänen für mechanische Bearbeitungsprozesse und kalkuliert die Herstellkosten bereits während der Konstruktion.

Bei der BSH Hausgeräte GmbH werden die Einzelarbeitspläne zudem zu Gesamtarbeitsplänen zusammengefügt, um auch die Montagezeiten zu berücksichtigen.

Ein Leistungstest anhand repräsentativer Beispielwerkzeuge ergab, dass nun pro Bauteil nur halb so viel Arbeitszeit aufgewendet wird, wie zuvor.

**simus systems GmbH**

Siemensallee 84  
76187 Karlsruhe, Deutschland  
Telefon: +49 (0)7 21 / 83 08 43 – 0  
E-Mail: info@simus-systems.com  
www.simus-systems.com

## FOKUS AUF LEISTUNGSSTARKE ANTRIEBSTECHNIK

Die Lenze Gruppe, internationaler Spezialist für Antriebstechnik und Automatisierungslösungen, und Elektrogroßhändler Sonepar in Deutschland, haben eine vertriebliche Partnerschaft mit Fokus auf Innovation und Marktdurchdringung geschlossen. Kern der Allianz ist der Vertrieb der Antriebstechnik von Lenze – darunter die modulare i-Serie, das dezentrale Antriebssystem Motec sowie das robuste Protec-System. Sonepar wird als Distributor die Produkte in Deutschland über Niederlassungen und den Webshop vertreiben. „Mit Sonepar gewinnen wir nicht nur einen starken Vertriebspartner, sondern auch einen Impulsgeber für den Markt“, erklärt Dr. Marc Wucherer, CEO der Lenze Gruppe. „Gemein-

sam machen wir moderne Antriebstechnik zugänglicher und setzen neue Maßstäbe bei Verfügbarkeit und Service.“

Der unterzeichnete Rahmenvertrag bildet die Grundlage für die langfristige Kooperation. Ziel ist es, Prozesse zu vereinfachen, Synergien zu nutzen und Kundenbedürfnisse noch gezielter zu bedienen. Die nächsten Schritte sind bereits geplant: Lenze und Sonepar nutzen die SPS 2025 in Nürnberg als Rahmen für einen gemeinsamen technischen Workshop. Im Herbst folgt eine gemeinsame Produktkampagne für das Motec-System.



Dr. Marc Wucherer (links), CEO von Lenze, überreicht Ulf Böing, Direktor Vertrieb Industrie von Sonepar Deutschland, das Partnerzertifikat.

Bild: Lenze

Rodriguez

## NEUE BAUGRÖSSEN

Rodriguez präsentiert auf der EMO seine RTB-Lager in den neuen Größen 650 und 850. Diese eignen sich für den Einsatz in großformatigen Werkzeugmaschinen.

RTB-Lager kommen vor allem in Dreh- und Positioniereinheiten von Werkzeugtischen zum Einsatz. Dort überzeugen sie durch Abrollgenauigkeit, hohe Kippsteifigkeit und eine lange Lebensdauer – Eigenschaften, die in der spanenden Fertigung eine zentrale Rolle spielen. Auch in Fräsköpfen haben sich die Lager unter dauerhafter dynamischer Belastung und bei hohen Drehzahlen vielfach bewährt.

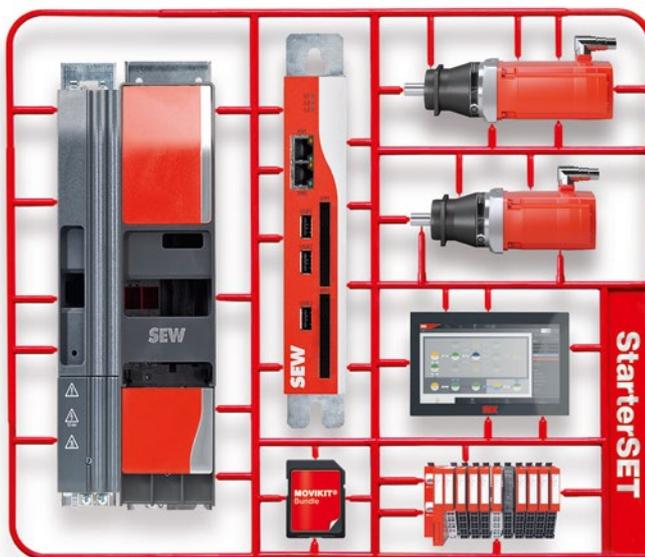
Die neuen Größen 650 und 850 erweitern die Auswahlmöglichkeiten und bieten Konstrukteuren zusätzliche Flexibilität, etwa bei der präzisen Positionierung von Spindelköpfen oder in anderen anspruchsvollen Maschinenbauanwendungen.

Neben den RTB-Lagern zeigt Rodriguez auf der EMO sein gesamtes Präzisionslager- und Lineartechnik-Portfolio, darunter Kugeldrehverbindungen und Dünnringlager sowie Rollengewindetribe, Kugelgewindetribe, Rundführungen und Profilschienenführungen.

Driving the world

**SEW**  
EURODRIVE

## Mit dem StarterSET schneller zur fertigen Maschine



### Das Grundpaket – von Anfang bis End-of-Line

Das StarterSET ist das Grundpaket, individuell auf die Maschinengrundanforderung erweiterbar, flexibel, modular und unabhängig – alles kann und nichts muss. Egal wofür Sie sich bei SEW-EURODRIVE entscheiden, gut zu wissen, dass die Antriebs- und Automatisierungstechnik komplett mit SEW-Produkten realisiert werden kann und gleichzeitig Unabhängigkeit bietet.

Ihre Vorteile im Überblick:

- hohe Freiheitsgrade
- vereinfachte Hard- und Softwareauswahl
- vordefinierte Maschinentypen
- Softwarelizenzen als Bundle
- unendlich individuell erweiterbar

[www.sew-eurodrive.de/starterset](http://www.sew-eurodrive.de/starterset)



# PRÄZISE ARBEITSPLANUNG UND KALKULATION

Der Hersteller BSH Hausgeräte, zu dem bekannte Hausgerätemarken wie Bosch, Siemens, Gaggenau und Neff gehören, plant und kalkuliert alle Bauteile und Baugruppen im Werkzeugbau Traunreut mit der Software Classmate PLAN von Simus Systems. Damit konnte BSH die Arbeitszeit pro Arbeitsplan halbieren, die Qualität optimieren und den Prozess nahtlos digitalisieren. » VON DR. THOMAS TOSSE

**N**ahe dem Chiemsee in Traunreut werden schon seit 1949 Hausgeräte gefertigt – seit 1967 von der BSH Hausgeräte GmbH. Heute verlassen pro Jahr rund 1,4 Millionen Herde, Backöfen und Kochfelder den mit rund 3.000 Mitarbeitenden größten Standort in Deutschland. Im Werkzeugbau leisten rund 80 Mitarbeitende ihren Beitrag zur effizienten Entwicklung von Blechbauteilen und Baugruppen. Dort entstehen Folgeverbund-Werkzeuge für kleine Blechteile, große Transferwerkzeuge für Pressen bis zu 8.000 kN sowie Teile für Vorrichtungen des internen Sondermaschinenbaus.

„Etwa die Hälfte der neuen Werkzeuge werden auch international für Standorte in Spanien, der Türkei oder Polen produziert“, berichtet Stefan Huber, Arbeitsvorbereiter und Key User bei BSH. „Doch im Fokus steht der Standort Traunreut, wo der Werkzeugbau



» NACH EINEM VORPROJEKT UND EINER INTERNEN NUTZWERTANALYSE HABEN WIR UNS FÜR DIE EINFÜHRUNG VON CLASSMATE PLAN ENTSCIEDEN. «

MARIO LEUTNER,  
SYSTEMINGENIEUR BEI BSH

als Stabilitätsgarant für die Serienfertigung auch die reaktionsschnelle Instandsetzung und vorbeugende Wartung an Schnitt- und Spritzgusswerkzeugen übernimmt.“

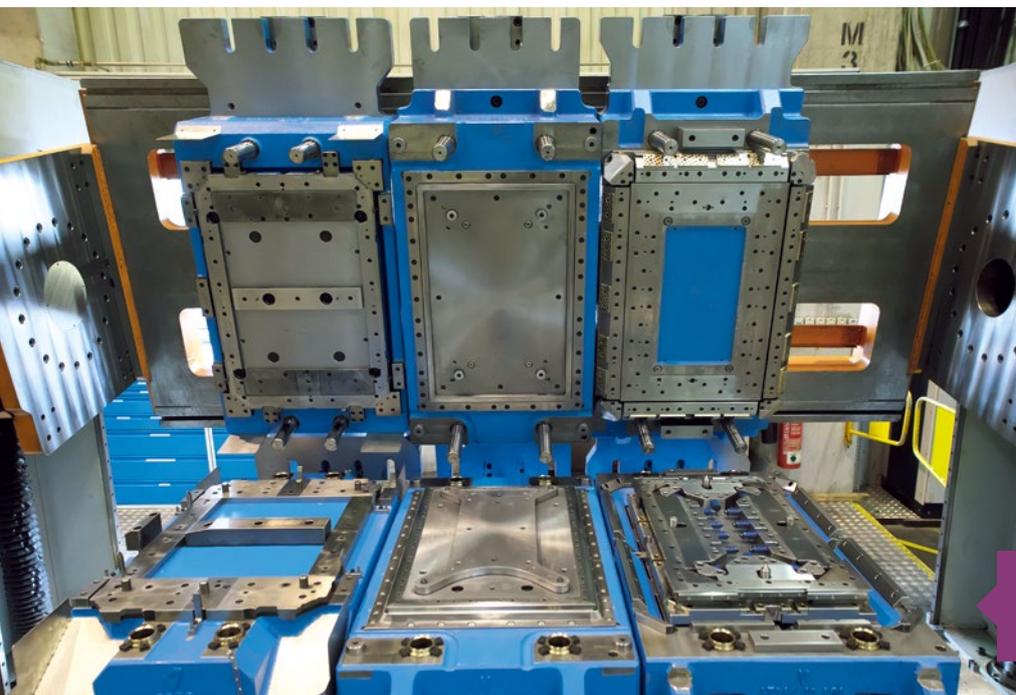
## Altsystem mit Digitalisierungslücken

Auch wenn die Werkzeugkosten im Branchendurchschnitt nur einen einstelligen Prozentwert der Herstellkosten betragen, liegen sie pro Stück oft genug im sechsstelligen Bereich. Eine akribische Arbeitsplanung mit

Zeitberechnung und Kalkulation ist daher erfolgskritisch für einen nachhaltigen, ressourcenschonenden und effizienten Werkzeugbau.

## Arbeitsplanung und Kalkulation mit Classmate PLAN

Deshalb evaluierte das Auswahlteam neben dem Nachfolger der vorhandenen Lösung die Software Classmate PLAN von Simus Systems. Das auf die Fertigungsprozesse im Maschinenbau fokussierte Programm analysiert 3D-Modelle, erkennt die Arbeitsfolgen und ordnet sie automatisch den vorhandenen Fertigungseinrichtungen zu. Außerdem weist es für jeden Arbeitsgang Rüst- und Fertigungszeiten aus und berechnet die Kosten nach individuellen Vorgaben. Dazu integriert sich Classmate PLAN nahtlos in die vorhandenen IT-Lösungen. „Nach einem Vorprojekt und einer internen Nutzwertanalyse haben wir uns für die Einführung von Classmate PLAN entschieden“, erinnert sich Mario Leutner, der als Systemingenieur das Projekt leitete. „Damit war die Entscheidung verbunden, alle neuen Siemens-NX-Modelle sowie den Altbestand mit PMI (Product Manufacturing



Ein typisches Transferwerkzeug aus dem Werkzeugbau von BSH in Traunreut mit drei Stationen.

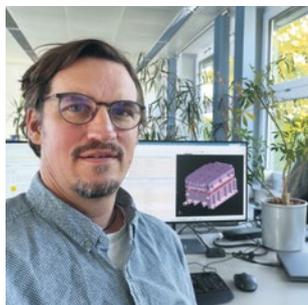
Information) zu bemaßen und in diesem Zuge zeichnungslose Konstruktionen einzuführen. Dadurch ergaben sich auch deutliche Erleichterungen und Synergien mit Classmate PLAN.“ Das Vorprojekt hatte bereits zu einer Anpassung der zunächst sehr unterschiedlichen Pflichten- und Lastenhefte geführt und eine klare Aufgabenverteilung geschaffen.

## Feintuning für präzise Planungsprozesse

Nachdem Grundlagen der Implementierung wie die SAP-Schnittstelle und die Technologiedatenbanken angelegt wurden, gliederte sich das Einführungsprojekt in vier Phasen. Dazu hat man bei BSH rund 100 verschiedene Bauteile herausgesucht, die bereits mit PMI versehen waren. Sie repräsentierten alle zu erwartenden Arbeitsfolgen und Varianten. „Unsere Arbeitspläne umfassen sehr viele verschiedene Arbeitsgänge – von Drehen, 3- und 5-Achs-Fräsen, Erodieren und Härten über Laserschneiden und Biegen der Blechteile, Lasersintern und Schweißen bis zur Vorerprobung und Beschichtung“, berichtet Stefan Huber. „Dabei verarbeiten wir verschiedenste Materialien, von Aluminium bis Werkzeugstahl.“ In wöchentlichen Online-Konferenzen mit Simus Systems hat man die Ergebnisse präsentiert und besprochen.

In der ersten Phase sollten alle Arbeitsgänge in der richtigen Reihenfolge den richtigen Maschinen zugeordnet werden.

In der zweiten Phase sollten den Arbeitsfolgen Langtexte zugeordnet werden, die über Besonderheiten bei dem automatisch erkannten Fräsen, Schleifen, Schneid- und Senkerodieren, Beschichten und Härten informieren.



## DAS SYSTEM WURDE SEHR GUT ANGENOMMEN UND FUNKTIONIERT HERRVORRAGEND.

STEFAN HUBER,  
ARBEITSVORBEREITER UND KEY USER BEI BSH

In der dritten Phase wurden die Bearbeitungszeiten für die Kalkulation verfeinert. „Für viele Bearbeitungen wie Fräsen hat Simus Systems Standardwerte bereitgestellt“, erinnert sich Stefan Huber. „Wo wir diese übernehmen konnten, haben wir viel Zeit eingespart.“ Dagegen stellte das Schneid-Erodieren besondere Herausforderungen: „Hier kommt es auf das Material und die An-

zahl der Schnitte, die Konik und die Oberflächen an“, sagt Stefan Huber. „Bei den Bohrungen erkennt Simus Classmate die erforderlichen Toleranzen und relevante Konturen anhand der in NX vergebenen Farben von Flächen.“ Schlussendlich wurden einschließlich Senkerodieren, Biegen und Laserschneiden alle Bearbeitungsverfahren richtig erkannt und mit realistischen Zeitangaben und Kosten verbunden.

## Baugruppen als komplette Projekte betrachten

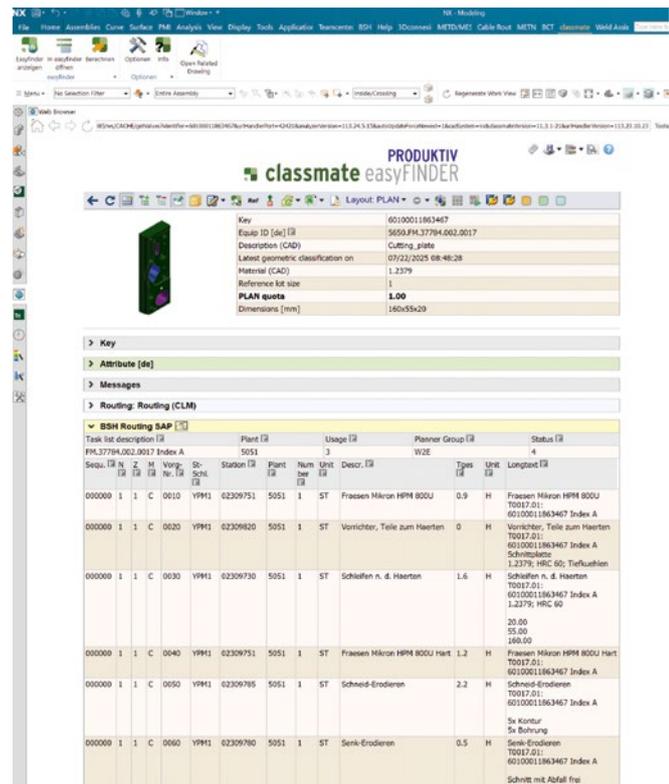
Im letzten Schritt wurden Einzelarbeitspläne zu Gesamtarbeitsplänen zusammengefügt, um die Montagezeiten berücksichtigen zu können. Ein solcher Projektplan umfasst zum Beispiel rund 500 Maschinenstunden und zirka 100 Stunden für Vorerprobung und Montage und wird komplett über eine Schnittstelle automatisch an SAP übergeben. „Als Besonderheit fassen wir Gleichteile nach bestimmten Vorgaben zusammen, um zum Beispiel Rüstzeiten zu optimieren“, berichtet Stefan Huber.

## Fließender Übergang in die Praxis

Nach rund eineinhalb Jahren war alles erledigt. „Wir konnten das Projekt mit der guten Unterstützung von Simus Systems erfolgreich abschließen“, erklärt Systemingenieur Mario Leutner. Doch der Übergang in die

Praxis folgte den Modellen, die bereits PMI enthielten. „Während des vorsichtigen Übergangs konnten wir parallel weitere Feineinstellungen anbringen“, betont Stefan Huber. „Seitdem führen wir jedes Jahr mit Simus Systems Erweiterungen durch.“

Seit Anfang 2025 kommt nun jedes CAD-Modell mit PMI, sodass alle Arbeitspläne ausschließlich mit Classmate PLAN erstellt



Im Werkzeugbau sind Arbeitspläne besonders umfangreich – mit Classmate PLAN lassen sie sich automatisch erstellen.

Bilder: Simus Systems/BSH Hausgeräte

und kalkuliert werden. Bisher konnten die drei Arbeitsvorbereiter so Arbeitspläne und Änderungen für über 10.000 Bauteile erstellen. „Das System wurde sehr gut angenommen und funktioniert hervorragend“, bilanziert Huber.

## Planungszeit pro Bauteil halbiert

„Bei einem Leistungstest anhand repräsentativer Beispielwerkzeuge haben wir ermittelt, dass wir die Arbeitszeit pro Bauteil halbieren konnten“, erklärt der Key User. „Zusätzlich entfallen durch die hohe Performance des Systems Wartezeiten, etwa bei der Übergabe an SAP.“ In vielen Bereichen entsteht ein Zusatznutzen der durchgehenden Prozesse: „Wir können nun häufig benötigte Standardteile für das Lager direkt an SAP übergeben, die wir früher manuell eintragen mussten“, resümiert Stefan Huber. Doch auf Erfolge ruht man sich nicht aus: „Ab September 2025 arbeiten wir mit Simus Systems daran, auch Material- und Härtekosten zu berücksichtigen. Dann wissen wir genau, was jedes einzelne Teil oder eine ganze Baugruppe kostet.“

« RT

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

# BRÜCKE ZWISCHEN ALM UND PLM FÜR BESSERE INTEGRATION

Die Produktentwicklung steht heute vor einer zentralen, komplexen Herausforderung: Wie lassen sich Software, Elektronik, Mechanik, Qualitätsmanagement und Fertigung so vernetzen, dass ein funktionales, konsistentes Produkt entsteht – ohne Informationsverluste, Medienbrüche oder Reibungsverluste? Oft wird diese Frage vereinfacht diskutiert – als Gegensatz zwischen ALM und PLM, als ob zwei konkurrierende Disziplinen um die Hoheit in der Produktentwicklung ringen. » VON WOLFGANG RÜDELL

**D**och es geht längst nicht mehr um „entweder – oder“, sondern um „sowohl – als auch“. Die entscheidende Schnittstelle ist das Systems Engineering – eine Disziplin, die noch immer zu oft unterschätzt oder zu eng interpretiert wird: ALM und PLM – zwei Perspektiven, ein Ziel, heißt die Devise. Application Lifecycle Management (ALM) steuert auf der einen Seite die Entwicklung von Software sowie das Anforderungs- und Testmanagement von Produkten. Auf der anderen Seite hingegen verwaltet Product Lifecycle Management (PLM) physische Produkte – Konstruktionsdaten, Versionen, Stücklisten, Zulieferinformationen und Serienfertigung. Was häufig übersehen wird: Heute existieren kaum Produkte ohne Software. Ob Fahrzeug, Haushaltsgerät oder

Industrieanlage – Software ist entscheidend für Funktion, Anpassungsfähigkeit und Nutzererlebnis.

Daraus ergibt sich eine grundlegende Frage: Was unterscheidet Software von einer Komponente im Systemkontext? Funktional betrachtet – nichts. Das Produkt ist die zentrale Einheit, und alle Bestandteile – ob

Software, Hardware oder Mechanik – müssen gemeinsam funktionieren und gemeinsam gemanagt werden. Nur so wird eine hohe Kundenzufriedenheit, Qualität und Markterfolg erreicht. Ein modernes Systems Engineering muss daher beide Welten – die strukturell geprägte PLM-Logik und die agile Softwareentwicklung – in einem gemeinsamen Produkt zusammenführen.

**EIN WEIT VERBREITETES MISSVERSTÄNDNIS IST, SYSTEMS ENGINEERING AUF TOOLS ODER METHODENKATALOGE ZU REDUZIEREN. IN WAHRHEIT IST ES EIN ORGANISATORISCHER, KULTURELLER DISZIPLINENÜBERGREIFENDER UND STRATEGISCHER RAHMEN.**

**Produktentwicklung ist Teamarbeit, keine Toolfrage**

Ein weit verbreitetes Missverständnis ist, Systems Engineering auf Tools oder Methodenkataloge zu reduzieren. In Wahrheit ist es ein organisatorischer, kultureller disziplinenübergreifender und strategischer Rahmen. Effiziente Produktentwicklung braucht mehr als gut funktionierende Einzeldiszipli-



Ob Systemarchitekt, Softwareentwickler, Konstrukteur, Fertigungsplaner oder Qualitätsverantwortlicher – sie alle müssen zur richtigen Zeit die relevanten Informationen im richtigen Kontext erhalten.

Bild: © aubriella/stock.adobe.com

nen – sie verlangt abteilungsübergreifende Abstimmung, gemeinsame Ziele und eine gemeinsame Datenbasis. Ob Systemarchitekt, Softwareentwickler, Konstrukteur, Fertigungsplaner oder Qualitätsverantwortlicher – sie alle müssen zur richtigen Zeit die relevanten Informationen im richtigen Kontext erhalten. Dabei ist nicht die Menge an Daten entscheidend, sondern deren Struktur, Verknüpfung und Relevanz.

### Traceability als Rückgrat für Entscheidungsfähigkeit

Um diese Verknüpfung zu ermöglichen, braucht es Traceability – die durchgängige Rückverfolgbarkeit von Anforderungen, Arbeitsergebnissen, Entscheidungen und Änderungen über den gesamten Produktlebenszyklus. Dies wird durch sogenannte Traces, die Anforderungen mit Architektur, Komponenten, Tests, Fehlern, Änderungen und Zulassungsunterlagen verknüpfen, erreicht. Ziel ist ein Digital Thread – ein digitaler roter Faden, der alle Informationen entlang des Entwicklungs- und Produktprozesses intelligent verbindet. Dieser macht die steigende Komplexität der Produktentwicklung beherrschbar.

Ein technischer Standard zur Umsetzung ist OSLC (Open Services for Lifecycle Collaboration). Auf Basis von REST und RDF erlaubt OSLC die lose Kopplung von IT-Systemen unterschiedlicher Hersteller – ohne zentrale Datenspeicherung. In der Praxis entstehen jedoch oft Schwierigkeiten durch eine unterschiedliche Auslegung des Standards und fehlende Strukturierung von Traces, das zu einem hohen manuellen Aufwand bei Pflege und Interpretation sowie Frust statt Effizienzgewinn führt.

### Wenn Traceability zur Bürde wird

Auch bei technisch korrekt implementierten Lösungen bleibt Traceability im Alltag oft ungenutzt. Der Grund: fehlende Anwenderfreundlichkeit und fehlender Fokus auf die aktuelle Aufgabenstellung. Entwickler sehen sich mit einer Vielzahl an Änderungsmarkern (Suspekt Flags) und Verlinkungen konfrontiert, ohne den Kontext oder die Relevanz beurteilen zu können. In großen Systemen mit tausenden Artefakten wird Traceability so zur Überforderung.

Ein Beispiel: Ändert sich eine Anforderung, wird automatisch ein Marker bei allen Artefakten gesetzt, die diese Anforderung betreffen. Doch statt einer fundierten Prüfung wird dieser aus Routine oder Zeitdruck erst einmal ignoriert. Im Softwarekontext mag das durch die Buildroutine und Tests im nächsten Build

## Produktzentriertes PLM



**PLM bringt alle Informationen über ein Produkt auf eine einzige Plattform, macht sie für verteilte Teams sofort verfügbar und dient als einzige Lösung zur Verwaltung aller Prozesse und als einzige Quelle für alle produktbezogenen Informationen.**

Grafik: TTPSC

### ■ DIE DISKUSSION „ALM VS PLM“ LENKT VOM EIGENTLICHEN PROBLEM AB. MODERNE PRODUKTENTWICKLUNG BENÖTIGT KEINEN KAMPF DER DISZIPLINEN, SONDERN EINE BRÜCKE ZWISCHEN IHNEN. ■

noch abfangbar sein – im PLM-Umfeld jedoch kann eine geänderte Komponente nach ihrer separaten Verwendungsfreigabe sofort produktionswirksam werden, ohne weitere Prüfung des gesamten Produktes.

Um das zu verhindern, werden entweder komplexe Änderungsprozesse etabliert – mit vielen Beteiligten und langen Durchlaufzeiten – oder jede Änderung zieht eine neue Teilenummer nach sich. Letzteres bedeutet: alle Stücklisten müssen aktualisiert, geprüft und neu freigegeben werden. In der Theorie robust – in der Praxis extrem aufwendig und fehleranfällig, insbesondere bei Massenänderungen. Oft werden hier tausende von Verwendungen automatisiert aktualisiert, ohne den Einfluss im Einzelnen prüfen zu können – was man eigentlich verhindern wollte.

### Digital Thread: Navigationshilfe statt Datenlast

Wie kann man dieser Komplexität begegnen? Die Antwort ist ein anwenderorientierter Digital Thread. Nicht nur die bloße Existenz von Traces ist entscheidend – sondern ihre strukturelle Einbindung in die Arbeitsabläufe. Die Informationen müssen aufgabenbezogen gefiltert, visuell aufbereitet und kontextsensitiv für die agierende Rolle bereitgestellt

werden. Im Kontext der Aufgabenstellung sollte nun der Anwender direkt seine Aufgabe erledigen können, ohne Daten mühsam hin und her zu kopieren oder zwischen IT-Systemen hin und her zu springen.

Das Ziel ist nicht, alle Informationen irgendwie in IT-Systemen abzulegen, sondern diese so aufzubereiten und anzureichern, dass sie systemübergreifend verwendet werden können. Ein funktionierender Digital Thread hilft den Mitarbeitenden, sich der Auswirkungen jeder Änderung bewusst zu sein, fundierte Entscheidungen zu treffen und gleichzeitig die regulatorische Nachvollziehbarkeit sicherzustellen.

### Fazit: Systems Engineering als Integrationsmotor

Die Diskussion „ALM vs PLM“ lenkt vom eigentlichen Problem ab. Moderne Produktentwicklung benötigt keinen Kampf der Disziplinen, sondern eine Brücke zwischen ihnen. Diese Brücke ist das Systems Engineering – nicht als Toolverwalter, sondern als gestaltende Instanz der Informationsarchitektur und des gesamten Produkts. Traceability und Digital Thread sind keine Selbstzwecke. Sie müssen praxisgerecht, nutzbar und integriert sein. Nur dann entstehen daraus Mitarbeitermotivation und Wettbewerbsvorteile – in Form von Qualität, Geschwindigkeit und Innovationskraft. Systems Engineering ist dann erfolgreich, wenn es Transparenz schafft, Zusammenarbeit stärkt und Komplexität beherrschbar macht. « TB

Wolfgang Rüdell ist Principal Business Analyst bei Transition Technologies PSC.

# DIGITALE VERTRIEBSPROZESSE FÜR KOMPLEXE MASCHINEN

Mayer & Cie. setzt auf die CPQ-Lösung von SAE, um die komplexe Konfiguration seiner Rundstrickmaschinen effizienter zu gestalten. Die Software bündelt alle relevanten Daten, sichert Fachwissen und ermöglicht tagesaktuelle Preis- und Angebotsprozesse für schnelle, fehlerfreie Angebote und einen transparenten, digital unterstützten Vertrieb.

» VON SUSANNE LEISTEN

**O**b elastische Sporttextilien, flammhemmende Schutzkleidung, Matratzenbezüge oder Hochdruckschläuche für die industrielle Fertigung, Bau oder Landwirtschaft – die Einsatzmöglichkeiten der Rundstrickmaschinen von Mayer & Cie. sind ebenso vielfältig wie anspruchsvoll. Gefordert sind Lösungen, die Präzision, Flexibilität und Qualität auf höchstem Niveau vereinen.

Um diesen Anforderungen gerecht zu werden, bietet Mayer & Cie. rund 40 unterschiedliche Maschinentypen an – konfigurierbar in bis zu 40 Millionen Varianten. Jede Maschine muss exakt auf den jeweiligen Einsatzzweck abgestimmt werden. Die Vielzahl technischer Parameter – von Garnart und Strickstruktur bis hin zu Antriebstechnik und Steuerung – macht den Angebots- und Produktionsprozess hochkomplex. Diese enorme Variantenvielfalt war der Auslöser für Mayer & Cie., die Konfiguration und Angebotserstellung mit der leistungsfähigen CPQ-Lösung von SAE „Applications for Digitalization“ digital zu

unterstützen und in die unternehmensweite Digitalisierungsstrategie einzuschließen.

## Ausgangssituation: Manuelle Vorgänge als Zeitfresser und Fehlerquellen

Als führender Hersteller für Rundstrickmaschinen arbeitet Mayer & Cie. nicht nur kontinuierlich daran, gegenüber der Konkurrenz auf dem Weltmarkt einen qualitativen und technologischen Vorsprung zu haben, sondern auch im Bereich Produktivität die Nase vorn zu haben. Daher produziert das Unternehmen seine Rundstrickmaschinen nicht als Standardversionen, sondern ausschließlich individuell nach Kundenauftrag. Zur Vermarktung seines Kernprodukts setzt Mayer & Cie. auf ein globales Netzwerk an Handelspartnern, die die rund 5.000 Kunden im direkten Austausch betreuen.

Die Konfiguration und die Angebotserstellung für eine Rundstrickmaschine gestalteten sich dabei als hochkomplexe Vorgänge. Zum einen aufgrund der zahlreichen Kombinationsmöglichkeiten der einzelnen Komponenten und zum anderen aufgrund eines

fragmentierten Vertriebsnetzwerks, das auf eine Exportquote von 99 Prozent zurückzuführen ist. Vor der Einführung der CPQ-Software bildete ein mehrere tausend Seiten starkes Preisbuch die Basis für den Konfigurationsprozess, anhand dessen der Handelspartner den Kunden beriet und die Komponenten der neuen Maschine auswählte. Hatte der Kunde sich für eine Konfiguration entschieden, wurde diese in eine Excel-Tabelle übertragen und an Mayer & Cie. geschickt. Dort wurde sie in SAP übertragen und darauf basierend im Anschluss ein Angebot erstellt, das durch den Handelspartner wiederum dem Kunden vorgelegt wurde. Ein Prozessablauf mit vielen Schnittstellen, der nicht nur mit hohem manuellem Aufwand verbunden war, sondern sich je nach Zeitzone und entsprechenden Liegezeiten auch zeitintensiv gestaltete. Ein weiteres Problem bestand darin, dass Informationen und Fachwissen in Silos gespeichert sind und durch Personalwechsel sowie das Ausscheiden erfahrener Kolleginnen und Kollegen verloren gehen kann.

## Wichtigstes Auswahlkriterium: SAP-Integration ohne Brüche

Im Rahmen seiner Digitalisierungsstrategie entschied sich Mayer & Cie. auch den Vertrieb mit Hilfe einer CPQ-Software zu modernisieren. Das große Ziel: Alle relevanten Informationen und Folgeprozesse in einem System bündeln und im Unternehmen vorhandenes Fachwissen sichern, ohne den Kontakt zwischen Handelspartner und Kunde einzuschränken.

Da Mayer & Cie. SAP als führendes System gewählt hat, war die SAP-Integrierbarkeit ei-



Mayer & Cie. fertigt Rundstrickmaschinen individuell. Sie sind konfigurierbar in bis zu 40 Millionen Varianten.

Bild: Ralph Koch/Mayer & Cie.

# AutoForm

Softwarelösungen für  
Blechumformung  
und Rohbau



**SEBASTIAN MAYER, CHIEF DIGITAL OFFICER BEI MAYER & CIE.:**

**„Durch SAE CPQ ist unser Pre-Sales Prozess schneller, einfacher, prozesssicher und aktuell.“**

Bild: Mayer & Cie.

nes der Hauptkriterien bei der Auswahl der CPQ-Software. Hierbei konnte SAE als einziges Unternehmen unter mehreren Anbietern die Kriterien von Mayer & Cie. erfüllen. Statt für den Test eine zweite Systemlandschaft aufzubauen, überzeugte der Anbieter von CPQ-Software in einem Proof of Concept von der Integrierbarkeit in SAP, sodass die Entscheidung auf die Lösung von SAE fiel.

## Implementierung innerhalb von 12 Monaten

Zur Einführung der neuen CPQ-Lösung entschied sich Mayer & Cie. zunächst nur die Top Seller unter den Maschinen in die Software einzupflegen, da diese am häufigsten verkauft werden. Nach und nach sollten weitere Maschinen angelegt und über die CPQ-Software vertrieben werden. Insgesamt erstreckte sich der Implementierungsprozess über rund zwölf Monate und verlief zur vollsten Zufriedenheit von Mayer & Cie.

Besondere Herausforderungen lagen für das Familienunternehmen darin, das Wissen aus dem Preisbuch in Vorgänge zu übersetzen und bereits vorhandenen Prozesse neu aufzustellen sowie beides in das neue System zu übertragen. Es mussten Entscheidungen getroffen werden, mit denen eine gemeinsame Basis für alle Länder und Kulturen, die in den Vertrieb involviert sind, geschaffen werden konnte. Ein Vorgehen, in dem SAE Mayer & Cie. als transparenter Partner beratend zur Seite stand.

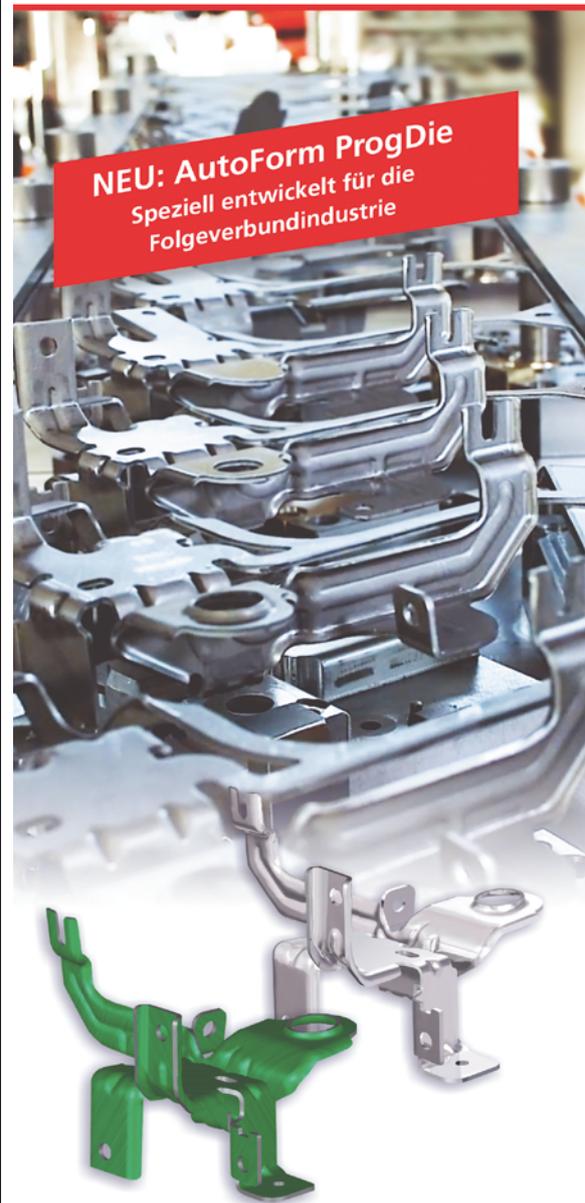
## Pre-Sales: flexibel und tagesaktuell

Durch die Nutzung der CPQ-Software von SAE ist es Mayer & Cie. gelungen seinen Ver-

trieb einfacher, effizienter und transparenter zu steuern. Wo zuvor das Preisbuch in PDF-Form aufgrund des hohen Aufwandes nur selten angepasst werden konnte, können heute tagesaktuelle Preise ausgespielt werden. Wo es zuvor aufgrund des Umfangs des Preisbuches und dem in Köpfen und E-Mails feststeckenden Wissen schwierig war, neue Vertriebsmitarbeiter anzulernen, können neue Handelspartner nun schnell und ohne großes Vorwissen mit dem Konfigurationsprozess beim Kunden starten. Nicht zuletzt profitiert auch das Abwicklungszentrum von Mayer & Cie. von der Möglichkeit, Informationen an den Vertrieb weiterzugeben und von diesem die richtigen Informationen wieder zurückzubekommen. Des Weiteren ist auch der Markt für Mayer & Cie. durch die Nutzung der CPQ-Lösung von SAE transparenter geworden, denn die Vertriebsaktivitäten lassen sich nun besser nachverfolgen. „In SAE haben wir neben der technischen Plattform auch einen inspirierenden Partner gefunden, um unsere komplexen Vertriebsprozesse zu digitalisieren,“ erklärt Sebastian Mayer, Chief Digital Officer bei Mayer & Cie. „Durch SAE CPQ ist unser Pre-Sales Prozess schneller, einfacher, prozesssicherer und aktuell, und das ohne Medien- oder Logikbrüche in unser SAP-System. So muss Digitalisierung aussehen.“

« KF

Susanne Leisten, B2B Communication bei Maisberger in München.



**NEU: AutoForm ProgDie**  
Speziell entwickelt für die  
Folgeberbundindustrie

**AUTOFORM**  
Forming Reality

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

# IN DREI SCHRITTEN ZUR DEKARBONISIERUNG

Die aktuelle Debatte um das Klimaneutralitätsziel verdeutlicht: Entscheidend ist, wie und wann Emissionen sinken. Für die Industrie bedeutet das, den Ausstoß nicht nur zu bilanzieren, sondern auch wirtschaftlich in Echtzeit zu steuern. Dies gelingt mit einem konsequenten CO<sub>2</sub>-Budget-Management, der Analyse der Emissionsintensität und dem intelligenten Einsatz digitaler Tools. » VON ALEXANDER APPEL



Die EU-Kommission hat ein neues Klimaziel vorgeschlagen: Bis 2040 will sie ihre Emissionen um 90 Prozent reduzieren. Damit hält sie an ihrem Fahrplan auf dem Weg zur Klimaneutralität fest.

Bild: © WD Stock Photos/stock.adobe.com

**D**ie EU-Kommission hat ein neues Klimaziel vorgeschlagen: Bis 2040 will sie ihre Emissionen um 90 Prozent reduzieren. Damit hält sie an ihrem Fahrplan auf dem Weg zur Klimaneutralität fest. Sie lässt den Mitgliedstaaten aber viel Freiraum, wie sie das Ziel erreichen, und genau das wird kritisiert – denn es steht bereits fest: das Zwischenziel wird Stand jetzt die EU verfehlen.

Experten schätzen, dass es auf die Maßnahmen in den nächsten fünf Jahre ankommt, um tatsächlich zu einer deutlichen Emissionsminderung zu kommen; das verbleibende CO<sub>2</sub>-Budget ist schon heute ext-

rem begrenzt. Unternehmen stehen mehr denn je in der Verantwortung, ihren Beitrag zum Klimawandel zu leisten. Das lohnt sich nicht nur ökologisch, sondern auch ökonomisch. Länder, die zielstrebig auf erneuerbare Energieträger umstellen, verbessern ihre Chancen auf wirtschaftliche Stabilität und Wettbewerbsfähigkeit. Die relative Geschwindigkeit der Energiewende ist dabei entscheidend. Nachzügler sind deutlich höheren Transformationsrisiken ausgesetzt.

## **Dekarbonisierung budgetkompatibel ausrichten**

Unternehmen sollten zeitnah definieren, wie sie ihre Klimaschutzpläne erreichen und

**UNTERNEHMEN SOLLTEN ZEITNAH DEFINIEREN, WIE SIE IHRE KLIMASCHUTZPLÄNE ERREICHEN UND UMSETZEN WOLLEN UND DANN EINE KONKRETE DEKARBONISIERUNGSSTRATEGIE ENTWICKELN.**

umsetzen wollen und dann eine konkrete Dekarbonisierungsstrategie entwickeln. Den Anfang bildet eine ganzheitliche „Sustainability Roadmap“, die im Idealfall ein Transformationskonzept, eine Analyse des Status quo und die Roadmap selbst umfasst. Anhand von kurz-, mittel- und langfristiger Ziel-KPIs kann der Fortschritt evaluiert und können iterativ weitere Maßnahmen festgelegt werden. Nachhaltigkeitsziele lassen sich dabei mit den übergeordneten Unternehmenszielen abstimmen beziehungsweise daraus ableiten. Die beste Orientierung bieten ESG-Kriterien des Finanzmarkts.

Die Reduktion von CO<sub>2</sub>-Emissionen ist in diesem Zuge ein wesentliches Ziel. Der Dekarbonisierungspfad sollte daher nicht nur auf ein bestimmtes Jahr ausgerichtet, sondern auch budgetkompatibel sein. Es empfiehlt sich, das eigene CO<sub>2</sub>-Budget strategisch auf die kommenden Jahre aufzuteilen und mit konkreten Reduktionszielen zu verbinden, ähnlich einem Finanzbudget.

Eine zentrale Frage stellt sich nach der ökonomischen Emissionsintensität: Wie viele CO<sub>2</sub>-Emissionen entstehen pro Euro Umsatz, Tonne Produkt oder Dienstleistungseinheit? Diese Kennzahl verbindet Klimawirkung mit wirtschaftlicher Effizienz. Wer diese Metrik kennt und verfolgt, kann eine Vergleichbarkeit zwischen Tochterunternehmen und Standorten, Geschäftsbe-

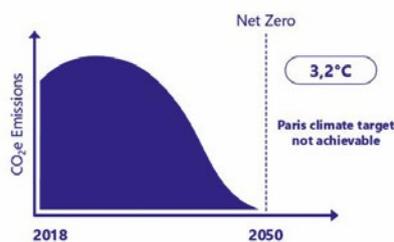
reichen oder Produkten herstellen, Benchmarking mit Wettbewerbern durchführen, Hotspots im Unternehmen identifizieren und priorisieren sowie Entscheidungen in Forschung und Entwicklung, Einkauf und Produktion an Klimazielen ausrichten. In der Praxis bedeutet das: Statt pauschale Kompensationen oder End-of-Pipe-Technologien, kann gezielt dort angesetzt werden, wo die höchste „CO<sub>2</sub>-Rendite“ erzielt wird – also am meisten Emissionen je investiertem Euro gesenkt werden.

### CO<sub>2</sub>-Steuerung digital abbilden

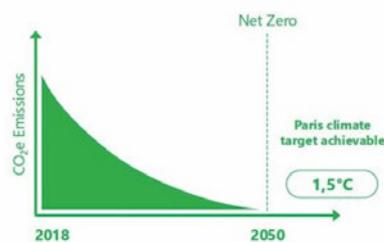
Das Zusammenspiel von Budgetdenken und Emissionsintensitätsanalyse schafft eine neue Qualität der Dekarbonisierungssteuerung. Unternehmen können damit nicht nur Emissionen messen – sondern aktiv priorisieren, wo und wann Investitionen am meisten wirken. Ein Beispiel: Ein Werk oder eine Produktlinie verursacht zehn Prozent der Emissionen, aber 30 Prozent des Umsatzes – und seine Intensität sinkt durch Elektrifizierung drastisch. Die Priorität ist hoch. Ein anderer Bereich hat zwar hohe Emissionen, aber sehr geringe Wertschöpfung und kaum Reduktionspotenzial. Hier sind langfristige Transformation mit Ausgleichsstrategie sinnvoller. Diese Kombination erlaubt die ökonomische Optimierung der Klimastrategie – eine Voraussetzung für fundierte Investitionsentscheidungen.

### UM WETTBEWERBSFÄHIG UND PROFITABEL ZU BLEIBEN, MÜSSEN UNTERNEHMEN IHRE EMISSIONEN VERSTEHEN, RISIKEN ERKENNEN UND WIRKSAME STRATEGIEN ENTWICKELN.

### Established procedure: Net Zero over time



### 1.5°C conformity: Emissions budgets



Überschreitung der Belastungsgrenzen und 1.5-Grad-Ziel: Ein Net-Zero-Ziel sagt nicht aus, wie viele Emissionen bis zum Zieljahr ausgestoßen werden und ob das Unternehmen damit das 1,5-Grad-Ziel unterstützt.

Bild: MHP

### DAS ZUSAMMENSPIEL VON BUDGETDENKEN UND EMISSIONSINTENSITÄTSANALYSE SCHAFFT EINE NEUE QUALITÄT DER DEKARBONISIERUNGSSTEUERUNG.

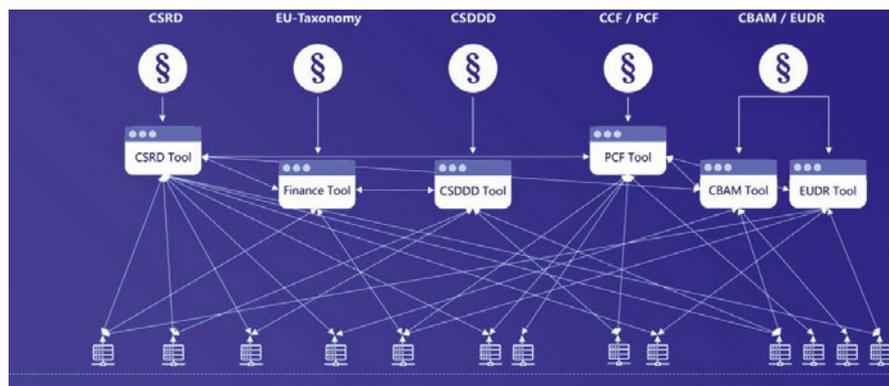
Ohne digitale Unterstützung ist dieses Steuerungsniveau jedoch kaum erreichbar. Intuitiv verständliche und zuverlässige Instrumente berücksichtigt drei Faktoren – Full Scope Emissionen (Scope-1-3-Emissionen nach dem Greenhouse Gas Protocol), EBITDA-Angaben und die Personalkosten – und messen in der gleichen Einheit wie es die Ziel-Maßeinheit ist: in Grad Celsius. Sie beantworten damit die Frage, um wie viel Grad Celsius sich das Klima erwärmen würde, wenn die gesamte Welt die gleiche Klima-Performance hätte wie die betrachtete Organisation. Das macht das Ableiten und anschließende Implementieren sektorspezifischer Dekarbonisierungsstrategien in bestehende Prozesse so einfach wie möglich und erleichtert die Compliance. Das Unternehmen erhält ein individuelles

CO<sub>2</sub>-Budget unter Einbeziehung seiner bisherigen Performance und kann so flexible Maßnahmen entlang des 1,5-Grad-Pfades umsetzen. Es kann dadurch beispielsweise einen internen CO<sub>2</sub>-Preis festlegen, über den sich wiederum Emissionsrisiken quantifizieren lassen.

### All-in-One-Lösung als zentrale Datenbasis

Zusammenfassend lässt sich sagen: Der Corporate Carbon Footprint ist die Grundlage für strategisches Klimamanagement. Um wettbewerbsfähig und profitabel zu bleiben, müssen Unternehmen ihre Emissionen verstehen, Risiken erkennen und wirksame Strategien entwickeln. Moderne Carbon-Management-Plattformen machen CO<sub>2</sub>-Budgets, Intensitäten und Szenarien sichtbar, vergleichbar und handlungsleitend. Das schafft volle Transparenz über alle Emissionsquellen hinweg und damit Kontrolle. Mit Digital Carbon Management können Unternehmen Scope-1, -2 und -3-Emissionen automatisiert erfassen, in Echtzeit monitoren und Forecastings durchführen, Reduktionsmaßnahmen bezüglich Budget und Kosten simulieren, Daten aus Lieferketten integrieren sowie Berichtspflichten aus Rahmenwerken wie der CSRD erfüllen. Künstliche Intelligenz kann dabei als Enabler für bessere Entscheidungen, höhere Qualität und mehr Effizienz genutzt werden. Bei der Wahl der Plattform empfiehlt es sich, eine All-in-One-Lösung gemäß GHG Protocol als zentrale Datenbasis in der Cloud zu wählen. Sie deckt dann nicht nur das Carbon Management, sondern auch andere relevante Tools für eine nachhaltige Unternehmensführung, Compliance, Transparenz und Effizienz ab.

« TB



Die Datenpunkte durch Regulatorik werden in Zukunft weiter zunehmen, Daten sollten daher besser gemanagt werden.

Bild: MHP

Alexander Appel ist Manager Sustainability Transformation bei MHP.

# CRA-KONFORM IN DIE ZUKUNFT

Der Cyber Resilience Act (CRA) verpflichtet Hersteller, digitale Produkte abzusichern und ihre Compliance nachzuweisen. Bei Verstößen drohen hohe Bußgelder. Mit der CodeMeter-Technologie von Wibu-Systems lassen sich CRA-Anforderungen effizient erfüllen: von Zugriffskontrolle und Datenintegrität bis hin zu transparentem Lizenzmanagement. So werden Sicherheit und Compliance gewährleistet und zugleich neue Einnahmequellen eröffnet. » VON STEFAN BAMBERG

CodeMeter erfüllt wichtige Anforderungen des Cyber Resilience Acts.

Bild: Midjourney/Wibu-Systems



Viele Unternehmen in Deutschland bereiten sich auf den seit Dezember 2024 geltenden EU Cyber Resilience Act (CRA) vor. Ziel der Verordnung ist es, die Cybersicherheit in Europa zu erhöhen und Anwender wie Unternehmen besser vor Manipulationen und Angriffen zu schützen. Produkte mit digitalen Komponenten, die auf den europäischen Markt gebracht werden und eine direkte oder indirekte Kommunikationsverbindung zu Geräten oder Netzwerken ermöglichen, müssen CRA-konform sein. Ausnahmen gelten etwa

für zeitlich begrenzte Messepräsentationen oder bereits streng regulierte Bereiche wie Medizintechnik, Automobil oder Luftfahrt. Der CRA soll sicherstellen, dass in Europa nur sichere Produkte verkauft und genutzt werden können.

## Hohe Bußgelder drohen

Immer mehr Lösungen enthalten digitale Komponenten. Dadurch sind deutlich mehr Unternehmen vom CRA betroffen, als es zunächst scheint. Bis 2027 müssen alle europäischen Unternehmen CRA-konform sein, da dann die Übergangsfrist endet. Bei Verstößen

drohen Bußgelder von bis zu 15 Millionen Euro oder 2,5 Prozent des weltweiten Jahresumsatzes. Es gilt jeweils der höhere Betrag.

Überblick über wichtige Regularien mit Fokus auf Sicherheit:

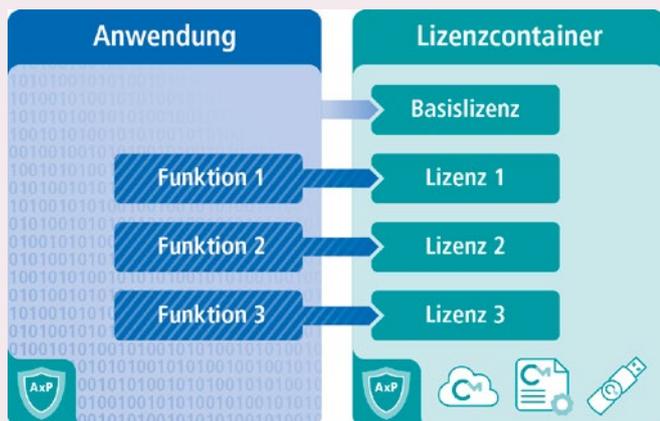
- **IEC 62443:** internationale Norm für Cybersicherheit von Embedded-Geräten in Automatisierungssystemen
- **NIS2:** EU-Richtlinie zur Sicherheit von Netzwerken und Informationssystemen
- **EU AI Act:** Regelwerk zu Sicherheit und Einsatz künstlicher Intelligenz
- **CRA:** Verbesserung der Produktsicherheit bei digitalen Komponenten.

## Anforderungen effizient erfüllen

Mit der CodeMeter-Technologie von Wibu-Systems lassen sich folgende Anforderungen des CRA erfüllen:

**Maßnahmen zur Wiederherstellung der Compliance (Artikel 13 Absatz 21 CRA):** Bei Produkten mit digitalen Komponenten, die auf dem EU-Markt verkauft werden sollen, müssen Hersteller im Falle eines Problems Korrekturmaßnahmen durchführen können, damit die Compliance wieder gewährleistet ist. Sollte eine Korrektur nicht möglich sein, müssen die Hersteller das betroffene Produkt vom Markt nehmen. Beide Maßnahmen erfordern genaue Kenntnis des Herstellers, welcher Kunde welches Produkt in welcher Version nutzt, um die betroffenen Kunden zu informieren und ihnen ein Update anzubieten.

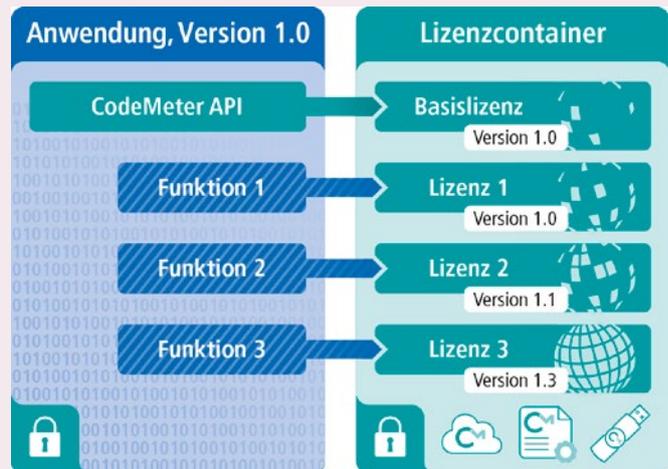
Die CodeMeter-Technologie mit den dazugehörigen Tools erlaubt es den Softwareherstellern, den Überblick über ihre Kunden und den eingesetzten Produkten zu behalten. Bereits beim Kauf haben die Anwender ihre im Lizenzcontainer gespeicherten Nutzungsrechte, die sogenannten Lizenzen, bekommen (Grafik 1). Um ganze Programme oder einzelne Programmteile außer Betrieb zu nehmen, entzieht der Hersteller einfach die dazugehörigen Lizenzen. Die CRA-Compliance können Hersteller ebenfalls wieder herstellen, indem sie die nicht mehr kompatiblen Programme oder Programmteile ersetzen.



**Grafik 1:** Mit CodeMeter können die Hersteller sowohl die komplette Software als auch einzelne Funktionen verschlüsseln und freischalten. Die Lizenzberechtigungen werden im Lizenzcontainer sicher gespeichert, beispielsweise im CmDongle, in einer CmActLicense oder im CmCloudContainer.

Die Nutzungsrechte werden dadurch geändert, dass die entsprechende Lizenz aus dem Lizenzcontainer entfernt wird, sodass der Anwender dann diese Lizenz nicht mehr benutzen kann. Beispielsweise kann dies eine nicht mehr kompatible Lizenz oder eine für eine bestimmte Region ausgestellte Lizenz, die unberechtigt in einer anderen Region benutzt wird, sein. Mit CodeMeter License Central oder über das CodeMeter License Portal können Hersteller die Lizenzen im Feld bequem und transparent, auch über verschiedenen Ebenen hinweg, verwalten. Zusätzlich können sie Rollen und Rechte über verschiedene Ebenen hinweg zuordnen. Die Hersteller wissen dank dieser Tools immer den Status der im Feld befindlichen Lizenzen.

**Zugriffskontrolle (Anhang I Teil I (2d) CRA):** Mittels Zugriffskontrolle werden Identitäten geprüft und hinzugefügt. Es muss festgelegt werden, wer auf eine Software zugreifen darf und wie deren Nutzung ist. Hersteller sind verpflichtet, einen Zugangsschutz gegen unautorisierte Nutzung aufzubauen, was über Authentifizierung oder ein Managementsystem mit unterschiedlichen Berechtigungen



**Grafik 2:** Der Softwarehersteller definiert die gewünschten Lizenzen, um alle seine Produkte anzubieten. Dem Käufer werden dann genau die Lizenzen freigeschaltet, sodass er die gekauften Produkte nutzen kann.

Bilder: Wibu-Systems

realisiert werden kann. Mit CodeMeter ordnet der Hersteller jeder Softwareversion eine eindeutige Lizenz zu. Damit kann er auf den Umstieg auf die nächste Version hinweisen (Grafik 2). Ebenfalls kann der Hersteller länderspezifische Lizenzen definieren oder welche Anwender oder welche Rollen Lizenzen nutzen dürfen.

Hersteller können kryptografische Schlüssel selbst erstellen und verteilen. Diese sind als Secret Data in einer Lizenz gespeichert und können vom Anwender nicht ausgelesen, sondern nur verwendet werden. Über CodeMeter License Central können diese Schlüssel an die Endgeräte sicher ausgerollt werden.

**Vertraulichkeit und Integrität von Daten (Anhang I Teil (2e, 2f) CRA):** Damit Daten als vertraulich und als nicht manipuliert gelten, müssen sie den Status „unverfälscht“ haben. Vor allem bei Bibliotheken muss validiert werden, dass die richtige genutzt wird und nicht eine manipulierte Bibliothek. Für solche Fälle helfen die Verschlüsselungen und Signaturen mittels kryptografischer Schlüssel in CodeMeter-Lizenzen. CodeMeter API prüft und signiert die Daten und mit CodeMeter Protection Suite kann der Hersteller diese Anforderungen erfüllen.

**Sicherstellung der Compliance:** Um die Transparenz und Nachvollziehbarkeit der ausgerollten Lizenzen zu erhalten, muss der Hersteller wissen, wo sich welche Lizenz befindet und wie deren Status ist. Über CodeMeter License Portal definieren die Hersteller bestimmte Stufen zum Ausrollen der Lizenzen. So kann der Hersteller verschiedene OEM-Partner anlegen und diese wiederum ihre Kunden. Unabhängig von den Stufen sieht der Hersteller, welche Lizenz sich bei welchem Kunden befindet, und kennt deren Status, das heißt die Nachvollziehbarkeit der beim Anwender befindlichen Lizenzen ist gegeben.

## Kontinuierliche Einnahmequelle

Hersteller können mit Hilfe der CodeMeter-Tools ihre Softwareprodukte schützen und lizenzieren. Darüber hinaus ist die Compliance zum CRA gegeben. Wenn der Hersteller die verschiedenen Softwarefunktionen lizenziert und seinen Kunden anbietet, kann er eine kontinuierliche Einnahmequelle aufbauen, die die Kosten für den CRA-Aufbau im besten Falle mehr als kompensiert. « KF

**Stefan Bamberg** ist Director Sales & Key Account Management bei Wibu-Systems.



Mit dem Cyber Resilience Act wird die Sicherheit integraler Bestandteil eines jeden digitalen Produkts.  
Bild: © JUST PURE PHOTOS / stock.adobe.com (generiert mit KI)

# BOOSTER FÜR DIE INNOVATION

Mit dem Inkrafttreten des Cyber Resilience Act verändert sich die Welt der digitalen Produktentwicklung. Dabei stellt die neue EU-Verordnung allerdings nicht nur höhere Anforderungen an die Sicherheit von Hardware- und Softwareprodukten. Bei richtiger Umsetzung kann sie auch ein echter Booster für Innovation und zukunftsfähige Entwicklung sein.

» VON JASMIN AZEMOVIC UND DARKO MIHAJLOVSKI

Im Zentrum des Cyber Resilience Act (CRA) steht die Verpflichtung, Sicherheitsrisiken bereits im Entwicklungsprozess zu identifizieren, immer neu zu bewerten und schließlich mit effektiven Maßnahmen zu minimieren. Dafür setzt die Security-by-Design-Philosophie voraus, Sicherheitsmechanismen von Anfang an zu integrieren und nicht erst auf Probleme zu reagieren, wenn sie auftreten. Das übergeordnete Ziel dabei: Alle Produkte mit digitalen Komponenten sowie Lieferketten auf dem EU-Markt bestmöglich abzusichern – und das nicht irgendwann in der Zukunft, sondern unverzüglich. Die Motivation für die neuen Regularien liegt in erster Linie in den wachsenden Risiken der digitalen, zunehmend vernetzten Welt begründet. Hier müssen Standards, Mindestanforderungen sowie klare Verantwortungen für robuste und sichere Produkte Sorge tragen.

## Übergangsphase endet im Dezember 2027

Der CRA ergänzt die bestehende EU-Gesetzgebung zur Cybersicherheit – insbesondere die NIS2-Richtlinie und den Digital Operational Resilience Act (DORA). Während sich der CRA auf die Cybersicherheit digitaler Produkte über deren gesamten Lebenszyklus hinweg konzentriert, erweitert NIS2 den Schutz kritischer Infrastrukturen. Die Richtlinie verpflichtet

wichtige und besonders relevante Einrichtungen branchenübergreifend zu strengeren Maßnahmen in der IT-Sicherheit. DORA hingegen richtet sich speziell an den Finanzsektor und stellt sicher, dass Finanzinstitute in der Lage sind, optimal auf Störungen der Informations- und Kommunikationstechnologie zu reagieren und ihre Betriebsfähigkeit schnellstmöglich wiederherzustellen.

Der CRA fungiert dabei als Rechtsrahmen, der darauf abzielt, die unterschiedlichen Regularien im Bereich Cybersecurity zu harmonisieren und die Rechtsunsicherheit für Hersteller und Nutzer zu verringern. Durch einheitliche Anforderungen schafft der CRA darüber hinaus aber auch faire Wettbewerbsbedingungen mit Schwerpunkt auf einer

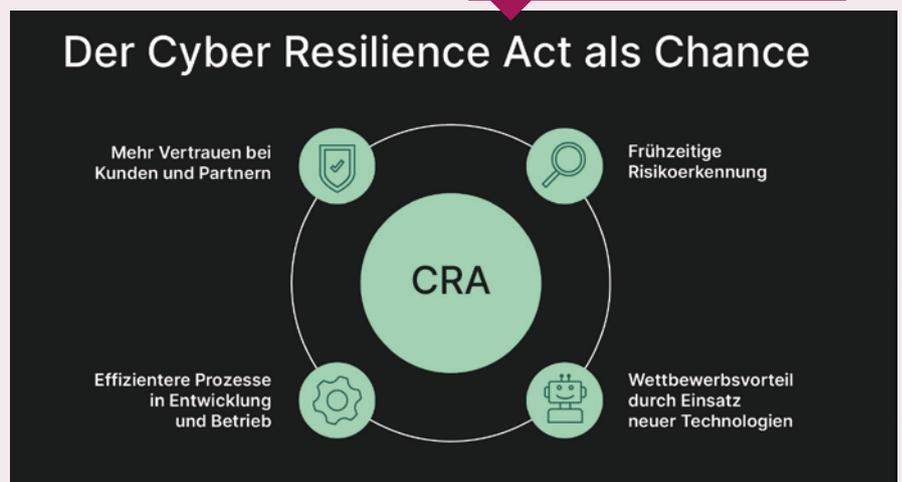
sicheren Produktentwicklung. Nach einer kurzen Übergangsphase müssen Unternehmen dafür bereits ab Dezember 2027 den CRA vollständig umsetzen.

## Was bedeutet das in der Praxis?

Entwickler sind beispielsweise verpflichtet, bei jeder neuen Softwareversion oder Hardwareänderung systematisch zu bewerten, welche sicherheitsrelevanten Schwachstellen potenziell entstehen könnten, und geeignete Maßnahmen zur Risikominderung umzusetzen. Dazu gehören unter anderem

Neben neuen Anforderungen bringt das EU-Gesetz auch eine Vielzahl an Vorteilen für Unternehmen mit.

Bild: HTEC



automatisierte Sicherheitstests, regelmäßige Code-Analysen und verpflichtende Penetrationstests. Das angestrebte Resultat: Durch die gesetzliche Verpflichtung zur Einhaltung von Sicherheitsstandards und regelmäßigen Sicherheitsprüfungen kann etwa ein Hersteller von IoT-Geräten im Bereich Smart Home verhindern, dass Angreifer über veraltete Protokolle Zugriff auf das Heimnetz erhal-

## UNTERNEHMEN SOLLTEN NICHT DEN STRATEGISCHEN FEHLER BEGEHEN, DEN CRA ALS HEMMSCHUH FÜR IHR GESCHÄFTSMODELL ANZUSEHEN.

ten. Solche präventiven Maßnahmen steigern nicht nur die Produktqualität, sondern schaffen auch Vertrauen bei den Kunden. Ebenfalls neu ist die Pflicht zur Erstellung einer Software Bill of Materials (SBOM), also einer vollständigen Auflistung aller Komponenten eines digitalen Produkts – von verwendeten Bibliotheken über Abhängigkeiten bis zu Drittanbietern und Lizenzen. Mit dieser neugeschaffenen Transparenz sind Sicherheitslücken nicht nur deutlich schneller detektierbar, auch erleichtert eine SBOM die Einhaltung von Compliance-Vorgaben und erhöht die Reaktionsfähigkeit in kritischen Szenarien, wie beispielsweise dem Log4j-Exploit.

Ein weiterer Vorteil des CRA und des damit verbundenen Shift-Left-Modells, bei dem

Sicherheitsmaßnahmen von Anfang an eingeplant sind, liegt in dem erheblich verringerten Aufwand für spätere Updates. Statt im Nachhinein auf akute Sicherheitsvorfälle reagieren zu müssen, können Entwickler das Risiko von Cyberangriffen kontinuierlich minimieren. Für Unternehmen bedeutet das weniger Betriebsunterbrechungen, geringere Kosten und eine bessere Planbarkeit. Darüber hinaus ist der CRA aber auch deutlich mehr, als nur ein weiterer Katalog an Regularien – und kann als echter Booster für die Produktinnovation dienen. Wie kann das funktionieren?

### Der CRA als Chance

Unternehmen sollten auch angesichts der neuen, nicht selten auch hohen, Anforderungen des EU-Gesetzes nicht den strategischen Fehler begehen, den CRA als Bürde oder Hemmschuh für ihr Geschäftsmodell anzusehen. Sicherlich, der regulatorische Druck kann eine Herausforderung darstellen und zu tiefgreifenden Umstrukturierungen führen. Es sind aber genau dieser neue Wind und die kulturellen Veränderungen, die großes Potenzial für Verbesserungen besitzen – von der Optimierung einzelner Abläufe über die Abschaffung veralteter Praktiken bis zur Auseinandersetzung und Einführung von neuen, agilen sowie sicherheitsorientierte Methoden.

Somit kann der CRA auch entscheidend dazu beitragen, leistungsstärkere Technologien wie automatisierte Code-Analyse, KI-gestützte Bedrohungserkennung oder sichere Firmware-Update-Mechanismen einzuführen,

die Unternehmen ohne die Vorgaben aus Brüssel vielleicht auf die lange Bank geschoben hätten. Auf diese Weise steigern sie nicht nur ihre interne Effizienz, sondern können sich auch wettbewerbsfähig auf einem Markt positionieren, in dem Vertrauen und Resilienz zunehmend an Bedeutung gewinnen. In den Fokus rückt dabei auch die engere Zusammenarbeit der einzelnen Abteilungen, etwa zwischen Entwicklungsteams und Compliance-Experten. Neue Technologien, bessere Absprachen und ein rechtlich verbrieftes Interesse an kontinuierlicher Weiterentwicklung und Überprüfung – das sind die Bausteine, aus denen Unternehmen langfristige Strategien für innovative, sichere Produkte erschaffen können.

### Neue Standard öffnet zusätzliche Marktchancen

Ein sicherheitsorientiertes Produktdesign wird damit auch zu einem neuen Standard, der zusätzliche Marktchancen eröffnet und langfristige Kundenbindungen fördert. Der CRA führt zusätzlich auch klare Informationspflichten für Hersteller ein, mit denen Nutzer künftig fundierte Entscheidungen bei der Wahl von sicheren Produkten treffen können – ein wichtiger Schritt, um das Vertrauen in die eigene Marke zu stärken und deren Akzeptanz zu erhöhen. In Zeiten wachsender Risiken und realer Bedrohungslagen sind genau diese Faktoren von höchster Bedeutung.

« KF

Jasmin Azemovic und Darko Mihajlovski sind Head of SecOps bei HTEC.

## XR-Innovation. Technologietransfer. Zukunft gestalten.

Das Virtual Dimension Center (VDC) ist Deutschlands führendes Netzwerk für Virtual Engineering, Virtual & Augmented Reality sowie 3D-Simulation und -Visualisierung

- **XR-Technologien erleben:** Zugang zu Demozentren, Systemvergleichen und XR-Equipment-Verleih
- **Wissen nutzen:** Weiterbildungen, XR-Normung, Branchenanalysen und praxisnahe Studien
- **Vernetzung gestalten:** Start-up-Förderung, Partnernetzwerk und CyberLänd Plattform
- **Projekte realisieren:** Unterstützung bei Förderanträgen, Konsortialbildung und Technologietransfer
- **Sichtbarkeit schaffen:** Teilnahme an Fachveranstaltungen wie der XR EXPO & Veröffentlichung von Branchenerkenntnissen

Mitglied werden. Vorteile sichern.



www.vdc-fellbach.de | info@vdc-fellbach.de

# MIT PENTESTING ZUM NÄCHSTEN LEVEL DER CYBERSICHERHEIT

Je digitaler und vernetzter die industriellen Arbeitsprozesse sind, desto größer werden die Angriffsflächen für Cyberattacken. Penetration Tests sind ein entscheidender Ansatz, um die Sicherheit von Produkten oder ganzen Systemen zu erhöhen. Im Interview erklärt Dr. Jürgen Dürrwang, Head of Pentesting beim Bosch-Tochterunternehmen ITK Engineering, warum gute Penetration Tests so komplex sind und wie sie von Künstlicher Intelligenz profitieren.

**?** Digital Engineering Magazin (DEM): Herr Dr. Dürrwang, für Konstruktions- und Engineering-Unternehmen ist Cybersecurity so wichtig wie nie zuvor. Warum ist das aus Ihrer Sicht so?

**DR. JÜRGEN DÜRRWANG:** Cybersecurity ist heutzutage nicht mehr verhandelbar. Das gilt für die Konstruktions- und die Entwicklungsbranche, aber auch für alle anderen Industriezweige. Grund sind die steigende Digitalisierung und Vernetzung: Entwicklungs- und Herstellungsprozesse laufen automatisiert ab, Maschinen interagieren untereinander in Echtzeit, Daten werden gesammelt und mit Künstlicher Intelligenz verarbeitet. All das erhöht die Anzahl potenzieller Einfallstore für Cyberangriffe. Cybersecurity und der Schutz vor solchen Angriffen sind also nicht mehr nice-to-have, sondern überlebenswichtig. Folgendes Zitat bringt das auf den Punkt: „Cybersecurity ist

vergleichbar mit den Bremsen eines Autos: Sie macht einen langsamer, ehe sie dafür sorgt, dass man beschleunigen kann.“ Wer Cybersecurity also ernst nimmt, muss zuerst in Technologie, Expertise und Mindset investieren, um dann Wettbewerbsvorteile ausspielen zu können.

**?** DEM: Welche Rolle spielen dabei Penetration Tests?

**DR. DÜRRWANG:** Sie sind ein zentrales Element einer durchdachten Cybersecurity-Strategie. Mit Penetration Tests identifizieren Experten Sicherheitslücken in Produkten oder einer IT-Landschaft, um sie rechtzeitig zu schließen. Dabei nutzen die Pentester Methoden, die auch ein Hacker anwenden würde, um das System zu penetrieren. Klassischerweise besteht ein Pentest aus Aufklärungsphase, Schwachstellenbewertung und abschließend der Berichterstattung. Oftmals

geht es dabei aber nicht darum, Produkte und Systeme isoliert zu analysieren, sondern vielmehr im Gesamtsystem. So erfordern beispielsweise Pentests für einen Ladeinfrastrukturbetreiber auch Kenntnisse der IT-Infrastruktur einer Stadtverwaltung oder der IT-seitigen Konzeption von Fahrzeugen.

**?** DEM: Aktuelle Regularien wie die NIS2-Richtlinie oder der Cyber Resilience Act definieren den Rahmen für Cybersecurity neu. Welche Auswirkungen hat das auf Ihre Arbeit?

**DR. DÜRRWANG:** Durch die neuen Richtlinien müssen immer mehr Produkte sowie ganze Systeme Penetration Tests unterzogen werden. Wer also IT fokussiert testet, deckt nicht die gesamte Palette ab, schließlich braucht es Expertise im Testen eingebetteter Systeme, also mit Steuergeräten, Airbagsystemen oder medizinischen Robotern. Genau darin liegt eine Stärke von ITK Engineering: Unser Kerngeschäft ist die Entwicklung von Embedded-Geräten, sodass unsere Pentester neben der IT-Expertise auch über Embedded-Knowhow verfügen. Zusätzlich zu dieser Verknüpfung ist es für Unternehmen entscheidend zu wissen, welche ihrer Assets schützenswert sind, um den Umfang eines Pentests möglichst genau zu bestimmen. Hierbei sollten auch andere Security-Artefakte wie beispielsweise die Bedrohungsanalyse berücksichtigt werden.

**?** DEM: Künstliche Intelligenz ist in aller Munde. Kann KI auch das Pentesting von Morgen beeinflussen?

**DR. DÜRRWANG:** Wir sprechen hier nicht erst über die Zukunft, sondern über das Heute. Künstliche Intelligenz (KI) ist bereits ein wichtiger Faktor für das Pentesting. In abgesteckten „Laborumgebungen“ gibt es erste Demonstratoren für KI-basierte Pentests, um



**DR. JÜRGEN DÜRRWANG** hat bereits in seiner Promotion eine Schwachstelle in Airbag-Systemen aufdecken können. Heute leitet er bei ITK Engineering die Pentesting-Abteilung. Bild: ITK Engineering

fundierte Erfahrungen mit der KI zu sammeln. Dies ist besonders wichtig, da beim Einsatz von KI schon kleinere Unterschiede in den Konfigurationen zu false negativen Ergebnissen führen. Grundlage vieler Pentests ist die physikalische Interaktion mit dem Zielsystem, was mit einer KI nicht möglich ist. Und für „destruktive Tests“ bleibt eine KI nach wie vor unberechenbar. Ihre Stärken spielt KI aber als Assistenzsystem aus: hier hebt sie die Effizienz im Penetration Testing auf ein neues Level, beispielsweise, wenn man schnell Testskripte erstellen will, die dann vom Menschen ausgeführt werden. Große Vorteile verspricht KI auch dann, wenn große Datenmengen schnell interpretiert werden müssen.

**DEM: Welche Rolle spielen Cloud-Dienste für Ihre Aktivitäten?**

**DR. DÜRRWANG:** Cloud-Technologien bieten viele Vorteile, erhöhen aber auch die Gefahr von Cyberangriffen. So muss ein heutiges Auto nicht mehr vor Ort gehackt werden, sondern lässt sich direkt über die Cloud attackieren. Generell sind Cloud-Plattformen aber in gutem, relativ sicherem Zustand.

Klassische Schwachstellen in der Software sind hier selten zu finden. Anfällig dagegen sind Schnittstellen von scheinbar sicherer Software, wo wir Fehlerkonfigurationen entdecken, so wie bei der Vergabe von Zugriffs-

## WER CYBERSECURITY ERNST NIMMT, MUSS ZUERST IN TECHNOLOGIE, EXPERTISE UND MINDSET INVESTIEREN, UM DANN WETTBEWERBSVORTEILE AUSSPIELEN ZU KÖNNEN.«

DR. JÜRGEN DÜRRWANG

rechten. Wirft man als Nutzer den Blick auf die Sicherheit der Cloud, gilt es immer, seine eigenen Applikationen zu testen, ohne dabei die Infrastruktur des Cloud-Anbieters anzugreifen.

**DEM: Können Sie uns Einblicke in konkrete Erfahrungen aus Ihrem Arbeitsalltag geben?**

**DR. DÜRRWANG:** Die Arbeit als Pentester ist sehr facettenreich und je nach Produkt und System, das es zu testen gilt, sehr unterschiedlich. Für uns besonders spannend sind hybride Systeme, also Systeme, die beispielsweise aus einem Backend Webservice, einer Smartphone App und einem im Fahrzeug verbauten ECU-Steuergerät bestehen. Genau diese Konstellationen sind für Angreifer sehr interessant, weshalb unserer Arbeit besondere Bedeutung zukommt. Auch in der Medizintechnik gibt es viele Ansatzpunkte, mit denen wir uns auseinandersetzen. Denken Sie nur an die sensiblen und vertraulichen Patienten- und Therapiedaten, die medizinische Geräte sammeln und über Cloudanwendungen auswerten. Entscheidend ist es, dass wir immer erst die einzelnen Komponenten auf ihre Sicherheit zu prüfen, ehe wir dann systemverbundene Schwachstellen zu Killchains verbinden. Es geht um den Blick aufs Gesamtsystem und darum, Penetration Tests für Embedded-, Web- und Mobile-Anwendungen aus einer Hand anbieten zu können.

**DEM: Herzlichen Dank für das Gespräch, Herr Dr. Dürrwang!**

« KF

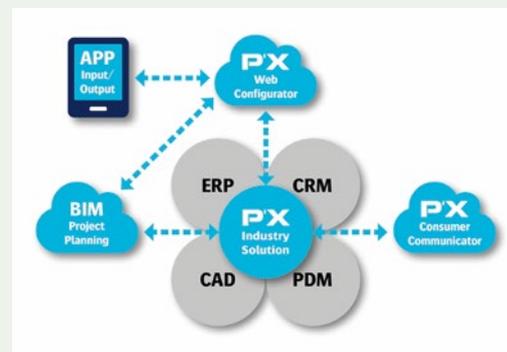
ANZEIGE

## VERTRIEBSPROZESSE DIGITALISIEREN UND MEHR UMSATZ GENERIEREN

Hersteller müssen individuelle Kundenbedürfnisse immer genauer, schneller und effizienter erfüllen. Dies gelingt durch eine nahtlose Digitalisierung der Vertriebsprozesse mit der P'X Industry Solution von Perspectix. Die 3D-Konfiguration, Projektierung und Kalkulation variantenreicher Produkte integriert sich nahtlos in die vorhandenen Systeme. Mit Web Configurator und Projektportalen verbessern Unternehmen die Vertriebsprozesse.

**INVESTIEREN SIE DORT,** wo der Umsatz generiert wird. Digitalisieren Sie die Vertriebsprozesse mit der P'X Industry Solution

und verschaffen Sie sich wichtige Vorteile im Wettbewerb. Mit der CPQ-Lösung von Perspectix verbessern Hersteller die Schnittstelle zwischen technischem Vertrieb und den potenziellen Interessenten. Hersteller modularer Produktsysteme und kompletter Anlagen in allen Branchen der Industrie erfüllen damit die individuellen Anforderungen ihrer Kunden. Mehrstufige Vertriebsorganisationen konfigurieren schnell und sicher Produkte und stellen komplexe Anlagen mit Aufstellplanung fehlerfrei zusammen. Aussagekräftige Angebote mit Aufstellskizzen und Anlagenzeichnungen überzeugen die Kunden ebenso, wie animierte, dreidimen-



Das CPQ-System P'X Industry Solution digitalisiert Vertriebsprozesse und ebnet den Weg zur Online-Konfiguration.

Bild: Perspectix

sionale Konfigurationen im Einbauraum. Ein Consumer Communicator ermöglicht den projektbezogenen Kundendialog im Internet.

### Schnell zum Online-Angebot auf gleicher Datenbasis

Der Web Configurator 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!**

**P'X**  
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

# ZERTIFIZIERTE SICHERHEIT

Jeden Tag berichten die Medien über neue Security-Vorfälle. Betroffen sind immer häufiger die Fertigungsbereiche von Unternehmen. Die gemäß IEC 62443-4-2 zertifizierten Security-Router von Phoenix Contact schützen die letzte Meile der Produktionsinfrastruktur direkt an der Maschine vor Cyber-Angriffen. » VON ANDREAS FUSS



**Zu den Maßnahmen der Normenreihe IEC 62443 gehören zum Beispiel die Konfiguration und Segmentierung der Netzwerke, der Schutz von Daten bei ihrer Speicherung und Übertragung sowie die Authentifizierung der Benutzer.** Bilder: Phoenix Contact

**S**chon allein aus rechtlichen Gründen müssen sich fertigende Industrieunternehmen mit der Sicherheit ihrer Anlagen und Produktionsprozesse auseinandersetzen. In der Europäischen Union gilt die NIS-2-Richtlinie (Network and Information Security). Sie wurde im Dezember 2022 im EU-Amtsblatt veröffentlicht und ist am 16. Januar 2023 in Kraft getreten. Bis Oktober 2024 mussten die EU-Mitgliedsstaaten NIS 2 in nationales Recht überführen. In Deutschland gibt es bereits einen Gesetzesentwurf der vorigen Bundesregierung zur Umsetzung, wobei sich die nationale Gesetzgebung aufgrund der vorgezogenen Bundestagswahl in Verzug befindet.

Gemäß NIS 2 müssen Unternehmen mit mehr als 50 Mitarbeitenden sowie ab einem Umsatz von 100 Millionen Euro bestimmte Informationssicherheitsstandards erfüllen. Darüber hinaus tritt 2027 der Cyber Resilience Act (CRA) in Kraft. Bis Ende 2027 müssen alle neu in Verkehr gebrachten Pro-

dukte sämtlichen Anforderungen des CRA gerecht werden. Das betrifft alle Hersteller von Produkten mit digitalen Komponenten während deren gesamtem Lebenszyklus. Problematisch erweist sich hier jedoch,

## GERÄTE MIT DEM ZERTIFIKAT IEC 62443-4-1 DÜRFEN SICH „SECURE-BY-DESIGN“ NENNEN.

dass bisher keine harmonisierten Normen für den Cyber Resilience Act vorliegen. Als ein Cyber-Security-Standard im OT-Bereich bietet sich allerdings die IEC 62443 an. Zahlreiche Unternehmen ziehen die Norm bereits zur Umsetzung der NIS-2-Richtlinie im Fertigungsumfeld heran. Für Komponentenersteller wurde die Ebene IEC 62443-4-X generiert. Diese Teile der Norm kristallisieren sich aktuell als Blaupause für die entstehenden harmonisierten CRA-Normen heraus.

## Umfassender Schutz durch Mehrschichtprinzip

Defense-in-Depth-Maßnahmen zeigen sich bei der Umsetzung der IEC 62443 als wichtiger Aspekt. Das Konzept basiert auf einem Mehrschichtprinzip. Das bedeutet, dass mehrere Sicherheitsschichten nacheinander implementiert werden, um ein System möglichst umfassend zu schützen. Perimeter stellen die äußere Grenze des Netzwerks dar. Darunter sind physische Maßnahmen wie Zäune, Türen oder Zutrittskontrollen zu verstehen. Die Network-Security-Schicht enthält die Unternehmens-/Office-Zone und eine Service-Management-Zone, die durch bekannte IT-Sicherheitskonzepte abgesichert werden. Die System-Integrity-Schicht umfasst OT-Geräte und -Anwendungen, die durch IEC-62443-Konzepte geschützt sind.

Zu den Maßnahmen, die in der Normenreihe IEC 62443 dargelegt werden, zählen unter anderem die Konfiguration und Segmentierung der Netzwerke, der Schutz von Daten bei ihrer Speicherung und Übertragung sowie die Authentifizierung der Benutzer. Hinzu kommen die Überwachung und Protokollierung von Benutzer- und Systemaktionen, die Security-Härtung der eingesetzten Geräte sowie die Konfiguration, Updates und Backup-and-Restore-Lösungen. Ferner werden auch organisatorische Anforderungen an das System-Handling berücksichtigt. Security-Router übernehmen viele dieser Funktionen, beispielsweise die Netzwerksegmentierung, die verschlüsselte Kommunikation über VPN oder die Firewall-Funktion.

## Absicherung innerhalb des Maschinen- und Fertigungsnetzwerks

Die Produktfamilie FL mGuard des Herstellers steht inzwischen in einer mehrfach weiterentwickelten Generation mit Gigabit-Datendurchsatz zur Verfügung. Als dezentrale Firewall ermöglichen die Geräte die Kontrolle und den Schutz der Kommunikation innerhalb des Maschinen- und Fertigungsnetzwerks. Dazu wird das Netzwerk vor unautorisierten Zugriffen durch Personen und Schad-Software

abgesichert. Über den Stealth-Modus können die Security-Router ebenfalls in vorhandene Netzwerktopologien eingebunden werden, ohne dass etwas zu verändern ist. Bei der Nutzung mehrerer Router dieser Baureihe sollte die Konfiguration über die zentrale Managementsoftware FL mGuard Device Manager gesteuert werden.

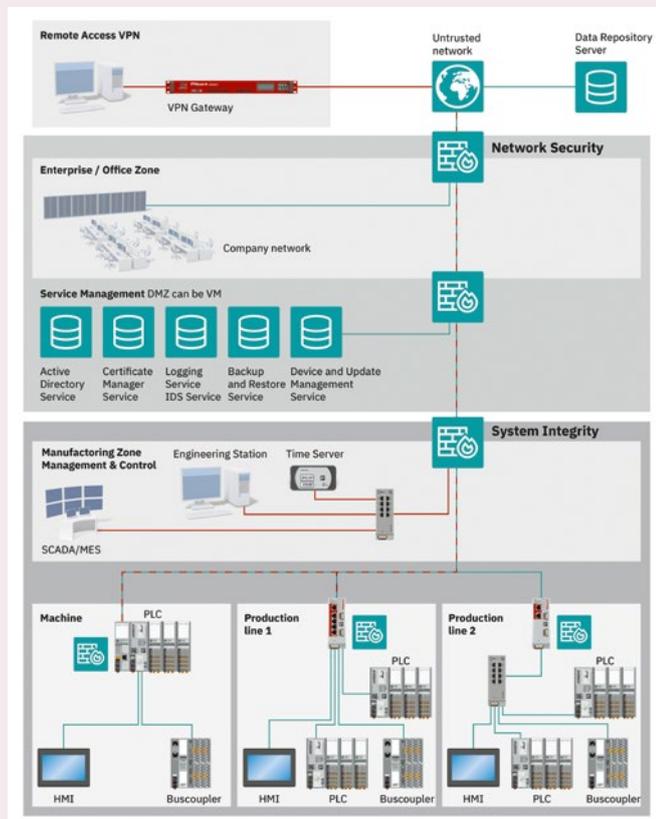
### Langfristige Beibehaltung des Sicherheitsniveaus

Auf der einen Seite erweisen sich das beschriebene sichere Netzwerk-Design und die Verwendung der richtigen Schutzmechanismen und -komponenten als wichtig. Andererseits müssen die eingesetzten Komponenten selbst gewissen Security-Anforderungen genügen. Für den unternehmenseigenen Entwicklungsprozess der Produktlinie FL mGuard hat das Unternehmen die entsprechende Zertifizierung nach IEC 62443-4-1 bereits 2020 erhalten. Der Teil IEC 62443-4-2 beschäftigt sich mit den funktionalen Anforderungen an ein Produkt. In einem intensiven Verfahren haben die Cyber-Security-Experten des TÜV Rheinland die einzelnen Produktfunktionen dieser Security-Router akribisch geprüft.

Durch den Erhalt der Zertifizierung gemäß IEC 62443-4-2 bestätigt der TÜV Rheinland offiziell, dass diese Security-Router den höchsten Ansprüchen an geltende Sicherheitsvorschriften für Produktionsanlagen entsprechen. Die Baureihe erreicht durchgängig die Security Level Capability SL-C 2. Regelmäßige Firmware-Updates und verschiedenen Maßnahmen zur Softwarepflege sorgen dafür, dass dieses hohe Sicherheitsniveau langfristig beibehalten wird.

### Verankerung im gesamten Lebenszyklus

Die Security-Router sind Teil des ganzheitlich gedachten 360-Grad-Security-Konzepts des Herstellers. Der Ansatz zielt darauf ab, die



Bei der Integration des Produktionsnetzwerks in die Gesamtnetzwerk-Architektur eines Unternehmens fungieren Security-Router als Firewall zum Schutz der einzelnen Maschinen und Komponenten vor externen Angriffen.



Die Security-Router FL mGuard 2100 und 4300 ermöglichen die Kontrolle und Absicherung der Kommunikation innerhalb von Produktionsnetzwerken.

Security im gesamten Lebenszyklus der Automatisierungsprodukte und -lösungen zu verankern. Wie schon erwähnt, beginnt dies bei der sicheren Entwicklung der Produkte. Die IEC 62443-4-1 schafft dafür die Grundlage. Geräte, die diesem Normenteil gerecht werden, dürfen sich Secure-by-Design nennen. Die Produkte selbst müssen gemäß dem Normenteil IEC 62443-4-2 strenge Security-Anforderungen erfüllen. Dazu gehört unter anderem der Schutz vor DDoS-Angriffen, ein User-Management sowie die Vertraulichkeit der Daten bei der Übertragung und Speicherung. Abgesehen von der Baureihe FL mGuard sind weitere Produkte zertifiziert, beispielsweise Steuerungen des offenen Automatisierungssystems PLCnext Control.

**DAS KOMPLETTE NETZWERK MUSS NACH SECURITY-GESICHTSPUNKTEN AUFGEBAUT WERDEN.**

Das komplette Netzwerk muss nach Security-Gesichtspunkten aufgebaut werden. Im Rahmen des 360-Grad-Security-Konzepts entwickeln die Sicherheitsexperten des Anbieters ebenfalls maßgeschneiderte Lösungen und unterstützen die Anwender beim sicheren Netzwerkdesign. Die Experten des Unternehmens sind dazu gemäß IEC 62443-2-4 zertifiziert. Zu einer ganzheitlichen Betrachtung des Themas zählt darüber hinaus die regelmäßige Prüfung der eigenen Produkte auf Sicherheitslücken. Zudem reagiert das Security-Team auf Vorfälle und andere Sicherheitsprobleme im Zusammenhang mit Produkten, Lösungen und Dienstleistungen. Das Product Security Incident Response Team (PSIRT) legt Sicherheitslücken offen, untersucht sie, koordiniert die Arbeit der internen Produktexperten und veröffentlicht Sicherheitshinweise zu bestätigten Schwachstellen. Nur durch einen konsequenten Fokus auf sämtliche Sicherheitsmaßnahmen im Hinblick auf die Prozesse, Technologie und Menschen, die an den Fertigungsabläufen beteiligt sind, kann ein möglichst hoher Schutz sichergestellt werden.

« KIS

Andreas Fuß ist Senior Specialist OT-Security, Network Technology, Business Area Industry Management and Automation bei Phoenix Contact.

# WIE PRODUKTIONSSYSTEME RESILIENT WERDEN

Cybersicherheit hat sich in der vernetzten Industrie zu einem geschäftskritischen Erfolgsfaktor entwickelt. Konstrukteure und Ingenieure arbeiten in digitalisierten Umgebungen mit Cloud-Plattformen, kommunizierenden Maschinen und Remote Services. Diese Offenheit steigert Effizienz und Innovation, erhöht jedoch auch die Anfälligkeit für Cyberangriffe.

» VON FALK PLONUS

**G**erade in der Fertigungs- und Prozessindustrie, wo Produktionsanlagen auf lange Laufzeiten ausgelegt und IT-Strukturen oft historisch gewachsen sind, ist das Risiko besonders hoch. Veraltete Softwarestände, fehlende Netzwerksegmentierung oder ungeschützte Schnittstellen bilden reale Einfallstore – und werden immer häufiger zum Ziel professioneller Cyberangriffe.

## Neue Anforderungen: NIS2 ist längst Realität

Mit der Umsetzung der EU-Richtlinie NIS2, die bereits 2024 in nationales Recht überführt wurde, hat sich der Handlungsdruck in der Industrie nochmals deutlich erhöht.

Unternehmen entlang der industriellen Wertschöpfungskette – darunter viele Maschinen- und Anlagenbauer – unterliegen inzwischen klar definierten Pflichten: Sie müssen nicht nur geeignete technische und organisatorische Schutzmaßnahmen nachweisen, sondern auch Cybervorfälle innerhalb definierter Fristen melden und dokumentieren.

Was früher vor allem Betreiber kritischer Infrastrukturen (KRITIS) betraf, gilt heute zunehmend auch für den industriellen Mittelstand – insbesondere für Unternehmen, deren Produkte, Services oder Plattformen als relevant für digitale Lieferketten eingestuft werden. Wer vernetzte Engineering-Systeme betreibt, industrielle Software entwickelt oder als Zulieferer in digitalisierte Produktionsprozesse eingebunden ist, muss heute

mit deutlich verschärften Anforderungen an die Cybersicherheit rechnen.

## Engineering im Fadenkreuz

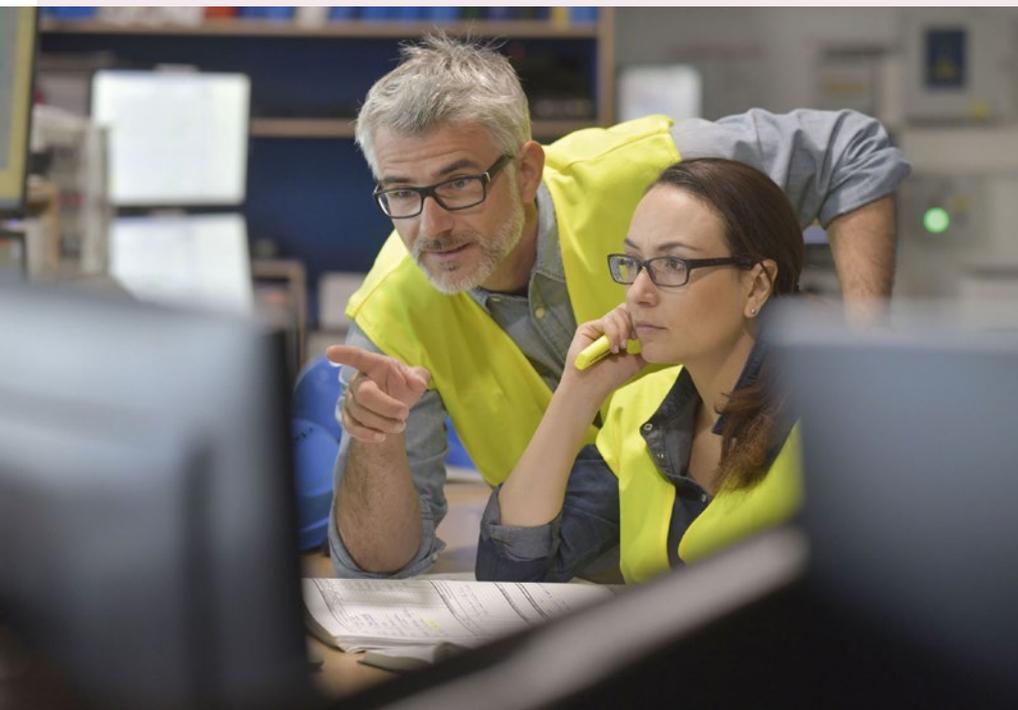
In der Praxis betreffen Cyberangriffe längst nicht mehr nur klassische IT-Infrastrukturen. Immer häufiger geraten Engineering-Systeme ins Visier: darunter Versionsverwaltungen, Automatisierungstools oder webbasierte PLM-Plattformen. Werden dort Daten gestohlen, manipuliert oder blockiert, kann das erhebliche Folgen haben – von Produktverzögerungen über Projektverluste bis hin zum Verlust geistigen Eigentums.

**IN DER VERNETZTEN INDUSTRIE IST CYBERSICHERHEIT LÄNGST KEIN IT-THEMA MEHR – SIE IST EIN GESCHÄFTSKRITISCHER ERFOLGSFAKTOR FÜR ALLE BEREICHE TECHNISCHER ENTWICKLUNG, AUTOMATISIERUNG UND PRODUKTION.**

Auch die Betriebsführung ist gefährdet: Über kompromittierte Engineering-Umgebungen lassen sich Steuerungen manipulieren oder Sicherheitsfunktionen gezielt außer Kraft setzen. Besonders anfällig sind Systeme, die lange unverändert betrieben werden – etwa Steuerungskomponenten oder Visualisierungslösungen, die nicht regelmäßig aktualisiert wurden oder nicht in ein ganzheitliches Sicherheitskonzept eingebunden sind.

## Ganzheitliche Sicherheit beginnt im Engineering

Ein wirksamer Schutz setzt früh an – idealerweise schon bei der Auswahl und Integration von Softwarelösungen. Plattformen, die auf



Cybersecurity in der industriellen Umgebung ist wesentlich komplizierter als in der IT-Umgebung.

Bild: © goodluz/stock.adobe.com

ein „Secure by Design“-Prinzip setzen, ermöglichen es, Sicherheitsmechanismen direkt im Engineeringprozess zu verankern. So lassen sich Funktionen wie Rollen- und Rechtemanagement, verschlüsselte Kommunikation, Zugriffskontrollen und Datenvalidierung nicht nur zentral steuern, sondern flexibel an neue Anforderungen anpassen – ohne tiefgreifende Umprogrammierung.

Die Praxis zeigt, dass auch organisatorische Aspekte entscheidend sind: Sicherheitsprozesse sollten eng mit dem Engineering verzahnt werden. Das beginnt bei klar definierten Verantwortlichkeiten und reicht bis zu Schulungen, in denen technische Teams für Risiken wie Social Engineering, Phishing oder unsichere Datenverarbeitung sensibilisiert werden. Gerade der Faktor Mensch ist nach wie vor ein häufiger Auslöser für Sicherheitsvorfälle – oft unbeabsichtigt, aber mit erheblichen Folgen.

## IN DER PRAXIS BETREFFEN CYBERANGRIFFE LÄNGST NICHT MEHR NUR KLASSISCHE IT-INFRASTRUKTUREN: IMMER HÄUFIGER GERATEN ENGINEERING-SYSTEME INS VISIER.

### Schutzmaßnahmen entlang des gesamten Produktlebenszyklus

Der Aufbau sicherer Systeme beschränkt sich nicht auf den Betrieb. Bereits im Projektierungsprozess sollten Sicherheit und Verfügbarkeit mitgedacht werden – zum Beispiel durch eine strukturierte Netzsegmentierung, bei der Engineering-, OT- und IT-Systeme in getrennten Zonen betrieben werden. So lassen sich Bewegungen innerhalb des Netzwerks besser kontrollieren und im Fall eines Angriffs isolieren.

Ebenso essentiell ist ein durchgängiges Update- und Patch-Management. Gerade in industriellen Anwendungen ist die Versuchung groß, produktive Systeme aus Sorge vor Ausfällen unangetastet zu lassen. Doch veraltete Komponenten sind eine der häufigsten Ursachen für Sicherheitslücken. Automatisierte Verfahren zur Verteilung sicherheitsrelevanter Updates helfen, diese Herausforderung kontrolliert zu lösen – ohne die Verfügbarkeit zu gefährden.

Ein weiterer zentraler Aspekt ist die kontinuierliche Überwachung sicherheitsrelevanter Prozesse. Moderne Security Information and Event Management-Systeme (SIEM) ermöglichen es, Auffälligkeiten in Engineering- und Produktionsumgebungen frühzeitig zu erkennen. Integriert in bestehende Leitsysteme oder Plattformlösungen lassen sich Zugriffe, Datenflüsse und Systemverhalten zentral analysieren und bei Abweichungen sofort Gegenmaßnahmen einleiten.

### Fazit: Cybersicherheit als Enabler für stabiles Engineering

Cybersicherheit in der Industrie ist weit mehr als bloßer Schutz – sie ist ein strategischer Erfolgsfaktor für Ausfallsicherheit, Datenintegrität und die Einhaltung regulatorischer Konformität. Wer seine Engineering- und Automatisierungssysteme heute konsequent schützt, legt die Basis für stabile Prozesse und zuverlässige Lieferketten – und schafft Vertrauen bei Kunden, Partnern und Behörden.

Für technische Entscheider heißt das: Sicherheit muss im Engineeringprozess mitgedacht und gestaltet werden. Plattformen



Unternehmen sind dazu angehalten, die Risiken, die durch Cyberangriffe entstehen, nicht zu unterschätzen.

Bild: © gorodenkoff/stock.adobe.com

wie Zenon unterstützen dabei mit integrierten Sicherheitsfunktionen, intuitiver Parametrierung und flexibler Skalierbarkeit – und lassen sich nahtlos in bestehende IT/OT-Architekturen einbinden. So wird Sicherheit nicht zum Hindernis, sondern zur Grundlage für leistungsfähige, zukunftssichere Industrieprozesse. « TB

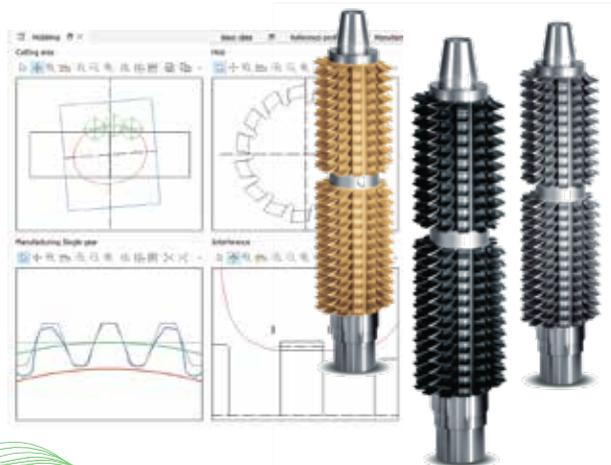
Falk Plonus ist Security Manager OT/IT bei Copa-Data.

Gear Design Software **KISSsoft**

## Hobbing

Design-Manufacture-Measure

- Cutting Time Calculation
- Comprehensive Process Cost Breakdown
- Graphical Tool-Workpiece Interference Detection
- Precise Cutting Speed Optimization



Visit us at Booth D18, Hall 13 at EMO in Hanover, Germany, September 22-26, 2025



# WARUM IIOT-SICHERHEIT TEAMARBEIT IST

Das IIoT gilt als Schlüsseltechnologie für vernetzte Produktion und datengetriebene Geschäftsmodelle. Sensoren liefern dabei Prozessdaten in Echtzeit und eröffnen zugleich neue Angriffsflächen. Manipulierte Werte können nicht nur Effizienzgewinne zunichtemachen, sondern in kritischen Branchen fatale Folgen haben. Umso wichtiger ist ein ganzheitlicher Sicherheitsansatz, der Sensorik, Design, Integration und Betrieb gleichermaßen umfasst. » VON CORNELIU TOBESCU

**S**ie erfassen Temperatur, Druck, Position, Geschwindigkeit, Vibration, Durchfluss, optische Eigenschaften oder Feuchtigkeit – und liefern in Echtzeit wertvolle Prozessdaten. Damit ermöglichen sie Effizienzsteigerungen und neue Geschäftsmodelle, eröffnen jedoch zugleich zusätzliche Angriffsflächen.

Ein wirksamer Schutz erfordert daher die Verantwortung aller Beteiligten im Ökosystem: von der Sensorfertigung über das Anwendungsdesign bis hin zu Geräte- und Netzmanagement. Besonders in kritischen

Infrastrukturen wie der Öl- und Gasindustrie können manipulierte Sensoren gravierende Folgen haben – von fehlerhaften Wartungsentscheidungen bis hin zu schwerwiegenden Störungen.

## Viele IoT-Geräte sind anfällig

Das industrielle Internet der Dinge (IIoT) beschleunigt smartes Produzieren und ermöglicht neue, vernetzte Geschäftsmodelle. Gleichzeitig wächst jedoch die Angriffsfläche erheblich. Studien zeigen, dass mehr als die Hälfte aller IoT-Geräte als anfällig für Bedrohungen mittlerer bis hoher Schwere

eingestuft wird. Hinzu kommt: Viele IT-Security- und OT-Verantwortliche verfügen über unzureichende Transparenz hinsichtlich ihrer IoT-Landschaften. Besonders kritisch ist die Situation in der Fertigungsindustrie, die inzwischen Ziel von mehr als der Hälfte der registrierten Angriffe ist.

## Sensorik als Dreh- und Angelpunkt

Sensoren bilden das Zentrum nahezu jeder IIoT-Anwendung. Sie erfassen Parameter wie Temperatur, Druck, Position, Geschwindigkeit, Vibration, Durchfluss, optische Eigenschaften und Feuchtigkeit – und liefern da-



**Hersteller, Integriertoren und Betreiber tragen gemeinsam Verantwortung, wenn es um die Abwehr von Cyberangriffen geht.**

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

mit hochsensible Prozessdaten in Echtzeit. Genau diese Datenströme rücken zunehmend ins Visier von Angreifern, die gezielt das schwächste Glied attackieren. Besonders gefährdet sind Geräte, die primär auf Funktionalität und niedrige Kosten ausgelegt sind und daher oft mit Standard-Credentials, veralteter Firmware oder unzureichenden Zugriffskontrollen betrieben werden – nicht selten sogar in öffentlich zugänglichen Umgebungen.

Für Konstruktion und Entwicklung ist die Integrität der Sensordaten von zentraler Bedeutung: Nur verlässliche Messwerte ermöglichen eine präzise Parametrierung, Simulation und Regelung. So lassen sich Ausschuss, Nacharbeit und ungeplante Stillstände wirksam reduzieren.

### Wenn Messwerte lügen

Manipulierte oder verfälschte Sensordaten bergen erhebliche Risiken. Sie können zu fehlerhaften Wartungsentscheidungen führen, mechanische Defekte verschleiern oder im Extremfall sicherheitskritische Ausfälle verursachen. Besonders deutlich wird die Tragweite in Branchen wie Öl und Gas, in denen die Integrität der Systeme unmittelbar über Sicherheit und Produktionskontinuität entscheidet. Ebenso kritisch ist der Einsatz im medizinischen Umfeld: Werden Gerätedaten

manipuliert, können daraus falsche klinische Entscheidungen resultieren – mit potenziell gravierenden Folgen für Patienten.

### Lohnendes Ziel für Industriespionage

Wirksamer Schutz beginnt bereits in der Sensorfertigung, setzt sich im Anwendungsdesign fort und reicht bis zum Betrieb von Geräten und Netzwerken. Hersteller, Integratoren und Betreiber tragen gemeinsam Verantwortung, um sichere Bereitstellung, Verwaltung, Überwachung und Aktualisierung zu gewährleisten. Denn auch Produktions- und Leistungsdaten sind – selbst ohne Personenbezug – ein lohnendes Ziel für Industriespionage.

Parallel dazu steigen die regulatorischen Anforderungen: Neben etablierten Standards wie ISO/IEC 27000 und IEC/ISA 62443 wird ab dem 11. Dezember 2027 in der EU der Cyber Resilience Act (CRA) verpflichtend. IIoT-Produkte dürfen dann nur noch nach erfolgreicher Konformitätsbewertung in den Markt gebracht werden.

### Sicherer Betrieb in der Praxis

Im praktischen Betrieb bedeutet das: Starke Authentisierung, durchgängig verschlüsselte Kommunikation (z. B. mit AES-256), das konsequente Entfernen von Standard-Zugangsdaten sowie ein zentrales Gerätemanagement für Monitoring, Konfigurations- und Firmwareverwaltung. Dazu gehören auch automatisierte Sicherheits-Patches mit nachvollziehbarem Audit-Trail.

**STUDIEN ZEIGEN, DASS MEHR ALS DIE HÄLFTE ALLER IIOT-GERÄTE ALS ANFÄLLIG FÜR BEDROHUNGEN MITTLERER BIS HOHER SCHWERE EINGESTUFT WIRD.**

Darüber hinaus gilt es, die gesamte Lieferkette im Blick zu behalten: Kompromittierungen während Produktion und Distribution nehmen zu. Wirksame Sicherheitsmaßnahmen müssen deshalb bereits in der Fertigungsinfrastruktur ansetzen, um die Integrität von Schlüsselmaterial zu gewährleisten.

### Hardware-Security als Pflicht

Geräte sollten mit dedizierten Security-Modulen oder Secure-Chips ausgestattet sein, um Schlüsselmaterial zuverlässig zu schützen. Ergänzend erhöhen Tamper-Schutz-

maßnahmen – etwa mehrlagige Laminierungen – sowie die Einhaltung einschlägiger Standards wie FIPS 140-2 die Resilienz. Auf Level 4 sieht dieser Standard beispielsweise die automatische Löschung sensibler Informationen oder eine Systemstilllegung bei physischem Eingriff vor.

**GERÄTE SOLLTEN MIT DEDIZIERTEN SECURITY-MODULEN ODER SECURE-CHIPS AUSGESTATTET SEIN, UM SCHLÜSSELMATERIAL ZUVERLÄSSIG ZU SCHÜTZEN.**

Darüber hinaus sind eindeutige Geräte-IDs, Anti-Spoofing-Mechanismen, verpflichtende Penetrationstests vor der Auslieferung und regelmäßige Risiko-Assessments entscheidend. Ebenso wichtig sind technische Schutzmaßnahmen wie Secure Boot, Code-Signierung, Hash-Prüfungen und ein robustes Schlüsselmanagement.

### Systemintegration und KI als Enabler

Segmentierte Netzwerke mit klar definierten Zonen, VLANs und Firewalls reduzieren die Kommunikation von IIoT-Geräten auf das notwendige Minimum. Ergänzend sind Zero-Trust-Prinzipien, feingranulare Zugriffskontrollen und eine konsequente Absicherung der APIs unerlässlich – zumal Schnittstellen häufig zu den zentralen Angriffsvektoren zählen.

KI-gestützte Sicherheitslösungen erhöhen die Transparenz über alle verbundenen Assets, ermöglichen eine kontinuierliche Risikobewertung, erkennen Anomalien frühzeitig und unterstützen eine priorisierte Incident Response. Voraussetzung ist jedoch, dass Notfall- und Wiederherstellungspläne regelmäßig getestet und aktualisiert werden.

### Fazit: Datenflüsse durchgängig schützen

Das IIoT kann sein Potenzial nur entfalten, wenn Datenflüsse durchgängig geschützt sind. Wer Sensorik, Design, Integration und Betrieb als gemeinsame Sicherheitsaufgabe begreift, stärkt die Abwehr, sichert das Vertrauen in Messwerte und legt die Basis dafür, datengestützte Entscheidungen skalierbar zu machen. Ohne die Resilienz der Produktion zu gefährden.

« KF

**Corneliu Tobescu** ist VP & CTO TE Sensors bei TE Connectivity.

# SECURITY-BY-DESIGN IM PRAXISTEST: WO STEHT DIE INDUSTRIE?



Mit Blick auf NIS2, den Cyber Resilience Act und weitere europäische Regularien rückt der Ansatz „Security-by-Design“ zunehmend in den Mittelpunkt. Sicherheit soll nicht erst nachträglich ergänzt, sondern von Beginn an in Produkte und Prozesse integriert werden. Doch wie weit ist die Industrie bei der Umsetzung tatsächlich? Wir haben dazu Experten aus Forschung und Industrie und befragt. » **VON KARIN FAULSTROH**

## FRAGEN AN DIE EXPERTEN:

1. Wie konsequent wird der Security-by-Design-Ansatz aktuell in der Produktentwicklung und in neuen Produkten umgesetzt?
2. Inwieweit sind Security-by-Design-Prinzipien heute bereits Standard in der Industrie?
3. Welche konkreten Herausforderungen behindern Unternehmen bei der Umsetzung von vorgeschriebenen Sicherheitsmaßnahmen?



### CASSIAN EWERT

Solution Engineer bei Claroty  
Bild: Claroty

**1.** Der Grundgedanke des Security-by-Designs ist auf alle Fälle begrüßenswert, allerdings ist die flächendeckende Umsetzung aufgrund der vorherrschenden Heterogenität besonders im Hersteller-Umfeld aktuell immer noch ausgesprochen schwierig. Wir sehen, dass die Hersteller durchaus ein immer stärkeres Sicherheitsbewusstsein entwickeln und zunehmend auch mit spezialisierten Security-Anbietern zusammenarbeiten, um den Security-by-Design Ansatz konsequenter umzusetzen. Auf diese Weise kann beispielsweise die Transparenz als Grundlage jeder Sicherheitsstrategie wesentlich verbessert werden.

**2.** Grundsätzlich ist Security-by-Design ein anerkannter Ansatz, der jedoch nicht flächendeckend umgesetzt wird. Wir sehen große Unterschiede in verschiedenen Branchen. So gibt es einerseits besonders innovative Branchen und solche, die aufgrund von Regularien stark unter Druck stehen, etwa die Pharma-Industrie oder Betreiber kritischer Infrastrukturen. Andererseits fehlt es in vielen Fertigungsbetrieben nach wie vor am Bewusstsein. Dies ist ein langer Prozess, der aus der Security-Perspektive an Fahrt aufnehmen muss.

**3.** Leider bremsen eine Reihe von Faktoren die Umsetzung: So fehlt es oftmals an OT-Security-Know-how in Entwicklung und Betrieb. Sicherheitsfeatures werden häufig als ‚nice-to-have‘ gesehen, aber nicht als Grundanforderung. Dahinter steckt ein (bislang)



### FALK PLONUS

Security Manager OT/IT bei Copa-Data  
Bild: Ing. Punzenberger COPA-DATA GmbH

**1.** Bei zenon ist ‚Security-by-Design‘ gelebte Praxis: Sicherheit fließt von der ersten Planungsminute an ein. Entwicklungsprozesse folgen dem internationalen Sicherheitsstandard \*IEC 62443-4-1, der festlegt, wie sichere Industrie-Software geplant, entwickelt, getestet und gepflegt wird. Konkret: Wir nutzen rollenbasierte Zugriffskontrolle (RBAC – nur wer die passende Rolle hat, darf bestimmte Aktionen ausführen), binden Benutzerkonten an Unternehmensverzeichnisse wie Active Directory (zentrale Benutzerverwaltung), protokollieren wichtige Aktionen im System (Audit-Trails), sichern Datenübertragung mit TLS 1.3-Verschlüsselung und schützen Dateien durch digitale Signaturen. zenon erkennt zudem ungewöhnliche oder gefährliche Ereignisse über integrierte SIEM-Funktionen (Security Information and Event Management – eine Art Alarmzentrale für OT&IT-Sicherheit) und meldet diese sofort.

**2.** In sensiblen Bereichen wie KRITIS (kritische Infrastrukturen – z. B. Energieversorgung, Wasserwerke, Verkehr, Gesundheitswesen) und stark regulierten Branchen ist Security-by-Design längst Pflicht. Neue Gesetze wie NIS2 verschärfen die Anforderungen: Betreiber müssen Risiken systematisch managen, Vorfälle melden und Maßnahmen nachweisen. In anderen Industriezweigen wird Sicherheit oft erst nachträglich eingebaut. Studien zeigen: Ransomware-Angriffe sowie Risiken durch unsichere Schnittstel-

len oder Partner sind weit verbreitet. Wer Security-by-Design nicht von Anfang an einplant, zahlt später doppelt – durch Ausfallzeiten, höhere Betriebskosten und Compliance-Strafen.

**3.** Größte Bremse: Veraltete Systeme (Legacy-Systeme), die weder aktuelle Sicherheitsfunktionen noch einfache Updates bieten. Hinzu kommt der Spagat zwischen ‚schnell auf den Markt‘ und ‚sicher machen‘. Sicherheit kostet Zeit und Fachwissen. Oft fehlt ein durchgängiges Sicherheitsbewusstsein – nicht nur intern, sondern auch im Wertschöpfungsnetzwerk. Neue Risiken entstehen durch unkontrollierte KI-Nutzung oder externe Zusatzmodule als potenzielle Einfallstore. Unser Gegenrezept in zenon: Anwendung von Standards wie IEC 62443, klare Netzwerksegmentierung, sicheres Identitäts- und Schlüsselmanagement sowie frühe Integration von Überwachungs- und Alarmfunktionen.



### DR. MARKUS FOCKEL

Stellvertretender Abteilungsleiter  
Sichere IoT-Systeme bei Fraunhofer IEM  
Bild: Fraunhofer IEM

**1.** Security-by-Design bedeutet: Security gleich von Beginn der Produktentwicklung an mitzudenken und in allen Entwicklungsphasen entsprechende Maßnahmen zu ergreifen. Dieser Ansatz wird in unterschiedlichen Branchen bisher unterschiedlich stringent verfolgt. Es gibt Bereiche mit langjährig bestehenden Security-Standards, wie PCI DSS für Geldautomaten und Co. Es gibt aber auch Branchen, wie zum Beispiel den Maschinenbau, in denen noch wenig Standards existierten oder das Security-Bewusstsein gerade erst zunimmt. Der bereits im letzten Jahr in Kraft getretene Cyber Resilience Act (CRA) der EU fordert Security by Design für fast alle Produkte, die ab Dezember 2027 im europäischen Markt verkauft werden. Daher herrscht jetzt eindeutig Handlungsbedarf: Unternehmen müssen Produkte secure-by-design entwickeln, damit sie künftig (weiter) verkauft werden dürfen!

**2.** Im Maschinen- und Anlagenbau existiert die internationale Normenreihe ISO/IEC 62443. Diese ist aktuell freiwillig in der Anwendung und vornehmlich bei Komponentenherstellern verbreitet. Vor dem Hintergrund des CRA erweitert sich auch das Interesse an der IEC 62443 in der Branche. Aktuell werden Teile der Normenreihe als sogenannte harmonisierte europäische Norm auf die CRA-Anforderungen zugeschnitten. Leichte Anpassungen sind nötig, weil der CRA teilweise mehr, teilweise weniger fordert als der aktuelle internationale Standard. Es lohnt sich aber, sich bereits heute an der existierenden Fassung der IEC 62443 zu orientieren: Die harmonisierte Norm wird höchstwahrscheinlich nicht rechtzeitig verabschiedet, um darauf warten zu können. So nutzen Unternehmen die verbleibende Zeit effektiv, um Produkte bis Dezember 2027 secure-by-design zu entwickeln.

**3.** Bisher sind häufig wenig Ressourcen für das Thema Security in der Produktentwicklung vorgesehen und Maßnahmen werden eher nach bestem Wissen und Gewissen ergriffen als nach systematischer Methode. Das muss sich durch die Anforderungen des CRA nun ändern. Außerdem sind Security-Expertinnen und -Experten aktuell Mangelware, insbesondere mit zusätzlichem Maschinenbau-Branchenwissen. Die meisten Leute mit Security-Erfahrung kommen

aus dem klassischen IT-Sektor. Als Forschungsinstitut arbeiten wir daher an Methoden und Tools, um solchen Herausforderungen zu begegnen, zum Beispiel um die CRA-geforderte Risikoanalyse einfacher zu machen. Zusätzlich transferieren wir Security-Wissen durch unsere Security-Champion-Trainings in die Unternehmen.



### ARND GILLE

Director Solutions Consulting  
bei Palo Alto Networks  
Bild: Palo Alto Networks

**1.** Der Security-by-Design-Ansatz wird in der Praxis bislang nur bedingt konsequent umgesetzt. Viele Unternehmen setzen auf bestehende, oft proprietäre Lösungen, deren Integration Sicherheitslücken verursachen kann. Eine standardisierte Herangehensweise fehlt meist. Palo Alto Networks setzt auf eine integrierte, KI-gestützte Plattform mit Lösungen wie Cortex Xpanse, die alle internetseitig erreichbaren Assets – auch von Drittanbietern – kontinuierlich im SOC erfassen und überwachen. Dieser Outside-in-Ansatz deckt Schwachstellen auf, bevor Angreifer sie finden, und leitet sie automatisiert an die richtigen Stellen zur schnellen Behebung weiter. Ziel muss es sein, dass Sicherheit über alle Umgebungen hinweg gedacht wird – von IT bis OT.

**2.** Sie sind in der Industrie noch nicht durchgängig Standard, da viele Unternehmen weiterhin mit einer Vielzahl einzelner Sicherheitslösungen arbeiten – im Schnitt 83 Tools von 29 Anbietern – was Kosten, Komplexität und Risiken erhöht. Das BSI empfiehlt jedoch im Einklang mit dem Cyber Resilience Act (CRA) bei Beschaffungsentscheidungen SbD-Kriterien (Secure by Demand) zu berücksichtigen. Und das zurecht, denn erst durch die Konsolidierung auf einer einheitlichen, KI-gestützten Plattform lassen sich Sicherheitsprozesse durchgängig steuern, Bedrohungen automatisiert erkennen und schneller reagieren – und so eine Basis für resiliente, sichere Innovation schaffen.

**3.** Unternehmen scheitern bei der Umsetzung vorgeschriebener Sicherheitsmaßnahmen oft an veralteten, heterogenen IT- und OT-Landschaften, mangelnder Netzwerktransparenz und fehlender zentraler Steuerbarkeit. Diese Defizite erschweren es, Risiken zu erkennen, Schwachstellen gezielt zu schließen und Vorgaben effizient umzusetzen. Hinzu kommen neue Risiken durch zum Beispiel Schatten-KI und strengere regulatorische Anforderungen wie NIS2 oder den EU AI Act, die zusätzliche technische Anpassungen erfordern. Auch eine falsche Sicherheitswahrnehmung durch Vertrauen auf unfehlbare KI-Systeme schadet Unternehmen massiv. Sie können keine echte Resilienz aufbauen, da es oft an klaren Prozessen für Patch-Management und Incident Response fehlt.



### ARNOLD KRILLE

Strategic Sales Manager bei genua  
Bild: genua

**1.** Als IT-Sicherheitsunternehmen haben wir bei genua ‚Security-by-Design‘ seit mehr als dreißig Jahren ‚im Blut‘ – das Paradigma ist in unserer Unternehmenskultur und Produktentwicklung fest

## FRAGEN AN DIE EXPERTEN:

1. Wie konsequent wird der Security-by-Design-Ansatz aktuell in der Produktentwicklung und in neuen Produkten umgesetzt?
2. Inwieweit sind Security-by-Design-Prinzipien heute bereits Standard in der Industrie?
3. Welche konkreten Herausforderungen behindern Unternehmen bei der Umsetzung von vorgeschriebenen Sicherheitsmaßnahmen?

verankert. Wir nannten es nur bisher nicht so, weil diese ‚Security-by-Heart‘ nicht mit einem festen Namen verknüpft war.

**2.** In den Organisationen verankert ist ‚Availability-by-Design‘, resultierend aus der Grundanforderung wirtschaftlicher Unternehmen, Umsatz und Gewinn zu machen. Jede Unterbrechung ist dafür hinderlich. Über regulatorische Vorgaben des Gesetzgebers ist auch ‚Safety by Design‘ seit vielen Jahren in den Unternehmen und der Industrie als Grundprinzip verankert. Allerdings ist manches Mal noch Überzeugungsarbeit zu leisten, dass Safety die Verfügbarkeit der eigenen Anlage absichert und so auf die eigene Wertschöpfung einzahlt. Gleiches gilt für die Security, sowohl physisch als auch digital. Daher sollte es eigentlich ein Grundprinzip sein, alle Wertschöpfungsprozesse mit ‚Security-by-Design‘ aufzubauen. Neben eigenen Prozessen schließt dies die der Lieferkette mit ein. Daraus resultieren unmittelbar Anforderungen beispielsweise an Zulieferer von Materialien und Halbzeugen und in der Produktion eingesetzten Maschinen und Geräten. Diese Erkenntnis hat sich offenbar nicht ausreichend etabliert, so dass der Gesetzgeber dies nun mit dem Cyber Resilience Act per Gesetz fordert.

**3.** ‚Security-by-Design‘ beginnt nicht erst in der Designphase eines konkreten Produktes. Es ist vielmehr Teil des eigenen Geschäftsmodells und Grundlage für den Aufbau der eigenen Wertschöpfungsprozesse. Dies zu etablieren, braucht Zeit. Daher wird es noch ein paar Jahre dauern, bis die Umsetzung von ‚Security-by-Design‘ auch tatsächliche Ergebnisse in Form eines komplett sicher aufgestellten Entwicklungsprozesses für dann sichere Produkte hervorbringt. Technisch-organisatorische Maßnahmen umzusetzen ist für den regulatorisch erzwungenen Umstieg auf ‚Security-by-Design‘ sicherlich ein guter und nötiger Anfang. Dieser Prozess arbeitet jedoch gegen die Veränderungsresistenz, die allen Organisationen innewohnt. Damit dieser Change gelingt und nachhaltig zu sicheren Produkten führt, muss zuerst in den Führungsetagen ein Umdenken stattfinden. Security sollte nicht als ‚nötiges Übel‘ zum Erfüllen regulatorischer Vorgaben begriffen werden, sondern als Grundlage des Unternehmens, die die eigene Geschäftsfähigkeit nachhaltig sicherstellt.



### BORIS WALDECK

Master Security Specialist bei Phoenix Contact  
Bild: Phoenix Contact

**1.** Phoenix Contact setzt den Security-by-Design-Ansatz seit 2017 konsequent um – eingebettet in die ganzheitliche 360-Grad-Security-Strategie nach IEC 62443. Cyber Security wird in der Produktentwicklung (IEC 62443-4-1) berücksichtigt und in zertifizierten Produkten wie PLCnext Control und FL mGuard (IEC 62443-4-2) realisiert. Ergänzt wird dies durch sichere branchenspezifische Blueprints (IEC 62443-3-3), ein PSIRT-Team zur schnellen Reaktion

auf Schwachstellen sowie durch weltweite Schulungen in den Vertriebsgesellschaften zur Awareness und sicheren Implementierung von Security-Lösungen beim Anwender (IEC 62443-2-4). So wird OT-Security systematisch über den gesamten Produktlebenszyklus integriert – nicht als Zusatz, sondern als Grundprinzip.

**2.** Security-by-Design-Prinzipien sind zunehmend Standard in der Industrie. Mit dem Cyber Resilience Act (CRA), der NIS2-Richtlinie und weiteren EU-Regularien wird die Integration von Sicherheitsmaßnahmen über den gesamten Produktlebenszyklus verlangt. Hersteller müssen Schwachstellen aktiv managen, Updates bereitstellen und für sichere Lieferketten sorgen. Diese gesetzlichen Vorgaben machen Security-by-Design zur verbindlichen Praxis in der industriellen Entwicklung, wie sich in Gremien wie dem VDMA oder ZVEI zeigt. Dort beschäftigen sich große Unternehmen bereits seit längerem mit dem Thema, während KMUs es nun verstärkt wahrnehmen. Dies ist von hoher Relevanz, da der CRA ab Mitte Dezember 2027 einen risikobewerteten Security-by-Design-Ansatz gesetzlich fordert.

**3.** Die Umsetzung gesetzlich vorgeschriebener Sicherheitsmaßnahmen stellt Unternehmen vor große Herausforderungen. Da die harmonisierten Normen zum Cyber Resilience Act (CRA) erst Ende 2026 erwartet werden, müssen Betriebe ihre Prozesse bis dahin am Stand der Technik – insbesondere der IEC 62443 – ausrichten. Ohne klare Vorgaben fehlt gegebenenfalls die rechtssichere Orientierung. Besonders KMUs kämpfen mit begrenzten Ressourcen, um Security-by-Design-Anforderungen zu realisieren. Die Komplexität der Gesetze und Normen erschwert die Umsetzung zusätzlich.



### UDO SCHNEIDER

Governance, Risk & Compliance Lead Europe  
bei Trend Micro  
Bild: Trend Micro

**1.** In der einen oder anderen Form wird Security-by-Design heute bei den meisten Neuentwicklungen umgesetzt. Interessant ist, dass dies – entgegen der ursprünglichen Annahme – nicht von oben nach unten erfolgt, sondern umgekehrt: Die Idee, dass Organisationen sich zu Security-by-Design bekennen und dementsprechend auch sichere Komponenten in ihrer Lieferkette einfordern, ist kaum eingetreten. Vielmehr werden Sicherheitsfunktionen in Komponenten inzwischen sehr offensiv als Differenzierungsmerkmal beworben. Problematisch ist, dass der Begriff nicht genau definiert ist und es daher schwierig ist, den Grad der Umsetzung zu messen oder zu bewerten.

**2.** Mit dem Inkrafttreten des Cyber Resilience Act (CRA) sind Security-by-Design-Ansätze nicht nur Standard, sondern Gesetz. Streng genommen gäbe es immer noch Geräte, die nicht unter CRA fallen und von Security-by-Design profitieren könnten. In der Realität betrifft dies nur einen marginalen Anteil von Geräten, die keine Kommunikationseinrichtungen jeglicher Art besitzen und daher nur ein sehr geringes Sicherheitsrisiko darstellen.

**3.** Die größten Herausforderungen sind mangelnde Ressourcen und Wille: Die Umsetzung von Security-by-Design erfordert sowohl fachkundiges Personal mit entsprechender Erfahrung als auch oft angepasste Toolchains und Prozesse. Im Rahmen von

CRA (aber auch NIS2/CER) ist dieses Personal kaum noch am Markt verfügbar - weder als Festangestellte noch als Berater. Das macht die Umsetzung zeitlich anspruchsvoll bis unmöglich, insbesondere wenn erst spät mit der Umsetzung begonnen wird. Ein weiterer Aspekt ist der Unwille, Sicherheit umzusetzen. So wird im Kontext des CRA oft versucht, den Cyber-Aspekt eines Produktes ‚wegzudiskutieren‘, um sich entsprechend nicht mit Security beschäftigen zu müssen. Ähnlich wie bei Safety ist dies aber nicht zielführend, da entsprechende Haftungsfragen oft unberührt bleiben - auch wenn aufgrund einer ‚optimierten‘ Risikobetrachtung vermeintlich kein Cyberisiko besteht. Wenn es dann doch zu einem Vorfall kommt, wird es kritisch. Daher ist es wichtig, dass die Entscheidung für Security-by-Design von den entsprechenden Haftungsverantwortlichen getroffen und durchgesetzt wird.



### SERGEI BIBERDORF

Geschäftsfeldleiter Cybersecurity  
bei TÜV Rheinland  
Bild: TÜV Rheinland

**1.** Der Security-by-Design-Ansatz wird zunehmend in der Produktentwicklung implementiert, insbesondere in sicherheitskritischen Bereichen wie der Automobilindustrie, Medizintechnik und Industrie 4.0. Unternehmen erkennen die Notwendigkeit, Sicherheitsaspekte frühzeitig in den Entwicklungsprozess zu integrieren, um zukünftige Risiken zu minimieren. Jedoch variiert die konsequente Umsetzung von Branche zu Branche. Während große Unternehmen oft über die nötigen Ressourcen und Fachkenntnisse verfügen, haben kleinere Unternehmen häufig mit finanziellen und technischen Einschränkungen zu kämpfen. Der Versuch, Sicherheitspraktiken in agile Entwicklungsprozesse zu integrieren, zeigt sich herausfordernd, da oft schnelleres Vorgehen über Sicherheitsvorkehrungen priorisiert wird.

Zusätzlich haben die neuen europäischen Regulierungen wie der Cyber Resilience Act (CRA) und die erweiterten Richtlinien der Radio Equipment Directive (RED) einen erheblichen Einfluss auf die Produktentwicklungsprozesse von Herstellern. Das treibt die Hersteller dazu an, den Security-by-Design-Ansatz umzusetzen.

**2.** Die Prinzipien des Security-by-Designs sind heute ein zunehmend wichtiger Bestandteil der Entwicklung von industriellen Produkten, insbesondere in einem regulatorischen und technologischen Umfeld, das stark auf Cybersecurity abzielt. Heute ist Security-by-Design in mehreren Branchen bereits Stand der Technik, wird jedoch nicht durchgängig bei allen Herstellern industrieller Produkte umgesetzt. Der Trend geht jedoch klar in Richtung einer stärkeren Verankerung dieses Prinzips, insbesondere durch bindende Regulierungen wie den Cyber Resilience Act und die Erweiterungen der RED-Richtlinie. Unternehmen, die jetzt Security-by-Design als festen Bestandteil ihrer Produktentwicklung integrieren, können nicht nur regulatorische Anforderungen erfüllen, sondern sich auch einen Wettbewerbsvorteil schaffen. In stark regulierten Bereichen wie der Automobil- und Luftfahrtindustrie sind Security-by-Design-Prinzipien zunehmend Standard. Auch im kritischen Softwareentwicklungsbereich wird mehr Wert auf diese Prinzipien gelegt. Allerdings gibt es in weniger regulierten Sektoren wie der Konsumelektronik noch Nachholbedarf. Viele Unternehmen sind noch weitgehend reaktiv und reagieren auf Sicherheitsvorfälle anstatt vorbeugend zu han-

deln. Diese Diskrepanz zeigt, dass eine umfassende Integration von Security-by-Design in allen Branchen notwendig ist.

**3.** Obwohl Security-by-Design zunehmend als Stand der Technik betrachtet wird, gibt es Hindernisse, die die vollständige Umsetzung in der Industrie verlangsamen. Dazu gehören Kosten und Ressourcen, fragmentierte Standards, Legacy-Systeme sowie Bewusstsein und Ausbildung.



### SUDHIR ETHIRAJ

Leiter des Cyber Security Office und CEO der  
Business Unit Cybersecurity Services bei TÜV Süd  
Bild: TÜV Süd

**1.** Security-by-Design/Security-by-Default wird in der Industrie vor allem in zwei Bereichen konsequent vorangetrieben: Zum einem im Bereich von Produkten mit hohem Risiko, wie medizinische Geräte, Turbinenkomponenten usw. Hier werden Sicherheitsaspekte mehr und mehr bereits zu Beginn der Produktentwicklung berücksichtigt und Sicherheitsüberlegungen während des gesamten Lebenszyklus des Produkts umgesetzt. Zum anderen findet sich Security-by-Design v.a. in stark regulierten Bereichen, die sich zum Teil mit den Bereichen mit hohem Risiko überschneiden. Neue Vorschriften wie das Cyber Resilience Act und die Radio Equipment Directive stellen sicher, dass diese Kriterien erfolgreich umgesetzt werden können.

Trako 2025 | 23.09. – 26.09.2025  
Stand E.110.



## Sitzplatz-Reservierungssystem. *Innovativ, flexibel und effizient.*

- Frühzeitige Erkennung von Reservierungen dank LED-Indikatoren
- Gesteigerte Passagierfluss-Effizienz
- Energie-, kosteneffiziente und kontrastreiche Display-Technologie
- Eine Displaylösung für flexible Einbausituationen
- Nahtlose Integration mittels vielseitigen kundenspezifischen Anpassungsmöglichkeiten



[www.eao.com/srs](http://www.eao.com/srs)

Your Expert Partner for Human Machine Interfaces

## FRAGEN AN DIE EXPERTEN:

1. Wie konsequent wird der Security-by-Design-Ansatz aktuell in der Produktentwicklung und in neuen Produkten umgesetzt?
2. Inwieweit sind Security-by-Design-Prinzipien heute bereits Standard in der Industrie?
3. Welche konkreten Herausforderungen behindern Unternehmen bei der Umsetzung von vorgeschriebenen Sicherheitsmaßnahmen?

**2.** Bei neuen Produkten wird die Umsetzung stark von regulatorischen Anforderungen und den Risiken bestimmt, die mit dem Produkt und der Umgebung, in der es verwendet wird, verbunden sind. Bei Produkten, die z.T. seit mehreren Jahrzehnten eingesetzt werden, wurde bei ihrer Entwicklung kein Security-by-Design-Ansatz berücksichtigt, eine nachträgliche Implementierung der Anforderungen ist äußerst schwierig. Darüber hinaus sind solche Legacy Produkte in Produktionsumgebungen meist mit hohen Kosten verbunden und Abläufe im hohen Maße von ihnen abhängig.

**3.** Bei der Umsetzung sind die Kosten ein wichtiger Faktor. Anforderungen wie Sicherheitsmanagementverfahren, Patch-Mechanismen und Mechanismen zum Umgang mit Schwachstellen während des gesamten Lebenszyklus eines Produkts erfordern spezielle Teams und Supportmechanismen, was zusätzliche Kosten verursacht. Darüber hinaus ist es eine große Herausforderung, Talente zu finden, die diese Themen verstehen und umsetzen können, da es nicht nur um die Erweiterung der Fähigkeiten, sondern auch um Querschnittskompetenzen geht. Die Umsetzung erfordert Kenntnisse über das jeweilige Produkt/die jeweilige Branche und die Anforderungen an die Cybersicherheit. Die Umsetzung von Security-by-Design und Security-by-Default erfordert auch die Zusammenarbeit zweier unterschiedlicher Teams: dem Design-/Entwicklungsteam und dem Sicherheitsteam. Diese Teams haben oft unterschiedliche Ziele: Das eine will ein kommerziell erfolgreiches Produkt schnell auf den Markt bringen, das andere ein hochsicheres Produkt, und manchmal überschneiden sich die Ziele, manchmal auch nicht. Daher ist ein erheblicher Mentalitätswandel erforderlich, der diese Interessengruppen von Anfang an einbeziehen muss.



### RÜDIGER KÜGLER

VP Professional Services & Security Expert  
bei Wibu-Systems  
Bild: Wibu-Systems

**1.** Bei uns als Sicherheitsfirma steht Security-by-Design nicht erst seit dem Cyber Resilience Act im Vordergrund. Unsere Architekten und Entwickler werden in diesem Thema schon seit vielen Jahren kontinuierlich geschult und sensibilisiert. Security Reviews von Architektur und Implementierung gehören bei uns zum Standardprozess. Betrachten wir unsere Kunden, die größtenteils Software und intelligente Geräte entwickeln, sehen wir hier ein komplett anderes Bild. Oft liegt der Fokus auf den Anforderungen des Kunden. Mitarbeiter sind in diesem Thema nur wenig geschult und Security-Tools kommen nur in wenigen Firmen zum Einsatz.

**2.** Aktuell sind diese Prinzipien kein Standard. Bei Anbietern, die reine Softwarelösungen entwickeln, wurden erste Schritte unternommen. Interne und externe Reviews werden durchgeführt;

allerdings fehlt oft eine systematische Integration in die Standardprozesse, so dass dies eher punktuell geschieht. Bei industriellen Anbietern, deren Fokus mehr auf der Hardware als der Software liegt, ist dieses Thema bisher oft stark vernachlässigt worden. Der Fokus der Mitarbeitersuche liegt auf dem Verstehen und Umsetzen von funktionalen Anforderungen. Wenn ein Mitarbeiter Wert auf sichere Implementierung legt, dann ist das eher ein Glücksgriff aufgrund von persönlichen Interessen und keine gezielte Strategie. Ausnahmen sind Firmen wie wir, die sich seit Jahren mit dem Thema Sicherheit befassen. Durch die zunehmende Regulierung werden sich Security-by-Design-Prinzipien nach unserer Einschätzung langsam auch in der Industrie verbreiten.

**3.** Auf der einen Seite führt die Regulierung zu einem Druck, Sicherheitsmaßnahmen umzusetzen, auf der anderen Seite bremst ein enges regulatorisches Korsett die Entwicklung und Einführung sehr stark. Hier ist der Gesetzgeber in der Verantwortung, es „nicht zu übertreiben“ mit der Regulierung. Die Implementierung von Sicherheit muss dem Anwender dienen und sollte nicht nur umgesetzt sein, weil es Regularien erfordern. Ein weiterer Faktor sind bereits bestehende Standards wie zum Beispiel MISRA. Dies verleitet dazu, das Thema Sicherheit als erledigt abzuhaken. Diese Standards helfen zwar bei der sicheren Programmierung; es fehlt aber zum Beispiel die Analyse von Bedrohungen und Angriffsmodellen. Der wichtigste Faktor ist allerdings die Ressource Mensch. Tools und KI können zwar viele Aufgaben übernehmen, aber nicht alle, und sie sind nur so gut, wie trainierten Modelle es hergeben. Es gibt einfach zu wenige Experten mit den entsprechenden Kenntnissen und Erfahrungen. Hier wird es entscheidend sein, wie Bildungseinrichtungen in der Lage sein werden, diese Lücke in der Zukunft auszufüllen.



### MAXIMILIAN MOSER

Consultant Industrial- & Product-Security  
beim VDMA  
Bild: VDMA

**1.** Nur teilweise. Der Reifegrad ist stark abhängig von Unternehmensgröße, Produktsegment, etc. Große OEMs und systemrelevante Anbieter integrieren Security-by-Design zunehmend in ihre Entwicklungsprozesse, vor allem getrieben durch Kundenanforderungen oder regulatorischen Druck (z. B. NIS2, IEC 62443, CRA). KMUs mit geringem IT-Anteil setzen Security-by-Design in der Regel weniger um.

**2.** Security-by-Design ist in verschiedenen Standards verankert (z.B. IEC 62443). Die Anwendung solcher Standards nimmt stetig zu und ist, je größer der Konzern ist, mehr verbreitert. Siehe dazu gern auch die VDMA Industrial Security Studie 2025.

**3.** Zu den Herausforderungen zählen der Aufwand beziehungsweise zu wenig Ressourcen (besonders in KMUs), außerdem Legacy Produkte mit alten Architekturen (wo Security nachgerüstet wird) und fehlendes Know-how in wenig digitalisierten KMU. Hinzu kommen fehlende Awareness, denn Security wird oft als reines IT-Thema verstanden, nicht als übergreifende Produkthanforderung, und lange Standzeiten im Maschinenbau, denn Maschinen sind häufig Jahrzehnte lang im Einsatz und Security ist relevant im gesamten Lebenszyklus.

# MEHR PERFORMANCE AUF DEM BESTANDSFUNDAMENT

Bei der Investition in eine neue Großzerspanungsmaschine blieb der Auftragsfertiger Kinkele dem bewährten Konzept treu: Die individuell zugeschnittene Fahrständerfräsmaschine FBF-S 8000 mit Siemens Sinumerik One baut auf dem Fundament der Vorgängerin auf und bietet auf gleicher Standfläche mehr Flexibilität, höhere Performance und eine erweiterte Basis für die Digitalisierung der Produktion. » **VON JOBST LICHT**

**O**b Solarglasindustrie, Lebensmittelindustrie, Luft- und Raumfahrttechnik oder Medizintechnik – der unterfränkische Auftragsfertiger Kinkele produziert für nahezu alle Maschinenbaubranchen hochspezielle Bauteile bis zu 20 Meter Länge und 50 Tonnen Gewicht sowie Baugruppen oder ganze Anlagen aus Metall. Meist in Kleinstserien und oft in Losgröße eins. Dabei zeichnet das Unternehmen eine besondere Kombination aus Branchen-Know-how, Fertigungstiefe und Lösungskompetenz aus. Das heißt, dass das mittlerweile in fünfter Generation inhabergeführte Unternehmen bei Bedarf auch den gesamten Prozess von der fertigungstechnischen Machbarkeitsprüfung über das anspruchsvolle Schweißen und die hochpräzise CNC-Bearbeitung bis zum fertig lackierten Produkt aus einer Hand abdecken kann. Und weil genau dieses nahtlose Zusammenspiel der Einzelgewerke eines der Alleinstellungsmerkmale von Kinkele ist, legte das Team um Fertigungsleiter Michael Graf bei der Automatisierung der neuen Großzerspanungsmaschine besonderen Wert auf eine Steuerung, die sowohl bei den Anlagenführern als auch in der internen Konstruktion hohe Akzeptanz findet und zugleich offen für die weitere Integration des Produktionsprozesses ist. Gleichzeitig sollte die Maschine das bewährte Fundament der Vorgängerin am bestehenden Standort

» **DIE SIEMENS-STEUERUNG IST BEI UNSEREN GROSS-ZERSPANUNGSMASCHINEN AUFGRUND UNSERER GUTEN ERFAHRUNGEN TRADITIONELL GESETZT.**«

MICHAEL GRAF



**Mit 43 kW Dauerleistung und 6000 U/min bearbeitet die FBF-S 8000 Aluminium, Stahl, Edelstahl sowie schwer zerspanbare Werkstoffe wie Duplex oder Titan.**

weiter nutzen. Michael Graf: „Bei der Anfrage an die Hersteller haben wir von Anfang an definiert, dass wir eine Werkzeugmaschinensteuerung von Siemens haben wollten, weil Siemens bei unseren Großzerspanungsmaschinen aufgrund unserer guten Erfahrungen traditionell gesetzt ist. Und weil wir mit der Sinumerik One auch weitere Bearbeitungsschritte wie etwa Roboterschweißen im Zusammenspiel mit der Zerspanungsmaschine automatisieren können, war uns klar, dass das die zukunftsfähigste Steuerung auf dem Markt ist.“

## Gesamtkonzept überzeugt

Dass die jetzt seit Anfang 2024 laufende Fahrständerfräsmaschine FBF-S 8000 von MTE Spanien realisiert wurde, hatte mehrere Gründe, wie Ernst Bayer, Bereichsleiter CNC bei Kinkele erklärt: „Wir haben die in Frage kommenden Hersteller mit unseren Prämissen angefragt und MTE hat uns das beste Gesamtkonzept angeboten. Die Maschine

passt exakt auf das Bestandsfundament, nutzt den Raum optimal aus und der Kundendienst von MTE ist überzeugend. Dazu gehört die schnelle Reaktionszeit der Techniker, die hohe Verfügbarkeit der Ersatzteile und die Tatsache, dass MTE jederzeit planmäßig gepflegte Wechselköpfe zum sofortigen Austausch zur Verfügung stellen kann.“

Auch die technischen Eckdaten der FBF-S 8000 können sich sehen lassen: 8000 Millimeter Verfahrweg in der X-Achse, 2500 Millimeter in der Y-Achse und 1500 Millimeter in der Z-Achse. Spindel mit 43 kW Dauerleistung und 6000 Umdrehungen. Vollautomatisches Werkzeugmagazin und eine maximale Tischbelastung von 40 Tonnen, die es ermöglicht, dass auch asymmetrische Werkstücke außerhalb des Tischzentrums aufgespannt und zerspannt werden können. Dabei verfügt die FBF-S 8000 über zwei Tische, die im Pendelbetrieb genutzt werden können. Während auf dem einen Tisch gefräst wird, kann das Werkstück auf dem anderen Tisch vor- oder

nachbereitet werden. Das spart Rüstzeit und wertvolle Ressourcen.

Noch wichtiger aber ist die Genauigkeit, wie CNC-Experte Bayer betont: „Bei uns gibt das Werkstück die Zeit vor. Da geht Präzision vor Schnelligkeit. Das liegt auch daran, dass wir uns bei den hohen Kosten für das Grundmaterial keinen Ausschuss leisten können. Eine Aluminiumplatte wie bei dem Werkstück, das wir diese Woche bearbeiten, kostet gut und gerne 100.000 Euro. Da haben wir nur einen Versuch.“

## » BEI UNS GIBT DAS WERKSTÜCK DIE ZEIT VOR. DA GEHT PRÄZISION VOR SCHNELLIGKEIT.«

ERNST BAYER

### Digitaler Zwilling für Konstruktion und Service

Bei der Automatisierung der FBF-S 8000 hat MTE die umfangreichen digitalen Möglichkeiten der Sinumerik One kennen und schätzen gelernt, so Gunther Borbonus, Geschäftsführer von MTE Deutschland: „Die FBF-S 8000 für Kinkele war erst unsere dritte Maschine, die wir mit Sinumerik One realisiert haben, und obwohl wir anfangs skeptisch waren, muss ich sagen, dass wir sehr gute Erfahrungen gemacht haben. So konnten wir etwa mit dem Siemens-Konvertierungstool 80 bis 90 Prozent der Programmbestandteile aus unseren Sinumerik 840D-Projekten übernehmen. Das ist großartig.“ „Zum anderen“, ergänzt Siemens Anwenderbetreuer Ingo Bartsch, „konnte MTE mit dem TIA Portal und der Software Create MyVirtual Machi-

ne einen kompletten digitalen Zwilling der Maschine konstruieren und virtuell in Betrieb nehmen und diesen auch nach der Inbetriebnahme der Maschine weiter für Servicezwecke nutzen.“

In der Praxis hieß das, dass die FBF-S 8000 virtuell schon voll funktioniert hat, bevor die ersten Teile in der Halle in Ochsenfurt montiert waren. Auch die Spezialisten der CNC-Programmierabteilung von Ernst Bayer konnten ihre erstellten Teileprogramme schon auf der neuen Maschine testen, während die alte Maschine noch lief. „Für uns als Anwender ist das enorm wichtig, weil wir so die Stillstandsphase zwischen dem Aus der alten Anlage und dem Produktionsbeginn der neuen Anlage minimal klein halten können. In unserem Fall waren das inklusive der Aufbereitung des Bestandsfundaments nur 95 Tage,“ betont Kurt Kinkele, Inhaber und Geschäftsführer von Kinkele.

### Beeindruckende Vorteile im Betrieb

Vergleicht man die FBF-S 8000 mit ihrer Vorgängerin, sind die Vorteile in puncto Performance natürlich offensichtlich – sie ist schneller, leistungsfähiger und energieeffizienter. Aber auch im Vergleich zu anderen modernen Großzerspannungsmaschinen bietet die FBF-S 8000 von MTE zahlreiche Vorteile, die sich laut Andreas Schneider, Bereichsleiter Zerspanung bei Kinkele, in den ersten 10 Monaten Betrieb gezeigt haben: „Besonders beeindruckend finde ich, dass wir den Fräskopf jetzt in 1/100-Gradschritten in zwei Ebenen schwenken können. Auf diese Weise können wir nicht nur mit einem normalen Schaftfräser Fasen fräsen statt mit einem speziellen Faswerkzeug, sondern auch nahezu jeden Bohrwinkel realisieren. Zudem



Herzstück der FBF-S 8000 ist eine leistungsfähige Sinumerik One Werkzeugmaschinensteuerung.

haben wir die Möglichkeit, mit dem Fräskopf bis zu 200 Millimeter unterhalb die Tischoberfläche zu fahren. Das war eigentlich ein Kompromiss, um den vertikalen Verfahrensweg zu verlängern, aber gerade jetzt habe ich ein Bauteil auf der Maschine, bei dem wir genau das brauchen.“

### Fokus digitale Zukunft

Für Kinkele ist die Investition in die FBF-S 8000 und speziell auch in die Sinumerik One ein wichtiger Meilenstein auf dem Weg in die digitale Zukunft des Unternehmens. „Die Steuerung,“ so Michael Graf, „muss die Anbindung an die digitalisierte Zukunft ermöglichen.“ Und die Zukunft von Kinkele sieht so aus, wie in vielen Unternehmen des deutschen Mittelstands: „Wir sind konfrontiert mit dem Fachkräftemangel und dem demografischen Wandel. Deswegen suchen wir ständig nach Lösungen, wie wir unser Personal halten und noch effizienter einsetzen können,“ so Kurt Kinkele. Denkbare Schritte wären in diesem Zusammenhang eine weitere Automatisierung des Werkzeugmanagements, der Einsatz von autonomen Fahrzeugen für die vollautomatische Werkzeugzuführung oder die Ausweitung des autonomen Maschinenbetriebs, so dass ein Anlagenführer mehrere Maschinen gleichzeitig betreut. „Die Steuerung gibt das her,“ so Graf. « KF



In der MTE-Fahrständerfräsmaschine fährt der Bediener mit dem Fräskopf mit und kann an der Benutzeroberfläche der Sinumerik One jederzeit korrigierend eingreifen.

Bilder: Siemens

Jobst Lichte ist Regional Manager Business Development bei Siemens.

# PRÄZISE LASERBEARBEITUNG VON MIKOROHREN

Zylindrische Mikrorohre in der Medizintechnik erfordern präzise Laserschneidprozesse. Essenziell für deren Fertigung ist eine perfekt abgestimmte Bewegungstechnik, die Antrieb, Steuerung und Mechanik effizient vereint. Der Beitrag thematisiert den systematischen Aufbau – von Spanntechnik und mechanischer Integration bis zu Servotuning, um feine Schnitte in kurzen Taktzeiten zu ermöglichen. » **VON BRIAN FINK**

**D**ie Anforderungen an die Fertigung von Mikrorohren in der Medizintechnik sind hoch. Stents, Katheter und Hypotubes müssen nicht nur millimetergenau, sondern in Mikrometern präzise bearbeitet werden, um ihre Funktion und Sicherheit zu gewährleisten. Bereits geringfügige Fehler bei der Schnittführung können zu defekten Bauteilen führen, die in medizinischen Anwendungen ernsthafte Komplikationen nach sich ziehen. Gleichzeitig müssen jedoch auch hohe Stückzahlen bei minimalen Taktzeiten erreicht werden, was eine enge Verzahnung von Präzision, Geschwindigkeit und Wiederholbarkeit verlangt.

Das Laserschneiden hat sich hier als bevorzugtes Verfahren etabliert, da es eine hohe Genauigkeit bei minimaler Materialverzerrung ermöglicht. Doch die Voraussetzung für qualitativ hochwertige Ergebnisse ist eine fehlerfreie Bewegungstechnik. Besonders die Kombination von rotatorischen und linearen Bewegungssystemen spielt hierbei eine zentrale Rolle.

## Bewegungssystemen in der Laserschneidtechnik

Laserschneiden erfordert eine exakte Positionierung des Werkstücks, da der Laserstrahl nur dann präzise arbeiten kann, wenn die Position des Rohres während des gesamten Schneidprozesses konstant bleibt. Dies gilt insbesondere für die Fertigung von Mikrorohren, bei denen es auf höchste Präzision und feine Schnittkanten ankommt. Hierfür ist die Kombination von rotatorischen und linearen Bewegungssystemen unerlässlich.

Lineartische sind für die präzise Verlagerung der Rohre entlang einer geraden Achse verantwortlich. Ihre Hauptaufgabe besteht darin, das Rohr exakt in die richtige Position



Die Anforderungen an die Fertigung von Mikrorohren in der Medizintechnik sind hoch. Stents beispielsweise müssen nicht nur millimetergenau, sondern in Mikrometern präzise bearbeitet werden, um ihre Funktion und Sicherheit zu gewährleisten.

zu bringen. Drehtische hingegen rotieren das Werkstück um seine Achse und sorgen so für die korrekte Position des Rohres während des Schneidens. Diese zwei Arten von Bewegungssystemen müssen präzise aufeinander abgestimmt sein, um die Schnittgenauigkeit zu maximieren und gleichzeitig die Durchsatzraten zu steigern.

**FÜR INGENIEURE UND ENTSCHEIDER IN DER MEDIZINTECHNIKBRANCHE IST ES UNERLÄSSLICH, BEI DER WAHL UND INTEGRATION VON LASERSCHNEIDSYSTEMEN AUF DIE FEINHEITEN DER TECHNOLOGIE ZU ACHTEN.**

Dabei dürfen die Bewegungsachsen nicht nur separat betrachtet werden - die Integration beider Systeme muss so erfolgen, dass sie

in perfektem Zusammenspiel arbeiten. Fehler in der Montage oder ungenaue Ausrichtungen führen schnell zu größeren Fehlern im Schneidprozess, was zu Materialverlust und erhöhten Produktionskosten führen kann.

## Wahl der richtigen Spanntechnik ist entscheidend

Ein zentrales Element in der Fertigung von Mikrorohren ist die Wahl der richtigen Spanntechnik. Die Spannzange muss das Rohr so fixieren, dass es während des gesamten Schneidprozesses exakt positioniert bleibt, ohne jedoch den materialschonenden Prozess zu gefährden. Es gibt verschiedene Arten von Spanntechniken, die in der Medizintechnik verwendet wer-

den, darunter ER-Spannzangen und Druckspannzangen.

ER-Spannzangen bieten eine flexible Lösung, da sie sich im geöffneten Zustand in der Größenordnung von Hunderten Mikrometern im Kegelbereich bewegen können. Diese Bewegung führt zu einer leichten axialen Verschiebung des Rohrs während des Schließvorgangs. Im Gegensatz dazu bieten Druckspannzangen eine präzisere Fixierung. Sie reduzieren die axiale Bewegung des Rohrs auf einen Bereich von nur wenigen Mikrometern und bieten somit eine bessere Stabilität während des Schneidens. Die Wahl der richtigen Spanntechnik ist entscheidend, da sie nicht nur die Präzision der Schnitte beeinflusst, sondern auch den Durchsatz des gesamten Prozesses optimiert.

### Die große Herausforderung: Kombination von Linear- und Drehtisch

Die Kombination von rotatorischen und linearen Bewegungssystemen ist eine der größten Herausforderungen in der Konstruktion von Laserschneidsystemen. Eine fehlerhafte Integration der beiden Systeme kann

zu erheblichen Ungenauigkeiten führen. Besonders wichtig ist hierbei die Konstruktion der Schnittstelle zwischen Lineartisch und Drehtisch.

Die Schnittstelle muss ausreichend steif sein, um Vibrationen zu minimieren, die die Präzision des Schneidprozesses beeinträchtigen könnten. Gleichzeitig muss die

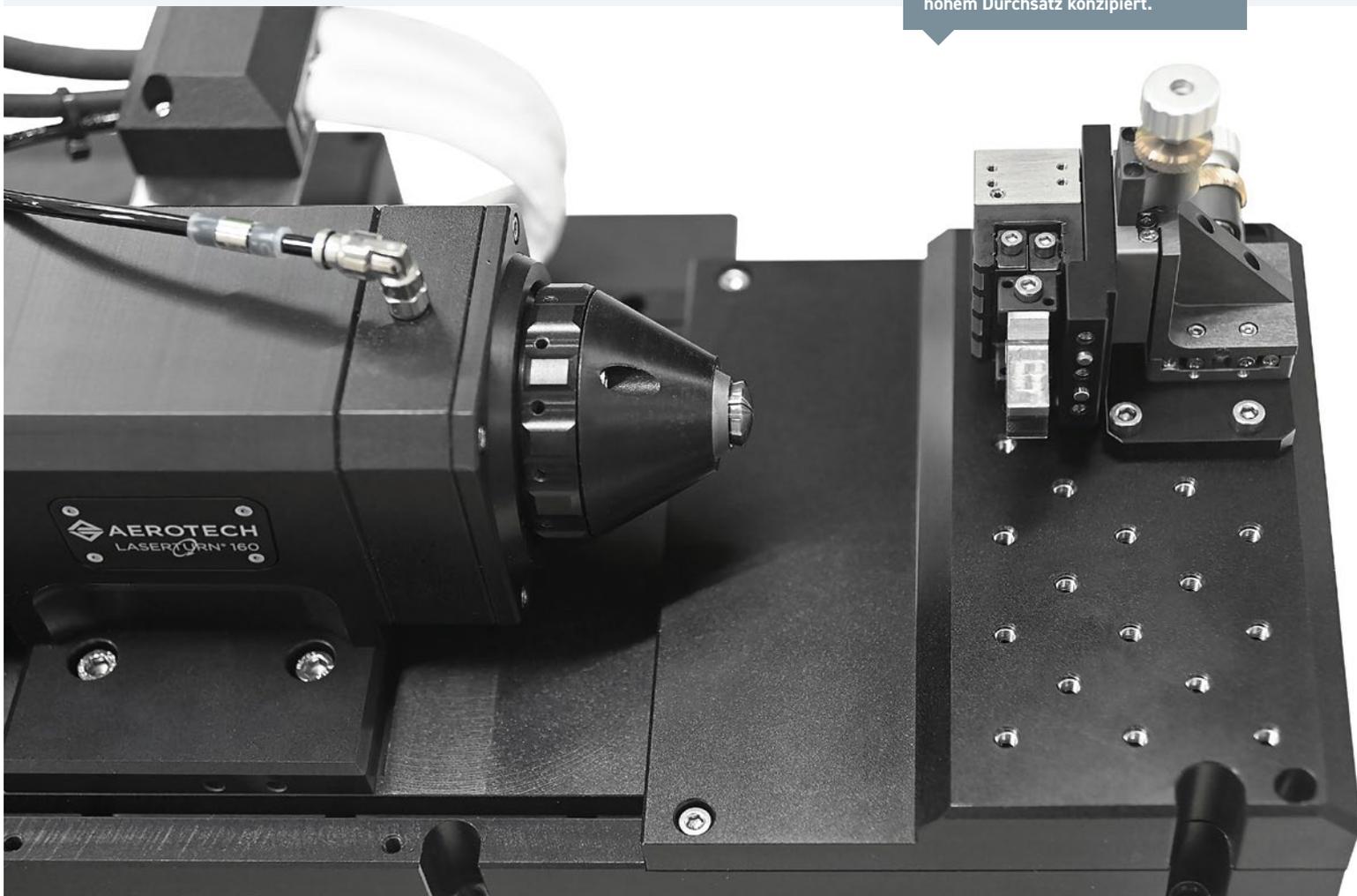
### — DIE KOMBINATION VON ROTATORISCHEN UND LINEAREN BEWEGUNGSSYSTEMEN IST EINE DER GRÖSSTEN HERAUSFORDERUNGEN IN DER KONSTRUKTION VON LASERSCHNEIDSYSTEMEN. —

Ausrichtung der beiden Achsen in Bezug zueinander exakt vorgenommen werden, um sicherzustellen, dass das Rohr bei jeder Rotation und Linearbewegung immer in der richtigen Position bleibt. Hierbei ist eine präzise Ausrichtung der Rotationsachse zur Translationsachse von größter Bedeutung.

Ein Präzisionsprüfstift und digitale Messgeräte wie die Digitalmessuhr werden häufig eingesetzt, um diese Ausrichtung zu überprüfen und sicherzustellen, dass die Achsen korrekt zueinander ausgerichtet sind.

Zudem spielen die Motorsteuerung und die Kraftübertragung eine große Rolle bei der Synchronisierung der beiden Bewegungsachsen. In modernen Systemen werden meist Direktantriebe eingesetzt, um eine besonders präzise und dynamische Bewegung zu gewährleisten. Diese Systeme minimieren mechanische Verluste und verbessern die Präzision erheblich. Auch die Kabel- und Schlauchführung muss so optimiert werden, dass sie keinerlei Reibung oder Spannung erzeugt, die die präzise Bewegung beeinträchtigen könnten. Die Verwendung flexibler, hochbeständiger Materialien in der Führungstechnik ist deshalb unerlässlich, um unnötige Widerstände und Vibrationen zu vermeiden.

Das Linear-Rotations-System Laser-Turn 160 von Aerotech ist speziell für die Laserbearbeitung zylindrischer Medizintechnikkomponenten bei hohem Durchsatz konzipiert.





HermeSys ist eine Bewegungsplattform mit hoher Steifigkeit für optimale Schweißqualität bei Laser-Nahtschweißanwendungen im Medizintechnikumfeld.

Bilder: Aerotech

### Tuning und Kalibrierung für optimale Leistung

Neben der mechanischen Integration der Bewegungssysteme spielt auch die Steuerungstechnik eine wichtige Rolle. Ein optimal abgestimmtes Servosystem ist entscheidend, um die gewünschte Geschwindigkeit und Präzision zu erreichen. Beim Servotuning werden Servo-Loop-Verstärkungen eingestellt, um die besten Leistungseigenschaften des Systems zu erzielen. Dies ist besonders wichtig für die Laserschneidtechnik, bei der jede Bewegung exakt gesteuert werden muss, um die Qualität der Schnitte sicherzustellen.

**— DIE FERTIGUNG VON MIKROROHREN FÜR DIE MEDIZINTECHNIK STELLT EINE HOHE TECHNISCHE HERAUSFORDERUNG DAR. DIE RICHTIGE KOMBINATION AUS PRÄZISION, GESCHWINDIGKEIT UND MATERIALSCHONUNG IST DER SCHLÜSSEL ZU ERFOLGREICHEN PRODUKTIONSPROZESSEN. —**

Eine präzise Kalibrierung der Systeme ist ebenfalls notwendig, um sicherzustellen, dass alle Bewegungen innerhalb der geforderten Toleranzen stattfinden. Um die Genauigkeit der Bewegungsplattform zu überprüfen und gegebenenfalls Anpassungen vorzunehmen, werden erfahrungsgemäß Laserinterferometer und Autokollimatoren verwendet. Das Tuning der Servosysteme muss nicht nur auf eine schnelle Reaktionsfähigkeit abzielen, sondern auch auf die Minimierung von Overshoot und Nachschwingen. Ein zu schnelles System kann das Werkstück verzerren oder den Laserstrahl falsch ausrichten, was fehlerhafte Schnitte verursacht. Auf der anderen Seite kann ein zu langsames System den Durchsatz verringern und so die Produktionskosten erhöhen. Daher ist die Optimierung der Reaktionszeit und Stabilität von entscheidender Bedeutung.

### Die Zukunft der Mikrorohre in der Medizintechnik

Die Fertigung von Mikrorohren für die Medizintechnik stellt eine hohe technische Herausforderung dar. Die richtige Kombination aus Präzision, Geschwindigkeit und Materialschonung ist der Schlüssel zu erfolgreichen Produktionsprozessen. Durch die Optimierung von Bewegungssystemen - von der Wahl der Spanntechnik über die mechanische Integration bis hin zum präzisen Tuning der Steuerungssysteme - können Medizintechnikhersteller sowohl die Qualität ihrer Produkte verbessern als auch ihre Produktionskapazitäten messbar steigern.

Für Ingenieure und Entscheider in der Medizintechnikbranche ist es somit unerlässlich, bei der Wahl und Integration von Laserschneidsystemen auf die Feinheiten der Technologie zu achten. Durch gezielte Anpassungen und kontinuierliche Optimierungen können die Fertigungsprozesse weiter verbessert werden, was nicht nur zu einer höheren Produktqualität führt, sondern auch die

Produktionskosten senkt und die Durchsatzraten erhöht. « TB

Brian Fink ist bei Aerotech Produktmanager für Achsen, Motoren, Hexapoden und andere mechanische Geräte.

**INDUSTRIAL POWERISE® - ELEKTROMECHANISCHE ANTRIEBE**

- Schlankes Design und wartungsfreier Betrieb
- Einzigartige Kombination mit Gasfeder möglich
- Application Engineering für individuelle Anpassung
- Millionenfache Erfahrung aus der Automobilindustrie
- Exklusiv in Kleinmengen bei ACE

**ACE**  
A STABILUS COMPANY

SCAN HERE FOR MORE INFORMATION

ACE Stoßdämpfer GmbH · Langenfeld · Germany · www.ace-ace.de

AB LAGER UND STÜCKZAHL 1 BEI ACE

# EINE PARTNERSCHAFT MIT ZUKUNFT

Effizienz, Nachhaltigkeit und Digitalisierung sind treibende Kräfte der industriellen Entwicklung. Die Partnerschaft zwischen FOM Industrie und Lenze veranschaulicht, wie technologische Kompetenz und gemeinsame Ziele die Weiterentwicklung der Fertigung fördern können.

» VON LISA STERNER

**D**er Materialverarbeitungssektor ist eine tragende Säule der globalen Industrie. Besonders stranggepresstes Aluminium erlebt einen Boom: Mit einer prognostizierten jährlichen Wachstumsrate von acht Prozent soll die Nachfrage bis 2034 stark ansteigen. Getrieben wird dieser Trend vor allem durch Schlüsselbranchen wie die Automobil- sowie Luft- und Raumfahrtindustrie, die Elektronikfertigung sowie das Bauwesen. Die Gründe liegen auf der Hand: Aluminium ist leicht, langlebig und vielseitig einsetzbar. Diese Eigenschaften machen es zu einem bevorzugten Werkstoff für Anwendungen, bei denen Gewicht, Stabilität und Energieeffizienz eine entscheidende Rolle spielen.

Doch mit dem Wachstum steigen auch die Anforderungen. Unternehmen müssen schneller und präziser, gleichzeitig aber auch energieeffizienter und nachhaltiger pro-

duzieren. Automatisierte und digitalisierte Systeme sind dabei ein entscheidender Wettbewerbsvorteil – sie steigern die Produktivität, senken Kosten und verbessern die Produktqualität. Parallel dazu helfen sie, Ressourcen im Einklang mit immer strengeren Umweltvorgaben zu nutzen.

» **INNOVATION UND FLEXIBILITÄT SIND FÜR UNS ZENTRALE WERTE, DIE LANGFRISTIGEN ERFOLG SICHERN.** «

MARCO FABBRI, CTO VON FOM INDUSTRIE

Insgesamt zeigt sich: Der Aufschwung von Aluminium ist nicht nur ein technologischer, sondern auch ein strategischer Wendepunkt für die Industrie. Wer jetzt in intelligente, zukunftsfähige Lösungen investiert, sichert

FOM Industrie mit Sitz in Italien ist ein international führender Hersteller von Hightech-Werkzeugmaschinen zur Bearbeitung von Aluminium-Strangpressprofilen.

sich entscheidende Wettbewerbsvorteile in einem dynamischen Marktumfeld.

## FOM Industrie: 50 Jahre Innovation und Präzision

FOM Industrie Srl mit Sitz in Italien ist ein international führender Hersteller von Hightech-Werkzeugmaschinen zur Bearbeitung von Aluminium-Strangpressprofilen. Das Produktportfolio ist breit gefächert und reicht von automatischen Schneide- und Bearbeitungslinien über 3- bis 5-Achs-Bearbeitungszentren bis hin zu Einzel- und Doppelkopfsägen sowie klassischen Maschinen für die Aluminiumverarbeitung.

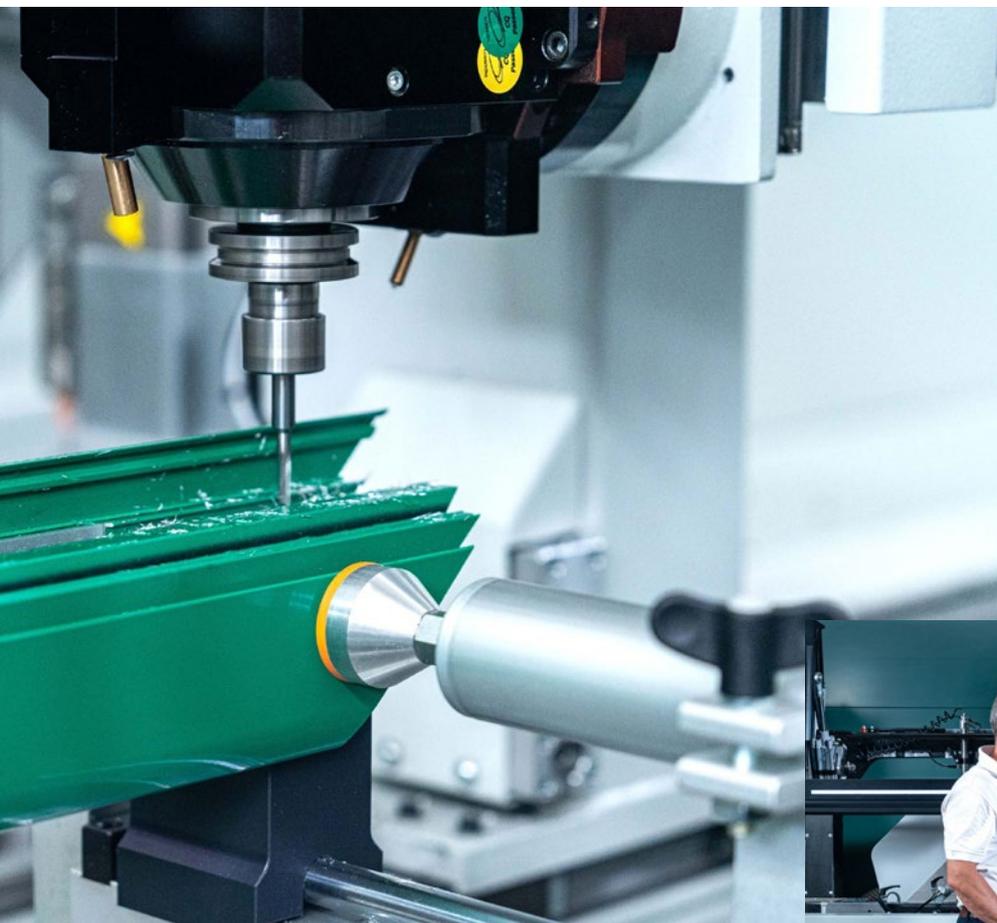
„Wir glauben an technische Lösungen, die den Bedürfnissen unserer Kunden entsprechen“, sagt Marco Fabbri, CTO von FOM Industrie. „Innovation und Flexibilität sind für uns zentrale Werte, die langfristigen Erfolg sichern.“

## Lenze: Automatisierung mit Weitblick

Lenze ist seit 78 Jahren ein führender Anbieter für Antriebs- und Automatisierungstech-

Der Lenze-Servoumrichter i750 ist Teil des Bewegungspaketes und bildet in Kombination mit dem Servoumrichter i950 und den Synchronmotoren m850 das Herzstück der Anwendung.





■ DIE INTEGRATION DER  
LENZE-AUTOMATISIERUNGSSYSTEME  
ERLAUBT EINEN REIBUNGSLOSEN  
DATENAUSTAUSCH MIT DER  
STEUERUNG. ■



Marco Fabbri (links),  
CTO von FOM Industrie,  
und Michele Settepani  
von Lenze Italia.

Bilder: Lenze SE

nik. Mit Hauptsitz in Aerzen (Niedersachsen) und über 3.600 Mitarbeiterinnen und Mitarbeitern in mehr als 45 Ländern bietet das Unternehmen umfassende Lösungen für die digitale Transformation von Maschinen und Anlagen. Die Kernkompetenzen reichen von der Elektrokonstruktion über fortschrittliche Softwareentwicklung bis hin zu flexiblen Automatisierungsplattformen – alles mit dem Ziel, den gesamten Maschinenlebenszyklus zu optimieren: von der Planung über die Inbetriebnahme bis zur Wartung und Modernisierung.

Als Full-Service-Partner begleitet Lenze seine Kunden ganzheitlich – und das zeigt sich auch in der Zusammenarbeit mit FOM Industrie. Diese Partnerschaft ist ein Paradebeispiel für technologische Exzellenz und gemeinsame Innovationskraft. Lenze unterstützte FOM Industrie bereits in der Konstruktions- und Testphase und bietet auch nach der Auslieferung eine kontinuierliche Betreuung und technische Weiterentwicklung.

### Technologien für präzise Bewegungsabläufe

Herzstück der Lenze-Lösung sind die Bewegungspakete aus m850-Synchronmotoren sowie den Servoumrichtern i750 und i950. Diese Kombination sorgt für präzise und zuverlässige Bewegungsabläufe – selbst bei komplexen CNC-Anwendungen. Gleichzeitig ermöglicht sie eine Vereinheitlichung der

Automatisierungslösungen über alle Maschinen hinweg.

Ein Highlight: Die Maschinen von FOM Industrie erreichen dank Lenze-Antrieben Positioniergeschwindigkeiten von bis zu 125 m/min – ein Wert, der deutlich über vergleichbaren Branchenwerten liegt und die Wettbewerbsfähigkeit der Anlagen maßgeblich steigert.

### Mehrwert für Kunden: Daten, Effizienz und Benutzerfreundlichkeit

Die Integration der Lenze-Automatisierungssysteme erlaubt einen reibungslosen Datenaustausch mit der Steuerung. Endkunden profitieren von transparenten Informationen über Maschinenzustand, Produktionsfortschritt und Wartungsbedarf – ein echter Mehrwert für Prozessoptimierung und vorausschauende Instandhaltung.

Auch die Benutzerfreundlichkeit spielt eine zentrale Rolle. Intuitive Systeme reduzieren Schulungszeiten und erleichtern die Bedienung. Ein Beispiel dafür ist das neue Motor-Drive-System IE5/IE6 von Lenze: Eine zukunftsweisende Lösung für Energieeffizienz

und Einfachheit in der Anwendung. Es kombiniert hocheffiziente Getriebe mit Umrichtern der nächsten Generation, liefert Spitzendrehmomente von bis zu 300 Prozent und reduziert Energieverluste um bis zu 60 Prozent.

### Exemplarisch für die Prinzipien von Industrie 5.0

„Unsere Strategie ist es, mit Partnern zusammenzuarbeiten, die unsere Visionen teilen und uns helfen, die hohen Standards unserer Maschinen zu halten und Entwicklung voranzutreiben“, betont Marco Fabbri. „Lenze bringt genau diese Expertise und Innovationskraft mit.“

Die Partnerschaft zwischen FOM Industrie und Lenze steht exemplarisch für die Prinzipien von Industrie 5.0: Menschzentrierte Technologie, nachhaltige Produktion und intelligente Automatisierung. Gemeinsam gestalten sie die Zukunft der Aluminiumbearbeitung – effizient, digital und kundenorientiert.

« RT

Lisa Sterner, Corporate Communications bei Lenze.

# AUTOMATISCH GENAU GEFASST

Was passiert, wenn ein Hersteller von Spannsystemen mit einem eigenen Unternehmen die Entwicklung digitalisierter Komponenten intensiviert? Es entstehen Lösungen, die Spannprozesse digitalisieren und funktional erweitern. Die Werkstückbearbeitung wird damit immer weiter für die Automatisierung erschlossen. » VON PETRA MÜLLER

In der digitalen Fabrik ist alles eine Frage der Kommunikation. Manche Akteure müssen nur noch zum „Reden“ gebracht werden. Sensoren erfassen und vermitteln Informationen, mit denen Prozesse automatisiert ablaufen können. Sie sind zum wichtigen Werkzeug in der industriellen Automation geworden.

„Die Sensorik ist ein Schlüssel, um Prozesse für die Automation zu erschließen“, sagt Tobias Schneider, Business Development bei SMW-Autoblok. Als eines der führenden Unternehmen für die Entwicklung und Fertigung von Spannsystemen zählt die Gruppe zu den Global Playern in der Digitalisierung der Werkstückbearbeitung. 2021 bündelte der Hersteller aus Meckenbeuren im Bodenseekreis seine globalen Aktivitäten im Bereich digitalisierter Prozesse und Auto-

mation im Unternehmen SMW-electronics. Das Entwickeln von Sensorlösungen für die Werkstücküberwachung in Spannsystemen ist einer seiner Schwerpunkte.

## Effizienz mit hochgenauer Messung

„Für eine funktionale Automation müssen Sensoren idealerweise drei Eigenschaften erfüllen“, so Schneider. „Sie müssen ein hohes Maß an Effizienz, Flexibilität und Sicherheit bieten. Erst dann ermöglichen sie eine zuverlässige Integration ins Produktionssystem.“ Um dies mit seinem Sensorik-Portfolio zu bedienen, erarbeitet das Unternehmen zum Teil eigene Ansätze.

Mit seinen Sensoren der Reihe LPS 4.0 konnte das Unternehmen die Effizienz deutlich erhöhen. Sie decken einen größeren Messbereich als andere Sensoren mit ver-

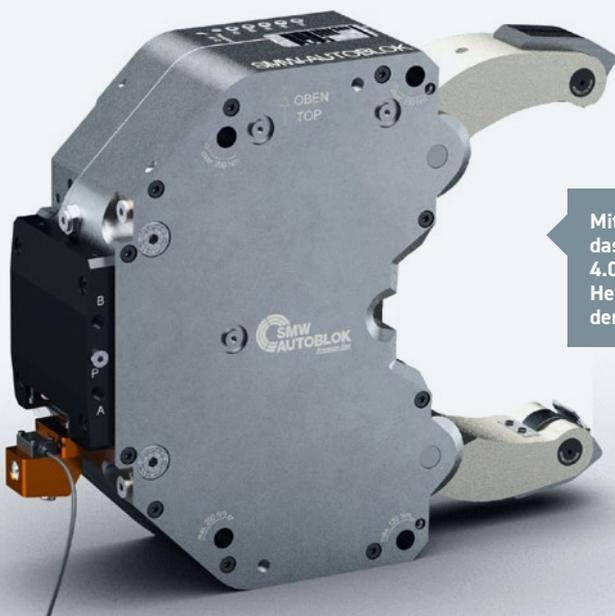


gleichbarer Größe ab. Das Besondere ist dabei die Gebereinheit. Ist sie bei anderen Wegmesssystemen üblicherweise rechteckig, verfügt sie beim LPS über eine spitzförmige Geometrie. Die rechteckige Grundform wird beidseitig abgewinkelt, der Messbereich dadurch entscheidend vergrößert. „Wir können somit weiter in die Endlagen fahren und erzielen auf diese Weise ohne Mehraufwand eine höhere Genauigkeit in der Messung“, erklärt Tobias Schneider. Die Gebereinheiten für das LPS sind zwischen elf und 19 Millimetern breit; je nach LPS-Variante sind damit Messbereiche von derzeit bis zu 120 Millimetern realisierbar.

## Flexibilität dank absoluter Positionierung

Ein hohes Maß an Flexibilität erzielen die Sensoren vor allem aufgrund ihrer Positioniereigenschaften. Neben klassischen PNP-Sensoren, die ein digitales Signal ausgeben, bietet der Hersteller auch Sensoren mit analoger Signalausgabe von null bis zehn Volt oder vier bis 20 Milliampere. Während digitale Signale vor allem für die reine Anwesenheitskontrolle geeignet sind, da sie zwischen zwei Werten – null oder eins, „vorhanden“

**SENSOREN MÜSSEN  
EFFIZIENZ, FLEXIBILITÄT UND  
SICHERHEIT BIETEN.**



Mittels Ultraschall erfasst das Wegmesssystem USP 4.0 die genaue Position der Hebel der selbstzentrierenden Lünette.



Die spitzförmige Gebergeometrie erweitert den Messbereich des Linearen Positionssystems LPS 4.0 deutlich gegenüber flachen Targets.

oder „nicht vorhanden“ – unterscheiden, können analoge Signale eine Veränderung des Messwerts abbilden. Dadurch sind sie in der Lage, jede Position beispielsweise innerhalb eines Spannhubs kontrolliert anzusteuern.

Wie das in der Praxis aussehen kann, zeigt die selbstzentrierende Lünette des Anbieters für Drehmaschinen. Konnte bei einer konventionellen Messung mittels Näherungsschalter bislang die Endlage abgefragt werden, ermöglicht das Ultraschall-Wegmesssystem USP 4.0 ein kontrolliertes Anfahren auch von Zwischenpositionen der Lünettenhebel.

### Kontaktlos für hohe Sicherheit

Einen hohen Stellenwert in der Entwicklung hat die Sicherheit der Automationsprozesse. Das Unternehmen setzt ausschließlich auf berührungsfreie Messmethoden. Diese sind verschleiß- und wartungsfrei, was ungeplante Stillstandzeiten verringert und die Anlagenverfügbarkeit erhöht. Das Wegmesssystem USP 4.0 misst den Abstand zu Objekten mittels der Ultraschallwellen. Dabei kann dieses aus unterschiedlichen Materialien bestehen. Selbst die Oberfläche flüssiger Medien erfasst das USP. Die Sensoren der Reihen LPS 4.0 und IPS 4.0 messen ebenfalls kontaktlos. Ihre Wegmessung erfolgt induktiv mittels eines elektromagnetischen Wechselfelds.

„Eine effiziente wie verlässliche Sensorik ist gut, aber letztlich nur ein Teil einer funktionalen Automation“, sagt Tobias Schneider. Der Hersteller entwickelt daher auch prozessnahe Lösungen, mit denen sich seine Sensoren in das Produktionssystem einbinden lassen. Induktive Koppelsysteme übertragen Energie und Signale berührungslos zwischen mobilen und stationären Einheiten. Der Austausch erfolgt über einen Luftspalt und damit komplett abriebfest ohne Kabel, Stecker oder Schleifringe. Das macht die Systeme nicht nur verschleiß- und wartungsfrei, sondern ermöglicht auch die Bewegungsfreiheit für mobile Einheiten.

### Systemintegration ohne Kabel

Je nach Anwendung sind verschiedene Formate der induktiven Koppelsysteme erhältlich, die der Hersteller auf Wunsch auch gemeinsam mit der Sensorik oder weiteren Komponenten als umfassende Turnkey-Solution aus einer Hand anbietet. Das kubische Koppelsystem C40 ist vor allem für Greifwechselsysteme im End-of-Arm-Tooling und für Wechselpaletten in der Intralogistik geeignet. Die scheibenförmigen Koppelsysteme der F-Reihe sind in beide Richtungen endlos rotierbar, was sie vor allem für den Einsatz in Werkzeug-, Verpackungs- oder auch in Automationsprozessen in der Medizintechnik prädestiniert. Das jüngste Beispiel ist die Hybrid Rotary Union (HRU). Die Hybridereinheit ist in der Lage, neben der induk-

## INDUKTIVE KOPPELSYSTEME ÜBERTRAGEN ENERGIE UND SIGNALE BERÜHRUNGSLOS.

tiven Energie- und Signalübertragung auch eine Versorgung mit Luft, Öl oder Kühlmittel herzustellen. Auch hier ist eine endlose Rotation möglich, selbst bei hohen Drehzahlen. „Zum Teil erschließen solche Systemlösungen Anwendungen für die Automation, die zuvor für die Robotik nicht zugänglich waren“, sagt Schneider. Als Beispiel nennt er die Messmethode der Luftanlagenkontrolle, mit der mittels Unterbrechung eines Luftstroms die Anwesenheit beziehungsweise korrekte Positionierung von Werkstücken erfasst wird. „Diese funktioniert lediglich bis 20 Mikrometer. Um verlässlich zu arbeiten, muss das Automationssystem aber die genaue Position des Objekts kennen.“ Eine Messung per Ultraschall oder Induk-



Das induktive Koppelsystem C40 Automation überträgt hier in einem Greiferwechselsystem Energie und Signale, sodass ein Sensor die Endlage oder Greifposition sicher überwachen kann. Bilder: SMW-Autoblok

tion erweitert diesen Bereich erheblich, die Information dazu wird dann induktiv via Koppelsystem an die Steuerungsebene der digitalen Fabrik übertragen.

### Nächster Schritt: Machine Learning

Die Koppelsysteme sieht Schneider als wichtigen Ausgangspunkt für den nächsten Schritt. „Dieser wird in Richtung Künstliche Intelligenz und Machine Learning gehen“, sagt er. Eine KI könne dann beispielsweise aus regelmäßig auftretenden Fehlern bei der automatischen Werkstückpositionierung Handlungsempfehlungen ableiten und eigenständig eine Qualitätssicherung durchführen. Tobias Schneider ist sich sicher: „Ohne das effiziente, genaue und sichere Erfassen sowie Übertragen von Signalen wäre dieser Schritt undenkbar.“

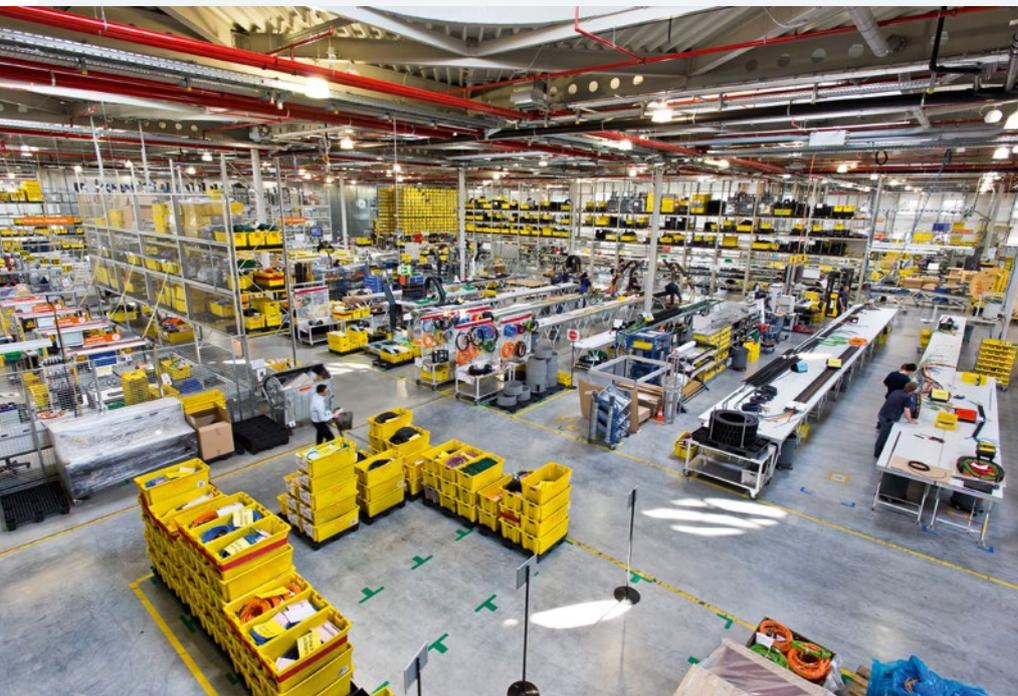
« KIS

Petra Müller arbeitet im Marketing bei SMW-Autoblok in Meckenbeuren.

# INDIVIDUELLE ENERGIEKETTENSYSTEME AB STÜCKZAHL 1

Igus setzt mit seinem Readychain-Service neue Maßstäbe in der Fertigung von konfektionierten Energiekettensystemen. Kunden profitieren von individuellen Komplettlösungen, die schnell und in geprüfter Qualität geliefert werden – und das bereits ab Stückzahl 1. Um Wartezeiten, Fleißarbeiten oder unnötige Wege in der Produktion zu vermeiden, entwickelt Igus stets neue Lösungen für die Optimierung der Produktionsprozesse und etabliert so neue Standards.

» VON CHRISTIAN STREMLAU



Bei Igus werden konfektionierte und einbaufertige Readychain-Systeme für jeden Kunden individuell realisiert – von Stückzahl 1 bis zur Großserienfertigung.

**E**nergiekettensysteme von Igus sorgen in hunderttausend Anwendungen weltweit für eine sichere Leitungsführung – etwa in Werkzeugmaschinen, vom Bearbeitungszentrum bis zur Fertigungslinie. Um die Montagezeit zu verkürzen und die interne Logistik zu verschlanken, setzen immer mehr Unternehmen auf den Readychain-Service von Igus. Denn hier erhalten sie individuelle, komplett konfektionierte und endgeprüfte Energiekettensysteme – von Stückzahl 1 bis zur Großserienfertigung. Dadurch sparen Betriebe bis zu 75 Prozent Montagezeit, was sich wiederum auf die kundeninterne Durchlaufzeit und die Lieferzeit der fertigen Maschine auswirkt. Diese Zeiter-

sparnis kann Kunden einen entscheidenden Wettbewerbsvorteil verschaffen. Gleichzeitig müssen sich Kunden nicht mehr mit der Beschaffung und Lagerung von Hunderten oder sogar Tausenden Einzelteilen beschäftigen, sondern erhalten bei Igus alles aus einer Hand und mit nur einer Bestellnummer.

## Über 6.000 Antriebsleitungen, passend zu 40 Herstellerstandards

Für die Leitungen innerhalb der Kette bietet Igus sein eigenes Chainflex-Programm, das speziell für den dauerbewegten Einsatz in der Energiekette ausgelegt ist. Mittlerweile besteht das Sortiment aus über 1.350 Leitungstypen – von der Steuerleitung über Bus- und Datenleitungen bis hin zur Robo-

tersorgung. Zudem hält Igus einen hohen Lagerbestand an Steckverbindern verschiedenster Hersteller wie Harting, TE Connectivity, FCT und Yamaichi, um daraus anschlussfertige Readycable zu konfektionieren. Allein für die Antriebstechnik bietet Igus über 6.000 vorkonfektionierte Leitungen, passend zu 40 namhaften Antriebsherstellern wie Siemens, Beckhoff, Bosch Rexroth oder SEW-Eurodrive. Im Rahmen des Readychain-Service werden Leitungen und Ketten als einbaufertiges System konfektioniert, sodass beim Kunden vor

**MIT DEM READYCHAIN-SERVICE SPAREN BETRIEBE BIS ZU 75 PROZENT MONTAGEZEIT, WAS SICH WIEDERUM AUF DIE KUNDEN-INTERNE DURCHLAUFZEIT UND DIE LIEFERZEIT DER FERTIGEN MASCHINE AUSWIRKT.**

Ort nur noch wenige Arbeitsschritte notwendig sind. Die E-Kettensysteme können darüber hinaus mit smarter Sensorik (Smart Plastics) ausgestattet werden, um eine intelligente Zustandsüberwachung sowie vorausschauende Wartung zu ermöglichen.

## Wenn das individuelle Energiekettensystem zum Standard wird

Der Anspruch ist es, jedem Kunden eine maßgefertigte, qualitativ hochwertige und gleichzeitig kostengünstige Lösung zu bieten. Wichtig dabei ist, dass sich die Konfektionierung der einbaufertigen Systeme nur für den Kunden individuell anfühlen darf. Für Igus gehört die Individualität zum täglichen Standard, um jederzeit die höchste Qualität und eine schnelle Lieferung zu gewährleisten. Dieser Anspruch ist eng mit der Vision



Durch Automationslösungen wie Crimp-Tower und Schleifer-Linien sorgt Igus für geringere Durchlaufzeiten sowie eine höhere Produktivität und Qualität.

der „handwerkzeuglosen Fabrik“ verbunden. Um die Produktionsprozesse zu optimieren und sowohl kleine als auch große Aufträge zeit- und kosteneffizient abzuwickeln, setzt Igus zunehmend auf Prozessintegration und hauseigene Automationslösungen. Beispielsweise müssen bei der Konfektionierung Kabel abgelängt, die Kabelmäntel entfernt und die Schirme aufgeflochten werden. Setzt man dafür Maschinen ein, entsteht Schritt für Schritt ein Prozess, der immer weniger von der zu produzierenden Stückzahl abhängt.

### Crimp-Tower: Wo Lager und Produktionsstätte verschmelzen

Der Unterschied entsteht jedoch nicht durch das auf dem Markt frei Erhältliche. Daher setzt das Unternehmen immer stärker auf Automationslösungen – zum Beispiel eigens entwickelte, patentierte Crimp-Tower. Inzwischen ergänzen vier „Türme“ die Konfektionierung in der Kölner Fabrik. Jeder von ihnen lagert auf geringster Bodenfläche zehn mit Werkzeug und Kontakten bestückte Crimp-Maschinen. Pro Tower stehen 20 verschiedene Kontakte zur unmittelbaren Nutzung bereit. Lager und Produktionsstätte werden auf einer Fläche vereint. Der Crimp-Prozess lässt sich so standardisieren und beliebig skalieren. Die Prozessintegration sorgt für eine höhere Produktivität und Qualität, verschluckt die interne Logistik und verringert die Durchlaufzeiten. Sowohl Klein- als auch Groß- und Sonderaufträge können mit deutlich reduziertem Kommissionierungsaufwand

abgewickelt werden. Von den optimierten Prozessabläufen profitiert insbesondere der Kunde in Form von schnelleren Lieferzeiten.

### Geprüfte Qualität und garantierte Sicherheit

Um den unterschiedlichen Anwendungsfällen der Kunden gerecht zu werden und eine reibungslose Funktionsfähigkeit zu gewährleisten, setzt der Kölner Kunststoffspezialist auf eine durchgängige Qualitätskontrolle sowie zahlreiche Tests im hauseigenen,

### DER ANSPRUCH VON IGUS IST ES, JEDEM KUNDEN EINE MASSGEFERTIGTE, QUALITATIV HOCHWERTIGE UND GLEICHZEITIG KOSTENGÜNSTIGE LÖSUNG ZU BIETEN.

5.500 Quadratmeter großen Labor. An zehn Hightech-Kontrollplätzen werden alle konfektionierten Leitungen geprüft. Erst dann werden sie in einer Readychain verbaut und das gesamte System erneut getestet. Aus über 15.000 Versuchen pro Jahr ist eine riesige Testdatenbank entstanden, auf deren Basis sogar die Lebensdauer der Produkte berechnet werden kann. Aufgrund der über die Jahrzehnte gesammelten Erfahrungswerte bietet Igus auch bereits seit 2013 eine Garantie auf das eigene Leitungsportfolio. Diese wurde 2023 auf ganze vier Jahre ausgeweitet und gilt seit 2024 für alle in der Lebensdauer be-

rechenbaren Produkte. So erhalten Kunden zusätzliche Planungssicherheit.

### Einfach transportiert und montiert mit dem Readychain Rack

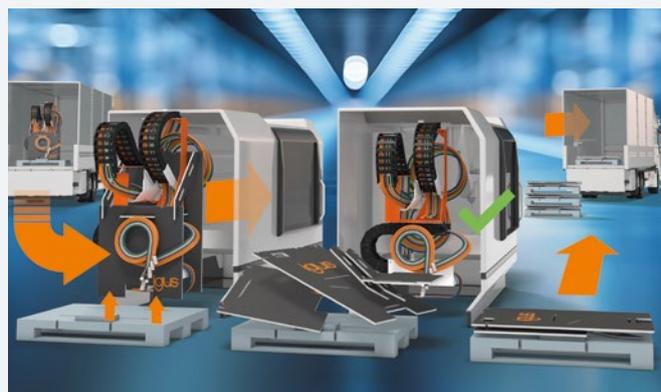
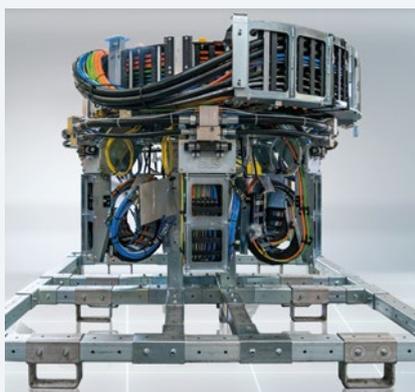
Damit auch die Montage vor Ort beim Kunden schnell und einfach erfolgen kann, kommt je nach Einbausituation und Anwendung eine ganz spezielle Konstruktion zum Einsatz: das Readychain Rack. Ein individuelles, mobiles Gestell, das den Transport und die Montage des konfektionierten Energieführungssystems erleichtert. Vor Ort wird das Rack an die Maschine gerollt und mit nur wenigen Handgriffen installiert. Die Montage- und Transport-Einheit rechnet sich auch für Kleinserienfertiger mit nur wenigen Maschinen. Dieses Angebot wird seit diesem Jahr um das Readychain Eco-Rack ergänzt: Ein neuartiges Transportgestell aus stabilen Birke-Multiplexplatten zur Pendelverpackung. So lassen sich beim Lkw-Transport 88 Prozent des ursprünglichen Transportvolumens einsparen sowie der CO<sub>2</sub>-Verbrauch und die Transportkosten reduzieren. Die Zuschnitte können als einzelne Module werkzeuglos zusammengesteckt und demontiert werden. Mit dem Readychain-Service denkt Igus auch an die vor- und nachgelagerten Prozesse beim Kunden und entwickelt stets neue Lösungen, um diese aktiv zu verbessern.

« TB

Christian Stremlau ist Geschäftsbereichsleiter Readychain und Readycable bei Igus.

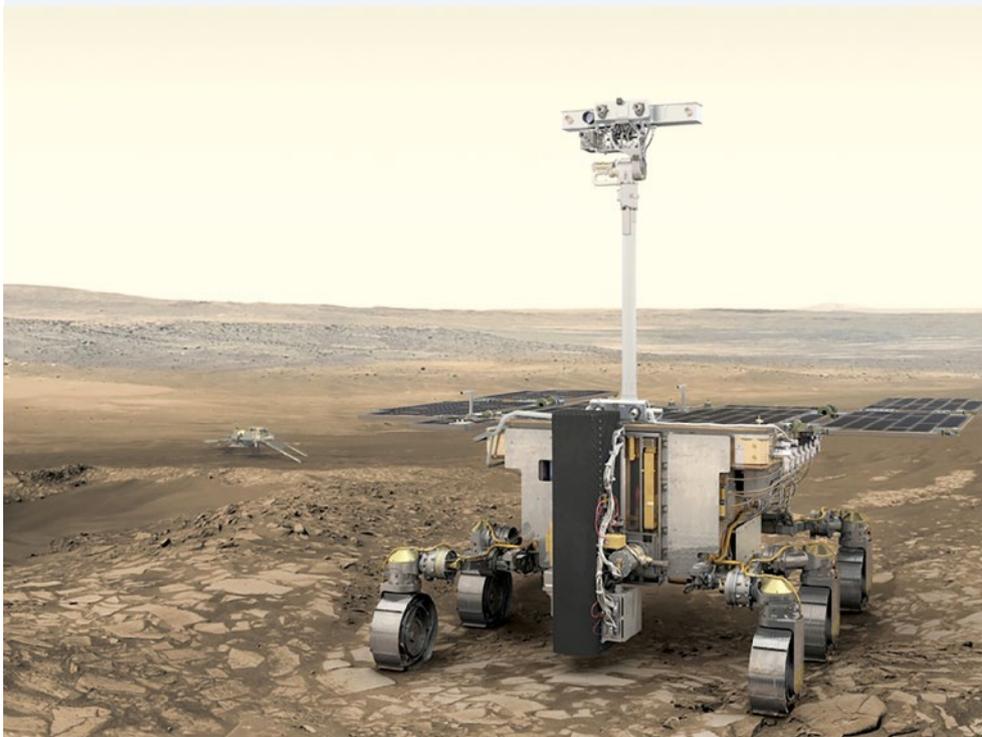
Mit den Readychain Racks lassen sich einbaufertige Energieketten-systeme einfach, schnell und sicher an die Maschine bringen.

Bilder: Igus GmbH



# PRÄZISE FRÄSEN AUF DEM WEG ZUM MARS

Mit dem Rover Rosalind Franklin startet die ESA eine Mission zur Suche nach Leben auf dem Mars. Am Chassis aus Karbonfasern wirkte Carbomill mit: Die Schweizer Spezialisten setzten auf die 3D-Experience-Plattform in der Cloud, um jeden Arbeitsschritt virtuell zu simulieren. So konnten selbst kleinste Bohrungen fehlerfrei umgesetzt und höchste Präzision gesichert werden. » VON JEROEN BURING



Der Rover erkundet das Marsgelände und bohrt in den Untergrund, um nach Spuren organischer Materie zu suchen.

Die Schweizer Experten für mechanische Bearbeitung von Carbomill durften sich keinen Fehler leisten: Ein einziges Loch, das auch nur einen Bruchteil eines Millimeters falsch gefräst wurde, hätte das gesamte Chassis gefährden können. Deshalb entschied man sich, jeden Schritt virtuell zu simulieren und realisierte dies mit der 3D-Experience-Plattform von Dassault Systèmes in der Cloud. Carbomill simulierte den gesamten numerischen Code (NC), bevor er auf der Maschine ausgeführt wurde. Dies war besonders wichtig, um das Kohlefaserbauteil auf dem Frästisch exakt auszurichten und das optimale Setup zu definieren. „Wir mussten die Abmessungen

bestimmen und sicherstellen, dass die Fräs- und Bohrarbeiten absolut fehlerfrei ablaufen“, sagt Markus Speckert, IT Business Analyst bei Carbomill. „All dies konnten wir mit Hilfe der 3D-Experience-Plattform in der Cloud umsetzen. Anhand des CAD-Modells programmierten und simulierten wir den gesamten numerischen Code für die Maschine, so dass wir virtuell erkennen konnten, was genau zu tun war.“

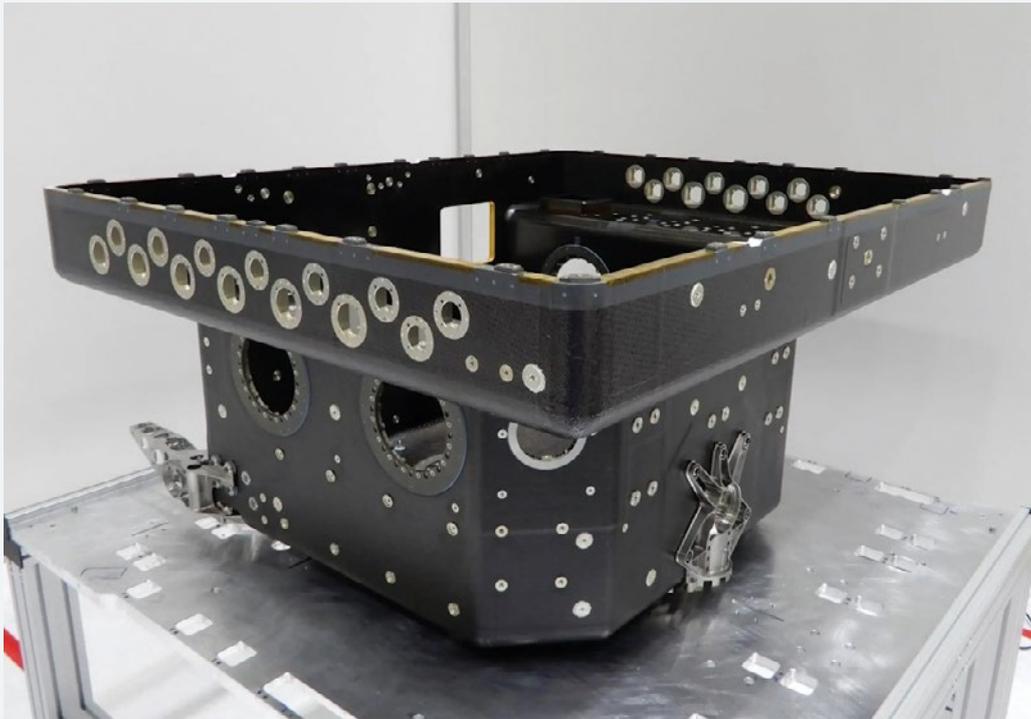
## One-Stop-Shop für Hochleistungsfräsen

Carbomill ist mit komplexen Hochpräzisionsarbeiten wie beim ESA-Rover-Projekt bestens vertraut. Ursprünglich auf die Bearbeitung von Verbundwerkstoff-Komponenten für den Automobilrennsport spezialisiert, hat

sich das Unternehmen einen starken Ruf in Luft- und Raumfahrt, Medizintechnik und Industrieausrüstung erarbeitet, wo höchste Präzision gefragt ist. Heute verfügt Carbomill über modernste Bearbeitungszentren und eine leistungsfähige technologische Infrastruktur – alle Projekte werden über die 3D-Experience-Plattform in der Cloud gesteuert. „Wir arbeiten eng mit unseren Kunden zusammen, um deren Bedürfnisse zu verstehen und das fertige Teil zu liefern“, so Hoffmann. „In Bereichen wie dem Auto- rennsport müssen wir schnell und sehr flexibel sein. Wir bedienen auch stark regulierte Branchen wie die Luft- und Raumfahrt, wo wir die neuesten Standards einhalten müssen. Die 3D-Experience-Plattform unterstützt uns dabei, die gesamte Konstruktion hinter den verschiedenen Prozessen zu verwalten, eine vollständige Rückverfolgbarkeit zu gewährleisten und pünktlich zu liefern.“

## Vorteile der Cloud

Der CNC-Programmierer von Carbomill ist seit langem mit den Lösungen von Dassault Systèmes vertraut und wollte auch weiterhin die branchenführende Technologie nutzen. Der Wechsel von einer Vor-Ort-Installation der 3D-Experience-Plattform zur Cloud-basierten Version war für das Unternehmen in vielerlei Hinsicht sinnvoll. Es war nicht nur einfach, bestehende CAD-Daten zu übertragen. Das Team schätzte auch die Möglichkeit, alle Produktdaten mit vollständiger Versionskontrolle zu zentralisieren und Zugang zu automatischen Upgrades und neuen Funktionen zu erhalten. „Das Ziel der Umstellung auf die Cloud war es, unsere IT intern einfacher zu handhaben – keine zeit- und kostenintensiven Serverinstallationen und Updates mehr“, so Speckert. „Da wir immer die neueste Version verwenden, können wir jede Datendatei von unseren Kunden

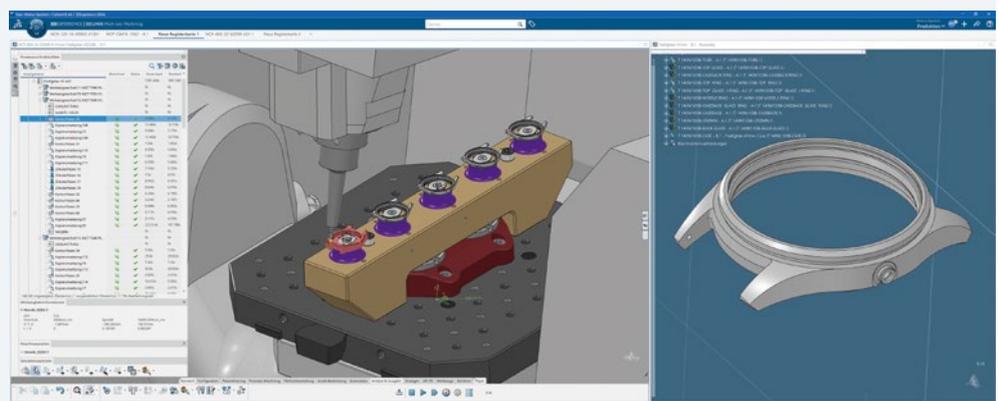


**Carbomills Aufgabe beim Rover-Projekt war es, Hunderte Konturen in das Laminat des Fahrgestells zu fräsen.**

lesen. Wir schätzen es sehr, dass alle unsere Daten, Werkzeuge und Maschinen in der standardisierten Umgebung der Plattform verbunden sind. Das bedeutet, dass jeder mit den richtigen Informationen arbeitet und kein Risiko der Doppelarbeit besteht. Außerdem können wir vorhandene Daten für neue Projekte wiederverwenden, so dass wir nicht immer bei Null anfangen müssen.“

### Maßgeschneiderte Prozesse für 1.000 Kohlefaser-Uhrengehäuse

Umfang und Größe der Projekte, die Carbomill übernimmt, sind sehr unterschiedlich und reichen von Einzelaufträgen wie dem ESA-Gehäuse bis hin zur Herstellung von 1.000 Kohlefasergehäusen für die Coulson Limited Edition von Oris. Bei diesem hochspezialisierten Projekt half das Team bei der Definition der endgültigen Geometrie und Form des Gehäuses mit Hilfe der 3DExperience Plattform und entwickelte dann die geeignete Methode zur Bearbeitung jedes einzelnen Teils. „Für uns war es völlig neu, in einem so kleinen Maßstab zu arbeiten“ sagte Speckert. „Das kleinste Loch, das wir in das 3D-gedruckte Karbongehäuse fräsen mussten, betrug nur 0,3 Millimeter. Wir verwendeten Catia, um die optimale Form für das Ausgangsmaterial zu finden, und änderten die Geometrie, um sie leichter fräsen zu können und eine bessere Qualität zu erzielen. Der erste Prototyp wurde in der 3D-Experience-Plattform getestet und validiert. Dann haben wir mit Delmia Machining ein spezielles Spann- und Bearbeitungskonzept



**Das Team nutzte die Plattform von Dassault Systèmes, um die perfekte Form für die Coulson Limited Edition von Oris zu finden.**

Bilder: Carbomill

## » DAS ZIEL DER UMSTELLUNG AUF DIE CLOUD WAR, UNSERE IT INTERN EINFACHER ZU HANDHABEN.«

MARKUS SPECKERT

entwickelt, um die 1.000 Kohlefaser-Uhrengehäuse zu fräsen. Wir haben uns angeschaut, wie wir es bearbeiten können, und haben alle Prüfungen vorgenommen. Wenn wir ein bestimmtes Loch bohren oder eine komplexe Oberfläche wie diese fräsen müssen, bietet uns Delmia diese Möglichkeiten.“

### Schnellere und genauere Angebote erstellen

Einer der wichtigsten Vorteile, die Carbomill durch die Umstellung auf die 3D-Ex-

perience-Plattform in der Cloud sieht, ist die Möglichkeit, den Angebotsprozess zu beschleunigen. Da das Team in der Lage ist, jeden Kundenauftrag im Detail zu prüfen und den Bearbeitungsprozess virtuell zu validieren, kann es von Anfang an sehr genaue Kostenvoranschläge erstellen und muss nicht mit kostspieligen Rückschlägen rechnen, wenn unerwartete Probleme auftreten. Sobald ein Kunde ein neues Projekt anfragt, analysiert Carbomill, wie sich das Teil optimal bearbeiten lässt, und prüft verschiedene Optionen. Der gesamte Ablauf wird in der 3D-Experience-Plattform mit vollständigen technischen Daten und Versionskontrolle gesteuert, sodass jedes Projekt transparent und planmäßig verläuft.

« KF

**Jeroen Buring** ist Senior Director Eurocentral bei Dassault Systèmes.

# SIMULATIONSTECHNIKEN FÜR DIE AUTOINDUSTRIE

Siebenwurst Werkzeugbau (SWZ) hat sich auf die Herstellung von Stanz- und Umformwerkzeugen spezialisiert, insbesondere für anspruchsvolle Karosserie- und Fahrwerkskomponenten der Automobilindustrie. Das Unternehmen bietet umfassende Dienstleistungen vom Engineering bis zur Tuschierung an. Durch den Einsatz der AutoForm-Software am Standort Zwickau positioniert sich SWZ innovativ im Markt. » VON DR. MICHAEL HOBOHM

**A**uch dort beginnt die Arbeit, bevor das eigentliche Werkzeug gefertigt wird, mit der Simulation und dies auf Basis von Normen und Erfahrungen. Alle folgenden Entwicklungsschritte bauen auf den hieraus entstanden Werkzeugflächen auf. Sobald dann Realdaten aus dem Tryout vorliegen, zeigt sich, wie gut Simulation und Realität übereinstimmen. Dann werden die ursprünglichen Annahmen überprüft und mit der Realität abgeglichen. SWZ ermittelt dafür beispielsweise die realen Materialkennwerte des Tryout-Materials und vergleicht sie mit den ursprünglich angenommenen Werten aus der Simulation.

Im konkreten Fall einer Frontklappe wurde deutlich, dass erst durch die Integration der tatsächlichen Materialdaten ein stimmiges Bild entstand, sodass die Simulation und das

reale Verhalten nahe beieinander waren. Siebenwurst verfolgt dabei einen klaren Ansatz, welcher schon beginnend mit der Angebots- und Engineeringphase den Simulationsprozess beinhaltet. Doch dieser endet nicht mit der Fräsfreigabe. Damit wird die Simulation zum dynamischen Begleiter im Prozess, der kontinuierlich aktualisiert wird und als digitaler Zwilling zur Optimierung während des kompletten Fertigungsprozesses fungiert.

— ERSTE OEMS AKZEPTIEREN MITTLERWEILE DIE AUTOFORM-„DIEDESIGNERPLUS“-PARAMETRIK. ÄHNLICHES GILT FÜR DAS DIGITALE TUSCHIEREN. ES BEWEGT SICH ALSO ETWAS IN DER AUTOMOBIL-INDUSTRIE. —

## Langjährige Tradition in Sachsen

Mit dieser Methodik, der Software AutoForm und den verwendeten Technologien, hat sich Siebenwurst Werkzeugbau über die letzten Jahre stetig weiterentwickelt und fertigt komplexeste Werkzeuge für unterschiedlichste Blechteile. Die Siebenwurst Werkzeugbau GmbH in Zwickau gründete Geschäftsführer Christian Siebenwurst übrigens zum 1. Januar 1991, nachdem es schon seit den 1980er Jahren Kontakte zum damaligen Reparaturwerkzeugbau des Presswerks Sachsenring gegeben hatte. Relativ schnell wurde eine Konstruktionsabteilung aufgebaut und mit dem Bau von Neuwerkzeugen begonnen, sodass sich aus dem Neuwerkzeugbau heute 50 Prozent des Umsatzes ergeben.

## Inkrementell zu hoher Vorhersagegenauigkeit

Die Softwarelösungen von AutoForm sind heute fest eingewoben in die Wertschöpfungskette von SWZ. „Das beginnt bei der Kundenanfrage, wo wir mit dem AutoForm-DieDesigner die ersten parametrischen Werkzeugflächen erzeugen“, erklärt David Weber, Leiter Engineering. „Indem hier von Beginn an Prozesssimulationen zum Einsatz kommen, wollen wir schon in der Angebotsphase möglichst nah am Ergebnis sein und damit eine hohe Kostenvorhersagegenauigkeit erreichen.“ Die in vergangenen Jahren eingesetzte OneStep-Simulation stellt heute die Ausnahme dar, da die Absicherung und die Vorhersagegenauigkeit im Vordergrund stehen.

Zu den Schlüsseltechnologien von SWZ gehören zwei Erprobungspressen für Werkzeuge, eine mit einem 4,5- und eine mit einem 5-m-Tisch.



## Der Weg zum grünen Bauteil

Konstruiert wird in Zwickau vorrangig mit Catia V5, das als Schnittstelle zum AutoForm-DieDesigner fungiert. „Hiermit können wir die Herstellbarkeit schon sehr detailliert untersuchen. Und zwar noch vor Beauftragung“, unterstreicht David Weber. „Sollte etwas nicht funktionieren, werden notwendige Bauteiländerungen für die Angebotsabgabe festgehalten. Für uns geht es an der Stelle darum, mit möglichst hoher Sicherheit zu einem passenden Angebot zu kommen. Nach der Beauftragung legen wir dann im Detail fest, wie das Teil hergestellt werden soll.“ Die verschiedenen OPs werden im AutoForm-DieDesigner ausgearbeitet. Sollte es der Kunde fordern, setzt SWZ bei der inkrementellen Simulation auch das Plugin TriboForm ein.

„Basierend auf lokalen Größen wie Oberflächenrauheit von Blech und Werkzeug, Beölungsbild und Schmiermittelmenge fließen damit wechselnde Reibungsverhältnisse in die Simulation ein“, fasst Leonard Krauss, Global Key Account Manager bei AutoForm, zusammen. „Gerade bei Aluminium ist dies ein entscheidender Faktor.“ Ist nun eine funktionierende Methode erarbeitet, folgt als fundamentaler Punkt die Rückfederungskompensation, bei der mit dem AutoForm-Compensator analysiert wird, wie das Teil aufspringt und wie man zu einem Bauteil innerhalb der Toleranzvorgaben kommt. „Eingesetzt wird hierbei häufig eine Drawshell-Kompensation, bei der die erste Beschneidestufe so angepasst wird, dass das gezogene Bauteil genau darauf passt“, ergänzt Leonard Krauss.

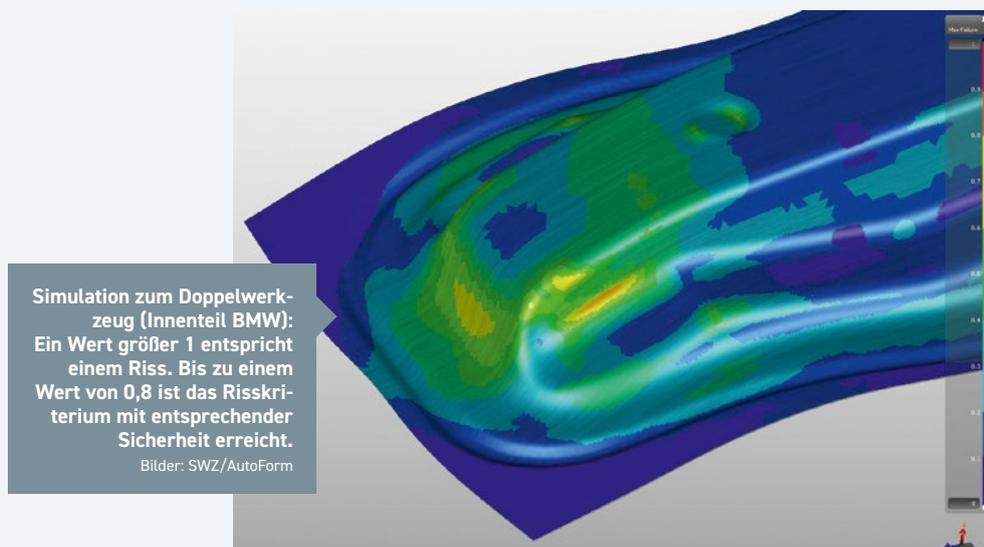
### Game Changer: Digitales Tuschiezen

Dass Siebenwurst stets offen für neue Ansätze ist, zeigt das sogenannte digitale Tuschiezen, zu dem im Jahr 2024 ein Pilotprojekt gemeinsam mit AutoForm vorangetrieben wurde. In diesem Fall betraf es ein Doppelwerkzeug für die BMW AG. „Wenn man mit der herkömmlichen Vorgehensweise ein solches Werkzeug zum ersten Hub in der Presse hat und das erste Mal auf das Teil fährt, kommt es regelmäßig zu Herausforderungen. Auftreten können am Bauteil Risse oder Welligkeiten und dann müssen wir händisch den Ziehfluss herstellen“, beschreibt David Weber das Vorgehen. Dabei besteht die Gefahr, dass man sich immer weiter von der Theorie entfernt. Die Handarbeit nehme zu und irgendwann könne man die Theorie unter Umständen verwerfen.

„Das ist auch der Hintergrund, weshalb wir uns für das digitale Tuschiezen entschieden



Bei diesem Doppelwerkzeug (Innenteil BMW) hat sich SWZ über das digitale Tuschiezen mehrere Tage Schleifarbeit gespart.



Simulation zum Doppelwerkzeug (Innenteil BMW): Ein Wert größer 1 entspricht einem Riss. Bis zu einem Wert von 0,8 ist das Risikokriterium mit entsprechender Sicherheit erreicht.

Bilder: SWZ/AutoForm

## » WIR FAHREN FÜR UNSERE KUNDEN AUCH VORSERIEN, FERTIGEN PROTOTYPENWERKZEUGE UND BIETEN EIN UMFASSENDES SERVICE-KONZEPT FÜR DIE INSTANDHALTUNG DER WERKZEUGE IN DER LAUFENDEN TEILEPRODUKTION. «

CHRISTIAN SIEBENWURST

haben: Wir können damit viel der natürlich trotzdem noch notwendigen Handarbeit reduzieren“, berichtet David Weber. So war es auch bei dem Doppelwerkzeug: Nach dem Zusammenfahren gab es keinen Riss und keine Falten. Das zeigt, „das Riesenpotenzial des digitalen Tuschiezens.“ Als Teil der inkrementellen Simulation wird hier mit anderen Eingabeparametern gearbeitet, sodass sich der Kontakt zwischen Blech und Werkzeug exakt abbilden lässt. „In der Simulation werden dafür zunächst die Aufdickungen und Ausdünnungen ermittelt und so angepasst,

dass zum Beispiel das aufgedickte Blech genau dazwischen passt“, erläutert Leonard Krauss. „Die Tryout-Mannschaft kann sich je nach Bauteil damit Tage an Arbeit sparen.“

### „Leistungsfähige Technologien für hohe Ansprüche der OEMs“

„Traditionell kommen wir vom Transferwerkzeugbau, haben in den letzten 10, 15 Jahren aber immer mehr große Stufenwerkzeuge gefertigt. Waren wir also ursprünglich im Bereich Strukturbauteile aktiv, sind wir es mittlerweile zudem auch bei Außenhautteilen“, ordnet Christian Siebenwurst ein. „Weil der Werkzeugbau in den letzten 10, 15 Jahren fast komplett nach Asien abgewandert ist, sind wir nicht nur erheblichem wirtschaftlichem Druck ausgesetzt, wir brauchen vor allem auch leistungsfähige Technologien, um die hohen Ansprüche der OEMs, Systemlieferanten und Presswerke erfüllen zu können. Die Simulation mit AutoForm ist hierbei ein sehr großer Bestandteil.“

« TB

Dr. Michael Hobohm ist freier Fachjournalist.

# KLEMMEN MIT SYSTEM

Hema fertigt seit über 40 Jahren Komponenten für Werkzeug- und Produktionsmaschinen, von Schutzsystemen wie Faltenbälgen, Dachabdeckungen und Sicherheitscheiben bis zu Klemmsystemen. Pneumatische Lösungen wie Roto-Clamp, P-Clamp und Lin-Clamp sichern Achsen, Wellen oder Schienen, Fail-Safe-Varianten schützen bei Druckausfall. Die manuelle M-Clamp ist die kompakte Alternative. » VON EDMUND LIKUS

**D**ie Klemmsysteme Roto-Clamp, P-Clamp und Lin-Clamp weisen nicht nur sehr hohe Klemmkräfte auf, sie verfügen auch über eine Sicherheitsfunktion: Fällt die Druckluft aus, wird die Achse oder die Last sofort sicher fixiert. Die Klemmsysteme werden standardmäßig für einen Betriebsdruck von vier oder sechs bar gefertigt. Sie arbeiten mit Druckluft, die in fast jedem Industriebetrieb zur Verfügung steht, und weisen damit deutlich niedrigere System- und Betriebskosten auf als hydraulische Klemmungen, da die gesamte Peripherie und Wartung für eine Hydraulikanlage entfallen. Die manuell zu betätigende M-Clamp kommt dagegen komplett ohne Druckluft aus. Sie wurde insbesondere für die Sicherung von Maschinenteilen für Transportzwecke oder bei der Umrüstung entwickelt.

## Mit Roto-Clamp rotatorische Achsen sicher klemmen

Die leistungsstarken Roto-Clamp-Klemmsysteme eignen sich ideal für rotatorische

Die pneumatischen Klemmsysteme Roto-Clamp, P-Clamp, Lin-Clamp (v.l.n.r.) klemmen sicher Achsen, Wellen oder Linearschienen.

Bilder: Hema Maschinen- und Apparateschutz GmbH

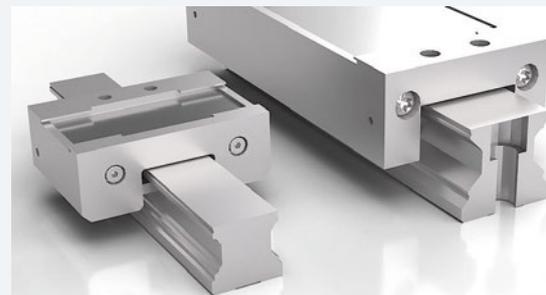
Positionsklemmungen in Achsen, Tischen und Schwenköpfen von Maschinen. Da das Klemmsystem nach dem Fail-Safe-Prinzip arbeitet, klemmt es Achsen auch bei einem Energieausfall schnell und mit großer Kraft. Das Klemmsystem zeichnet sich durch hohe Klemmkräfte bei relativ niedrigen Betriebsdrücken aus. Möglich wird dies durch das pneumatische Funktionsprinzip des Klemmsystems, das auf einem Federspeicher beruht. Durch Entlüften der inneren und Belüften der äußeren Arbeitskammer wird das Federblech entspannt. Das Klemmelement wird dadurch im Bereich der Klemmfläche elastisch verformt und drückt auf die zu fixierende Welle. Durch zusätzliche Druckluftbeaufschlagung der äußeren Arbeitskammer mit der Boosterfunktion kann bei Bedarf die Klemmkraft weiter erhöht werden.

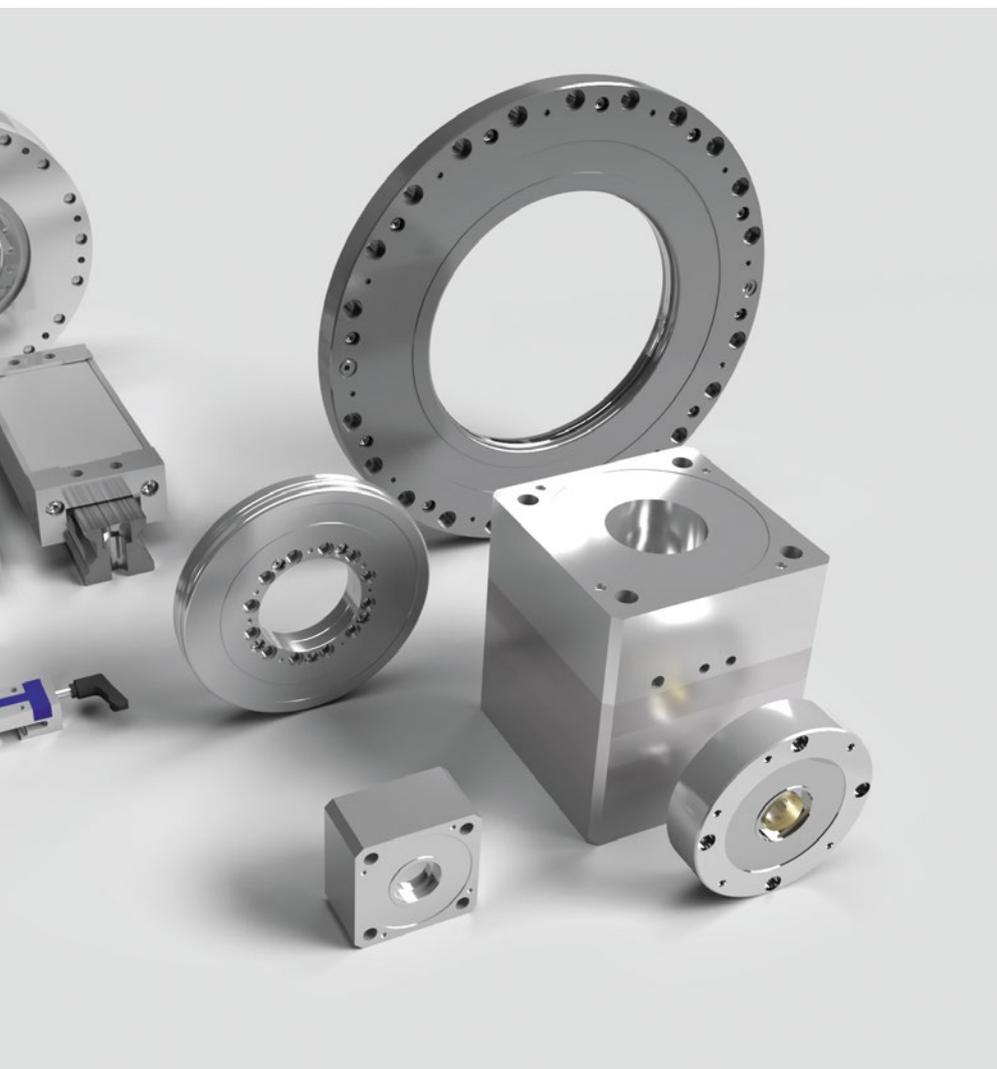
Bei einem Druckausfall wird die Achse sofort geklemmt (Fail-Safe-Version). Die Reaktionszeit ist dank der Pneumatik besonders kurz. Mit dem Schnellentlüftungsventil und dem direkt am Spannmechanismus angebrachten Schnellverschluss lassen sich extrem kurze Spannzeiten realisieren. Die Systeme sind in einer innen- und einer außenklemmenden Version in zahlreichen Größen lieferbar – kompatibel zu allen in der Industrie üblichen Wellengrößen – und lassen sich leicht und schnell montieren.

Die pneumatischen Klemmsysteme werden standardmäßig für einen Betriebsdruck von vier oder sechs bar gefertigt. Der M-Clamp kommt komplett ohne Druckluft aus.

## Mit P-Clamp Kolbenstangen sicher halten

Nach dem sehr wirkungsvollen Prinzip des Federspeichers arbeiten neben der Roto-Clamp auch die P-Clamp und die Lin-Clamp. Die P-Clamp wurde dabei speziell für die Klemmung von Stangenlasten und Pneumatikzylindern entwickelt. Das modulare System zeichnet sich durch seine hohe Klemm- und Haltekraft aus und eignet sich zur Klemmung von Stangen und Standard-Pneumatikzylindern namhafter Hersteller mit Durchmessern von 12 bis 40 Millimeter. Es kann zwischen Grund- und Deckenplatte bis zu vier Klemmeinheiten aufnehmen. Beim Ausfall der Pneumatik wird die P-Clamp sofort geklemmt und sichert die Anwendung.





### Mit Lin-Clamp Linearführungen sicher klemmen

Die Lin-Clamp wurde für das sichere Bremsen und Halten von Lasten in axialer Richtung auf Linearführungen entwickelt. Das Klemmsystem ist in zwei Versionen erhältlich: als klassische Ausführung, die bei Druckluft-Beaufschlagung öffnet und bei Wegfall der Druckluft-Beaufschlagung / Ausfall der Druckluft klemmt (Fail-Safe), oder als aktive Version, die bei Druckluft-Beaufschlagung klemmt.

Für das Klemmsystem stehen Bremsbacken aus widerstandsfähigen Sinterbelegen für höchste Brems- und Klemmkräfte zum Einsatz bei Fail-Safe-Systemen oder aus Stahlbelegen für die Anwendung auf bearbeiteten Flächen zur Verfügung. Die Lin-Clamp gibt es in verschiedenen Versionen: Durch ihre kompakte Bauweise können die Serien S, SK und SA sowohl bei hohen, als auch niedrigen Laufwagen unterschiedlicher Hersteller eingesetzt werden. Für die Klemmsysteme gibt es ein breites Produktprogramm an Standardausführungen, sodass höchstmögliche Kompatibilität zu marktüblichen Linearführungen gewährleistet ist. Anwender können die Lin-Clamp auf vielfältige Art und

Weise mit Befestigungsbohrungen versehen und daher nahezu universell einsetzen. Das Klemmsystem ist in vielen Baugrößen verfügbar und kann auf nahezu allen handelsüblichen Linearführungsschienen montiert werden.

### Mit M-Clamp Maschinenteile manuell sichern

Klemmelemente werden oftmals auch lediglich zur Transportsicherung verwendet. Hier wären pneumatische Lösungen überdimensioniert. Für diese Einsatzzwecke hat Hema die M-Clamp entwickelt. Bei dem System wird durch Betätigung eines Klemmhels oder einer Inbusschraube das Gehäuse elastisch verformt und gegen die Schiene gedrückt und somit geklemmt. Das manuelle Klemmsystem ermöglicht eine präzise Positionierung ohne Einfluss von Längs- oder Querkräften auf die Schiene. Es ist für nahezu alle Schienen- und Führungswagen-typen verfügbar und bietet Haltekräfte bis 1.100 Newton. « KF

Edmund Likus ist Geschäftsbereichsleiter Klemm- und Bremssysteme bei der Hema Maschinen- und Apparateschutz GmbH.



# Be innovative

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

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

**DIGITAL ENGINEERING** MAGAZIN





Der Wago Wiring Bot sorgt für eine deutliche Effizienzsteigerung und Fachkräfteentlastung bei der Schaltschrankverdrahtung.

# EFFIZIENZSTEIGERUNG UND FACHKRÄFTEENTLASTUNG

Der Schaltschrankbau wird immer noch von zeitaufwändigen manuellen Montageprozessen bestimmt – insbesondere bei der Verdrahtung. Um diesen Prozess effizienter zu gestalten, Zeit und Kosten zu sparen und dem Fachkräftemangel entgegenzuwirken, wird aktuell intensiv nach Lösungen gesucht, wobei die Automatisierung eine bedeutende Rolle spielt.

» VON ANJA KOSER

**S**o sehen laut einer Studie, die Wago in Zusammenarbeit mit Statista+ zum Thema Automatisierung im Schaltschrank- und Maschinenbau erstellt hat, 70 Prozent der Befragten das größte Potenzial von Automatisierung in der Effizienz- und Produktivitätssteigerung, 56 Prozent in einer erhöhten Wettbewerbsfähigkeit und 41 Prozent in der Bewältigung des Fachkräftemangels. Dies zeigt, dass Automatisierung nicht nur ein Mittel zu Effizienzsteigerung ist, sondern auch eine strategisch notwendige Maßnahme, um wettbewerbsfähig zu bleiben. Mit dem modularen Wago Wiring Bot bietet Wago nun eine innovative Automatisierungslösung für die effiziente

Verdrahtung von Schaltschränken, die auf alle diese Punkte einzahlt.

## **Vollautomatische Leitervorbereitungsstation**

Dank seiner vollautomatischen Leitervorbereitungsstation, bei der bis zu 16 verschiedene Leiter vorgehalten, individuell auf die

passende Länge geschnitten, abisoliert, gecrimpt und bedruckt werden, kann der Wago Wiring Bot auf die optimal für jede Klemmstelle vorbereiteten Leiter zurückgreifen. Die Leitervorbereitungsstation spart einen erheblichen Anteil an manueller Arbeitslast bei der Drahtkonfektion – dem Werker wird so ein zeitaufwändiger Prozessschritt abgenommen. Möglich sind hier derzeit Leiterquerschnitte von 0,5 bis 2,5 mm<sup>2</sup> sowie Leiterlängen von 300 bis 2.500 mm. Nach der Aderendbehandlung wird diese mittels einer Leiterauszugsprüfung getestet. Bei positiver Qualitätsprüfung jedes einzelnen Leiters erfolgt die Übergabe der fertig konfektionierten Leiter an den Verdrahtungsroboter oder optional an die Fachkraft.

**DER SCHALTSCHRANKBAU WIRD IMMER NOCH VON ZEITAUFWÄNDIGEN MANUELLEN MONTAGEPROZESSEN BESTIMMT - INSBESONDERE BEI DER VERDRAHTUNG.**

## Herstellerunabhängige Komponentenverdrahtung

Beim Wago Wiring Bot selbst handelt es sich um einen hochpräzisen, modularen Portalroboter mit 4,5 Achsen, der auf ein Magazin von 12 Greif- und Montagewerkzeugen und bis zu sieben Schraubbits zugreifen kann. Der Verdrahtungsroboter agiert dabei perfekt im Zusammenspiel mit den Wago Reihenklammern mit Push-In-Klemmenanschluss; durch sein Repertoire an Werkzeugen aber auch mit Komponenten anderer Hersteller; die durchschnittliche Verdrahtungszeit liegt hier bei unter 45 Sekunden pro Leiter.

## ■ DIE AUTOMATISIERUNG IM SCHALTSCHRANKBAU IST EIN ESSENZIELLES ZUKUNFTSTHEMA, INSBESONDERE MIT BLICK AUF DEN FACHKRÄFTEMANGEL UND DIE FORTSCHREITENDE DIGITALISIERUNG. ■

Die einseitige Verdrahtung einer Vielzahl von Komponenten unterschiedlichster Hersteller auf bestückten DIN-Tragschienen, offenen Gestelle oder Montageplatten ist für viele Anwendungsfälle und Aufgabenstellungen ideal. Als Anschluss Technologien sind sowohl Schraub- als auch Federanschlüsse möglich, wie sie beispielsweise in Sicherungsautomaten und Reihenklammern anzutreffen sind.

### Präzise Prüf- und Messtechniken

Um eine maximale Ausführungsqualität zu erzielen, wird jeder Schraubanschlusspunkt nach erfolgter Verdrahtung einer Auszugsprüfung unterzogen. Die Bedienung der

Federanschlüsse ist vollständig Kraft-Moment-überwacht. Darüber hinaus macht die integrierte Kamera- und Lasermesstechnik vor jedem Auftragsstart einen Soll-Ist-Abgleich, um zu überprüfen, ob die Komponenten passend montiert sind. Sollten kleine Abweichungen bei der Position vorkommen, berücksichtigt der Roboter dies bei der Verdrahtung und justiert ggf. in den digital vorliegenden Auftragsdaten nach – wodurch die Prozesssicherheit erhöht wird.

### Entlastung des Werkers

Damit die Verdrahtungsarbeit schnell und effizient vervollständigt werden kann, ist die zweite Seite des Drahtes bereits vorkonfektioniert, sodass der Werker diesen nur noch verlegen (bei Gestellen rückseitig, bei Montageplatten in den Kabelkanälen) und die zweite Seite anschließen muss. Zudem befinden sich die Drähte, die vom Roboter nicht verdrahtet werden konnten, bereits fertig konfektioniert in einer Drahtaufnahme, aus der sich der Werker bedienen kann.

Der Werker wird somit also nicht überflüssig, sondern nur von aufwändigen manuellen Arbeitsschritten wie der Drahtkonfektionierung entbunden und dank der einseitigen Verdrahtung in seiner Arbeit unterstützt. Die Kabelführung und die zweite Seite zu verdrahten, bleibt aber weiterhin Aufgabe des Werkers - genauso wie die abschließenden Prüfungen, nur dass für diese Aufgaben nun durch den Einsatz der Drahtvorbereitungsstation und des Verdrahtungsroboters mehr Zeit zur Verfügung steht. Auch der Gesundheitsaspekt spielt hier eine nicht unerhebliche Rolle: Bei Beschwerden im Bewegungsapparat stellt die Unterstützung bei der Kabelkonfektionierung und/oder

Verdrahtung eine erhebliche Erleichterung bei der täglichen Arbeit dar.

### Einfache Einbettung in bestehende Systemlandschaften

Ein weiterer großer Vorteil des Wago Wiring Bot ist seine einfache Integration in bestehende Systemlandschaften, da kein 3D-CAE-Engineering erforderlich ist. Einfache Kabellisten und Konfektionsdaten für die Schienen, wie sie etwa der Wago Konfigurator Smart Designer liefert, reichen bereits an Daten aus, um die Drahtvorbereitungsstation und den Verdrahtungsroboter mit den notwendigen Informationen zu speisen.

### Fazit: Mensch bleibt weiterhin unverzichtbar

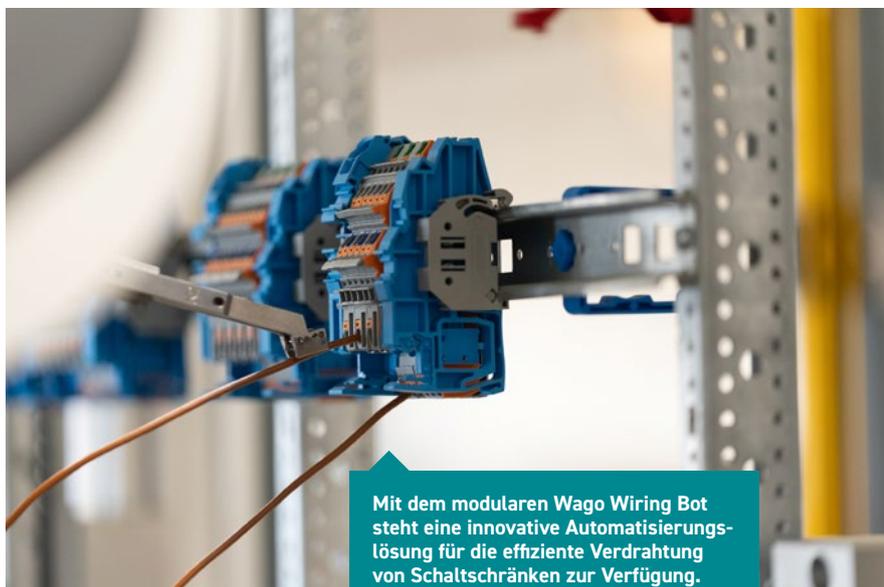
Die Automatisierung im Schaltschrankbau ist ein essenzielles Zukunftsthema, insbesondere mit Blick auf den Fachkräftemangel und die fortschreitende Digitalisierung. Die (Teil-) Automatisierung von Prozessschritten,

## ■ EINE STUDIE ZEIGT, DASS AUTO- MATISIERUNG NICHT NUR EIN MITTEL ZU EFFIZIENZSTEIGERUNG IST, SONDERN AUCH EINE STRATEGISCH NOTWENDIGE MASSNAHME, UM WETTBEWERBSFÄHIG ZU BLEIBEN. ■

beispielsweise durch den Einsatz von Automatisierungsanlagen in der Verdrahtung wie den Wago Wiring Bot, verändert zwar die Arbeitsweise, bewirkt aber keine grundsätzliche Transformation; viele Arbeitsanteile bleiben bestehen. Der Mensch bleibt daher weiterhin unverzichtbar. Dank seiner besonderen Fähigkeiten, wie seinem Fingerspitzengefühl und seinem Fachwissen, kann er dadurch jedoch neue, höher qualifizierte Aufgaben wie die Überwachung, die Koordinierung oder die Steuerung übernehmen. Dies zeigen auch die Ergebnisse der Studie zum Thema Automatisierung von Wago und Statista. Unternehmen im Schaltanlagenbau, die in Automatisierung investiert haben, konnten dabei neben Kostenreduktionen (79 Prozent) und einer schnelleren Fertigung (58 Prozent) vor allem dem Fachkräftemangel entgegenwirken, indem sie Fachkräfte effizienter nutzen (68 Prozent) und ihre Mitarbeiter entlasten konnten (63 Prozent).

« TB

Anja Koser ist Communications Managerin bei Wago.



Mit dem modularen Wago Wiring Bot steht eine innovative Automatisierungslösung für die effiziente Verdrahtung von Schaltschränken zur Verfügung.

Bilder: Wago

# VIELE INFORMATIONEN – WENIGE DATEN

Schnelle Bewegungen per Kamera präzise zu erfassen ist in vielen Anwendungen eine Herausforderung. Highspeed-Kameras mit hoher Auflösung und Bildrate liefern zwar detaillierte Informationen, erzeugen dabei jedoch enorme und oft nicht relevante Datenmengen. Die Event-basierte Bildgebung (EVS) fokussiert dagegen nur auf tatsächliche Veränderungen und liefert so präzise Bewegungsinformationen bei deutlich reduzierter Datenmenge. Ein Türöffner für neue Anwendungen. » VON HEIKO SEITZ

**B**ei Event-basierter Bildgebung spricht man auch von neuromorpher Sensortechnologie – also von Sensoren mit der Fähigkeit, Informationen auf ähnliche Weise zu verarbeiten, wie das menschliche Nervensystem. Hier gilt es sich vor Augen zu führen, dass der evolutionäre Vorteil unseres Gehirns nicht allein darin besteht, enorme Datenmengen kontinuierlicher Lichtreize der Fotorezeptoren unserer Augen effizient zu verarbeiten. Entscheidend ist die Fähigkeit, auf Veränderungen wie Helligkeitsunterschiede, Kontraste und Bewegungen zu reagieren, während gleichmäßige Reize weitgehend ignoriert werden. Das bedeutet, dass wir uns in erster Linie auf Bewegungen in einer Szene konzentrieren, anstatt ständig jedes statische Detail unserer Umgebung erneut zu erfassen. So kann unser Gehirn relevante Informationen schnell verarbeiten, ohne mit unnötigen Daten überflutet zu werden.

## Neuromorphe Sensortechnologie erfasst Veränderungen

Diese Fähigkeit bildet Prophesee in Kooperation mit Sony in einer neuartigen Sensortechnologie nach: Die gemeinsam entwickel-

te Pixelelektronik detektiert ausschließlich Veränderungen. Sobald der Kontrast eines Pixels einen Schwellenwert überschreitet, wird ein sogenanntes „Change-Event“ ausgelöst – unabhängig von seinen Pixel-Nachbarn und in Echtzeit. Der Sensor arbeitet nicht in gleichmäßigen Zeitabständen, sondern reagiert auf Veränderungen mit einer zeitlichen Auflösung von bis zu 1 Mikrosekunde. Vergleichbar mit einer Framerate von über

**DER SENSOR ARBEITET NICHT IN GLEICHMÄSSIGEN ZEITABSTÄNDEN, SONDERN REAGIERT AUF VERÄNDERUNGEN.**

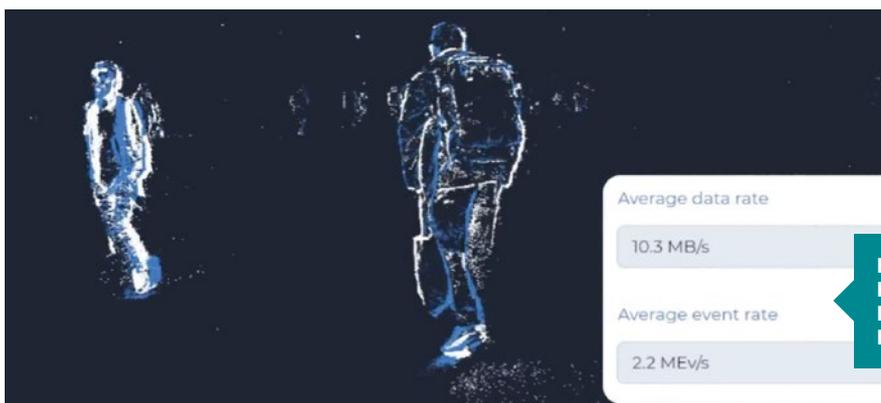
10.000 Bildern pro Sekunde, lassen sich Bewegungen mit Event-basierten Kameras nahezu lückenlos erfassen.

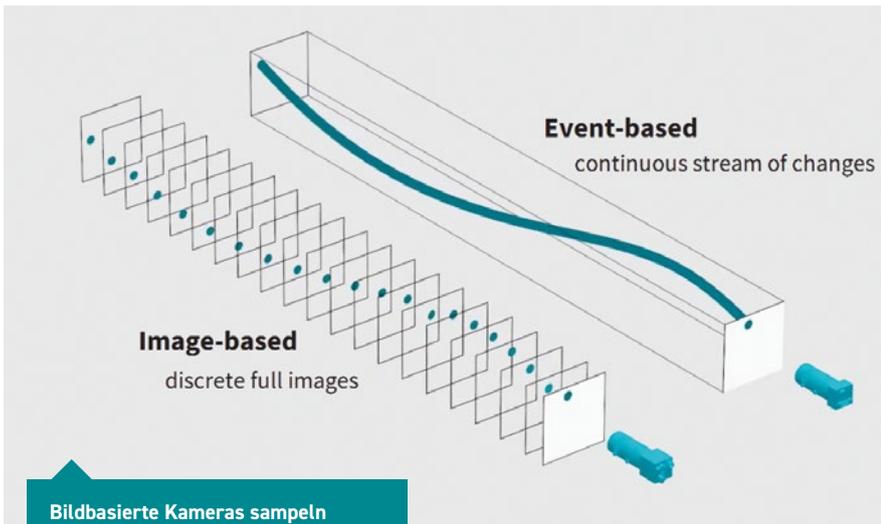
Durch die reduzierte Datenmenge müssen Anwendungsentwickler zur präzisen Erfassung schneller Ereignisse keine Kompromisse mehr zwischen hohen Bildraten und großen Mengen redundanter Daten eingehen. Denn die von Event-basierten Kameras erzeugte Datenmenge richtet sich nach der Aktivität

im Sichtfeld und passt sich automatisch an, wenn sich die Szenenbedingungen ändern. Im Gegensatz zu bildbasierten Sensoren mit einer festen Bildrate, übermitteln EVS-Pixel nur dann Informationen und erzeugen Datenverkehr, wenn sich Veränderungen im Sichtfeld ereignen.

## Schnelle Bewegungen pixelgenau erfassen

Bei schnellen Bewegungen können klassische Sensoren aufgrund ihrer Technologie Bewegungsunschärfe erzeugen. Sie entsteht, wenn sich Kontrastgrenzen (zum Beispiel durch Objektkanten) über mehrere benachbarte Pixel bewegen, während sie belichtet werden. Dabei nimmt jedes Pixel Licht von verschiedenen Positionen des bewegten Objekts auf. Je schneller die Bewegung oder je länger die Belichtungszeit, desto schwieriger wird es, ein klares Bild ohne Unschärfe zu erhalten. EVS-Pixel werten das einfallende Licht hingegen kontinuierlich aus und registrieren lediglich den Anstieg bzw. Abfall der Lichtmenge. Überschreitet sie dabei die eingestellten Schwellenwerte, erzeugen sie ON- bzw. OFF-Änderungsereignisse mit einer zeitlichen Genauigkeit von wenigen Mikrosekunden. So werden selbst schnellste Bewegungen durch EVS-Technologie Pixel für Pixel abgetastet. Dabei entsteht eine hochaufgelöste Abfolge (Stream) von unabhängigen Pixelereignissen, die einen Bewegungspfad ohne jegliche Bewegungsunschärfe beschreiben.





Bildbasierte Kameras sampeln ihr Sichtfeld in gleichbleibenden zeitlichen Abständen (Framerate). EVS-Kameras erzeugen einen dynamischen Strom von Änderungsereignissen.

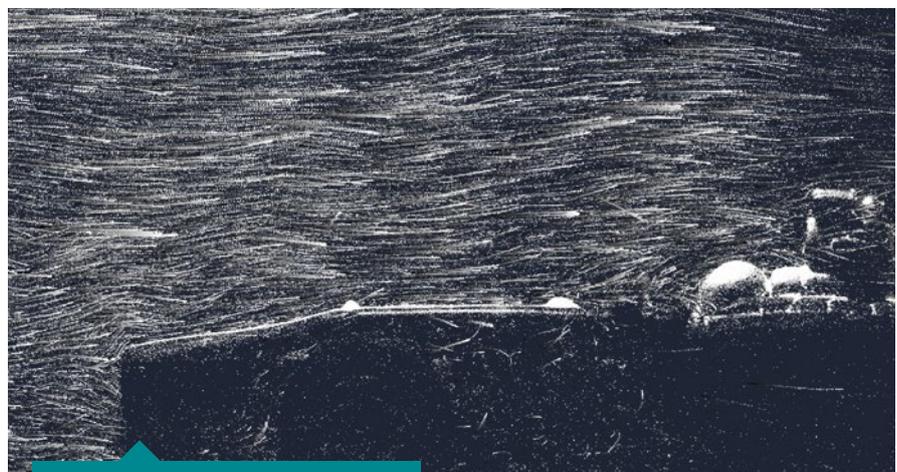
### Weniger Daten - effizientere Information

Die nativen Ausgangsdaten von EVS-Kameras (Pixelposition X/Y, ON/OFF-Polarität, Zeitstempel T) sind extrem kompakt und Speicher-effizient, liefern jedoch keine klassischen Bilder. Damit sind sie bestens geeignet für die maschinelle Verarbeitung, für den Menschen jedoch weniger intuitiv und nicht direkt nutzbar. In Bildern visualisiert, erinnern sie an ein 2D-Kamerabild nach einer Kanten-Detektion, da sich Kontrastveränderungen bei Bewegungen vor allem an Objektkanten zeigen.

Da nur relevante und damit deutlich weniger Pixel-Daten erfasst werden, verringern sich Speicherbedarf und Verarbeitungsaufwand deutlich. Aus den Zeitdifferenzen der Events lassen sich Bewegungsrichtung und -geschwindigkeit unmittelbar berechnen, ohne auf klassische Bildanalyse oder das Herausfiltern unbewegter Bereiche angewiesen zu sein. Dies ermöglicht Echtzeitanalysen und vereinfacht – durch den reduzierten technischen Aufwand Mehrkamerasysteme.

### Zeit als Information

Mikrosekundengenaue Zeitstempel, die exakte Positionsbestimmung einzelner Pixelevents sowie die Erfassung von Änderungsereignissen eröffnen neue Anwendungsmöglichkeiten, bei denen herkömmliche Kameras an ihre Grenzen stoßen würden. Ein Beispiel sind Slow-Motion-Aufnahmen. Die erfassten Pixel-Events werden in ein zeitliches Raster gefasst, aus denen vollständige Sensorbilder generiert werden. So entstehen Zeitlupenvideos mit einer vari-



Durch die Akkumulation Event-basierter Daten entstehen ideale Analysedaten für die Strömungsvisualisierung und -quantifizierung.  
Bilder: IDS Imaging Development Systems

ablen „Belichtungszeit“. Akkumuliert man Ort und Zeit mehrerer Pixelereignisse über einen bestimmten Zeitbereich in einer 3D-Darstellung, entsteht eine qualitative Darstellung des Bewegungsverlaufs – ohne aufwändige Bildverarbeitung. Dieser hilft zu verstehen,

### DA NUR RELEVANTE UND DAMIT DEUTLICH WENIGER PIXEL-DATEN ERFASST WERDEN, VERRINGERN SICH SPEICHERBEDARF UND VERARBEITUNGS-AUFWAND DEUTLICH.

wie bzw. auf welchen Bahnen sich Objekte in einem (Zeit-)Bereich bewegen. Anwendung findet dieses Vorgehen beispielsweise bei der Strömungsanalyse zur hochpräzisen Erfassung der Bewegung von Flüssigkeiten und Gasen.

### Sinnvolle Ergänzung - vor allem in der Qualitätssicherung

Eine wichtige Rolle können neuromorphe Sensoren in der Qualitätssicherung spielen – beispielsweise bei der Überwachung von Maschinen und Prozessen. Durch die hohe zeitliche Auflösung bis in den niederen Mikrosekundenbereich werden nicht nur kleinste Objekt- und Materialveränderungen in Pixelgröße und Echtzeit erfasst, sondern es sind hochfrequente Bewegungen, wie Vibrationen oder akustische Signale, visualisierbar. Analysen decken frühzeitig ungewöhnliche Muster (z. B. durch Abnutzung, Fehlfunktionen) auf, die zu Schäden oder Produktionsausfällen

führen können. Der Vorteil: Anders als herkömmliche Bildsensoren sind neuromorphe Sensoren dabei wesentlich unempfindlicher gegenüber Lichtveränderungen, wie zum Beispiel Reflexionen oder Schatten. Wenn es um schnelle Fehlererkennung, Prozessüberwachung oder Inspektionen bei schwierigen Bedingungen geht, können Qualitätssicherungsprozesse von den Fähigkeiten der neuartigen Sensoren nur profitieren.

Durch die Unterschiede in den technologischen Grundlagen stellen Event-basierte Sensoren keine Konkurrenz oder gar einen Ersatz für klassische bildbasierte Kameras oder KI-basierte Bildverarbeitung dar. Vielmehr handelt es sich um eine ergänzende Technologie, die neue Anwendungsfelder erschließt. Häufig reicht ein einzelner Sensortyp nicht aus, um eine Kundenanforderung vollständig zu lösen. Event-basierte Kameras sind daher für schnelle Bewegungsanalysen, industrielle Qualitätssicherungsaufgaben sowie Robotik- und generell autonome Systeme interessante und lohnende Komponenten.

« KF

Dipl.- Ing. Heiko Seitz ist Product Marketing Manager bei IDS Imaging Development Systems.

# RADARSENSOREN WERFEN EIN AUGEN AUF DIE ROBOTERZELLE

Ausgereifte Sicherheitskonzepte zeichnen sich dadurch aus, dass sie selbst vermeintlich undenkbbare Szenarien ins Kalkül ziehen und auf Gefährdungssituationen sicherheitsgerichtet reagieren. Radarsensoren stellen beim Kunststoffverarbeiter Weidplas sicher, dass sich beim Anfahren des Roboters niemand innerhalb der Schutzeinhausung befindet. Eine integrierte Sicherheitslösung von Pilz erhöht die Anlagensicherheit und minimiert den Anlagenstillstand. » VON TOBIAS LESKA

**Z**u Einrichtzwecken oder um Störungen zu beseitigen, ist die Roboterzelle bei Weidplas sowohl über Schutztüren als auch von der Spritzgießmaschine her zugänglich: Vor einem geplanten Zutritt in den potenziellen Gefahrenbereich der Anlage fahren beide Maschinen in den sicheren Halt, erst dann erlauben die Sicherheitszuhaltungen PSEnlock von Pilz das Öffnen der Türen. Gleiches passiert, wenn einer der Zugänge versehentlich oder mutwillig geöffnet wird.

Das von der konfigurierbaren Kleinsteuerung PNOZmulti überwachte Sicherheitssystem erkennt zwar zweifelsfrei, wenn eine Person an die Spritzgießmaschine herantritt oder von dort aus in den Schutzraum des Roboters wechselt: Trittleche entlang der Spritzgießmaschine registrieren den Zu-

gang, installierte Sicherheits-Lichtgitter an der Schnittstelle zur Roboterzelle detektieren jeden Übertritt. Aber wie „erfährt“ die Steuerung, dass vor dem Wiederaanfahren des Roboters niemand mehr innerhalb des Schutzraums ist?

## Ziel: Keine Gefahr im Schutzraum und höhere Anlagenverfügbarkeit

Das Unternehmen stellte der Spritzgießmaschine einen Sechssachs-Roboter zur Seite, der von einer Sicherheitseinhausung umgeben ist. Der Sechssacher entnimmt die fertig gespritzten Radhausverkleidungen aus der Form und legt diese auf ein Förderband. Funktional entsprach die Lösung den Erwartungen, sie hatte allerdings einen Nachteil: „Im Falle einer Störung oder Havarie konnte ausschließlich ein qualifizierter Servicetechniker den Roboter aus der Spritzgießmaschi-

ne herausfahren und im Anschluss daran das zwischen Spritzgießmaschine und Roboterzelle befindliche Sicherheits-Lichtgitter wieder freischalten.“, erläutert Tobias Mädler, zuständiger Automatisierungstechniker bei Weidplas.

Je nach Verfügbarkeit des Servicetechnikers traten mitunter längere Anlagenstillstände auf. Zudem wollte Weidplas auch die Anlagensicherheit erhöhen. Diese Anforderung konnte nur mit einer zuverlässigen Bereichsüberwachung gelöst werden.

## DAS NEUE SICHERE SCHUTZTÜRSYSTEM PSEnMGATE KOMBIERT DIE KLASSISCHE SICHERHEITZUHALTUNG PSEnMLOCK MIT DEM BEDIENELEMENT PITGATEBOX IN EINER KOMPAKTEN LÖSUNG.

### PSEnradar hat Bewegungen sicher im Blick

Seit mehr als 20 Jahren bereits setzt Weidplas bei Fragen rund um die Maschinensicherheit auf die Expertise des von Pilz. Mit Produkten wie der Sicherheitszuhaltung PSEnlock sowie mit der konfigurierbaren Kleinsteuerung PNOZmulti hat der Kunststofffertiger bereits reichlich Erfahrungen gesammelt. „Wir kennen und schätzen die Produkte und Lösungen von Pilz, wissen um die vielseitige Kompetenz des Unternehmens und haben über die Jahre ein enges Vertrauensverhältnis aufgebaut.“, betont Tobias Mädler.

Im Rahmen eines Beratungsgesprächs mit dem Außendienstmitarbeiter von Pilz kam der sichere Radarsensor PSEnradar ins Spiel. Dieser stellt, insbesondere im Kontext mit der bereits vorhandenen konfigurierbaren Kleinsteuerung PNOZmulti, eine sichere Komplettlösung zur Überwachung von



Sicher im Schutzraum mit Pilz-Radarlösung: Ein Roboter steht am Entnahmebereich der Spritzgießmaschine bei Weidplas, im Vordergrund das Transportband.

Bild: Weidplas

# NEWS LETTER

öffnen

# AUGEN



PSEnmgate bietet höchsten Manipulations- und Umgebungsschutz für die Absicherung von Schutztüren. Bild: Pilz

Zusammen mit der konfigurierbaren sicheren Kleinststeuerung PNOZmulti 2 von Pilz entsteht eine sichere, wirtschaftliche und umfassende Komplettlösung zur Schutzraumüberwachung in rauen Umgebungen, die auch Roboter-Applikationen – wie bei Weidplas – sicher schützt.

Bild: Pilz



Schutzräumen dar. Im Gegensatz zu Scanner-Lösungen, die lediglich zweidimensionale Flächen erfassen können, überwacht PSENradar dynamische Bewegungen oder Veränderungen im dreidimensionalen Raum. Das reduziert die Anzahl notwendiger Sensoren. Da Radarsensoren ohne optische Systeme auskommen, ist PSENradar unempfindlich gegenüber Lichtreflexionen und eignet sich für den Einsatz in rauen und schmutzigen Umgebungen.

## Flexible Sicherheitslösung im Verbund mit PNOZmulti

Aufgrund der bereits installierten Pilz-Funktionsbausteine und deren Flexibilität gestalteten sich Montage und Implementierung der Radarsensoren einfach: In drei Ecken der Roboterzelle wurde jeweils ein PSENradar-Sensor installiert und mit der zugehörigen Auswerteeinheit verbunden. Überwacht wird er vom bereits vorhandenen PNOZmulti. Die Roboterapplikation erreicht damit die geforderte PL d Cat 3 nach EN ISO 10218-1 und -2. Wird an der mit PSENradar ausgestatteten Roboterzelle eine Tür geöffnet, fährt der Roboter und die Spritzgießmaschine wie bereits zuvor in den sicheren Halt. Beim stillstehenden Roboter erfassen die Radarsensoren jetzt sämtliche Bewegungen der Personen im Schutzbereich, gleichzeitig verhindern

sie sicher jede Möglichkeit zur Aktivierung der Türzuhaltungen.

Haben sämtliche Personen die Zelle verlassen und registrieren dann die Radarsensoren für einen definierten Zeitraum keine Bewegungen mehr, aktiviert PSENradar automatisch seine OSSD-Ausgänge. Erst danach lassen sich die Türzuhaltungen aktivieren. Damit wird auch der Roboter reaktiviert und fährt automatisch in die Grundstellung. Der Produktionsprozess kann fortgesetzt werden. Das zeitaufwändige Ausfahren des Roboters aus der Spritzgießmaschine durch einen autorisierten Servicetechniker entfällt. Den gesamten Reaktivierungsprozess kann der Bediener nun selbst vornehmen.

Tobias Mädler zeigt sich mit der realisierten Lösung überaus zufrieden und sieht bei einer Reihe weiterer Weidplas-Anlagen ein vergleichbares Nachrüstpotenzial: „Mit der Integration des sicheren Radarsensors PSENradar haben wir nicht nur die Anlagensicherheit verbessert, sondern in enger Zusammenarbeit mit Pilz eine effiziente Lösung geschaffen, die uns hinsichtlich des automatischen Wiederanlaufs maximale Flexibilität einräumt. Im Ergebnis konnten wir die Stillstandszeiten drastisch verkürzen.“

« BT

Tobias Leska ist Vertriebsingenieur der Tochtergesellschaft Pilz Deutschland.



Sichern Sie sich jetzt  
Ihren wöchentlichen kostenfreien  
Newsletter!

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

**DIGITAL ENGINEERING** MAGAZIN

**WIN  
VERLAG**

# SCHUTZ VON MENSCH UND UMWELT

In der Automatisierungstechnik und im Fahrzeugbereich nimmt die Mensch-Maschine-Schnittstelle eine zentrale Rolle ein. Mit steigender Komplexität und Vernetzung industrieller Systeme spielen Ergonomie, Zuverlässigkeit und Sicherheit eine immer größere Rolle. In diesem Zusammenhang gewinnt die Funktionale Sicherheit zunehmend an Bedeutung.

» VON STEPHAN HAKUBA

**W**as ist funktionale Sicherheit – und warum ist sie so wichtig? Funktionale Sicherheit beschreibt die Fähigkeit eines Systems, bei Auftreten eines Fehlers oder Ausfalls in einen sicheren Zustand überzugehen oder sicher weiterzuarbeiten. Insbesondere bei mobilen Arbeitsmaschinen oder Spezialfahrzeugen, wo Mensch und Maschine in enger Interaktion stehen, können Fehlfunktionen oder Fehleingaben gravierende Folgen für den Bediener oder das Arbeitsumfeld haben.

Im Gegensatz zur klassischen Produktsicherheit, die meist durch mechanische oder konstruktive Maßnahmen erreicht wird, konzentriert sich die funktionale Sicherheit auf das Verhalten des Systems im Fehlerfall – insbesondere bei elektronischen oder programmierbaren Steuerungen. Dies ist gerade bei HMI-Systemen (Human Machine Interface) entscheidend: Ein falsch dargestellter Zustand, ein nicht ausgelöster Alarm oder eine fehlerhafte Bedienreaktion kann schwerwiegende Konsequenzen haben.

## Relevante Normen im Bereich funktionaler Sicherheit

Die funktionale Sicherheit ist durch eine Vielzahl internationaler Normen geregelt, die je nach Branche und Anwendung unterschiedlich ausfallen. Die IEC 61508 stellt die Basisnorm für funktionale Sicherheit elektronischer und programmierbarer Systeme dar. Sie definiert weiterhin die entsprechenden Sicherheitsanforderungsstufen. Auch wenn die grundlegenden Elemente und Prinzipien ähnlich aufgebaut sind, unterscheiden sich die Normen in verschiedenen Märkten und Applikationen. Hier einige Beispiele:

- **IEC 62061** – Sicherheitsbezogene Steuerungssysteme in Maschinen
  - **ISO 13849-1** – Maschinensicherheit: Sicherheitsbezogene Teile von Steuerungen
  - **IEC 61511** – Sicherheitsrelevante Systeme in der Prozessindustrie
  - **ISO 26262** – Sicherheitsrelevante elektronische Systeme in Straßenfahrzeugen
- Für die jeweiligen Märkte gibt es weitere Normen, welche die Anforderungen in konkreten Anwendungen spezifischer definieren. Diese Normen stellen nicht nur Vorgaben an die

Hard- und Software, sie definieren vielmehr auch die Risikobeurteilung, Sicherheitsanforderungen, Teststrategien, Dokumentation und Entwicklungsprozess.

## FUNKTIONALE SICHERHEIT KONZENTRIERT SICH AUF DAS VERHALTEN EINES SYSTEMS IM FEHLERFALL.

### Ziele der funktionalen Sicherheit

Das Hauptziel der funktionalen Sicherheit ist der Schutz von Mensch und Umwelt durch das zuverlässige Verhalten eines Systems im Fehlerfall. Dieses Ziel wird beispielsweise durch folgende Elemente erreicht:

- **Fehlererkennung und -behandlung:** Ein auf Sicherheit ausgerichtetes System muss mögliche Fehler frühzeitig erkennen und kontrolliert darauf reagieren.
- **Verminderung systematischer Fehler:** Bereits in der Entwicklung werden Methoden angewandt, um potenzielle Fehlerquellen zu identifizieren und zu vermeiden.
- **Risikominimierung durch Erreichen eines bestimmten Sicherheitsniveaus:** Gemäß einer Risikoanalyse muss ein geeignetes Sicherheitslevel eingehalten werden, das den potenziellen Gefahren gerecht wird. Je nach Norm wird dies als Performance Level (PL) oder Safety Integrity Level (SIL) klassifiziert. In der Praxis bedeutet dies, dass potenzielle Fehlerquellen frühestmöglich diagnostizierbar sind und

Die Keypads besitzen ein benutzerorientiertes HMI-Design. Zudem sorgt das CANopen Safety Protokoll für eine sichere Übertragung zum Fahrzeugsystem.





- Dekra-zertifiziert nach DIN EN ISO 13849, Performance Level D (PLd)
  - Höchstmaß an Robustheit: Für den zuverlässigen Einsatz, auch unter rauen Bedingungen
  - Zuverlässige und sichere Bedienung sowie ein aktives Feedback zu Zustand und Status an den Nutzer durch programmierbare und mehrfarbige Beleuchtungsmöglichkeiten
  - Integrierte Diagnosefähigkeiten zur eigenständigen Überwachung der eigenen Funktionalität
  - CANopen Safety Protokoll für die sichere Übertragung zum Fahrzeugsystem
- Mit Einsatz von funktional sicheren HMI-Komponenten ergeben sich zahlreiche Vorteile für Hersteller und Bediener. Neben der generellen Erhöhung der Sicherheit ist die

im Falle einer auftretenden Störung ein sicherer Zustand gewährleistet sein muss.

### Zunehmende Bedeutung für das HMI-Design

Funktionale Sicherheit geht weit über Sensoren und Aktoren hinaus. Auch die Schnittstelle Mensch-Maschine muss sicher, fehler-tolerant und resistent gegen Missbrauch sein. Entwickler von HMIs sehen sich in zunehmendem Maß mit folgenden Herausforderungen konfrontiert:

- **Zunehmende Automatisierung:** Moderne Maschinen sind stark auf elektronische Steuerungssysteme angewiesen. HMI werden zu einem kritischen Punkt für sicherheitsrelevante Eingaben und Rückmeldungen.
- **Zunehmende Komplexität der Bedienungsaufgaben:** Komplexe Benutzeroberflächen bieten ein höheres Fehlerpotential für Bedienfehler. Falscheingaben können sicherheitskritisch sein.
- **Strengere gesetzliche und normative Anforderungen** verlangen zunehmend einen konformen Entwicklungsprozess und die entsprechende Auslegung von Hard- und Software.

Ziel muss es also sein, ein benutzerorientiertes und ergonomisches Design zu schaffen, welches es dem Bediener ermöglicht, auch unter Stress schnell und intuitiv zu agieren. Dazu gehört die Vereinfachung der Benutzerschnittstelle, beispielsweise durch gezielte Reduzierung der Tastenanzahl und ein klares visuelles Feedback für den Nutzer.



Die funktional sicheren Keypads von EAO bieten ein Höchstmaß an Robustheit sowie eine zuverlässige und sichere Bedienung.  
Bilder: EAO

Neben dem Bedienkonzept spielt natürlich eine entsprechend ausgelegte Hard- und Softwarearchitektur eine entscheidende Rolle. Die sichere und unverfälschte Übertragung von Tastensignalen ist hierbei entscheidend. Der Einsatz von zertifizierten Komponenten, Redundanz und Überwachung, integrierte Sicherheits- und Diagnosefunktionen sowie aktive Fehlererkennung sind hier nur einige Schlagworte. Insbesondere für HMIs, die an ein Bussystem angebunden sind, spielt das CANopen-Safety-Kommunikationsprotokoll eine elementare Rolle.

### Einsatz an Schwerlast- und Sonderfahrzeugen

Am Beispiel der Rugged Keypads der Baureihe 09 von EAO wird deutlich, wie die genannten Anforderungen umgesetzt werden und somit einen signifikanten Nutzen für Hersteller und Anwender schaffen.

Einhaltung gesetzlicher Anforderungen von elementarer Bedeutung. Weiterhin ist durch den Einsatz sicherer und robuster Komponenten mit deutlich weniger Wartungsaufwänden, Stillstand- und Ausfallzeiten zu rechnen, was eine höhere Zuverlässigkeit und Verfügbarkeit zur Folge hat und die Betriebskosten nachhaltig senken kann.

Funktionale Sicherheit ist also weit mehr als ein technisches Detail – sie ist ein integraler Bestandteil moderner HMI- und Bedientechnik. Nur durch die gezielte Berücksichtigung sicherheitsrelevanter Aspekte bereits in der Entwicklungsphase lassen sich Systeme realisieren, die nicht nur benutzerfreundlich, sondern auch betriebssicher und normkonform sind.

« KIS

Dipl.-Ing. Stephan Hakuba ist Expert Product Manager bei EAO.

# VIELSEITIGER 3D-JOYSTICK FÜR CAN-BUS-ANWENDUNGEN

Immer mehr Anwender mechatronischer Bauteile setzen auf das zuverlässige Bussystem CAN. Der Elektronikspezialist Megatron reagiert auf diesen Trend und baut sein Angebot an CAN-Bus-fähigen Komponenten kontinuierlich aus. Das SpaceMouse Module ist ein besonders innovatives Produkt: Der 3D-Joystick ermöglicht die intuitive Steuerung komplexer Bewegungen im industriellen Umfeld. » VON MATTHIAS HERRMANN



Mit dem SpaceMouse Module ist das Teachen von Robotern auch für Laien schnell zu erlernen.

Bild: Kuka

Das Bussystem CAN (Controller Area Network) wird in der Industrie häufig eingesetzt, da es eine ganze Reihe von Vorteilen bietet. Die serielle Schnittstelle weist nicht nur eine hohe Datenübertragungssicherheit auf, sondern ist auch unempfindlich gegenüber magnetischen Störungen. Da viele elektronische Komponenten über den CAN-Bus direkt miteinander verbunden werden können, benötigen Konstrukteure für ihre Anwendung zudem deutlich weniger Kabel.

Genau das wollten Ingenieure eines Automobilzulieferers und IT-Experten 1981 mit der Entwicklung des Bussystems CAN erreichen: Sie suchten nach einer Lösung, mit der sie die Vernetzung von Steuergeräten in PKW vereinfachen und Bauraum sparen konnten. In den vergangenen 40 Jahren hat sich die Schnittstelle dann in der gesamten Industrie verbreitet: Mittlerweile finden sich mechatronische Bauteile mit CAN-Bus in vielen Bereichen der Automatisierungstechnik, im Anlagenbau und in mobilen Maschinen.

**KERNSTÜCK DES 3D-JOYSTICKS IST EIN OPTO-ELEKTRONISCHER SENSOR, DER KONTAKTLOS UND SOMIT VERSCHLEISSFREI ARBEITET.**

## Innovativer Joystick mit sechs Freiheitsgraden

Das gilt auch für die Produkte von Megatron: Immer mehr Drehgeber und Joysticks des Elektronikspezialisten verfügen über ein CANopen- oder CAN J1939-Interface. Ein herausragendes Beispiel ist das SpaceMouse Module: Dieser 3D-Joystick wurde speziell für die Mensch-Maschine-Interaktion im industriellen Umfeld entwickelt. Das SpaceMouse Module unterscheidet sich deutlich von herkömmlichen Joysticks, da es über einen ergonomisch optimierten Bediengriff mit sechs Freiheitsgraden verfügt. Durch dieses innovative Design kann der Bediener selbst komplexe Bewegungen intuitiv und mit nur einer Hand steuern. Bisher waren dazu zwei separate Bedieneinheiten erforderlich, die nicht nur mehr Bauraum benötigten, sondern auch die Flexibilität des Bedieners einschränkten.

## Viele Möglichkeiten mit einem Eingabegerät

Ähnlich wie das Bussystem CAN hat auch das SpaceMouse Module eine interessante Vorgeschichte. In den 1970er Jahren suchten Forscher des Deutschen Zentrums für Luft- und Raumfahrt (DLR) nach einer geeigneten Lösung für die Steuerung eines Roboterarms im kartesischen Raum. Ein sechssachsiger Kraft-Drehmomenten-Sensor,

der in eine Kugel integriert war, erwies sich für diese Aufgabe als ideal. Das Grundprinzip des heutigen 3D-Joysticks war geboren.

Schon bald zeigte sich, dass das mögliche Anwendungsspektrum von 3D-Joysticks noch viel größer sein könnte. Der Grund war einfach: Lange Zeit war die Auswahl an Eingabegeräten sehr begrenzt. Mit einfachen Joysticks lassen sich zwar recht komplexe Bewegungsabläufe steuern – nicht aber drei Verschiebungen und drei Drehungen im Raum gleichzeitig. Mit Touchscreens kann man zwar vordefinierte Abläufe starten oder kurze Befehle eingeben, aber keine komplexen Bewegungen steuern, weil das haptische Feedback fehlt. Und Trackballs haben nur zwei Freiheitsgrade. Das SpaceMouse Module vereint die Eigenschaften all dieser Eingabegeräte in sich.

### Neue Zielgruppen erschließen

Die Erfolgsgeschichte des Moduls begann 1993 – im selben Jahr, in dem erstmals ein 3D-Joystick für die Steuerung eines Roboterarms im Weltall eingesetzt wurde. Innerhalb weniger Jahre avancierte das SpaceMouse Module zum Standard-Bedienelement für CAD-Programme und verbreitete sich rund um den Globus. Um neue Zielgruppen zu erschließen, wurde schließlich ein Kooperationspartner mit großer Erfahrung in der Automatisierungstechnik und Medizintechnik gesucht.

Die Wahl fiel auf Megatron Elektronik, denn das Unternehmen beliefert die Industrie seit mehr als 60 Jahren mit präzisen Drehgebern und Joysticks. Eine Besonderheit ist der individuelle Service: Bei Bedarf passen die Mechatronik-Spezialisten nahezu jedes Produkt in Funktion, Design sowie mechanischen und elektrischen Schnittstellen bereits ab kleinen Stückzahlen kundenspezifisch an.

### Bauweise ermöglicht breites Anwendungsspektrum

Das SpaceMouse Module ergänzt das Produktprogramm von Megatron optimal. Kernstück des 3D-Joysticks ist ein optoelektronischer Sensor, der kontaktlos und somit verschleißfrei arbeitet. Diese Technologie ist im Gegensatz zu anderen Sensortypen relativ unempfindlich gegenüber elektromagnetischen Störfeldern und eignet sich deshalb für ein breites Anwendungsspektrum. Das

**MIT TOUCHSCREENS KANN MAN ZWAR VORDEFINIERTE ABLÄUFE STARTEN ODER KURZE BEFEHLE EINGEBEN, ABER KEINE KOMPLEXEN BEWEGUNGEN STEuern, WEIL DAS HAPTISCHE FEEDBACK FEHLT.**



Mit dem 3D-Joystick lassen sich auch OP-Roboter hochpräzise steuern.

Bild: Megatron Elektronik

SpaceMouse Module zeichnet sich darüber hinaus durch eine optimierte Federstärke, ein langlebiges Oberflächenmaterial (ABS) sowie eine verbesserte Abdichtung und eine Totzone aus. So arbeitet der

Joystick auch unter härtesten Umgebungsbedingungen zuverlässig und präzise. Ein weiterer Vorteil des Moduls ist seine sehr kompakte Bauform, die eine einfache Integration in Bedienpanels, Armlehnen oder Tischgehäuse ermöglicht. Für die einfache Anbindung an die Anwendung sorgen neben der CANopen auch eine USB-Schnittstelle und ein serielles Interface (UART).

Zu den Einsatzgebieten des SpaceMouse Module zählen Kanalinspektionsgeräte, gyroskopisch stabilisierte Drohnen, Drehzentren oder Instrumente in der assistierten Chirurgie.

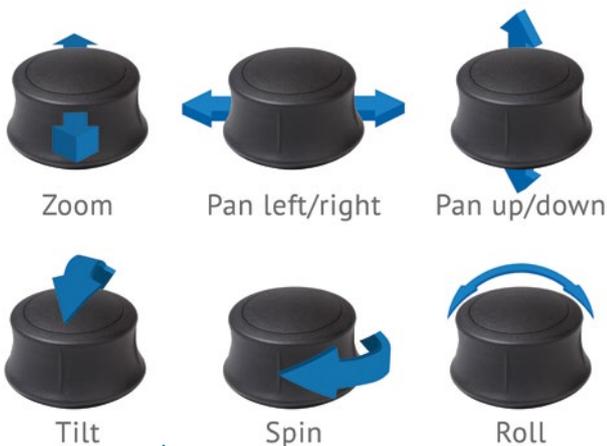
Hier macht sich die hohe Sensibilität des 3D-Joysticks bezahlt: Er reagiert selbst auf kleinste Bewegungen des Fingers oder des Handgelenks und ermöglicht damit hochpräzise Operationen.

### Wenn Laien Roboter teachen

Auch in der Mensch-Roboter-Kollaboration leistet das SpaceMouse Module wertvolle Dienste. Da sich damit automatisierte Abläufe intuitiv und ohne Programmierkenntnisse teachen lassen, ist der 3D-Joystick eine ideale Alternative für Unternehmen, die aufgrund des Fachkräftemangels ihre Produktion weiter automatisieren wollen. Mit dem SpaceMouse Module lassen sich Roboter aber nicht nur einfach teachen, sondern auch manuell und präzise führen. Diese Funktion ist besonders hilfreich bei der Fertigung und Montage von sperrigen oder schweren Bauteilen – zum Beispiel bei der Montage von Autodächern und -türen. Ein weiteres Anwendungsgebiet des SpaceMouse Module ist die Steuerung von Visualisierungen und Simulationen, die beispielsweise in der Medizin- und Dentaltechnik oder an Bearbeitungszentren in der Fertigung eingesetzt werden.

« TB

Matthias Herrmann ist Marketingmanager bei Megatron.



Das SpaceMouse Module verfügt über mehr Freiheitsgrade als jeder andere Fingerjoystick am Markt. Bild: Megatron Elektronik

# MARKET-PLACE

Anbieter & Dienstleister



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

Neben dem breiten Programm hochwertiger Standardprodukte entwickelt die a.b.jödöden 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.jödöden 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](http://www.altair.de)

**Altair Engineering GmbH**  
Catwer 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](mailto:info@althen.de)  
Internet: [www.althen.de](http://www.althen.de)



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

Als führender Anbieter von Simulationssoftware helfen wir Ihnen vorab bei der effizientesten Planung Ihrer Produktentwicklung. Sollte das Design verbessert werden? Welche Lieferanten werden benötigt? Build-or-Buy? Anhand eines 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](http://get.apriori.com/dach)



## CAD/CAM-SYSTEM PEPS

- Drahterodieren
- Fräsen
- Drehen
- Laser- und Wasserstrahlschneiden

## CAD/CAM-SYSTEM OPTICAM

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

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



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

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

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

**Comsol Multiphysics GmbH**  
Robert-Gernhardt-Platz 1  
37073 Göttingen  
Tel: +49 551 99721-0  
Fax: +49 551 99721-29  
[info@comsol.de](mailto:info@comsol.de)  
[www.comsol.de](http://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](mailto:marketing@ecs-gmbh.de)  
Internet: [www.ecs-gmbh.de](http://www.ecs-gmbh.de)



ELATEC ist Ihr weltweit führender Anbieter von Lösungen rund um Lese- / Schreibmole 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](mailto:info-rfid@elatec.com)  
[www.elatec.com](http://www.elatec.com)



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

ESTECO ist unabhängiger Software Anbieter mit Fokus auf:

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

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

**ESTECO Software GmbH**

Thurn-und-Taxis-Str. 19  
90411 Nürnberg  
+49 911 9759 3050  
[info@esteco.com](mailto:info@esteco.com)  
[www.esteco.com](http://www.esteco.com)



**ANTRIEBSTECHNIK MADE IN KELHEIM**

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

**Heidrive GmbH**

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



**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](mailto:vt@invenio.net)  
[www.virtualtechnologies.de](http://www.virtualtechnologies.de)



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

**Schneider Digital**

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



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

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

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

**SCHOTT SYSTEME GmbH**

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



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

**Herr Michael Nerke,**  
Tel. 0 89/3 86 66 17 20,  
[michael.nerke@win-verlag.de](mailto:michael.nerke@win-verlag.de)

## IM NÄCHSTEN HEFT



### INTERNET DER DINGE (IOT) UND EDGE COMPUTING

Für Konstrukteure eröffnet das Internet der Dinge (IoT) zusammen mit Edge Computing neue Möglichkeiten in der Produktentwicklung. Echtzeitdaten aus vernetzten Prototypen verbessern das Verständnis für Designanforderungen. Entscheidungen werden dadurch fundierter und effizienter. Konstrukteure profitieren von verkürzten Entwicklungszyklen und können Innovationen schneller umsetzen.

Bild: © panuwat/stock.adobe.com

### INDUSTRIELLE KOMMUNIKATION

Industrielle Kommunikation verbindet Maschinen und Systeme innerhalb eines Produktionsumfelds.

Sie ermöglicht effiziente Datenübertragung und vernetzte Prozesse wie OPC UA und Ethernet/IP. Sichere und zuverlässige Kommunikationsstrukturen sind entscheidend, um Industrie 4.0 und intelligente Fabriken erfolgreich umzusetzen. Mehr zu diesem Thema gibt es in der nächsten Ausgabe – inklusive einer Expertenumfrage.

Bild: © Furqan/stock.adobe.com – generiert mit KI



### KI IN DER PRODUKTENTWICKLUNG

Künstliche Intelligenz (KI) verbessert die Produktentwicklung, indem sie Designprozesse beschleunigt und Innovation fördert. Durch Datenanalyse und maschinelles Lernen optimieren KI-Systeme Vorhersagen und Entscheidungsfindung. Sie ermöglichen personalisierte Designs und optimierte Produktionsmethoden. Unternehmen profitieren von verkürzten Entwicklungszeiten und erhöhter Produktqualität, was ihre Wettbewerbsfähigkeit stärkt.

Bild: © Gorodenkoff/stock.adobe.com



MIT  
SONDERHEFT  
ANTRIEBSTECHNIK

### WEITERE THEMEN IN DIESER AUSGABE:

- 3D-Druck und additive Fertigung
- Digitalisierung in der Automatisierung
- Lösungen für das Projektmanagement
- Konstruktion und Produktentwicklung in der Cloud
- Antriebstechnik mit Motion Control
- Nachhaltigkeit in der Produktentwicklung

## IMPRESSUM

Herausgeber und Geschäftsführer:  
Matthias Bauer, Günter Schürger

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

#### So erreichen Sie die Redaktion:

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

#### Mitarbeiter dieser Ausgabe:

Alexander Appel, Jasmin Azemovic, Stefan Bamberg, Jeroen Buring, Brian Fink, Andreas Fuß, Stephan Hakuba, Matthias Herrmann, Dr. Michael Hobohm, Anja Koser, Susanne Leisten, Tobias Leska, Jobst Lichte, Edmund Likus, Darko Mihajlovski, Petra Müller, Falk Plonus, Wolfgang Rüdell, Heiko Seitz, Lisa Sterner, Christian Stremlau, Corneliu Tobescu, Dr. Thomas Tosse

#### So erreichen Sie die Anzeigenabteilung:

**Anzeigengesamtleitung:**  
Martina Summer (089-3866617-31, martina.summer@win-verlag.de), Anzeigenverantwortlich  
**Mediaberatung:**  
Michael Nerke (Anzeigenverkaufsleiter, Tel.: 089-3866617-20, michael.nerke@win-verlag.de), Andrea Lippmann (Tel.: 089-3866617-22, andrea.lippmann@win-verlag.de), Matthias Hofmann (Tel.: 089-3866617-21, michael.hofmann@win-verlag.de)  
**Anzeigendisposition:**  
Auftragsmanagement@win-verlag.de  
Chris Kerler (089/3866617-32, chris.kerler@win-verlag.de)

#### Abonnentenservice und Vertrieb

Tel: +49 89 3866617 46  
[www.digital-engineering-magazin.de/hilfe](http://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:** simus systems GmbH

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

#### Produktion und Herstellung:

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

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

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

#### Verlagsleitung:

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

#### Objektleitung:

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

#### Zentrale Anlaufstelle für Fragen zur Produktsicherheit

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

#### Bezugspreise:

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

#### 27. Jahrgang

#### Erscheinungsweise: achtmal jährlich

**Einsendungen:** Redaktionelle Beiträge werden gerne von der Redaktion entgegen genommen. Die Zustimmung zum Abdruck und zur Vervielfältigung wird vorausgesetzt. Gleichzeitig versichert der Verfasser, dass die Einsendungen frei von Rechten Dritter sind und nicht bereits an anderer Stelle zur Veröffentlichung oder gewerblicher Nutzung angeboten wurden. Honorare nach Vereinbarung. Mit der Erfüllung der Honorarvereinbarung ist die gesamte, technisch mögliche Verwertung der umfassenden Nutzungsrechte durch den Verlag – auch wiederholt und in Zusammenfassungen – abgegolten. Eine Haftung für die Richtigkeit der Veröffentlichung kann trotz Prüfung durch die Redaktion vom Herausgeber nicht übernommen werden.

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



ISSN 1618-002X, Ausgabe 05/2025  
Unsere Papiere sind PEFC zertifiziert.  
Wir drucken mit mineralölfreien Druckfarben.

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

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

Aus aktuellem Anlass kann es zu Themenänderungen kommen.



# Die DNA von Metrofunk

für Systemerhalt  
hinter der Kulisse



**Metrofunk Kabel-Union GmbH**

Lepsiusstraße 89,

D-12165 Berlin,

Tel. 030 79 01 86 0

info@metrofunk.de – www.metrofunk.de





# Branchenwissen.

## Digital. Kompakt. Bequem.

**Willkommen bei der Podcast-Plattform des Digital Engineering Magazins -**  
Ihrer Quelle für intelligente Expertise! Lernen Sie von Branchenexperten, Vordenkern und Innovatoren. Wir liefern präzise Insights, aktuelle Trends und praxisnahe Strategien direkt in Ihre Ohren. Ob Führungskraft, Professional oder ewig Lernender: Verpassen Sie keine Episode und bleiben Sie an der Spitze des digitalen Wandels. Ihr Wissensvorsprung startet hier!



Bild: spaxiav/AdobeStock

[win-verlag.de](http://win-verlag.de)

**WIN**  
VERLAG